

**УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

РУДЕВІЧ НАТАЛІЯ ВАЛЕНТИНІВНА

УДК 378.147:621.311 (043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ

**СИСТЕМА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ
З АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ**

13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Подається на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук.
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Н.В.Рудевіч

Науковий консультант:

Лазарєв Микола Іванович,
доктор педагогічних наук, професор

Харків – 2018

АНОТАЦІЯ

Рудевіч Н.В. Система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук (доктора наук) зі спеціальності 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. – Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, 2018.

Дисертацію присвячено проблемі підвищення якості професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Проведений у дисертаційній роботі аналіз професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем та стану їхньої професійної підготовки дав змогу встановити, що методологічною основою процесу професійної підготовки майбутніх фахівців повинен бути каузальний (причинно-наслідковий) підхід, який ґрунтується на виявленні каузальних зв'язків та відношень між різними підсистемами знань, що складають основу розвитку понять, умінь, навичок та професійно важливих якостей і, як наслідок, професійних компетентностей. У межах дослідження теоретично обґрунтовано та розроблено методичну систему (цілі, зміст, метод, засоби, форми) та методики професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу. Експериментальною перевіркою розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу доведена її ефективність, а статистична значущість результатів педагогічного експерименту – засобами математичної статистики.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що:

уперше теоретично обґрунтовано, розроблено та експериментально перевірено:

– концепцію методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, яку побудовано на засадах моделювання реальної системи їхньої професійної діяльності та спрямовано на формування професійних компетентностей із використанням каузальних зв'язків побудови та функціонування комплексів автоматизації об'єктів електроенергетики;

– методичну систему (цілі, зміст, методи, засоби, форми) професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, яка ґрунтується на розробленій концепції, що забезпечує формування в майбутніх фахівців системи професійних компетентностей;

– узагальнену ієрархічну структуру цілей професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, яка містить систему знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач щодо автоматизації енергосистем, що забезпечує формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей цих фахівців;

– узагальнену модель каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, підґрунтям якої є узагальнений фундаментальний каузальний ланцюг вирішення професійних задач з автоматизації енергосистем, що дає можливість формувати у студентів професійно важливі якості, знання й уміння на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях засвоєння;

– узагальнену модель методу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, яку побудовано на основі засвоєння елементів узагальненої моделі каузального змісту, що дозволяє оволодіти майбутнім фахівцям способами виконання професійних видів робіт;

– узагальнений засіб каузального формування професійних компетентностей, який побудовано у вигляді каузальних ланцюгів змісту, контекстних крокам методу каузального формування професійних компетентностей, що забезпечує реалізацію принципу наочності на фізичному й логічному рівнях та сприяє підвищенню рівня сформованості професійних компетентностей;

уточнено структуру моделі узагальненого фундаментального каузального ланцюга вирішення професійних задач з автоматизації енергосистем, яка відображає інваріантну послідовність залучення інформаційних блоків, що дає можливість використовувати її як основу узагальненої моделі каузального змісту формування професійних компетентностей;

дістав подальшого розвитку каузальний підхід до професійної підготовки майбутніх фахівців інженерних спеціальностей; розвиток полягає у системному встановленні каузальних зв'язків між такими підсистемами знань, як призначення, принцип дія, побудова та параметри технічної системи.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає в розробленні методик каузального формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей в процесі навчання дисциплін «Проектування електроенергетичних та електромеханічних систем та пристроїв», «Надійність та діагностика», «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики», «Автоматика енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці» та «Основи наукових досліджень» студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», які представлено в навчально-методичних посібниках «Професійні задачі інженерної діяльності з

релейного захисту енергосистем» й «Професійні задачі інженерної діяльності з автоматики енергосистем».

Результати дослідження можуть бути використані викладачами професійних дисциплін для вдосконалення підготовки майбутніх фахівців за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», у системі післядипломної освіти та підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників вищих технічних навчальних закладів.

Ключові слова: методична система, професійна підготовка, каузальний підхід, інженер з автоматизації енергосистем, професійна діяльність, моделі, професійна компетентність, професійно важливі якості.

ABSTRACT

Rudevich N.V. System of the professional training future engineers for the automation of power grid systems. - On the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Pedagogical Sciences (Doctor of Science) in specialty 13.00.04 – Theory and Methods of Vocational Education. – Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, 2018.

The dissertation is devoted to the problem of improving the quality of the professional training future engineers for the automation of power grid systems.

The analysis of the professional activity of engineers on the automation of power systems and the state of their professional training carried out in the dissertation enabled us to establish that the methodological basis of the process of the professional training future specialists should be causal approach, based on the identification of causal relationships and relations between different subsystems of knowledge, which form the basis of the development of concepts, skills and professionally important qualities and, as a consequence, professional competencies. Within the framework of the study, the methodological system (goals, content, method, means, forms) and methods of the professional training future engineers for the automation of power grid systems on the basis of the

causal approach are theoretically substantiated and developed. The experimental verification of the developed methodical system of the professional training future engineers for the automation of power grid systems on the basis of the causal approach has proved its effectiveness, and the statistical significance of the results of the pedagogical experiment - the means of mathematical statistics.

The scientific novelty of the research is that:

for the first time it was theoretically substantiated, developed and experimentally verified:

- the concept of the methodical system of future engineers professional training for the automation of power systems on the basis of the causal approach, which is based on the principles of modeling the real system of their professional activities and aimed at the formation of professional competencies using causal links of the construction and functioning of the complexes of electric power industry objects automation;

- a methodological system (goals, content, methods, means, forms) for the training of future engineers for the automation of power systems on the basis of the causal approach, which is based on the developed concept, which ensures the formation of future professional skills of the professional competencies system;

- a generalized hierarchical structure of the goals of training future engineers for the automation of power systems, which contains a system of knowledge, skills and professional qualities for solving professional problems in the field of automation of power systems, which ensures the formation of design, operational, research, economic, socio-management and legal competence of these specialists;

- a generalized model of causal content of the formation professional competencies of future engineers for the automation of power systems, the basis of which is a generalized fundamental causal chain for solving professional problems in the automation of power systems, which enables students to form professional qualities, knowledge and skills on the conceptual-analytical and productive-synthetic levels of assimilation

- a generalized model of the method of causal formation the professional competencies of future engineers for the automation of power systems, which is based on the assimilation of elements of the generalized model of causal content, enabling future specialists to master the methods of performing professional types of work;

- generalized means of causal formation of professional competencies, which is constructed in the form of causal chains of content, contextual steps of the causal formation of professional competencies, which ensures the implementation of the principle of visibility at the physical and logical levels and promotes an increase in the level of professional competencies formation;

it was specified the structure of the generalized fundamental causal circuit for the solution of professional problems in the power system automation, which reflects the invariant sequence of the involvement of information blocks, which makes it possible to use it as the basis of the generalized model the causal content of the formation of professional competencies;

it was gotten the further development the causal approach to the training of future specialists in engineering specialties; the development consists in the systematic establishment of causal links between such subsystems of knowledge as the purpose, the principle of action, construction and parameters of the technical system.

The practical significance of the results of the study is to develop the methods of causal formation of design, operational, research, economic, social management and legal competencies in the training of disciplines “Designing of electrical and electromechanical systems and devices”, “Reliability and diagnostics”, “Modern technologies and methods of building relay protection and automation systems”, “Automation of power systems”, “Automated control systems in power engineering and Fundamentals of sciences Researches” of students of specialty 141 “Electric power, electrical engineering and electromechanics”, which are presented in the teaching aids “Professional tasks of

engineering activity on relay protection of power systems” and “Professional tasks of engineering activity on automation of power systems”.

The results of the study can be used by teachers of professional disciplines to improve the training of future specialists in specialty 141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics", in the system of postgraduate education and advanced training of scientific and pedagogical workers of higher technical educational institutions.

Key words: methodical system, professional training, causal approach, engineer of automation of power grid systems, professional activity, models, professional competence, professionally important qualities.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні результати дисертації

1. Рудевіч Н.В. Професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання: монографія. Харків: Вид-во «Диса-плюс», 2017. 404 с.
2. Рудевіч Н.В., Гриб О.Г. Професійні задачі інженерної діяльності з автоматики енергосистем (на основі каузального навчання): навч.- метод. посіб. / Нац. техн. ун-т «ХПІ». Харків: НТУ «ХПІ», 2017. 122 с.
3. Рудевіч Н.В., Гриб О.Г. Професійні задачі інженерної діяльності з релейного захисту енергосистем (на основі каузального навчання): навч.- метод. посіб. / Нац. техн. ун-т «ХПІ». Харків: НТУ «ХПІ», 2017. 94 с.
4. Рудевіч Н.В. Визначення професійних компетентностей інженера-електрика. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2014. Вип. 44. С. 50–59.
5. Рудевіч Н.В. Визначення професійно важливих якостей інженерів-електриків. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2014. Вип. 45. С. 59–71.
6. Рудевіч Н.В. Причинно-наслідкові моделі системи знань про об'єкти управління для навчання майбутніх інженерів з автоматизації

енергосистем. *Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти*. Рівне-Київ: Міленіум, 2015. Вип. 12 (55). Ч. 2. С. 309–316.

7. Рудевіч Н.В. Метод навчання для формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2015. Вип. 46. С. 137–145.

8. Рудевіч Н.В. Формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2015. №47. С. 147–155.

9. Рудевіч Н.В. Зміст навчання стратегій проектування систем управління майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2015. Вип. 48-49. С. 118–127.

10. Рудевіч Н.В. Визначення методології навчання майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2015. №2. С. 96–104.

11. Рудевіч Н.В. Засоби формування експлуатаційної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Професійна освіта: проблеми і перспективи*. Київ: ІПТО НАПН України, 2016. Вип. 10. С. 66–72.

12. Рудевіч Н.В. Методика формування проектної компетентності з автоматизації нормальних режимів у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2016. Вип. 50-51. С. 254–267.

13. Рудевіч Н.В. Засоби формування проектної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2016. Вип. 52-53. С. 309–319.

14. Рудевіч Н.В. Засоби формування управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Педагогічні науки*. Херсон: Херсон. держ. ун-т, 2016. Вип. LXXIV. Т. 2. С. 164–167.

15. Рудевіч Н.В. Методика формування експлуатаційної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем *Інженерні та освітні технології*. 2016. Вип. 2 (14). С. 8–16. URL: <http://eetecs.kdu.edu.ua> (дата звернення: 10.05.2017).

16. Рудевіч Н.В. Методика формування організаційно-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Професійна освіта: проблеми і перспективи*. Київ: ІПТО НАПН України, 2016. Вип. 11. С. 87–91.

17. Рудевіч Н.В. Методика формування проектної компетентності з протиаварійної автоматики у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Теорія і методика професійної освіти*: електрон. наук. фахове вид. 2016. №9(1). URL: <http://tmpe.eor.by/index.php/editions/131-edition-9> (дата звернення: 12.04.2017).

18. Рудевіч Н.В. Формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. №1. С. 65–74.

19. Рудевіч Н.В. Формування організаційно-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. №. 2. С. 87–98.

20. Рудевіч Н.В. Методика формування проектної компетентності з релейного захисту у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Київ-Вінниця: ТОВ «Планер», 2016. Вип. 45. С. 325–331.

21. Рудевіч Н.В. Критерії та показники ефективності методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УІПА, 2017. Вип. 54-55. С. 301–309 .

22. Рудевіч Н.В. Психолого-педагогічні засади професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2017. №1. С. 11–19.

23. Рудевіч Н.В. Філософські основи каузального навчання майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Педагогічні науки*. Херсон: Херсон. держ. ун-т, 2017. Вип. LXXVII. Т. 2. С.104–108.

24. Рудевич Н.В., Лазарев Н.И. Каузальное содержание профессиональной подготовки будущих инженеров по автоматизации энергосистем. *Modern Science - Moderni věda*. 2017. № 1. Р. 68 – 76. URL: http://sried.in.ua/uploads/magazine/ms_1_2017.pdf (дата звернення: 10.09.2017).

25. Рудевіч Н.В., Лазарев М.І. Методи формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. 2017. Vol. 58. Issue 133. Р. 23–26. URL: http://seanewdim.com/uploads/3/4/5/1/34511564/ped_psy_v58_133.pdf (дата звернення: 15.10.2017).

Опубліковані праці апробаційного характеру

26. Рудевіч Н.В. Професійна підготовка інженерів-електриків в умовах компетентнісного підходу. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*: тези доповідей XXIII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 20-22 травня 2015 р.). Харків: НТУ «ХПІ», 2015. Ч.2. С.182.

27. Рудевіч Н.В. Підвищення якості професійної підготовки майбутніх інженерів-електриків. *Електрифікація залізничного транспорту «Транселектро – 2015»*: матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 29 вересня – 02 жовтня 2015р.). Дніпро: ДНУЗТ, 2015. С. 73–74.

28. Рудевіч Н.В. Методологія професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на засадах каузального навчання. *Психологія та педагогіка сучасності: проблеми та стан розвитку науки і*

практики в Україні: тези міжнар. наук.-практ. конф. (м. Львів, 26-27 серпня 2016 р.). Львів: ГО «Львівська педагогічна спільнота», 2016. С.74–76.

29. Рудевіч Н.В. Сучасна методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в контексті компетентнісного підходу. *Актуальні проблеми розвитку освіти і науки в умовах глобалізації: матеріали II Всеукр. наук. конф. (м. Дніпро, 28-29 жовтня 2016 р.).* Дніпро: Роял Принт, 2016. Ч.1. С. 222–223.

30. Рудевіч Н.В. Ключові професійні компетентності інженерів з автоматизації енергосистем. *Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: матеріали III Всеукр. наук.-техн. конф. (м. Харків, 08-09 грудня 2016 р.).* Харків: ФОП Панов А.М., 2016. С. 198–199.

31. Rudevich N.V. Innovative content of professional preparation of future grid automation engineers. *Stav, problémy a perspektívy pedagogického štúdia a sociálnej prace: zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie (Sládkovičovo, Slovenská republika, 28-29 októbra 2016 r.).* Sládkovičovo: Vysoká škola Danubius, 2016. S.153–154.

32. Рудевіч Н.В. Дидактичні підґрунтя розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. *Україна в гуманітарних і соціально-економічних вимірах: матеріали II Всеукр. наук. конф. (м. Дніпро, 24-25 березня 2017р.).* Дніпро: СПД «Охотнік», 2017. Ч.2. С. 213–214.

33. Рудевіч Н.В. Сучасна компетентнісна модель фахівця електроенергетичної галузі. *Розвиток сучасної освіти: теорія, практика, інновації: матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 23-24 лютого 2017 р.).* Київ: Міленіум, 2017. С.131–132.

34. Рудевіч Н.В. Каузальні засоби формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези*

доповідей XXV міжнар. наук.-практ. конф. Microcad – 2017 (м. Харків, 17-19 травня 2017 р.). Харків: НТУ «ХПІ». 2017. Ч.2. С. 238.

35. Рудевіч Н.В. *Форми організації професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Вплив досягнень психологічних і педагогічних наук на розвиток сучасного суспільства*: тези міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 10-11 березня 2017р.). Харків: Східноукраїнська організація «Центр педагогічних досліджень», 2017. С.72–75.

36. Рудевіч Н.В. *Формування змісту професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. Наукові розробки, передові технології, інновації*: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 6-8 травня 2017 р.). Київ: НДСІР. 2017. С. 506–508.

37. Рудевіч Н.В. *Каузальне навчання як основа модернізації професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Управління якістю підготовки фахівців*: матеріали XXII міжнар. наук.-метод. конф. (м. Одеса, 20-21 квітня 2017 р.). Одеса: ОДАБА, 2017. Ч.1. С. 58–59.

38. Рудевіч Н.В. *Цілі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Формування професіоналізму фахівця в системі безперервної освіти*: матеріали VII Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Переяслав-Хмельницький, 20-21 квітня 2017р.). Київ: Міленіум, 2017. С. 32–34.

39. Рудевіч Н.В. *Каузальний підхід як складова компетентнісного підходу під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Наукова школа академіка І.А. Зязюна у працях його соратників та учнів*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 16-17 травня 2017р.). Харків: НТУ «ХПІ», 2017. С. 168–171.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	17
РОЗДІЛ 1. ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА.....	
ПРОБЛЕМА.....	31
1.1. Аналіз системи професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем	31
1.2. Аналіз сучасного стану професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.....	75
1.3. Суперечності, проблема, гіпотеза та концептуальна ідея професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем	85
Висновки до розділу 1	96
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ НА ОСНОВІ КАУЗАЛЬНОГО ПІДХОДУ.....	
2.1. Філософські засади розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.....	100
2.2. Загальнонаукові засади розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.....	132
2.3. Психолого-педагогічні засади розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.....	152
Висновки до розділу 2	179

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ НА ОСНОВІ КАУЗАЛЬНОГО ПІДХОДУ	184
3.1. Цілі та зміст професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.....	185
3.2. Моделі каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем	194
3.3. Методи каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем	242
3.4. Засоби каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем	276
3.5. Форми організації та структурна модель методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.....	292
Висновки до розділу 3	298
РОЗДІЛ 4. МЕТОДИКИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ НА ОСНОВІ КАУЗАЛЬНОГО НАВЧАННЯ	302
4.1. Структури методик формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання	302
4.2. Методика формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання	332
4.3. Методика формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання	347
Висновки до розділу 4	362

РОЗДІЛ 5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБЛЕНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ НА ОСНОВІ КАУЗАЛЬНОГО ПІДХОДУ.....	365
5.1. Мета, завдання та етапи педагогічного експерименту	365
5.2. Критерії, показники та методики педагогічного експерименту.....	368
5.3. Експериментальна перевірка ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.....	406
5.4. Експериментальна перевірка ефективності розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.....	426
Висновки до розділу 5	457
ВИСНОВКИ.....	460
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	468
ДОДАТКИ.....	513

ВСТУП

Актуальність дослідження. Інтеграція системи освіти України у європейський простір вимагає переходу від знанневої парадигми освіти до діяльнісної, орієнтованої на актуальні й затребувані життям результати навчання, що можуть бути забезпечені впровадженням компетентнісного підходу у систему професійної підготовки сучасних фахівців. Про необхідність оновлення змісту професійної освіти на засадах компетентнісного підходу в вищих навчальних закладах наголошується в Законі України «Про освіту» (2017 р.), Указі Президента «Про стратегію сталого розвитку «Україна – 2020» (2015 р.), Законі України «Про вищу освіту» (2014 р.), «Національній стратегії розвитку освіти України на період до 2021 року» (2013 р.) та знайшло практичне впровадження в постанові Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» (2011 р.).

Реалізація компетентнісного підходу в професійній освіті обумовлює необхідність вирішення низки методологічних та теоретичних питань, одним з яких є розроблення методичних систем професійної підготовки майбутніх фахівців, які б системно реалізовували компетентнісний підхід і дозволили сформувати комплекс професійних компетентностей. Вимоги щодо сформованості системи професійних компетентностей у майбутніх фахівців висуваються й різними галузями промисловості України, зокрема й електроенергетикою.

Сучасною стратегією електроенергетики є безпека, енергоефективність та конкурентоспроможність, що передбачає постійний пошук та впровадження інноваційних розробок у цій галузі. Створення необхідних умов для розвитку і підвищення технічного рівня електроенергетики та забезпечення енергетичної безпеки країни можливе за умов наявності компетентних фахівців, зокрема й інженерів з автоматизації енергосистем,

здатних вирішувати професійні задачі щодо удосконалення систем управління об'єктами енергосистем. У зв'язку з цим їхня професійна підготовка потребує переорієнтації на створення таких методичних систем, що забезпечать продуктивну діяльність з вирішення професійних задач.

Проблему професійної підготовки майбутніх інженерів вивчали А. Алексюк, І. Берьозкіна, І. Богданов, Н. Брюханова, О. Квасник, О. Коваленко, М. Лазарев, Т. Лазарева, О. Піралова, О. Пехота, О. Романовський, С. Сисоєва, В. Хоменко, В. Ягупов. Психолого-педагогічні аспекти професійної підготовки майбутніх інженерів розглядали Г. Балл, І. Бех, О. Дерев'янку, О. Заблоцька, Е. Зеєр, О. Зоріна, І. Зязюн, Н. Степанець, Т. Ткачова, В. Яблонко. Питаннями реалізації компетентнісного підходу в вищій технічній освіті займалися А. Бермус, І. Бистрова, О. Боярова, А. Букетов, Т. Бутенко, М. Вінник, Т. Гура, В. Круглик, П. Лузан, І. Маршалова, В. Осадчий, Н. Осипова, І. Сліпухіна, Ю. Тарасіч, Ю. Татур, І. Чернецький, В. Шаполова, О. Шапран. Разом з тим проведений аналіз дозволив визначити, що зміст інженерної професійної підготовки обґрунтовано науковцями переважно на загальнотеоретичному рівні без урахування специфіки професійної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Водночас їхня професійна діяльність характеризується продуктивним характером праці і вимагає від фахівців прояву творчого підходу до вирішення професійних задач, основу якого складає встановлення причинно-наслідкових зв'язків між різними підсистемами знань, що потребує проведення спеціального наукового дослідження стосовно змісту їхньої професійної підготовки.

Одним з перспективних напрямів щодо конструювання змісту професійної підготовки сучасного фахівця є каузальний (причинно-наслідковий) підхід, що передбачає побудову процесу навчання та його елементів на основі виявлення каузальних зв'язків та відношень між елементами знань. Світові освітні системи характеризуються активним

впровадженням каузального підходу, про що свідчать роботи таких європейських та американських вчених, як A. Barbey, H. Beebe, D. Danks, A. Gopnik, T. Griffiths, C. Hitchcock, P. Menzies, J. Pearl, S. Schwartz, L. Schulz, J. Tenenbaum, P. Wolff. Водночас каузальний підхід є недостатньо розробленим для професійної підготовки інженерних кадрів.

Аналіз практичних аспектів професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем свідчить про її невпорядкованість, фрагментарність та несистемність у напрямі формування комплексу професійних компетентностей, що негативно позначається на продуктивності професійної діяльності цих фахівців.

Проведений аналіз теоретичних досліджень й практичного досвіду організації професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем дозволив виявити низку **суперечностей** між:

- необхідністю реалізації компетентнісного підходу в інженерній освіті та недостатньою розробленістю методичних систем професійної підготовки майбутніх інженерів, які б системно реалізовували компетентнісний підхід;
- потребами електроенергетичної галузі у фахівцях зі сформованою системою професійних компетентностей та недостатнім рівнем її сформованості у випускників вищих технічних навчальних закладів;
- продуктивним характером професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем та переважно репродуктивним характером їхньої професійної підготовки;
- вимогами професійної діяльності до рівня сформованості професійно важливих якостей у фахівців та недостатньою керованістю розвитком цих якостей в існуючих методичних системах професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Виділені суперечності зумовили проблему дослідження – підвищення якості професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Недостатній рівень теоретичної дослідженості й практичної розробленості проблеми, необхідність розв'язання виявлених суперечностей зумовило вибір теми дослідження – **«Система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем»**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконувалося в межах науково-дослідної роботи кафедри креативної педагогіки та інтелектуальної власності Української інженерно-педагогічної академії «Створення теоретичних і методичних основ професійної підготовки майбутніх інженерів на засадах каузального навчання» (ДР № 0117U001240), що фінансувалась за рахунок державного бюджету України.

Тему дисертації затверджено вченою радою Української інженерно-педагогічної академії (протокол № 12 від 25 квітня 2016 р.) та узгоджено в Міжвідомчій раді з координації досліджень у галузі освіти, педагогіки і психології (протокол №3 від 16 травня 2017 р.).

Мета дослідження – підвищення якості професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем шляхом теоретичного обґрунтування, розроблення та експериментальної перевірки методичної системи їхньої професійної підготовки на основі каузального підходу.

Відповідно до мети визначено наступні **завдання дослідження**:

1. Дослідити зміст професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем та визначити систему їхніх професійних компетентностей.
2. Проаналізувати стан професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, визначити проблему, концептуальну ідею та гіпотезу дослідження.

3. Визначити філософські, загальнонаукові та психолого-педагогічні засади розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

4. Теоретично обґрунтувати та розробити методичну систему (цілі, зміст, метод, засоби та форми) професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

5. Розробити методики формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання.

6. Експериментально перевірити ефективність методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

Об'єкт дослідження – процес професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Предмет дослідження – методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

Концепція дослідження. Провідна ідея дослідження ґрунтується на розробленні такої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, яка б моделювала реальну систему їхньої професійної діяльності та була б спрямована на формування професійних компетентностей на основі каузального підходу.

Концепція спрямована на переорієнтацію переважно репродуктивного характеру професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем до продуктивної діяльності і складається з трьох концептів: методологічного, теоретичного та технологічного.

Методологічний концепт обґрунтування й розроблення методичної системи базується на фундаментальних категоріях, принципах і законах філософії, положеннях діалектико-матеріалістичного підходу, філософських

положеннях принципу причинності (детермінізму), загальнонаукових методах пізнання (М. Бунге, В. Петрушенко, О. Сичивица, А. Спіркін, І. Фролов, С. Щерба, В. Шинкарук) та психолого-педагогічних підходах щодо вирішення проблеми підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем до професійної діяльності, до яких належать:

- системний (С. Архангельський, Ю. Бабанський, В. Безпалько, Х. Броді, Е. Гусинський, Т. Ільїна, В. Краєвський, А. Кузнецова, В. Луговий, С. Прокоф'єва, З. Решетова, А. Субето),
- компетентнісний (Т. Андрющенко, А. Вербицький, В. Взятишева, М. Головань, О. Дубасенюк, Е. Зеєр, І. Зимня, І. Зязюн, Г. Ібрагимов, С. Калашнікова, Н. Креденець, П. Лузан, О. Овчарук, В. Петрова, О. Пометун, Д. Равен, А. Хуторський),
- діяльнісний (К. Абульханова-Славська, Г. Атанов, Л. Віготський, П. Гальперин, Д. Ельконин, Е. Зеєр, А. Леонт'єв, С. Рубинштейн, Г. Щукина),
- особистісно-орієнтований (М. Алексєєв, В. Артемов, Г. Балл, І. Бех, Р. Вайнола, І. Гаранина, І. Зязюн, А. Коробченко, І. Підласий, О. Пехота, В. Рибалка, В. Сериков, С. Сисоєва, В. Сластьонин, А. Стараєва, В. Яблонко, С. Яценко),
- інтегративний (В. Безрукова, О. Вознюк, С. Гончаренко, А. Данилюк, О. Каверіна, Л. Корольова, М. Корольов, І. Козловська, О. Любарська, Г. Онкович, В. Панферов, О. Петрова, Л. Сидорчук, Я. Собко),
- технологічний (Ю. Бабанський, В. Безпалько, А. Вербицький, П. Гальперин, Б. Гершунський, М. Левина, В. Сластьонин, Н. Талізіна, В. Юдин),
- індивідуальний (Ю. Бабанський, Г. Глейзер, А. Кирсанов, Г. Краус, І. Лернер, І. Унт, І. Якиманська),

– каузальний (А. Barbey, Н. Beebee, D. Danks, М. Frisch, А. Gopnik, Т. Griffiths, С. Hitchcock, В. Joyce, Н. Lahaderne, Р. Menzies, J. Pearl, D. Premack, D. Sperber, L. Schulz, S. Schwartz, J. Tenenbaum, М. Waldmann, Р. Wolff).

Теоретичний концепт обґрунтування й розроблення методичної системи ґрунтується на *філософських* положеннях теорії пізнання (П. Алексєєв, А. Панин, А. Зотов, В. Міронов, А. Разин), *загальнонаукових* положеннях системного підходу (І. Блауберг, А. Уйомов, Е. Юдин); *педагогічних* законах, закономірностях та принципах навчання, а саме законах соціальної обумовленості цілей, змісту, форм і методів навчання, активності навчання, єдності навчання і розвитку, єдності навчання та виховання, цілісності і єдності педагогічного процесу, взаємозв'язку і єдності теорії та практики, єдності й взаємообумовленості індивідуальної та групової організації навчальної діяльності, ієрархії навчання; закономірностях цілей, змісту й методів навчання, стимулювання навчання, управління навчанням, результату навчання; принципах єдності освітньої, розвивальної та виховної функцій навчання, науковості навчання, систематичності та послідовності навчання, міцності навчання, доступності навчання, зв'язку навчання з практикою, наочності навчання, оптимального поєднання різних методів навчання, єдності та оптимального поєднання різних форм навчання, свідомості, творчої активності та самостійності навчання, всебічного стимулювання та мотивації позитивного відношення студентів до навчання, моделювання професійної діяльності, продуктивності навчання, фундаментальності навчання та його професійної спрямованості, гуманізації та гуманітаризації навчання, інноваційності й креативності навчання (А. Алексюк, С. Архангельський, Ю. Бабанський, В. Безпалько, А. Беляєва, В. Бондар, В. Загвязинський, Я. Коменський, В. Краєвський, І. Лернер, І. Малафійк, М. Махмутов, Н. Мойсеюк, В. Ортинський, І. Підласий, П. Підкасистий, М. Скаткин, В. Сластьонин, А. Хуторський, В. Ягупов).

Технологічний концепт передбачає розроблення та впровадження у процес професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем методичної системи (цілей, змісту, методу, засобів, форм) професійної підготовки на основі каузального підходу.

Провідна ідея та основні концептуальні положення відображені в **загальній гіпотезі дослідження**, яка полягає в тому, що якість професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем підвищиться за умови розроблення та впровадження методичної системи формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей на основі каузального підходу.

Відповідно до загальної гіпотези конкретизовано **часткові припущення**, які передбачають, що підвищення якості професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем є можливим, якщо:

- цілями професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем згідно з моделлю їхньої професійної діяльності визначити формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей;
- зміст професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем буде будуватися на основі системи моделей каузального змісту формування професійних компетентностей;
- в якості методів професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем використовувати методи каузального формування системи професійних компетентностей;
- в якості засобів професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем застосовувати засоби каузального формування системи професійних компетентностей.

Методи дослідження, що використовувалися для досягнення поставленої мети, включають:

– *теоретичні*, а саме аналіз, синтез, узагальнення, порівняння, абстрагування, конкретизація та аналогія – для оброблення інформації наукової та навчально-методичної літератури щодо визначення категоріального апарату педагогічного дослідження; метод професіографії – для побудови моделі професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем; структурно-функціональний метод – для визначення теоретичних засад створення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу; методи моделювання – для розроблення моделей елементів методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу; узагальнення та прогнозування – з метою формулювання висновків і рекомендацій щодо підвищення якості професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу;

– *емпіричні*, а саме педагогічне спостереження, тестування, опитування, анкетування, інтерв'ювання – для діагностики рівнів сформованості професійних компетентностей (знань, умінь і професійно важливих якостей) майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем; педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний та порівняльний етапи) – для перевірки результативності розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу;

– *математичні та статистичні*, а саме метод множин – для моделювання змісту професійної підготовки, однофакторний дисперсійний аналіз за критерієм Фішера – для кількісного та якісного аналізу результатів педагогічного експерименту.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що:

уперше теоретично обґрунтовано, розроблено та експериментально перевірено:

– концепцію методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, яку побудовано на засадах моделювання реальної системи їхньої професійної діяльності та спрямовано на формування професійних компетентностей із використанням каузальних зв'язків побудови та функціонування комплексів автоматизації об'єктів електроенергетики;

– методичну систему (цілі, зміст, методи, засоби, форми) професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, яка ґрунтується на розробленій концепції, що забезпечує формування в майбутніх фахівців системи професійних компетентностей;

– узагальнену ієрархічну структуру цілей професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, яка містить систему знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач щодо автоматизації енергосистем, що забезпечує формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей цих фахівців;

– узагальнену модель каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, підґрунтям якої є узагальнений фундаментальний каузальний ланцюг вирішення професійних задач з автоматизації енергосистем, що дає можливість формувати у студентів професійно важливі якості, знання й уміння на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях засвоєння;

– узагальнену модель методу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, яку побудовано на основі засвоєння елементів узагальненої моделі каузального змісту, що дозволяє оволодіти майбутнім фахівцям способами виконання професійних видів робіт;

– узагальнений засіб каузального формування професійних компетентностей, який побудовано у вигляді каузальних ланцюгів змісту, контекстних крокам методу каузального формування професійних компетентностей, що забезпечує реалізацію принципу наочності на фізичному й логічному рівнях та сприяє підвищенню рівня сформованості професійних компетентностей;

уточнено структуру моделі узагальненого фундаментального каузального ланцюга вирішення професійних задач з автоматизації енергосистем, яка відображає інваріантну послідовність залучення інформаційних блоків, що дає можливість використовувати її як основу узагальненої моделі каузального змісту формування професійних компетентностей;

дістав подальшого розвитку каузальний підхід до професійної підготовки майбутніх фахівців інженерних спеціальностей; розвиток полягає у системному встановленні каузальних зв'язків між такими підсистемами знань, як призначення, принцип дія, побудова та параметри технічної системи.

Теоретичне значення отриманих результатів дослідження полягає в можливості використання розроблених на основі каузального підходу цілей, змісту, методів та засобів у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців інших спеціальностей.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає в розробленні методик каузального формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей в процесі навчання дисциплін «Проектування електроенергетичних та електромеханічних систем та пристроїв», «Надійність та діагностика», «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики», «Автоматика енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці» та «Основи

наукових досліджень» студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», які представлено в навчально-методичних посібниках «Професійні задачі інженерної діяльності з релейного захисту енергосистем» й «Професійні задачі інженерної діяльності з автоматики енергосистем».

Основні результати дослідження **впроваджено** в процес професійної підготовки майбутніх фахівців Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (довідка № 66-01-183/4 від 21.11.2017), Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка (довідка № 31-904 від 18.12.2017), Вінницького національного технічного університету (довідка № 11/67 від 13.12.2017), Української інженерно-педагогічної академії (довідка № 106-04-258 від 14.12.2017), Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (довідка № НЗУ/13 від 31.01.2018).

Результати дослідження можуть бути використані викладачами професійних дисциплін для вдосконалення підготовки майбутніх фахівців за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», у системі післядипломної освіти та підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників вищих технічних навчальних закладів.

Особистий внесок здобувача в опублікованих спільно з іншими авторами працях (відповідно до списку наукових праць): [352] – розроблення змісту професійних задач з автоматики енергосистем на основі каузальних ланцюгів знань; [353] – розроблення змісту професійних задач з релейного захисту енергосистем на основі каузальних ланцюгів знань; [205] – розроблення моделей каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем; [207] – розроблення методів каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Апробація результатів дослідження здійснювалася в публікаціях матеріалів дисертації, а також у виступах на науково-практичних та науково-методичних конференціях різного рівня:

– *міжнародних*: «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (Харків, 2015), «Електрифікація залізничного транспорту «Транселектро – 2015» (Одеса, 2015), «Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології» (Кам'янець-Подільський, 2015), «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми» (Вінниця, 2016), «Психологія та педагогіка сучасності: проблеми та стан розвитку науки і практики в Україні» (Львів, 2016), «Stav, problému a perspektívy pedagogického štúdia a sociálnej prace» (Sládkovičovo, Slovenská republika, 2016), «Розвиток сучасної освіти: теорія, практика, інновації» (Київ, 2017), «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (Харків, 2017), «Вплив досягнень психологічних та педагогічних наук на розвиток сучасного суспільства» (Харків, 2017), «Наукові розробки, передові технології, інновації» (Київ, 2017), «Управління якістю підготовки фахівців» (Одеса, 2017), «Наукова школа академіка І.А. Зязюна у працях його соратників і учнів» (Харків, 2017), «Science without boundaries – development in 21st century-2017» (Budapest, 2017);

– *всеукраїнських*: «Актуальні проблеми розвитку освіти і науки в умовах глобалізації» (Дніпро, 2016), «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування» (Харків, 2016), «Україна в гуманітарних і соціально-економічних вимірах» (Дніпро, 2017), «Формування професіоналізму фахівця в системі безперервної освіти» (Переяслав-Хмельницький, 2017).

Основні положення та результати дослідження обговорювалися на засіданнях кафедри автоматизації та кібербезпеки енергосистем Національного технічного університету «Харківський політехнічний

інститут» і кафедри креативної педагогіки та інтелектуальної власності Української інженерно-педагогічної академії (2014-2017 рр.).

Публікації. Основні результати дослідження відображено в 39 наукових працях (35 з яких є одноосібними), із них 1 монографія (одноосібно), 2 навчально-методичних посібника, 20 статей – у провідних фахових виданнях України (із них 11 статей – у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз), 2 статті – у зарубіжних періодичних виданнях, 14 публікацій – у матеріалах наукових конференцій.

Матеріали кандидатської дисертації на тему «Зменшення похибок, обумовлених високовольтними трансформаторами струму та напругу, приєднанням до їхніх вторинних кіл компенсувальних пристроїв» (спеціальність 05.14.02 – Електричні станції, мережі і системи), захищеної у 2009 році, в роботі не використовувалися.

РОЗДІЛ 1

ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА

1.1. Аналіз системи професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем

Електроенергетика є найважливішою базовою галуззю промисловості України, сучасною стратегією якої є безпека, енергоефективність та конкурентоспроможність. Зміни, що відбуваються в національній економіці й суспільстві, науці й техніці в останні десятиріччя, ставлять перед Україною нові економічні та технологічні виклики щодо пошуку та впровадження інноваційних розробок в енергетичній галузі. Створення необхідних умов для розвитку і підвищення технічного рівня електроенергетики та забезпечення енергетичної безпеки країни можливе за умови наявності висококваліфікованих інженерних кадрів.

Усі електроенергетичні об'єкти оснащуються автоматичними пристроями, що здійснюють керування технологічними процесами виробництва, передачі, розподілу і споживання електричної енергії в нормальних і аварійних умовах без участі людини відповідно до програми, закладеної в ці пристрої (системи управління об'єктами енергосистем). Безумовно, надійність роботи таких пристроїв, а, отже, і електроенергетики в цілому, залежить від компетентності інженерів з автоматизації енергосистем, які їх створили та експлуатують.

Для досягнення якісних результатів модель професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинна виходити з моделі фахівця і включати види навчальної та пізнавальної діяльності з оволодіння професійною діяльністю, навчальні плани та програми, виховні заходи, форми зв'язку з виробництвом, кваліфікаційні характеристики фахівців [239].

Потрібно вміти побудувати модель фахівця і перевести її в модель професійної підготовки [229]. Перехід від побудови моделі фахівця до побудови моделі професійної підготовки можна провести через виділення і опис типових завдань, які фахівець повинен буде вирішувати в своїй майбутній професійній діяльності [378].

В різний час дослідженнями моделі фахівця займалися В. Анисимов, С. Дружилов, Е. Зеєр, Т. Ломакіна, А. Маркова, Н. Пантіна, Р. Петрунева, К. Платонов, М. Сергеева, О. Смирнова, Н.Тализіна, В. Толочек, О. Фонарьов, В. Шадріков та ін. [18, 121, 122, 143, 218, 229, 239, 285, 293, 377, 380, 386, 404, 423-426]. Варіантом моделі фахівця є професійно-кваліфікаційна модель, де відображені види професійної діяльності на різних посадах і різних робочих місцях, обов'язки та функції, якості, знання і навички [239].

Загалом модель фахівця може включати наступні компоненти [229]:

- професіограму як опис психологічних норм і вимог до діяльності та особистості фахівця;
- професійно-посадові вимоги – опис конкретного змісту діяльності фахівця, що визначає, що і як він повинен робити при вирішенні професійних завдань в умовах конкретної посади; перерахування мінімуму професійних умінь, якими повинен володіти фахівець для забезпечення необхідного рівня професійної діяльності;
- кваліфікаційний профіль – поєднання необхідних видів професійної діяльності та ступеня їх кваліфікації, кваліфікаційні розряди для оплати.

Наблизитися до бажаних результатів, а саме підготовки фахівця здатного надалі успішно справлятися зі своєю професійною діяльністю, можливе за умови прийняття в якості моделі фахівця професіограми [59, 157]. Під професіограмою розуміють науково обґрунтовані норми та вимоги професії до видів професійної діяльності й якостей особистості фахівця, які

дозволяють йому ефективно виконувати вимоги професії, отримувати необхідний для суспільства продукт і водночас створюють умови для розвитку особистості самого працівника [229].

Значний вплив на дослідження психології професійної діяльності надали роботи В. Бажутина, Є. Гарбера, М. Громкової, М. Дмитрієвої, Е. Зеєра, О. Іванової, А. Карпова, В. Козачої, Ю. Котелової, Є. Климова, А. Маркової, О. Носкової, К. Платонова, Н. Пряжникова, В. Толочка, В. Шадрікова [89, 99, 115, 143, 158, 159, 171, 172, 191, 229, 254, 255, 293, 317, 318, 386, 426], зокрема психології професійної діяльності інженерів-електриків присвячена монографія С. Дружилова [122].

В літературі висвітлюються різні підходи до змісту та структури професіограми. В роботах К. Платонова, Ю. Котелова пропонується комплексна професіограма, де враховується широке коло характеристик (соціальних, технологічних, економічних, медікогігієнічних) праці в цілому, зазначається мета, предмет, спосіб, критерій оцінки результатів, характеристика потрібної кваліфікації, кошти, умови, організація, кооперація праці, інтенсивність праці, види небезпеки, впливу на працівника, користь для працівника [191].

Автором Е. Климовим пропонується схема психологічного вивчення професійної діяльності, в якій визначаються взаємозв'язки конкретного трудового процесу з психічними процесами, що активізуються у суб'єкта труда [172].

Психологічно орієнтована професіограма автора Є. Гарбер містить: опис зовнішньої картини праці, трудову поведінку; опис внутрішньої картини праці: типові реакції особистості на певні професійні ситуації, психічні стани [89].

Вчена А. Маркова пропонує «задачно-особистісний модульний підхід» до професіографії. На думку автора професіограма повинна відповідати, наступним вимогам [229]:

- чітко виділяти предмет і основні результати праці;
- підкреслювати спрямованість кожної праці у кінцевому результаті на благо конкретної людини;
- виділяти не окремі компоненти й сторони професії, а описувати її цілісно в системі характеристик, особливо підкреслюючи при цьому стрижневі, пріоритетні, ядерні складові та відрізняючи їх від похідних, другорядних, допоміжних;
- показувати можливі лінії розвитку людини засобами професії, динаміку психічних новоутворень в ході праці, з яких людина може вибрати напрямки росту з урахуванням своєї індивідуальності;
- показувати перспективи зміни в самій професії ;
- мати спрямованість на вирішення практичних завдань;
- описувати необхідні некомпенсовані психологічні професійні якості, а також психологічні властивості людини, які хоча і відсутні у нього, але можуть бути компенсовані.

Загальна схема задачно-особистісного професіографування передбачає аналіз професії на основі виділення модулів. Модуль професії розуміється в даному випадку як сукупність одиниць об'єкта і суб'єкта трудової діяльності. До складу модуля входить поєднання певного завдання праці та пов'язаних з ним предмета, умов, дій, результатів з рядом психологічних якостей [229].

Зазвичай в професіограмі виокремлюють дві самостійні, але взаємопов'язані частини, так і А. Маркова включила до професіограми трудограму та психограму. Трудограма характеризує фахівця як суб'єкта професійної діяльності та складається з [229]: призначення професії, її ролі у суспільстві та спрямованості на людину, розповсюдженості професії, предмета праці в професії, професійних знань, діяльності, дій, умінь, прийомів та способів роботи, технологій, техніки, що використовується в даній професії для успішного досягнення результату, засобів праці, умов праці, організації та кооперації праці, продукту праці, можливих рівнів

професіоналізму і кваліфікаційних розрядів в даній професії, категорій та їх оплата, прав та обов'язків представника даної професії, позитивних та негативних сторін професії. В психограмі фахівець постає як індивід з наявними у нього психологічними якостями [229]: мотиви, цілі, завдання, потреби, інтереси, відносини, ціннісні орієнтації людини, психологічні позиції, професійні домагання, професійна самооцінка, самоусвідомлення себе як професіонала, емоції, психічні стани, емоційний образ, задоволеність людини працею, його процесом і результатом, характеристики операціональної сфери фахівця, психологічні знання про працю, про професію, психологічні дії, способи, прийоми, вміння, техніки, психотехнології (в їхньому впливі на себе і на інших людей), професійні здібності, професійна здатність до навчання, відкритість до професійного росту, професійне мислення, в тому числі творчість, можливість збагатити досвід професії, професійний саморозвиток, вміння проектувати та реалізувати плани свого професійного зростання, психологічні протипоказання (тобто психічні якості, абсолютно або відносно несумісні з професією), а також якості, відсутність яких може бути компенсовано, лінії професійного зростання і лінії розпаду професійної діяльності та особистості фахівця, шляхи їх реабілітації.

У свою чергу Ю. Чернова та В. Щіпанов представляють професіограму трьома складовими: трудограма – опис праці в професії, психограма – опис людини в професії, соціограма – опис особистості в професії [419]. Соціограма являє собою опис соціально-значущих якостей особистості для реалізації професійної діяльності (організаційні здатності, здатності до навчання, мобільність тощо), соціальні норми людини в професії (правила поведінки, традиції), комунікативну культуру, можливості професійного зростання.

Останнім часом пропонується аналітична професіограма, що забезпечує реалізацію системної суб'єктно-діяльній технології

професіографування [158, 159]. Розроблена автором схема аналітичної професіограми забезпечує виявлення домінантної активізації психічних процесів та професійно важливих якостей, що забезпечують їх функціонування. Аналітична професіограма являє собою гіпотетичну психологічну операторну модель професійної діяльності та побудована на основі двох складових, а саме операційно-технологічної та психологічної, що дозволяє її застосовувати з позицій компетентнісного підходу.

У літературі правомірно наголошується, що професіограми можуть мати різні змісти в залежності від тих цілей, для яких вони складаються [158, 229]. На думку А. Маркової різний зміст будуть мати професіограми складені з метою: профорієнтації та профконсультації, профвідбору, виробничого навчання, раціоналізації режиму праці та відпочинку тощо [229].

Науковець О. Іванова виділяє наступні типи професіограм [158]:

- профорієнтаційні, призначені для використання в профконсультаційній і профорієнтаційній роботі з метою інформування клієнтів про професії, які викликали у них інтерес;
- орієнтовно-діагностичні, що використовуються для виявлення причин збоїв, аварій, низької ефективності праці, браку продукції, травматизму, конфліктів в колективі, текучості кадрів тощо;
- конструктивні, що направлені на забезпечення перевірки рекомендацій, які розроблені на основі орієнтовно-діагностичної професіограми;
- прогностичні, що використовуються у тих випадках, коли безпосередньо вивчення професійної діяльності або ситуації недоступно;
- діагностичні, метою яких є забезпечення стратегії організації вивчення змін когнітивної, сенсорної та моторної сфер, функціонального стану, способів адаптації та саморегуляції працівників;

– методичні, що пов'язані з розробкою, адаптацією та підбором методів для вивчення професійно-важливих якостей, методів аналізу психологічної структури професійної діяльності, методів прогностичної діагностики тенденцій освоєння професії;

– формувальні, що забезпечують стратегію інтроспективного вивчення власної, мотиваційно-направленої навчально-професійної діяльності задля переосмислення та усвідомлення її психологічної суті та своєї професійної готовності.

В різних джерелах робиться спроба складання професіограм інженерів-електриків [59, 452], але, на жаль ці професіограми не повній мірі показують всі особливості діяльній й психологічної складових професійної діяльності та не можуть бути використані в якості основи для побудови моделі професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем.

На наш погляд, структура та зміст аналітичної професіограми, що запропонована О. Івановою, відповідає сучасним поглядам на суб'єкт труда та найбільш повно розкриває операційно-технологічну та психологічну структуру праці. В операційно-технологічній структурі праці виокремлюються професійні задачі, що є основою конкретної професійної діяльності, професійні дії, що забезпечують виконання професійних задач, нормативно-орієнтуючі ознаки, в яких вказуються вимоги до якості або правил їх виконання. В психологічній структурі виокремлюються цілі діяльності в психологічній інтерпретації, психічні процеси, а також професійно важливі якості, що забезпечують виконання професійних задач. Через це вона може бути використана в якості основи моделі професійної діяльності інженера з автоматизації енергосистем.

З метою побудови моделі професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем проаналізуємо кваліфікаційні характеристики первинних посад, що можуть займати інженери з автоматизації енергосистем.

У сфері експлуатації інженерів з автоматизації енергосистем до числа основних первинних посад можна віднести: інженера з експлуатації протиаварійної автоматики, інженера з налагодження, удосконалення технології й експлуатації електричних станцій та мереж, інженера з налагодження й випробувань, інженера з організації експлуатації та ремонту, інженера з релейного захисту й електроавтоматики [118, 248, 313].

Згідно з переліком завдань та вимог, що висувуються до *інженера з експлуатації протиаварійної автоматики* визначимо його основні виробничі обов'язки [118]:

- участь в розробленні та організації заходів щодо підвищення рівня експлуатації, оптимізації використання, вдосконалення, модернізації та розроблення нових програмних та технічних засобів протиаварійної автоматики;
- визначення техніко-економічних показників роботи технічних засобів протиаварійної автоматики;
- аналіз, перегляд, розроблення, зміна технічної документації з протиаварійної автоматики;
- розрахунок та вибір пристроїв протиаварійної автоматики;
- проведення постійного обліку, аналізу роботи й прогнозування дій пристроїв протиаварійної автоматики;
- організація та проведення випробувань нових пристроїв протиаварійної автоматики;
- розроблення та контроль за виконанням графіків перевірок, завдань, інформаційних і директивних матеріалів з протиаварійної автоматики;
- оперативно-технічне керівництво та контроль за підпорядкованим персоналом у частині впровадження, вдосконалення та експлуатації пристроїв протиаварійної автоматики;

– участь в організації щодо автоматизації робочого місця інженера сектора протиаварійної автоматики тощо.

Інженер з експлуатації протиаварійної автоматики повинен знати [118]:

- нормативні документи з експлуатації енергосистем та електроустановок, з технічного обслуговування пристроїв релейного захисту, електроавтоматики, дистанційного керування та сигналізації електростанцій та ліній електропередач, керівні документи щодо протиаварійної автоматики;
- види автоматики протиаварійного керування на електричних станціях і підстанціях;
- технічні характеристики електроустановок та пристроїв протиаварійної автоматики;
- принципи організації комплексів протиаварійної автоматики об'єднаної енергосистеми України;
- вказівки з організації робіт в колах релейного захисту та автоматики;
- основи економіки, організації виробництва, основи трудового законодавства, правила та норми охорони праці, виробничої санітарії протипожежного захисту та радіаційної безпеки.

З проведеного аналізу бачимо, що основними видами виробничих функцій інженера з експлуатації протиаварійної автоматики є: проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, економічна, організаційна, управлінська, комунікативна та правова.

Визначені наступні виробничі завдання *інженера з налагодження, удосконалення технології й експлуатації електричних станцій та мереж* [118]:

- складання технічних програм та виконання пускових, налагоджувальних та експериментальних робіт на електроустаткуванні та його системах управління;

- складання технічної документації за виконаними роботами;
- розроблення та впровадження нових технологічних схем і режимів роботи електроустаткування;
- проведення аналізу аварій, відмов, випадків дефектів монтажу, помилок під час проектування, а також техніко-економічних показників роботи електроустаткування та його систем управління;
- розробка технічної документації із вдосконалення експлуатації устаткування та його систем управління електростанцій, електричних мереж;
- впровадження передових прийомів і методів праці;
- здійснення експертизи проектів електростанцій, електричних мереж, енергетичного устаткування;
- розгляд і підготовка висновків за проектами стандартів і технічними умовами, винаходами та раціоналізаторськими пропозиціями тощо.

Інженер з налагодження, удосконалення технології й експлуатації електричних станцій та мереж повинен знати [118]:

- керівні матеріали та правила щодо експлуатації, налагодження та випробувань, освоєння устаткування, апаратури, приладів і пристроїв енергооб'єктів, правила технічної експлуатації електричних станцій та мереж;
- схеми, технічні характеристики, конструктивні особливості, режими експлуатації устаткування, апаратури, приладів і пристроїв електростанцій та електричних мереж;
- схеми, конструкції, експлуатаційні характеристики випробувального устаткування, контрольно-вимірювальних приладів і пристроїв, що застосовуються для випробовування, налагодження та перевірок енергетичного устаткування і пристроїв;

- методи проведення випробувань та налагодження, аналізів та лабораторних досліджень енергетичного устаткування, апаратури, приладів і пристроїв;

- передовий вітчизняний та закордонний досвід у галузі налагодження і випробування енергетичного устаткування, апаратури, приладів і пристроїв;

- основи економіки, організації виробництва, праці й управління; основи трудового законодавства; правила та норми охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного захисту та радіаційної безпеки.

Отже, робимо висновок, що основними видами виробничих функцій цієї посади є: проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, економічна, організаційна, комунікативна та правова.

Інженер з налагодження й випробувань виконує такі завдання [118]:

- організовує та бере участь в налагодженні, випробовуванні, прийманні в експлуатацію електроустаткування та його систем управління,

- систематизує результати випробовувань;

- бере участь у розробленні принципів схем, експлуатаційних інструкцій з обслуговування, програм випробовування, планів ремонту електроустаткування та його систем управління;

- бере участь у розслідуванні аварій, відмов у роботі, пошкоджень устаткування та розробці протиаварійних заходів;

- бере участь в роботі комісій з перевірки знань персоналом підприємств, з атестації робочих місць;

- бере участь у розгляді та погодженні проектних завдань для об'єктів, що будуються або розширюються.

Інженер з налагодження й випробувань має знати:

- керівні матеріали з питань налагодження та випробовування устаткування, пристроїв захисту, автоматики, контрольно-вимірювальних приладів, правила технічної експлуатації електричних станцій та мереж;

- схеми, конструкції, характеристики та особливості електроустаткування, пристроїв, приладів й апаратури електричних станцій і мереж та контрольно-вимірювальних приладів й пристроїв, що застосовуються для випробовування, налагодження та перевірки;
- методи проведення випробувань, налагодження та методи проведення відповідних аналізів і лабораторних досліджень;
- передовий виробничий досвід з питань налагодження й випробувань;
- основи економіки, організації виробництва, основи трудового законодавства, правила та норми охорони праці, виробничої санітарії протипожежного захисту та радіаційної безпеки.

Таким чином, до основних видів виробничих функцій інженера з налагодження й випробувань відносяться: проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, організаційна, комунікативна та правова.

Визначені наступні виробничі обов'язки *інженера з організації експлуатації і ремонту* [118]:

- надання технічної допомоги працівникам енергетичних компаній з організації експлуатації та ремонту електроустаткування та його систем управління;
- здійснення контролю відповідності експлуатації та організації ремонту, приймання з ремонту й монтажу, здійснення заходів з поліпшення роботи устаткування та його систем управління;
- участь у плануванні капітальних і поточних ремонтів устаткування та його систем управління;
- ведення та розроблення технічної документації, розгляд і погодження проектних завдань, розслідування аварій і пошкоджень устаткування та його систем управління;
- участь у роботі з атестації робочих місць.

Інженер з організації експлуатації й ремонту повинен знати [118]:

- керівні матеріали щодо експлуатації і ремонту устаткування, пристроїв захисту, автоматики, зв'язку, контрольно-вимірювальних приладів, протиаварійні та експлуатаційні керівні документи, правила технічної експлуатації електричних станцій та мереж;
- схеми, конструкції, характеристики та особливості електроустаткування, пристроїв або приладів електричних станцій та мереж;
- передовий виробничий досвід з експлуатації та ремонту електрообладнання;
- основи економіки, організацію виробництва, правила та норми охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного захисту та радіаційної безпеки.

Як бачимо, основними видами виробничих функцій цієї посади є: проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, організаційна, управлінська, комунікативна та правова.

Інженер з релейного захисту й електроавтоматики повинен уміти виконувати наступні завдання [118, 313] :

- складати плани, організовувати та проводити роботи з експлуатації, налагодження і поточного ремонту пристроїв релейного захисту й електроавтоматики, засобів вимірювань підприємства;
- розробляти нові програмні та технічні засоби релейного захисту й електроавтоматики;
- визначати та аналізувати техніко-економічні показники роботи захисту;
- складати та коректувати виконавчі схеми захисту;
- приймати в експлуатацію нові пристрої захисту, автоматики й вимірювань;
- вести облік роботи пристроїв захисту й автоматики, аналізувати їх дію;

- проводити розрахунки, необхідні для правильного настроювання пристроїв захисту;
- керувати та контролювати за підпорядкованим персоналом у частині впровадження, вдосконалення та експлуатації пристроїв релейного захисту та електроавтоматики;
- брати участь в розслідуванні й аналізі аварій та відмов у роботі;
- брати участь у розробці технічної документації та роботі з атестації робочих місць.

Інженер з релейного захисту й електроавтоматики [118, 248] повинен знати:

- керівні матеріали щодо експлуатації, налагодження і ремонту пристроїв релейного захисту й електроавтоматики, засобів вимірювань, правила технічної експлуатації електричних станцій та мереж, правила застосування і випробовування засобів захисту, використовуваних в електроустановках, правила влаштування електроустановок;
- види та принцип роботи пристроїв захисту, електроавтоматики й електровимірювань, реле;
- електричні схеми первинної та вторинної комутації, технічні характеристики устаткування, засобів вимірювань;
- передовий виробничий досвід з технічного обслуговування релейного захисту й електроавтоматики;
- основи економіки, організації виробництва, праці й управління, основи трудового законодавства, правила та норми охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного захисту та радіаційної безпеки.

Робимо висновок, що основними видами виробничих функцій вище вказаної посади є: експлуатаційна, організаційна, управлінська, проектна, науково-дослідна, економічна, комунікативна та правова.

Для проектувальної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем основними первинними посадами є: інженер, інженер-конструктор [118, 248].

Інженер-конструктор (електротехніка) виконує наступні завдання [118]:

- розробляє проекти систем управління об'єктів енергосистем, проводить патентні дослідження і визначає показники технічного рівня систем управління, які проектуються;
- проводить технічні розрахунки в процесі проектування, здійснює техніко-економічний аналіз систем управління об'єктів енергосистем;
- розробляє технічну документацію на системи управління об'єктів енергосистем;
- вивчає й аналізує конструкторську документацію на системи управління об'єктів енергосистем інших виробників;
- бере участь у монтажі, налагоджуванні, випробуваннях і здаванні до експлуатації експериментальних зразків систем управління об'єктів енергосистем, у складанні заявок на винаходи й промислові зразки, а також у роботах з удосконалення, модернізації, уніфікації систем управління;
- готує відгуки й висновки на проекти стандартів, раціоналізаторські пропозиції та винаходи, які стосуються систем управління об'єктами енергосистем.

Інженер-конструктор повинен знати [118]:

- системи та методи проектування, системи автоматизованого проектування, засоби автоматизації проектування, сучасні засоби обчислювальної техніки, комунікації та зв'язку;
- види, принципи роботи, технічні характеристики, конструктивні особливості, умови монтажу і технічної експлуатації проєктованих систем управління об'єктів енергосистем, технологію їх виробництва;
- передовий вітчизняний та світовий досвід проектування аналогічних систем управління об'єктів енергосистем, технічні характеристики й економічні показники кращих вітчизняних і світових зразків систем управління, аналогічних проєктованим;

- стандарти, методики та інструкції з розроблення та оформлення технічної документації, технічні вимоги до систем управління об'єктами енергосистем;
- методи проведення технічних розрахунків в проектуванні та конструюванні систем управління об'єктами енергосистем;
- елементну базу, яка застосовується в системах управління об'єктами енергосистем та її властивості;
- порядок і методи проведення патентних досліджень, основи винахідництва, методи аналізу технічного рівня об'єктів техніки й технології;
- вимоги організації праці в проектуванні й конструюванні, основи трудового законодавства, економіки та організації виробництва.

Як бачимо, основними видами виробничих функцій інженера-конструктора є: експлуатаційна, організаційна, проектна, науково-дослідна, економічна, комунікативна та правова.

Завданнями та обов'язками *інженера* є [118]:

- виконання робіт з дослідження, проектування, випробування та впровадження в експлуатацію систем управління об'єктами енергосистем;
- розробка методичних та нормативних документів, технічної документації, а також пропозицій та заходів щодо систем управління об'єктами енергосистем;
- підготовка графіків робіт, замовлень, заявок, інструкцій, пояснювальних записок, карт, схем, іншої технічної документації щодо систем управління об'єктами енергосистем;
- організація робіт з підвищення науково-технічних знань працівників, що працюють тощо.

Інженер повинен знати [118]:

- принципи роботи, технічні характеристики, конструктивні особливості систем управління об'єктами енергосистем, що розробляються і використовуються;

- сучасні засоби обчислювальної техніки, комунікацій та зв'язку;
- методи досліджень, правила та умови виконання робіт, основні вимоги до технічної документації на системи управління об'єктами енергосистем;
- стандарти, технічні умови, положення та інструкції щодо складання й оформлення технічної документації на системи управління об'єктами енергосистем;
- методи проведення технічних розрахунків і визначення економічної ефективності систем управління щодо систем управління об'єктами енергосистем, що розробляються і використовуються;
- досягнення науки та техніки, передовий вітчизняний та закордонний досвід в галузі автоматизації енергосистем ;
- основи економіки, організації праці та управління, основи трудового законодавства, правила і норми охорони праці.

Отже, робимо висновок, що до виробничих функцій інженера відноситься: експлуатаційна, проектна, науково-дослідна, організаційна, управлінська, економічна, комунікативна та правова.

Науково-дослідна діяльність інженерів з автоматизації енергосистем передбачає наступні основні первинні посади: інженер-дослідник, молодший науковий співробітник (науковий співробітник-консультант) [118, 248].

Молодший науковий співробітник повинен уміти виконувати наступні завдання [118]:

- здійснювати науково-дослідні роботи щодо систем управління об'єктами енергосистем;
- готувати наукові публікації, складати наукові звіти щодо систем управління об'єктами енергосистем;
- вивчати наукову інформацію, вітчизняний та закордонний досвід щодо систем управління об'єктами енергосистем;

– брати участь у проведенні науково-освітніх заходів, роботі наукових нарад, семінарів і конференцій.

До завдань та обов'язків *інженера-дослідника* відноситься [118]:

– участь у проведенні наукових досліджень або виконанні технічних розробок, спрямованих на освоєння нової або удосконалення чинних систем управління об'єктами енергосистем, випуск систем управління, що відповідають вимогам кращих вітчизняних і світових зразків;

– збирання, оброблення, аналіз і систематизацію науково-технічної інформації, підготовка інформаційних оглядів, науково-технічних щодо систем управління об'єктами енергосистем;

– складання описів будови та принципів дії систем управління об'єктами енергосистем, що проектуються, а також обґрунтування технічних рішень;

– проектування схем різного призначення, розрахунок необхідних параметрів і величин систем управління об'єктами енергосистем;

– проведення досліджень і експериментів щодо систем управління об'єктами енергосистем;

– участь у впровадженні розроблених технічних рішень і проектів, наданні технічної допомоги й здійсненні авторського нагляду в процесі виготовлення, монтування, налагодження, випробування і здавання в експлуатацію систем управління об'єктами енергосистем, які проектуються;

– розробка робочих планів, програм, заявок на матеріали та обладнання щодо систем управління об'єктами енергосистем;

– підготовка рецензій, відгуків і висновки на технічну документацію, участь в експертизі наукових робіт, у роботі семінарів, конференцій, участь у підготовці публікацій, складанні заявок на винаходи та промислові зразки.

Інженер-дослідник, молодший науковий співробітник повинні знати [118]:

- методи дослідження, проектування і проведення експериментальних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем;
- спеціальну науково-технічну і патентну літературу з тематики досліджень і розробок;
- порядок користування реферативними та довідково-інформаційними виданнями, а також іншими джерелами науково-технічної інформації;
- технологію виготовлення систем управління об'єктами енергосистем;
- призначення, склад, конструкцію, принцип роботи, умови монтажу і технічної експлуатації систем управління об'єктами енергосистем;
- стандарти, технічні умови та інші керівні матеріали з розроблення й оформлення технічної документації щодо систем управління об'єктами енергосистем;
- методи та засоби виконання технічних розрахунків і обчислювальних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем;
- вітчизняні та світові досягнення науки й техніки в галузі автоматизації енергосистем;
- вимоги до організації праці в процесі проектування, основи економіки, організації праці й виробництва, основи трудового законодавства, правила і норми з охорони праці.

Таким чином, молодший науковий співробітник повинен володіти науково-дослідною організаційною, економічною, комунікативною та правовою функцією, а інженер-дослідник – проектною, експлуатаційною, науково-дослідною, організаційною, економічною, комунікативною та правовою виробничими функціями.

Проведений аналіз завдань та обов'язків основних первинних посад інженерів з автоматизації енергосистем, дозволив визначити набір типових виробничих функцій інженерів з автоматизації енергосистем (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Набір типових виробничих функцій інженерів з автоматизації енергосистем

№	Посада	Виробничі функції
1	2	3
1	Інженер з експлуатації протиаварійної автоматики	Проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, економічна, організаційна, управлінська, комунікативна, правова
2	Інженер з налагодження, удосконалення технології й експлуатації електричних станцій та мереж	Проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, економічна, організаційна, комунікативна, правова
3	Інженер з налагодження й випробувань	Проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, організаційна, комунікативна, правова
4	Інженер з організації експлуатації та ремонту	Проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, організаційна, управлінська, науково-дослідна, комунікативна, правова
5	Інженер з релейного захисту і електроавтоматики	Проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, економічна, організаційна, управлінська, комунікативна, правова
6	Інженер-конструктор	Проектна, експлуатаційна, організаційна, науково-дослідна, економічна, комунікативна, правова
7	Інженер	Проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, організаційна, управлінська, економічна, комунікативна, правова
8	Інженер-дослідник	Проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, економічна, організаційна, комунікативна, правова
9	Молодший науковий співробітник	Науково-дослідна, економічна, організаційна, правова, комунікативна

На підставі змісту обов'язків та завдань основних первинних посад інженерів з автоматизації енергосистем узагальнимо та визначимо зміст проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової виробничих функцій.

Проектна функція інженерів з автоматизації енергосистем пов'язана з наступними видами робіт:

- проведення робіт з розроблення проектів на системи управління об'єктами енергосистем;
- проведення розрахунків параметрів систем управління об'єктами енергосистем;
- розроблення технічної документації щодо систем управління об'єктами енергосистем.

Проведення робіт з розроблення проектів на системи управління об'єктами енергосистем пов'язано з виконанням наступних типових професійних задач:

- розроблення завдання на проектування систем управління об'єктами енергосистем;
- проектування систем управління об'єктами енергосистем;
- визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем.

Нормативно-орієнтованими ознаками виконання професійних задач під час проектування систем управління є норми й стандарти з проведення проектувальних робіт та нормативні документи щодо об'єктів енергосистем тощо.

Типовими професійними задачами при проведенні розрахунків параметрів систем управління об'єктами енергосистем є:

- складання розрахунків щодо показників систем управління об'єктами енергосистем;
- визначення характеристик систем управління об'єктами енергосистем.

Нормативно-орієнтованими ознаками виконання професійних задач при проведенні розрахунків параметрів систем управління об'єктами енергосистем є методики розрахунку параметрів та методики визначення

характеристик систем управління тощо.

Розроблення технічної документації щодо систем управління об'єктами енергосистем супроводжується виконанням наступних типових професійних задач:

- складання робочої документації на системи управління об'єктами енергосистем;
- розроблення специфікацій на системи управління об'єктами енергосистем;
- складання технічних інструкцій на системи управління об'єктами енергосистем;
- розробленням технологічних карт на системи управління об'єктами енергосистем.

Нормативно-орієнтуючими ознаками виконання професійних задач під час розроблення технічної документації на системи управління об'єктами енергосистем є норми й стандарти на розроблення технічної документації та структурно-функціональні й принципіві схеми на системи управління тощо.

Експлуатаційна функція інженерів з автоматизації енергосистем передбачає проведення наступних видів робіт:

- проведення робіт з технічної перевірки систем управління об'єктами енергосистем;
- проведення робіт з виявлення та усунення причин некоректної роботи систем управління об'єктами енергосистем;
- ведення технічної документації щодо систем управління об'єктами енергосистем.

Роботи з технічної перевірки систем управління об'єктами енергосистем проводять з метою:

- налагодження систем управління, що складається з сукупності операцій щодо регулювання, налаштування, підготовки, включення та

забезпечення нормальної роботи систем управління електроенергетичними об'єктами в заданих умовах;

- прийому в експлуатацію систем управління, що в загальному випадку складається з перевірки відповідності проектам змонтованого обладнання, результатів випробувань і комплексного обстеження, підготовленості систем управління до нормальної експлуатації, якості монтажних робіт;

- технічного обслуговування систем управління, що пов'язано з контролем виконання усіх вимог їх використання, спостереженням за справним станом, проведенням оглядів, контролем за дотриманням правил технічної експлуатації, інструкцій заводів-виробників та місцевих інструкцій; усуненням дрібних несправностей, що не вимагають відмикання обладнання, регулюванням, чищенням, продувкою і змащуванням тощо;

- підвищення рівня експлуатації, оптимізації використання, вдосконалення, модернізації та розроблення нових програмних та технічних засобів систем управління.

Роботи з виявлення та усунення причин некоректної роботи систем управління проводять з метою забезпечення надійності функціонування пристрою.

Ведення технічної документації обумовлене необхідністю документування інформації про виконані роботи.

Роботи з технічної перевірки систем управління об'єктами енергосистем передбачають виконання наступних типових професійних задач:

- розроблення завдання на технічну перевірку систем управління об'єктами енергосистем;

- перевірка технічного стану систем управління об'єктами енергосистем;

– визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем.

Нормативно-орієнтованими ознаками виконання професійних задач під час проведення робіт з технічної перевірки систем управління об'єктами енергосистем є нормативні документи з експлуатації систем управління.

Проведення робіт з виявлення та усунення причин некоректної роботи системи управління пов'язано з типовими професійними задачами щодо:

- зовнішнього та внутрішнього огляду;
- перевірки кіл зв'язку;
- заміни дефектних елементів;
- усунення несправностей в схемах підключення;
- налаштування систем управління об'єктами енергосистем.

Нормативно-орієнтованими ознаками виконання професійних задач під час проведення робіт з усунення причин некоректної роботи є методики налаштування та схеми підключення систем управління тощо.

Задачами при веденні технічної документації щодо систем управління є запис до журналу проведених робіт, паспортів на системи управління об'єктами енергосистем. Нормативно-орієнтованими ознаками виконання професійних задач з ведення технічної документації щодо систем управління є норми та стандарти введення технічної документації на системи управління.

Науково-дослідна функція інженерів з автоматизації енергосистем передбачає проведення наступних видів робіт:

- проведення науково-дослідних робіт щодо можливості розроблення, створення та впровадження конкурентоздатних систем управління об'єктами енергосистем;
- проведення науково-дослідних робіт з отримання нових знань щодо систем управління об'єктами енергосистем;

- оформлення та документування результатів науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем.

Проведення науково-дослідних робіт щодо можливості розроблення створення та впровадження конкурентоздатних систем управління об'єктами енергосистем передбачає виконання типових професійних задач, а саме:

- розроблення завдання на проведення пошукових наукових досліджень щодо існуючих систем управління об'єктами енергосистем;
- проведення пошукових наукових досліджень щодо існуючих систем управління об'єктами енергосистем;
- визначення параметрів функціонування щодо існуючих систем управління об'єктами енергосистем.

Нормативно-орієнтованими ознаками виконання професійних задач при проведенні науково-дослідних робіт щодо можливості розроблення, створення та впровадження конкурентоздатних систем управління об'єктами енергосистем є вимоги завдання на виконання науково-дослідних робіт, особиста професійна зацікавленість тощо.

Метою проведення науково-дослідних робіт щодо можливості розроблення, створення та впровадження конкурентоздатних систем управління об'єктами енергосистем є визначення передового вітчизняного та закордонного досвіду щодо існуючих систем управління об'єктами енергосистем.

Проведення науково-дослідних робіт з отримання нових знань щодо систем управління об'єктами енергосистем проводять з метою підвищення ефективності роботи системи управління і включають типові професійні задачі з:

- розроблення завдання на проведення наукових досліджень щодо удосконалення існуючих або створення нових систем управління об'єктами енергосистем;

- проведення наукових досліджень щодо удосконалення існуючих або створення нових систем управління об'єктами енергосистем;
- визначення параметрів функціонування щодо удосконалених або створених систем управління об'єктами енергосистем.

Нормативно-орієнтуючими ознаками в даному випадку можуть бути вимоги завдання на проведення науково-дослідних робіт, особистий професійний досвід, вимоги новизни тощо.

Оформлення та документування результатів науково-дослідної діяльності щодо систем управління об'єктами енергосистем вимагає виконання наступних типових професійних задач:

- підготовка наукових публікацій та інформаційних оглядів щодо систем управління об'єктами енергосистем;
- складання науково-технічних звітів, заявок на винаходи та промислові зразки щодо систем управління об'єктами енергосистем;
- виступ на наукових нарадах, семінарах, конференціях.

Головною метою оформлення та документування результатів науково-дослідної діяльності щодо систем управління об'єктами енергосистем є донесення до загалу, при цьому нормативно-орієнтуючими ознаками виступають норми та вимоги щодо подання наукових результатів.

Зміст *економічної функції* інженерів з автоматизації енергосистем складається з наступних видів робіт:

- проведення робіт з розроблення техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем;
- проведення робіт, що пов'язані з фінансовою стороною професійної діяльності.

Проведення робіт з розроблення техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем проводять з метою визначення економічної доцільності реалізації запропонованих рішень та можуть включати наступні типові професійні задачі:

- розроблення завдання на проведення техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем;
- проведення техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктом енергосистем;
- визначення техніко-економічних показників систем управління об'єктами енергосистем.

Нормативно-орієнтуючими ознаками виконання професійних задач під час розроблення техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми є норми й стандарти, а також вимоги щодо техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем.

Роботи, що пов'язані з фінансовою стороною професійної діяльності проводять з метою забезпечення оптимального управління всією професійною діяльністю та включають задачі з:

- забезпечення та розподілу фінансових ресурсів,
- регулювання та контроль використання фінансових ресурсів.

При цьому нормативно-орієнтуючими ознаками виступають нормативні документи, що регламентують фінансово-економічну діяльність підприємства.

Зміст *соціально-управлінської* функції інженерів з автоматизації енергосистем передбачає проведення наступних видів робіт:

- проведення робіт з розроблення системи управління професійною діяльністю;
- керівництво персоналом.

Проведення робіт з розроблення системи управління професійною діяльністю проводять з метою оптимізації діяльності та можуть включати наступні типові професійні задачі:

- розроблення завдання на створення системи управління професійною діяльністю;
- створення системи управління професійною діяльністю;

– визначення параметрів функціонування системи управління професійною діяльністю.

Нормативно-орієнтованими ознаками виконання професійних задач під час проведення робіт з розроблення системи управління професійною діяльністю є вимоги керівника, вимоги договору на виконання проектувальних, експлуатаційних чи науково-дослідних робіт, нормативні вимоги, внутрішні, законодавчі та регламентуючі нормативи.

З метою реалізації системи управління професійною діяльністю, своєчасного та правильного виконання робіт необхідно здійснювати керівництво персоналом, що передбачає виконання наступних типових професійних задач:

- організація, контроль та координація діяльності персоналу згідно з плану;
- проведення інструктажу для персоналу;
- мотивації персоналу;
- впровадження передових прийомів і методів праці;
- атестації персоналу та робочих місць;
- організація робіт з підвищення науково-технічних знань працівників тощо.

Нормативно-орієнтованими ознаками виконання професійних задач з керівництва персоналом є посадові інструкції, вимоги керівника, нормативні документи з охорони праці та навколишнього середовища, протипожежної безпеки та радіаційної обстановки, плани, графіки.

Зміст *правової* функції інженерів з автоматизації енергосистем пов'язаний з:

- виконанням норм професійних законів, стандартів і правил під час здійснення проектної, експлуатаційної та науково-дослідної діяльності;

– виконанням норм трудового законодавства та охорони праці й навколишнього середовища під час здійснення проектної, експлуатаційної та науково-дослідної діяльності.

Нормативно-орієнтуєчими ознаками виконання норм професійних, законів, стандартів і правил є нормативна документація в електроенергетиці. Нормативно-орієнтуєчими ознаками виконання норм трудового законодавства є кодекс законів про працю, трудовий договір та посадова інструкція, а виконання правил і норм охорони праці й навколишнього середовища – посадова інструкція, нормативні документи з охорони праці та навколишнього середовища, протипожежної безпеки та радіаційної обстановки тощо.

Таким чином, узагальнений зміст проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової виробничих функцій повинен бути покладений в основу сучасної моделі професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем.

Згідно зі структури аналітичної професіограми для кожного професійного завдання необхідно визначити набір професійно важливих якостей, які забезпечують успішне його виконання [158]. Сутність поняття професійно важливі якості було предметом розгляду в роботах Е. Зеєра, О. Карпова, В. Рибалка, В. Толочка, В. Шадрікова [143, 144, 318, 324, 326, 386, 425, 426]. Згідно зі сучасним тлумачним психологічним словником під професійно важливими якостями розуміється сукупність якостей суб'єкта, що включені до процесу діяльності та забезпечують ефективність її виконання за певними параметрами продуктивності, якості праці та надійності [427].

Традиційно до професійно важливих якостей відносять широкий спектр різних якостей – від природних задатків до психологічних та психофізіологічних утворень, що формуються в процесі конкретної

професійної діяльності [115, 386, 426]. До професійно важливих якостей і здібностей М. Дмитриєва та В. Шадриков зокрема відносять [115, 426]:

- сенсорні властивості, що характеризують здатність відчуття;
- перцептивні властивості, що характеризують здатність сприйняття;
- атенційні властивості, що характеризують здатність уваги;
- психомоторні властивості, що характеризують здатність координації, моторної активності та властивості руху;
- мнемічні властивості, що характеризують здатність пам'яті;
- імажинітивні властивості, що характеризують здатність уявлення;
- розумові властивості, що характеризують здатність мислення.

На думку М. Дмитриєвої до цього переліку можна включити ще [115]:

- вольові властивості, що характеризують здатність долати внутрішні та зовнішні труднощі;
- індивідуально-типологічні властивості, що характеризують особливості нервових процесів.

Проведемо аналіз наукових досліджень щодо професійно важливих якостей інженера та визначимо ті, що необхідні для успішного виконання своїх професійних завдань інженерами з автоматизації енергосистем.

В роботі Б. Косова визначено професійно важливі якості інженера, в процесі виконання експлуатаційної, проектної, науково-дослідної та управлінської функцій. Науковець виділяє такі найбільш суттєві професійно важливі якості в межах експлуатаційної функції [188]: працездатність, витривалість, емоційна сталість, надійність, відповідальність, організованість, самоконтроль, чесність, прагнення до успіху.

До професійно важливих якостей, що формуються під час виконання проектної функції Б. Косов відносить [188]: здатність до образних та просторових уявлень, творче мислення, здатність виділяти головне та

перспективне, ініціативність, здатність планування та прогнозування, відповідальність, чесність, прагнення до успіху.

В процесі виконання інженером організаційно-управлінської функції автор виділяє наступні професійно важливі якості [188]: комунікабельність, емоційно-вольова стійкість, здатність знаходити рішення в екстремальних ситуаціях, організованість, самоконтроль, здатність до співпраці, толерантність, зацікавленість до особистості працівників.

Дослідник Б. Косов визначає такі професійно важливі якості інженера під час виконання науково-дослідної діяльності [188]: творче мислення, здатність виділяти головне та перспективне, здатність планувати та прогнозувати, незалежність суджень та дій, ініціативність, здатність до узагальнень.

Набір професійно важливих якостей визначених Б. Коссовим в межах типових функцій інженерів, на наш погляд, не є повним і потребує доповнення.

В роботах [59, 452] до індивідуальних здібностей та особливостей інженерів-електриків відносять технічні можливості та математичні здібності, а до особистісних здібностей та якостей – особистісну організованість, самостійність, скрупульозність, відповідальність.

На жаль, перелік якостей є досить узагальненим та обмеженим і не враховує особливості формування якостей та здібностей у процесі професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем.

В роботі [294] виділено шість груп необхідних професійно важливих якостей для інженерів:

- мнемічні – швидкість збереження і відтворення інформації, обсяг пам'яті;
- вольові – терпеливість, наполегливість, посидючість;
- інтелектуальні – технічне мислення, абстрактне мислення, креативність;

- емоційні – стійкість до стресу, емоційний інтелект;
- атенційні – розподіл і обсяг уваги, зосередженість, спостережливість;
- моторні – швидкість реакції, розвинена моторика рук, швидкість прийняття рішення.

Перелік наведених професійно важливих якостей не в повній мірі відображають систему професійної діяльності інженерів-електриків, а містять лише окремі її елементи.

В роботі С. Дружилова наведено перелік професійно важливих якостей, що забезпечують успішність діяльності інженера-електрика, зокрема до них відносяться [122]:

- атенційні якості – увага, її вибірковість, об'єм, стійкість, розподіл та переключення;
- мнемічні якості – пам'ять, її об'єм, міцність збереження матеріалу, точність, швидкість відтворення тощо;
- моторні якості – точність та швидкість руху;
- сенсорні якості – чутливість аналізаторів, здатність до розрізнення температур, відтінків кольору тощо;
- імажинітивні якості – здатність оперувати образами об'єктів, уявлення, прогностичні якості;
- інтелектуальні якості;
- емоційна стійкість, стійкість до стресу;
- вольові якості;
- речові якості – чіткість та розбірливість мови;
- комунікативні якості – здатність встановлювати міжособистісні контакти, організаторські здібності, комунікабельність;
- спостережливість.

Запропонована С. Дружиловим система якостей та здібностей найбільш приближена до тих, що формуються в процесі професійної діяльності

інженерів з автоматизації енергосистем, і може бути використана як базова основа для конкретизації їхніх професійно важливих якостей.

Визначимо перелік професійно важливих якостей, що забезпечують протікання психічних процесів при виконанні професійних видів робіт в межах експлуатаційної, проектної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової функцій інженерів з автоматизації енергосистем на підставі системи якостей запропонованої С. Дружиловим.

Виконання *проектної* функції пов'язано з наступними професійно важливими якостями:

1. При проведенні робіт з розроблення проектів на системи управління об'єктами енергосистем цілями професійних дій є пізнання, створення, виконання, визначення, зіставлення, оцінювання та аналіз, що забезпечується у працівника атенційними якостями, а саме зосередженою увагою; мнемічними якостями, а саме довгостроковою та образною пам'яттю; перцептивними та сенсорними якостями, а саме зоровим сприйняттям та здатністю відчуття; імажинітивними якостями, а саме здатністю оперувати образами об'єктів, уявою, прогнозуванням подій та їх наслідків; інтелектуальними якостями, а саме наочно-образним, словесно-логічним, продуктивним та репродуктивним мисленням, обґрунтування своїх пропозицій та рішень; емоційною стійкістю; вольовими якостями, а саме самостійністю, дисциплінованістю, відповідальністю, впевненістю у собі, рішучістю, старанністю, самоконтролем, самокритичністю, самоаналізом; мотиваційно-цільовими якостями, а саме прагненням до професійного розвитку й самонавчання, прагненням до успіху, лідерства, прагненням до творчості, цілеспрямованістю, наполегливістю, ініціативністю та уважністю.

2. При проведенні розрахунків параметрів систем управління об'єктами енергосистем цілями професійних дій є виконання, визначення, зіставлення, оцінювання та аналіз, що забезпечується у працівника атенційними якостями, а саме зосередженою увагою; мнемічними якостями, а саме довгостроковою

та оперативною пам'яттю; перцептивними якостями, а саме сприйняттям зоровим; імажинітивними якостями, а саме прогнозуванням подій та їх наслідків; інтелектуальними якостями, а саме словесно-логічним, продуктивним та репродуктивним мисленням, обґрунтуванням своїх пропозицій та рішень; вольовими якостями, а саме самостійністю, дисциплінованістю, рішучістю, впевненістю у собі, відповідальністю, старанністю, самокритичністю, самоконтролем, самоаналізом; мотиваційно-цільовими якостями, а саме прагненням до професійного розвитку й самонавчання, прагненням до успіху, цілеспрямованістю, наполегливістю, ініціативністю та уважністю.

3. При розробленні технічної документації на системи управління об'єктами енергосистеми цілями професійних дій є пізнання та виконання, що забезпечується у працівника атенційними якостями, а саме зосередженою увагою; мнемічними якостями, а саме довгостроковою пам'яттю; перцептивними та сенсорними якостями, а саме зоровим сприйняттям та здатністю відчуття; імажинітивними якостями, а саме здатністю оперувати образами, уявою; інтелектуальними якостями, а саме словесно-логічним, репродуктивним та продуктивним мисленням, обґрунтуванням своїх пропозицій та рішень; вольовими якостями, а саме самостійністю, дисциплінованістю, рішучістю, впевненістю у собі, відповідальністю, старанністю, самокритичністю, самоконтролем, самоаналізом; мотиваційно-цільовими якостями, а саме прагненням до професійного розвитку й самонавчання, цілеспрямованістю, наполегливістю, ініціативністю та уважністю.

Експлуатаційна функція передбачає наявності наступних професійно важливих якостей:

1. При проведенні робіт з технічної перевірки систем управління об'єктами енергосистем цілями професійних дій виступають оцінка, розпізнання, здійснення, виконання, визначення, зіставлення та аналіз, що

вимагає сформованості у фахівця мотиваційно-цільових якостей, а саме прагнення до професійного розвитку й самонавчання, прагненням до успіху, лідерства, прагнення до творчості, цілеспрямованості, наполегливості, ініціативності та уважності; атенційних якостей, а саме стійкої уваги; мнемічних якостей, а саме довгострокової та оперативної пам'яті; сенсомоторних якостей, а саме просторово-рухової координації; сенсорних та перцептивних якостей, а саме зорового та слухового сприйняття, здатності відчуття, спостережливості; імажинітивних якостей, а саме здатності оперувати образами об'єктів, уяви, прогнозування подій та їх наслідків; інтелектуальних якостей, а саме наочно-дієвого, предметно-дієвого, оперативного, репродуктивного та продуктивного мислення; емоційної стійкості; вольових якостей, а саме самостійності, дисциплінованості, рішучості, відповідальності, старанності, впевненості у собі, самокритичності, самоаналізу, самоконтролю.

2. При проведенні робіт з виявлення та усунення причин некоректної роботи систем управління об'єктами енергосистем цілями професійних дій виступають виконання, визначення, зіставлення, оцінка та аналіз, що вимагає сформованості у фахівця мотиваційно-цільових якостей, а саме прагнення до професійного розвитку й самонавчання, прагненням до успіху, лідерства, прагнення до творчості, цілеспрямованості, наполегливості, ініціативності та уважності; .атенційних якостей, а саме стійкої та зосередженої уваги; мнемічних якостей, а саме довгострокової та оперативної пам'яті; сенсомоторних якостей, а саме просторово-рухової координація; сенсорних та перцептивних якостей, а саме зорового та слухового сприйняття, здатності відчуття, спостережливості; імажинітивних якостей, а саме здатності оперувати образами об'єктів, уяви, прогнозування подій та їх наслідків; інтелектуальних якостей, а саме наочно-дієвого, предметно-дієвого, оперативного, репродуктивного та продуктивного мислення; емоційної стійкості; вольових якостей, а саме самостійності, дисциплінованості,

рішучості, відповідальності, старанності, впевненості у собі, самокритичності, самоаналізу, самоконтролю.

3. При веденні технічної документації щодо систем управління об'єктами енергосистем головною ціллю професійних дій є фіксація, що вимагає сформованості у фахівця атенційних якостей, а саме зосередженої уваги; мнемічних якостей, а саме довгострокової пам'яті; перцептивних якостей, а саме зорового сприйняття; інтелектуальних якостей, а саме словесно-логічного та репродуктивного мислення; вольових якостей, а саме самостійності, дисциплінованості, старанності, відповідальності; мотиваційно-цільових якостей, а саме уважності.

Виконання *науково-дослідної функції* пов'язано з володінням професійно важливих якостей, що наведені нижче:

1. При проведенні науково-дослідних робіт щодо можливості розроблення, створення та впровадження конкурентоздатних систем управління об'єктами енергосистем цілями професійних дій виступають пізнання, визначення, вибір, перетворення розпізнання, зіставлення, формування думки та прогнозування, що забезпечується у працівника мотиваційно-цільовими якостями, а саме прагненням професійного розвитку й самонавчання, прагненням до успіху, лідерства, прагненням до творчості, цілеспрямованістю, наполегливістю, ініціативністю та уважністю; атенційними якостями, а саме зосередженістю уваги; мнемічними якостями, а саме довгостроковою та образною пам'яттю; перцептивними якостями, а саме зоровим сприйняттям; імажинітивними якостями, а саме здатністю оперувати образами об'єктів, уявою, прогнозуванням подій та їх наслідків; інтелектуальними якостями, а саме наочно-образним, словесно-логічним, репродуктивним та продуктивним мисленням, обґрунтуванням своїх пропозицій та рішень; вольовими якостями, а саме самостійністю, дисциплінованістю, рішучістю, впевненістю у собі, відповідальністю, старанністю, самокритичністю, самоконтролем, самоаналізом;

2. При проведенні науково-дослідних робіт з отримання нових знань щодо систем управління об'єктами енергосистем цілями професійних дій виступають пізнання, зіставлення, формування думки та створення, що забезпечується у працівника мотиваційно-цільовими якостями, а саме прагненням до професійного розвитку та самонавчання, прагненням до успіху, лідерства, прагненням до творчості, цілеспрямованістю, наполегливістю, ініціативністю та уважністю; атенційними якостями, а саме зосередженістю уваги; мнемічними якостями, а саме довгостроковою та образною пам'яттю; перцептивними якостями, а саме зоровим сприйняттям; імажинітивними якостями, а саме здатністю оперувати образами об'єктів, уявою, прогнозуванням подій та їх наслідків; інтелектуальними якостями, а саме наочно-образним, словесно-логічним, репродуктивним та продуктивним мисленням, обґрунтуванням своїх пропозицій та рішень; вольовими якостями, а саме самостійністю, дисциплінованістю, рішучістю, впевненістю у собі, відповідальністю, старанністю, самокритичністю, самоконтролем, самоаналізом.

3. При оформленні та документуванні результатів науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем ключовою ціллю професійних дій є донесення до загалу, що забезпечується у працівника мотиваційно-цільовими якостями, а саме прагненням до професійного розвитку та самонавчання, прагненням до успіху, лідерства, прагненням до творчості, цілеспрямованістю, наполегливістю, ініціативністю та уважністю; атенційними якостями, а саме стійкістю, зосередженістю, перемиканням та об'ємом уваги; мнемічними якостями, а саме довгостроковою, оперативною та образною пам'яттю; перцептивними якостями, а саме зоровим та слуховим сприйняттям; імажинітивними якостями, а саме здатністю оперувати образами об'єктів, уявою, прогнозуванням подій та їх наслідків; інтелектуальними якостями, а саме наочно-образним, словесно-логічним, оперативним, репродуктивним та продуктивним мисленням, обґрунтуванням

своїх пропозицій та рішень; емоційною стійкістю, вольовими якостями, а саме самостійністю, дисциплінованістю, рішучістю, впевненістю у собі, відповідальністю, старанністю, самокритичністю, самоконтролем, самоаналізом.

Виконання *економічної функції* пов'язано з наступними професійно важливими якостями:

1. При проведенні робіт з розроблення техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем цілями професійних дій виступають пізнання, визначення, зіставлення, оцінка, аналіз, вибір, формування думки та прогнозування, що забезпечується у фахівця мотиваційно-цільовими якостями, а саме прагненням до професійного розвитку й самонавчання, прагненням до успіху, лідерства, прагненням до творчості, цілеспрямованістю, наполегливістю, ініціативністю та уважністю; атенційними якостями, а саме зосередженою увагою; мнемічними якостями, а саме довгостроковою та образною пам'яттю; перцептивними якостями, а саме зоровим сприйняттям; імажинітивними якостями, а саме здатністю оперувати образами об'єктів, уявою, прогнозуванням подій та їх наслідків; інтелектуальними якостями, а саме наочно-образним, словесно-логічним, продуктивним та репродуктивним мисленням, обґрунтування своїх пропозицій та рішень; емоційною стійкістю; вольовими якостями, а саме самостійністю, дисциплінованістю, рішучістю, впевненістю у собі, відповідальністю, старанністю, самокритичністю, самоконтролем, самоаналізом.

2. При проведенні робіт, що пов'язані з фінансовою стороною професійної діяльності, цілями професійних дій є пізнання, здійснення, визначення, зіставлення, оцінка, аналіз, вибір, формування думки та прогнозування, що забезпечується у фахівця мотиваційно-цільовими якостями, а саме прагненням до професійного розвитку й самонавчання, прагненням до успіху, лідерства, прагненням до творчості,

цілеспрямованістю, наполегливістю, ініціативністю та уважністю; атенційними якостями, а саме зосередженою увагою; мнемічними якостями, а саме довгостроковою та образною пам'яттю; перцептивними якостями, а саме зоровим сприйняттям; імажинітивними якостями, а саме здатністю оперувати образами об'єктів, уявою, прогнозуванням подій та їх наслідків; інтелектуальними якостями, а саме наочно-образним, словесно-логічним, продуктивним та репродуктивним мисленням, обґрунтування своїх пропозицій та рішень; емоційною стійкістю; вольовими якостями, а саме самостійністю, дисциплінованістю, рішучістю, впевненістю у собі, відповідальністю, старанністю, самокритичністю, самоконтролем, самоаналізом.

Зміст *соціально-управлінської* функції передбачає володіння такими професійно важливими якостями:

1. При проведенні робіт з розроблення системи управління професійною діяльністю цілями професійних дій є пізнання, прогнозування, планування та створення, що вимагає володіння фахівцем мотиваційно-цільовими якостями, а саме прагненням до професійного розвитку й самонавчання, прагненням до успіху, лідерства, прагненням до творчості, цілеспрямованістю, наполегливістю, ініціативністю та уважністю; атенційними якостями, а саме розподілом, перемиканням, вибірковістю та зосередженістю уваги; мнемічними якостями, а саме – довгостроковою, оперативною та образною пам'яттю; сенсорними та перцептивними якостями, а саме зоровим та слуховим сприйняттям, здатністю відчуття, спостережливістю; імажинітивними якостями, а саме здатністю оперувати образами об'єктів, уявою, прогнозуванням подій та їх наслідків; інтелектуальними якостями, а саме наочно-дієвим, наочно-образним, предметно-дієвим, словесно-логічним оперативним, репродуктивним та продуктивним мисленням, обґрунтуванням своїх пропозицій та рішень; емоційною стійкістю; вольовими якостями, а саме самостійністю,

дисциплінованістю, рішучістю, впевненістю у собі, відповідальністю, старанністю, самокритичністю, самоконтролем, самоаналізом.

2. При проведенні робіт з керівництва персоналом цілями професійних дій є інформування, управління, контроль, перевірка, координація та організація, що забезпечується у фахівця мотивоційно-цільовими, а саме прагненням професійного розвитку й самонавчання, прагненням до успіху, лідерства, прагненням до творчості, цілеспрямованістю, наполегливістю, ініціативністю та уважністю; атенційними якостями, а саме розподілом, перемиканням та вибірковістю уваги; мнемічними якостями, а саме довгостроковою та оперативною пам'яттю; сенсорними та перцептивними якостями, а саме зоровим та слуховим сприйняттям, спостережливістю, здатністю відчуття; сенсомоторними якостями, а саме зорово-руховою орієнтацією та просторово-руховою координацією; імажинітивними якостями, а саме прогнозуванням подій та їх наслідків; інтелектуальними якостями, а саме наочно-дієвим, наочно-образним, словесно-логічним, оперативним, репродуктивним та продуктивним мисленням, обґрунтуванням своїх пропозицій та рішень; емоційною стійкістю; вольовими якостями, а саме самостійністю, дисциплінованістю, рішучістю, впевненістю у собі, відповідальністю, старанністю, самокритичністю, самоконтролем, самоаналізом.

Зміст *правової функції* вимагає володіння наступними професійно важливими якостями:

1. При виконанні норм професійних законів, стандартів і правил цілями професійних дій виступають пізнання, визначення та здійснення, що передбачає володіння фахівцем мотиваційно-цільовими якостями, а саме прагненням до професійного розвитку й самонавчання, прагненням до успіху, лідерства, прагненням до творчості, цілеспрямованістю, наполегливістю, ініціативністю та уважністю; атенційними якостями, а саме зосередженою увагою; мнемічними якостями, а саме довгостроковою та

оперативною пам'яттю; перцептивними, а саме зоровим сприйняттям; імажинітивними якостями, а саме здатністю оперувати образами об'єктів, уявою, прогнозуванням подій та їх наслідків; інтелектуальними якостями, а саме наочно-образним, словесно-логічним, продуктивним та репродуктивним мисленням, обґрунтування своїх пропозицій та рішень; емоційною стійкістю; вольовими якостями, а саме самостійністю, дисциплінованістю, відповідальністю, впевненістю у собі, рішучістю, старанністю, самоконтролем, самокритичністю, самоаналізом.

2. При виконанні норм трудового законодавства та охорони праці й навколишнього середовища цілями професійних дій є пізнання, визначення та здійснення, що забезпечується у фахівця мотиваційно-цільовими якостями, а саме прагненням до професійного розвитку й самонавчання, прагненням до успіху, цілеспрямованістю, наполегливістю, ініціативністю, уважністю; атенційними якостями, а саме розподілом, перемиканням вибірковістю та зосередженістю уваги; мнемічними якостями, а саме довгостроковою та образною пам'яттю; сенсомоторними якостями, а саме зорово-руховою орієнтацією та просторово-руховою координацією; перцептивними та сенсорними якостями, а саме зоровим і слуховим сприйняттям, здатністю відчуття та спостережливістю, імажинітивними якостями, а саме здатністю оперувати образами об'єктів, уявою, прогнозуванням подій та їх наслідків; інтелектуальними якостями, а саме наочно-дієве, наочно-образним, словесно-логічним, продуктивним та репродуктивним мисленням, обґрунтування своїх пропозицій та рішень; емоційною стійкістю; вольовими якостями, а саме самостійністю, дисциплінованістю, рішучістю, впевненістю у собі, відповідальністю, старанністю, самокритичністю, самоконтролем, самоаналізом.

Згідно із визначених професійно важливих якостей, що залучені у процесі виконання проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової функцій, виділимо такі

класифікаційні групи професійно важливих якостей інженерів з автоматизації енергосистем, що сприяють успішному виконанню їх професійної діяльності, а саме: мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові, комунікативно-організаторські якості.

До групи мотиваційно-цільових професійно важливих якостей віднесемо:

- прагнення до професійного розвитку й самонавчання,
- прагнення до творчості,
- прагнення до успіху, лідерства,
- цілеспрямованість,
- наполегливість,
- ініціативність,
- уважність.

Група когнітивних професійно важливих якостей буде включати:

- атенційні якості – стійкість, зосередженість, розподіл, перемикання, вибірковість, об'єм уваги;
- мнемічні якості – довгострокова, образна, оперативна пам'ять;
- сенсомоторні якості – зорово-рухова орієнтація, просторово-рухова координація;
- сенсорні та перцептивні якості – здатність відчуття, сприйняття зорове та слухове, спостережливість;
- імажинітивні якості – уява, здатність оперувати образами, прогнозування подій та їх наслідків;
- інтелектуальні якості – наочно-дієве, наочно-образне, словесно-логічне, предметно-дієве (технічне), оперативне, продуктивне та репродуктивне мислення, обґрунтовування своїх пропозицій та рішень.

Група емоційно-вольових професійно важливих якостей буде включати:

- емоційно-вольову стійкість,

- самостійність,
- дисциплінованість,
- рішучість,
- впевненість у собі,
- відповідальність,
- старанність,
- самокритичність,
- самоконтроль,
- самоаналіз.

До групи комунікативно-організаторських якостей професійно важливих якостей будуть належати:

- комунікативні якості – комунікабельність, здатність встановлювати міжособистісні контакти, здатність працювати в команді, здатність прийняття спільних рішень;
- організаторські якості – планування, організація, мотивація, керування та контроль роботи персоналу;
- речові якості – ясність усного й письмового формулювання рідною мовою.

Структура професійно важливих якостей інженера з автоматизації енергосистем представлена на рис.1.1.

Визначені професійно важливі якості для кожного професійного виду роботи в межах проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової функцій повинні бути відображені в моделі професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем у вигляді професійних компетентностей.

Сутність поняття професійної компетентності було предметом розгляду в роботах С. Батишева, А. Бермуса, Е. Зеєра, І. Зимньої, І. Зязюна, Д. Іванова, Н. Креденця, А. Маркової, Н. Ничкало, Д. Равена, В. Сластьоніна, Ю. Татури, А. Хуторського, В. Шадрикова [40, 142, 146-149, 154, 156, 196, 229, 277, 311,

314, 315, 320, 381, 410, 411, 423]. Згідно з Законом України «Про вищу освіту» «компетентність – динамічна комбінація знань, вмінь і практичних навичок, способів мислення, професійних, світоглядних і громадських якостей, морально-етичних цінностей, яка визначає здатність особи успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність і є результатом навчання на певному рівні вищої освіти» [306].



Рис. 1.1. Структура професійно важливих якостей інженера з автоматизації енергосистем

З проведеного аналізу виробничих функцій інженерів з автоматизації енергосистем можна виділити ключові складові системи професійних компетентностей:

- проектну компетентність,
- експлуатаційну компетентність,
- науково-дослідну компетентність,
- економічну компетентність,
- соціально-управлінську компетентність,

– правову компетентність.

Відповідно до зазначених складових системи професійних компетентностей інженерів з автоматизації енергосистем та узагальненого змісту виробничих функцій складемо аналітичні професіограми проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей (додаток А).

На підставі складених аналітичних професіограм професійних компетентностей можна бачити, що посадові функції інженерів з автоматизації енергосистем вимагають виконання конкретних видів робіт, які складаються з професійних задач, при цьому зміст професійних задач передбачає володіння інженером з автоматизації енергосистем діагностичним та евристичним рівнем діяльності.

Таким чином, з урахуванням проведеного аналізу можна стверджувати, що професійна діяльність інженерів з автоматизації енергосистем характеризується продуктивним характером праці та вимагає від фахівця володіння певною системою професійних компетентностей.

1.2. Аналіз сучасного стану професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем для вирішення науково-технічних та виробничих проблем в галузі управління виробництвом, передачею, розподілом і споживанням електричної енергії проводиться за спеціалізацією 141.03 «Системи управління виробництвом та розподілом електроенергії» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка» галузі знань 14 «Електрична інженерія» [265, 266].

Метою професійної підготовки сучасного майбутнього інженера з автоматизації енергосистем є формування певної системи професійних компетентностей, що у своїй сукупності формують зміст вищої освіти [112].

Зміст освіти повинен бути реалізований у методичній системі професійної підготовки майбутніх фахівців, що являє собою сукупність п'ятох взаємопов'язаних компонентів, а саме цілей, змісту, методів, засобів та форм навчання.

Методична система в залежності від задач професійної підготовки повинна забезпечувати різні рівні засвоєння навчальної інформації. Виділяють наступні рівні сформованості знань та умінь [103, 246, 328]:

- ознайомчо-орієнтовний рівень сформованості знань та умінь, що має забезпечувати стереотипну діяльність;
- понятійно-аналітичний рівень сформованості знань та умінь, що має забезпечувати діагностичну діяльність;
- продуктивно-синтетичний рівень сформованості знань та умінь, що має забезпечувати евристичну діяльність.

Методичні системи зазвичай реалізовані в навчально-методичній літературі, а саме підручниках, навчальних посібниках, монографіях, методичних вказівках та лабораторних практикумах.

Проведемо аналіз сучасного стану професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на предмет формування системи професійних компетентностей на різних рівнях засвоєння навчальної інформації на базі існуючої навчально-методичної літератури в галузі автоматизації енергосистем.

Проаналізуємо методичну систему професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, яку реалізовано в навчальному посібнику «Цифровий захист (апаратне та алгоритмічне забезпечення)» авторів М. Д'яченко та С. Поднебенної [129]. Використання даного посібника під час професійної підготовки майбутніх інженерів з

автоматизації енергосистем дозволяє в доступній формі засвоїти знання щодо сучасного стану релейного захисту на основі інформації з періодичних та довідникових видань, каталогів фірм-виробників цифрових захистів та електронних комплектуючих, книг, монографій, опублікованих результатів наукових досліджень, яка носить описовий характер. Наведений матеріал не в повній мірі відображає зміст проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної та правової компетентностей інженерів з автоматизації енергосистем щодо розроблення та експлуатації пристроїв релейного захисту об'єктів енергосистем. Закладена логіка розкриття змісту навчального матеріалу в посібнику не сприяє успішному формуванню продуктивного мислення у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. На нашу думку, в повній мірі сформувати систему професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем під час професійної підготовки можливе за умови чіткого визначення типових ключових задач в межах кожної компетентності та виділенню фундаментальних зв'язків, що лежать в основі вирішення конкретних професійних задач.

Класичним навчальним посібником в галузі релейного захисту виступає посібник «Релейний захист енергетичних систем» авторів М. Чернобровова та О. Семенова [418]. Під час використання даного посібника в процесі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем спостерігається неупорядкованість та несистемність у засвоєнні навчального матеріалу, забезпечується засвоєння інформації переважно на ознайомчо-орієнтовному та частково на понятійно-аналітичному рівнях сформованості знань. Не повно відображений зміст системи професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, що не дозволяє забезпечити системність професійної підготовки. Ці недоліки можуть бути усунені шляхом відображення логічних зв'язків між підсистемами знань, такими як призначення, побудова, принцип функціонування та параметри систем релейного захисту, що значно

скоротить обсяг засвоюваного матеріалу і дозволить в повній мірі сформувавши систему професійних компетентностей.

Розглянемо методичну систему, яка запропонована в підручнику «Релейний захист електроенергетичних систем» авторів А. Федосєєва і М. Федосєєва [397]. Інформація в підручнику побудована так, щоб студенти вивчали, в першу чергу, принципи захистів, а не виконання окремих пристроїв, які можуть доволі часто модернізуватися або взагалі замінюватися новими. Зміст підручника переважно орієнтований на формування знань з проектної та експлуатаційної компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем та дозволяє сформувавши необхідні уміння та навички з вирішення діагностичних та частково евристичних професійних задач. На нашу думку, використання продуктивних методів та методів за логікою навчання, сприятиме цілісному формуванню професійної діяльності студента як майбутнього фахівця.

Розглянемо методичну систему, що представлена в монографії «Розрахунки релейного захисту та автоматики розподільчих мереж» автора М. Шабада [422]. Зміст монографії переважно орієнтований на підготовку фахівців, що обслуговують пристрої релейного захисту та автоматики. Використання монографії під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем дозволяє засвоювати навчальну інформацію лише на ознайомчо-орієнтовному та понятійно-аналітичному рівнях. Вирішення евристичних задач було б можливе за умови використання методу виокремлення основного в навчальному матеріалі, аналітичного, синтетичного, індуктивного та дедуктивного.

Проведемо аналіз методичної системи навчання, яка реалізована у виробничо-практичному виданні «Цифровий релейний захист» автора Є. Шнеєрсона [434]. Використання цього видання дозволяє студентам систематизувати основні питання побудови сучасних цифрових релейних захистів, опис їх основних функцій та характеристик, розгляд питань, що

стосуються проектування та експлуатації. Зміст такого видання вирішує в доступній формі традиційні задачі, які частіше зустрічаються під час проектування та експлуатації цифрового релейного захисту. Для формування в повній мірі способу та досвіду професійної діяльності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях у виданні доцільно було б реалізувати проблемний метод, частково пошуковий та дослідницький методи.

Розглянемо методичну систему, що представлена в методичних вказівках до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Релейний захист» автора В. Баженова [32]. Лабораторні роботи дозволяють поглибити та закріпити знання на ознайомчо-орієнтовному та понятійно-аналітичному рівнях з обслуговування технічних засобів релейного захисту та автоматики електричної частини станцій, підстанцій та промислових підприємств, але не дозволяють в повній мірі розв'язувати евристичні професійні задачі. Цей недолік може бути усунений шляхом використання в методичній системі професійної підготовки методу виявлення каузальних зв'язків, як основного методу за логікою навчання.

Розглянемо методичну систему, що реалізована в методичних вказівках до виконання курсового проекту з дисципліни «Релейний захист» авторів В. Баженова та М. Одьогова [31]. Використання названих методичних вказівок дозволяє набути студентам практичних навичок у галузі проектування релейного захисту на основі останніх досягнень розвитку світової й вітчизняної техніки релейного захисту, що відповідають провідним вказівкам з проектування, правил улаштування й технічної експлуатації електроустановок. Можна зазначити, що ці методичні вказівки визначають професійні задачі майбутнього інженера з автоматизації енергосистем на понятійно-аналітичному рівні та частково продуктивно-синтетичному, що дозволяє формувати у студентів окремі елементи способів професійної діяльності. На нашу думку, цілісне відображення проектної діяльності

інженерів з автоматизації енергосистем можливе за умови узагальнення навчальної інформації на основі універсальної моделі змісту проектування систем релейного захисту.

Проведемо аналіз навчальної програми, методичних вказівок та контрольних завдань для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності «Системи управління виробництвом і розподілом електроенергії» з дисципліни «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики» автора В. Баженова [33]. Під час вивчення дисципліни за допомогою названої методичної системи у студента формуються знання з теорії та практики сучасних технологій та методів побудови систем релейного захисту й автоматики, інтеграції всіх автоматичних і автоматизованих пристроїв в єдину автоматизовану систему управління технологічними процесами в енергетиці при широкому обміні інформацією в рамках концепції Smart Grid. Задачі, що можуть вирішувати студенти відносяться до стереотипних та частково діагностичних, що дозволяє сформувати лише ознайомчо-орієнтовний та понятійно-аналітичний рівні сформованості знань та умінь. Формування продуктивно-синтетичного рівня сформованості знань та умінь було б можливим за умови системного відображення зв'язків між призначенням, побудовою, принципом функціонування та параметрами систем релейного захисту та автоматики.

Розглянемо методичну систему, яка реалізована в підручнику «Автоматичне регулювання в електричних системах» авторів О. Яндульського, І. Заболотного та В. Кобзаєва [450]. Використання цього підручника під час професійної підготовки дозволяє майбутньому інженеру доступно, логічно та послідовно засвоювати навчальний матеріал стосовно теоретичних основ й принципів побудови та функціонування автоматичних систем і пристроїв, схем керування оперативними процесами та регулювання параметрів електроенергетичних систем у нормальному режимі. Запитання та завдання носять лише репродуктивний характер, що не дозволяє сформувати

способи продуктивної діяльності. Задля забезпечення продуктивної діяльності доцільно б було встановити інваріантні зв'язки між різними підсистемами знань щодо пристроїв автоматичного регулювання.

Розглянемо методичну систему, що реалізована в навчальному посібнику «Автоматика в електроенергетичних системах» автора А. Голоти [95]. Зміст навчального посібника побудовано з урахуванням того, що в енергетиці експлуатуються пристрої автоматики різних поколінь, тому в ньому наведені технічні рішення, що ґрунтуються як на електромагнітних елементах, так і сучасні пристрої на базі цифрових елементів та процесорів, при цьому останні подано на рівні структурних і функціональних схем, що дозволяє системно сприймати інформацію, розвивати уяву про системи автоматики. До недоліків навчального посібника можна віднести епізодичність формування професійних компетентностей та відсутність задач для формування практичних навичок і умінь на продуктивному рівні. На нашу думку, здійснення якісної системної професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в такому випадку можливе за умови забезпечення внутрішнього логічного засвоєння інформації майбутніми фахівцями.

Проаналізуємо методичну систему, яка запропонована у підручнику «Автоматика енергосистем» автора Н. Овчаренко за редакцією О. Д'якова [258]. Виклад матеріалу у підручнику розподілений за ступенем ускладнення його інформативності, а саме передбачені навчально-інформаційні блоки для підготовки бакалаврів, додаткові інформаційні блоки та блоки поглибленого вивчення – для магістрів. Цілісність навчальної інформації, яка обумовлюється виділенням у тексті головного та другорядного, логіки поглиблення та конкретизації дозволяє частково формувати продуктивний рівень оволодіння майбутнім фахом. Здатність вирішувати продуктивні задачі на основі самостійно побудованого алгоритму, на нашу думку, можливе за умови реалізації методу виявлення каузальних зв'язків.

Розглянемо методичну систему навчання, яка запропонована у посібнику «Управління режимами енергосистем та питання автоматизації» авторів О. Минченко та В. Ярового [236]. Зміст посібника спрямований на формування у студентів знань на ознайомлювально-орієнтовному рівні про основні принципи оптимальності режиму енергосистеми, елементної бази, функціональних схем пристроїв та систем управління в нормальному режимі, що забезпечують управління активною потужністю генеруючих джерел та підтримання номінального рівня частоти в енергосистемі, а також структури, алгоритмів функціонування та побудови систем протиаварійного автоматичного управління з елементами апаратної реалізації. Позитивною рисою посібника є те, що виклад навчального матеріалу щодо режимів роботи енергосистеми здійснюється у взаємозв'язку з основними задачами автоматизованого та автоматичного управління цими режимами та засобами, що забезпечують вирішення зазначених вище задач. Засвоєння матеріалу на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях було можливе у разі використання індуктивної та дедуктивної логіки.

Розглянемо методичні системи, що реалізовані в навчальних посібниках «Автоматичне регулювання частоти та активної потужності в електроенергетичних системах» та «Автоматичне керування напругою та реактивною потужністю синхронних генераторів та електричних станцій» автора В. Короткова [185, 186]. Зміст вказаних посібників дозволяє в доступній формі, логічно та послідовно вивчати студентами навчальний матеріал. Позитивним моментом навчального посібника [185] є те, що достатня увага приділяється не тільки сучасним типам автоматичних регуляторів збудження, включаючи мікропроцесорні, але і регуляторам, знятим в даний час з виробництва, що дозволяє глибше зрозуміти проблеми та спонукає майбутніх фахівців до безперервного вдосконалення регуляторів збудження. В цілому в посібниках фрагментарно представлений зміст системи професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації

енергосистем та не забезпечується у повному обсязі формування знань та умінь на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях. На наш погляд, успішному формуванню системи професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем буде сприяти системне відображення взаємозв'язків явищ і процесів, які характерні для електроенергетичної системи.

Проведемо аналіз методичної системи, що наведена в методичних вказівках «Автоматизоване та автоматичне управління в енергосистемах. Автоматичне регулювання» до виконання лабораторного практикуму», укладачами якого є О. Яндульський, А. Стелюк, В. Павловський [449]. Використання даного лабораторного практикуму дозволяє студентам отримати розуміння фізичних процесів, які відбуваються в електроенергетичній системі, оволодіти сучасним інструментарієм для їх аналізу та моделювання, набути практичний досвід розв'язання складних задач управління режимами. В методичних вказівках пропонуються завдання, які можна охарактеризувати як стереотипні, частково діагностичні та евристичні, тому що для їх виконання слід провести процедуру оцінки, аналізу, синтезу, конкретизації, узагальнення та встановлення причинності, за умовою та змістом такі завдання спонукають студентів до продуктивного мислення.

Проведемо аналіз методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, що реалізована в навчальному посібнику «Мікропроцесорна автоматика та релейний захист електроенергетичних систем», який підготовлений авторами О. Д'яковим та М. Овчаренко [127]. Використання цього посібника під час професійної підготовки дозволяє студенту визначити сучасний стан щодо мікропроцесорних автоматичних пристроїв та систем, які розроблені останнім часом вітчизняними провідними електроенергетичними організаціями. Навчальний матеріал, який наведений в посібнику, наочно та

доступно представлений, але носить описовий та епізодичний характер, що не сприяє в повній мірі формуванню системи професійних компетентностей. На нашу думку, використання продуктивних та логічних методів, зокрема методу виявлення каузальних зв'язків, дозволить в повній мірі оволодіти майбутньою професією на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях.

Проведений аналіз методичних систем професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, що реалізовані в навчально-методичній літературі з автоматизації енергосистем дозволив зробити наступні висновки:

- існуючі методичні системи професійної підготовки реалізують принципи професійної спрямованості, науковості, зв'язку теорії з практикою, наочності, доступності навчання та міцності в оволодінні результатів навчання, але не в повній мірі реалізують принцип спадковості, системності та послідовності навчання;

- зміст традиційних методичних систем переважно орієнтований на формування знань з проектної та експлуатаційної діяльності, уміння та навички системи професійних компетентностей у методичних системах підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем представлені епізодично, не повно та не послідовно;

- існуючі методичні системи будуються на формуванні знань з таких підсистем, як призначення, побудова, принцип дії та параметри систем управління об'єктами енергосистем, при цьому зв'язки між підсистемами носять несистемний, невпорядкований, фрагментарний характер, а іноді й зовсім відсутні;

- в традиційних методичних системах переважають словесні, наочні, пояснювально-ілюстративні, репродуктивні методи навчання та методи узагальнення, конкретизації, класифікації, при цьому обмежено використовується метод виокремлення основного в навчальному матеріалі,

методи аналізу, синтезу, індукції, дедукції, частково пошуковий, проблемний та дослідницький;

– в традиційних методичних системах пропонуються завдання, які можна охарактеризувати як стереотипні та частково діагностичні, які не забезпечують у повному обсязі понятійно-аналітичний та продуктивно-синтетичний рівні сформованості знань та умінь;

– в існуючих методичних системах професійної підготовки практично відсутній керований розвиток професійно важливих особистісних якостей студентів.

З урахуванням проведеного аналізу та зроблених висновків можна стверджувати, що розглянуті методичні системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем не можуть в повній мірі сформувати систему професійних компетентностей та забезпечити продуктивний характер професійної підготовки.

1.3. Суперечності, проблема, гіпотеза та концептуальна ідея професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Аналіз професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем та сучасного стану професійної підготовки майбутніх фахівців, що проведений в п.1.1 та п.1.2, дозволив виявити такі *суперечності*:

1. В якості визначальної освітньої парадигми України сьогодні виступає компетентнісний підхід, який прямо пов'язаний з переходом на систему компетентностей в конструюванні змісту освіти [76, 180, 246]. Реалізація компетентнісного підходу в професійній освіті передбачає використання методичних систем професійної підготовки майбутніх фахівців, які б дозволили сформувати комплекс професійних компетентностей. Проте наявні методичні системи професійної підготовки

майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем не дозволяють в повній мірі формувати усіх складові системи професійних компетентностей майбутніх фахівців. Це призводить до суперечності між необхідністю реалізації компетентнісного підходу в інженерній освіті та недостатньою розробленістю методичних систем професійної підготовки, які б системно реалізовували компетентнісний підхід.

2. Електроенергетика, як базова галузь промисловості України, потребує підготовки кадрів високої кваліфікації, в тому числі інженерів з автоматизації енергосистем, зі сформованою системою професійних компетентностей. Проте існуюча система професійної підготовки в вищих технічних навчальних закладах не забезпечує на достатньому рівні підготовку професійно компетентного фахівця. Це обумовлює суперечність між потребами електроенергетичної галузі у фахівцях зі сформованою системою професійних компетентностей та недостатнім рівнем їх сформованості у вищих навчальних закладах

3. Професійна діяльність інженерів з автоматизації енергосистем, як було визначено в п.1.1, передбачає володіння знаннями та уміннями на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях засвоєння. А традиційні методичні системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, як було визначено в п.1.2, не забезпечують у повному обсязі понятійно-аналітичний та продуктивно-синтетичний рівні сформованості знань та умінь майбутніх фахівців. Це призводить до суперечності між продуктивним характером професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем та переважно репродуктивним характером професійної підготовки майбутніх фахівців.

4. Успішне виконання різних видів професійних робіт інженерами з автоматизації енергосистем, як було визначено в п.1.1, передбачає наявність певного рівня сформованості у них професійно важливих особистісних якостей. Існуючі методичні системи професійної підготовки майбутніх

інженерів з автоматизації енергосистем, як було визначено в п.1.2, не забезпечують на достатньому рівні сформованість цих якостей. Це призводить до суперечності між вимогами професійної діяльності до рівня сформованості професійно важливих якостей у фахівців та недостатньою керованістю розвитком цих якостей в існуючих методичних системах професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Зазначені суперечності обумовлюють *проблему дослідження*, яка полягає в підвищенні якості професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

За даними досліджень [229, 239, 378] методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинна моделювати реальну систему професійної діяльності інженера з автоматизації енергосистем, яка забезпечує формування у майбутніх фахівців системи професійних компетентностей.

Задача моделювання реальної системи професійної діяльності в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, в першу чергу, передбачає створення системи професійних компетентностей на основі моделі фахівця. Отже, перед нами постає задача розроблення системи професійних компетентностей, що буде покладена в основу методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Проведений аналіз реальної системи професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем (див. п. 1.1) дозволив визначити їх ключові професійні компетентності, до яких, зокрема, відноситься проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, економічна, соціально-управлінська та правова компетентності. Кожна з названих компетентностей передбачає виконання певних видів робіт, що пов'язані з вирішенням конкретних професійних задач та залученням певних професійно важливих якостей, які забезпечують виконання цих задач.

Визначена система професійних компетентностей інженерів з автоматизації енергосистем, що включає знання, уміння, навички та професійно важливі якості з вирішення професійних задач, повинна формуватися під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем (табл.1.2).

Таблиця 1.2

Система професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Професійна компетентність	Знання, уміння, навички	Групи професійно важливих якостей
1	2	3
Проектна компетентність	<ul style="list-style-type: none"> – щодо розроблення завдання на проектування, проектування та визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем; – щодо складання розрахунків параметрів та визначення характеристик систем управління об'єктами енергосистем; – щодо розроблення та складання робочої документації, специфікацій, технічних інструкцій, технологічних карт на системи управління об'єктами енергосистем 	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові з проектування систем управління об'єктами енергосистем
Експлуатаційна компетентність	<ul style="list-style-type: none"> – щодо розроблення завдання на технічну перевірку, проведення перевірки технічного стану, визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем; – щодо проведення зовнішнього та внутрішнього огляду, перевірки кіл зв'язку, заміни дефектних елементів, усунення несправності в схемах підключення та налаштування систем управління об'єктами енергосистем; – щодо здійснення записів до журналу проведених робіт та паспортів на системи управління об'єктами енергосистем 	Мотиваційно-цільові когнітивні, емоційно-вольові з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем

Продовж. табл.1. 2

1	2	3
Науково-дослідна компетентність	<ul style="list-style-type: none"> – щодо розроблення завдання на проведення пошукових наукових досліджень, проведення пошукових наукових досліджень, визначення параметрів функціонування щодо існуючих систем управління об'єктами енергосистем; – щодо розроблення завдання на проведення наукових досліджень, проведення наукових досліджень, визначення параметрів функціонування щодо удосконалення (створення нових) систем управління об'єктами енергосистем; – щодо підготовки наукових публікацій, інформаційних оглядів, складання науково-технічних звітів, заявок на винаходи і промислові зразки, виступів на наукових нарадах, семінарах і конференціях 	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
Економічна компетентність	<ul style="list-style-type: none"> – щодо розроблення завдання на проведення, проведення та визначення показників техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем; – щодо забезпечення, розподілу, регулювання та контролю використання фінансових ресурсів 	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
Соціально-управлінська компетентність	<ul style="list-style-type: none"> – щодо розроблення завдання на створення, створення та визначення параметрів функціонування системи управління професійною діяльністю; – щодо організації, контролю та координації діяльності персоналу згідно з планом, проведення інструктажу, мотивації персоналу, впровадження передових прийомів і методів праці, проведення атестації персоналу та робочих місць, організації робіт з підвищення науково-технічних знань працівників 	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові, комунікативно-організаторські з управління професійною діяльністю
Правова компетентність	<ul style="list-style-type: none"> – щодо виконання норм професійних законів, стандартів і правил під час здійснення проектної, експлуатаційної та науково-дослідної діяльності; – щодо виконання норм трудового законодавства та охорони праці й навколишнього середовища під час здійснення проектної, експлуатаційної, науково-дослідної діяльності 	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові з виконання правових норм у процесі професійної діяльності

За даними табл. 1.2 ключовим видом роботи в межах проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем є розроблення проектів на системи управління об'єктами енергосистем, що умовно складається з трьох видів професійних задач, а саме розроблення завдання на проектування, безпосередньо проектування та визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем. Кожна з названих задач передбачає встановлення каузальних (причинно-наслідкових) зв'язків між інформацією про об'єкт управління та завданням на проектування системи управління цим об'єктом, між завданням на проектування та обраним принципом дії і структурою системи управління об'єктом енергосистеми, між побудовою та параметрами й характеристиками системи управління об'єктом енергосистеми. Отже, успішне виконання цього виду роботи вимагає від працівника встановлення каузальних зв'язків побудови та функціонування систем управління об'єктами енергосистем.

Експлуатаційна компетентність майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, в першу чергу, передбачає здатність проведення технічної перевірки систем управління об'єктами енергосистем (див. табл.1.2), що включає такі професійні задачі, як розроблення завдання на технічну перевірку, безпосередньо перевірка технічного стану та визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем. Вирішення задачі з розроблення завдання на технічну перевірку пов'язано зі встановленням каузального зв'язку між знаннями про наявну систему управління об'єктом енергосистеми та завданнями щодо її перевірки. Безпосередньо перевірка технічного стану системи управління об'єктом енергосистеми вимагає від працівника встановлення каузального зв'язку між функціями, які треба перевірити, та каналами зв'язку, що забезпечують реалізацію цих функцій, відповідно до сформульованого завдання. Визначення параметрів функціонування системи управління об'єктом енергосистеми пов'язано зі встановленням каузальних відношень між

обраними функціями та каналами зв'язку для перевірки та параметрами, які треба контролювати. Таким чином, експлуатаційна діяльність вимагає від працівника розуміння каузальних зв'язків щодо побудови чи функціонування систем управління об'єктами енергосистем.

На підставі даних табл.1.2 професійні роботи в межах науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, насамперед, пов'язані з проведенням науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем, що включають виконання задач з розроблення завдання на проведення наукових досліджень, безпосередньо проведення наукових досліджень, визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем. Зазначені задачі передбачають встановлення каузальних зв'язків між інформацією про систему управління об'єктом енергосистеми та завданням на проведення щодо неї наукових досліджень, між завданням на проведення наукових досліджень та визначеним принципом дії й структурою системи управління об'єктом енергосистеми, між побудовою та параметрами системи управління об'єктом енергосистеми відповідно. Отже, науково-дослідні задачі вимагають від працівника встановлення каузальних зв'язків побудови та функціонування систем управління об'єктами енергосистем.

Економічна компетентність майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем вимагає, передусім, проведення робіт з розроблення техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем (див. табл. 1.2), що включає вирішення професійних задач з розроблення завдання на проведення техніко-економічного обґрунтування, безпосередньо проведення техніко-економічного обґрунтування та визначення техніко-економічних показників систем управління об'єктами енергосистем. Успішність розв'язання цих задач пов'язано зі встановленням каузальних відношень між інформацією про систему управління об'єктом енергосистеми та завданням на проведення техніко-економічного обґрунтування щодо неї,

завданням щодо техніко-економічного обґрунтування та визначеним принципом дії і структурою системи управління об'єктом енергосистеми, між побудовою та техніко-економічними показниками системи управління об'єктом енергосистеми. Таким чином, економічні види робіт передбачають розуміння каузальних зв'язків щодо побудови та функціонування систем управління об'єктами енергосистем.

За даними табл. 1.2 проведення робіт з розроблення систем управління професійною діяльністю, що включають задачі з розроблення завдання на створення, безпосередньо створення та визначення параметрів функціонування системи управління професійною діяльністю, є ключовими для соціально-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Вирішення задачі щодо розроблення завдання на створення системи управління професійною діяльністю пов'язано з визначенням каузального зв'язку між видом її задачами професійної діяльності та вимогами щодо створення системи управління професійною діяльністю. Безпосередньо створення системи управління професійною діяльністю вимагає від працівника встановлення каузального відношення між розробленим завданням та обраним принципом її структурою управління професійною діяльністю. Параметри функціонування системи управління професійною діяльністю визначаються на підставі обраного принципу її структури управління професійною діяльністю. Загалом успішність виконання соціально-управлінських задач майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем не можливе без встановленням каузальних зв'язків щодо управлінських ситуацій, особливо під час різних непередбачених виробничих моментів, що пов'язані зі створенням та експлуатацією систем управління об'єктами енергосистем.

Правова компетентність майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, в першу чергу, передбачає виконання норм професійних законів, стандартів і правил у процесі розв'язання проектних,

експлуатаційних, науково-дослідних, економічних та управлінських професійних задач (див. табл. 1.2), що передбачає встановлення каузальних зв'язків між різними елементами знань. Важливою складовою також є встановлення каузальних відношень між професійними діями та їх наслідків як для самого працівника, так і для оточуючих колег та навколишнього середовища.

Таким чином, аналіз сутності професійних задач майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем дозволив нам визначити, що в основі їхньої успішної професійної діяльності лежить розуміння каузальних зв'язків та відношень між такими підсистемами знань, як принцип дії, побудова та параметри систем управління об'єктами енергосистем. У зв'язку з цим слід застосовувати каузальний підхід в якості основи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, що забезпечить внутрішнє логічне засвоєння знань.

Каузальний підхід широко використовується у світі, є предметом дослідження таких європейських та американських вчених, як Н. Beebe, С. Hitchcock та Р. Menzies [474], А. Barbey [455, 456], D. Danks [460-462], А. Gopnik and L. Schulz [465], J. Pearl [469], D. Sperber, D. Premack, А. Premack [473], Р. Wolff [476] у вигляді каузального пізнання та навчання.

У своїй роботі А. Gopnik and L. Schulz викладають нові пізнавальні і розвиваючі психологічні дослідження каузального навчання, теорії освіти та нові філософські підходи до причинності. Вони визначили роль втручання і дії в причинному розумінні, роль причинності в категоріях і поняттях, а також взаємозв'язок між причинним навчанням і формуванням інтуїтивної теорії. Дослідники зазначають, що розуміння каузальної структури є центральним завданням людського пізнання. Каузальне навчання лежить в основі розроблення концепцій, категорій, інтуїтивних теорій і можливостей для планування, уяви та виведення [465].

Робота J.Pearl являє собою всебічний виклад сучасного аналізу причинності [469]. Вона показує, як включення каузального аналізу в стандартні навчальні програми статистики, інженерії штучного інтелекту, бізнесу, економіки, філософії, охорони здоров'я і соціальних наук, дозволяє роз'яснити значущі відносини з даними, передбачати наслідки дій, оцінити пояснення подій, що повідомляються, або формувати теорії причинного розуміння і причинно-наслідкової мови.

Дослідники Н. Beebe, С. Hitchcock and Р. Menzies визначають як причинність пов'язана з законами природи, ймовірністю, дією і свободою волі, сприйняттям, знаннями і поясненнями. На їхню думку причина є центральною темою не тільки в багатьох областях філософії, а й концепцією, що оспорується, в інших областях дослідження, таких як біологія, фізика і закон [474].

У своїй книзі [473] видатні фахівці з порівняльної психології, соціальної психології, психології розвитку, антропології та філософії представляють новітні розробки у вивченні причинного пізнання і обговорюють його різні аспекти та перспективи. З їхньої точки зору розуміння причинно-наслідкових зв'язків є основоположним для дослідження пізнання людини.

Керуючись результатами досліджень, під каузальним підходом можна розуміти методологічний підхід, що передбачає конструювання процесу навчання та його елементів на основі виявлення каузальних відношень між елементами знань. У свою чергу, каузальне навчання визначиться як педагогічний процес, що направлений на формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей на підставі використання каузальних моделей системи знань про об'єкти вивчення, які складаються з різних підсистем знань об'єднаних між собою каузальними зв'язками.

На підставі проведеного аналізу літератури стосовно застосування каузального підходу в освіті можна бачити, що основи каузального навчання

переважно розроблені для таких суспільних наук, як філософія, психологія, соціологія й економіка та фрагментарно для технічних наук.

Професійна діяльність інженерів з автоматизації енергосистем вимагає від працівника володіння способами виконання професійних видів робіт, що передбачає певну каузальну послідовність вирішення конкретних професійних задач, яка буде залежати від обраної стратегії дій. З урахування ієрархічності побудови систем управління об'єктами енергосистем наведені вище професійні задачі в межах відповідних компетентностей інженерів з автоматизації енергосистем можуть з різною послідовністю вирішуватися на різних рівнях ієрархії. У зв'язку з цим основні елементи методичної системи (зміст, методи, засоби) професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинні відображати структурно-функціональні каузальні залежності між підсистемами знань, що задіяні в процесі виконання проектувальних, експлуатаційних, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування щодо систем управління об'єктами енергосистем, виконання правових норм у процесі професійної діяльності та створення систем управління професійною діяльністю.

Підсумовуючи зазначене вище можна стверджувати, що використання в якості основи методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем моделей каузального змісту, методів та засобів, що відображають способи виконання професійних видів робіт інженерів з автоматизації енергосистем, забезпечить моделювання реальної системи професійної діяльності. Виявлення в процесі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем каузальних зв'язків та відношень між різними підсистемами знань, що лежать в основі вирішення професійних задач, дозволить успішно сформулювати систему професійних компетентностей з можливістю вирішення задач продуктивного характеру.

Отже, провідна *концептуальна ідея дослідження* ґрунтується на розробленні такої методичної системи професійної підготовки майбутніх

інженерів з автоматизації енергосистем, яка б моделювала реальну систему їхньої професійної діяльності та яка б була спрямована на формування професійних компетентностей на основі каузального підходу.

Провідна концептуальна ідея відображена в *загальній гіпотезі дослідження*, яка полягає в тому, що якість професійної підготовки майбутніх інженерів підвищиться за умови розроблення та впровадження методичної системи формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей на основі каузального підходу.

Висновки до розділу 1

1. На підставі проведеного аналізу в якості основи моделі професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем прийнято аналітичну професіограму, що запропонована О. Івановою.

У роботі проаналізовано кваліфікаційні характеристики первинних посад, що можуть займати інженери з автоматизації енергосистем, та встановлено зміст типових виробничих функцій, а саме проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової, що є діяльнісною складовою їхньої професійної діяльності. Успішне виконання виробничих функцій інженерами з автоматизації енергосистем неможливе без певного рівня сформованості різних груп професійно важливих якостей, а саме мотиваційно-цільових, когнітивних, емоційно-вольових та комунікативно-організаторських якостей, які, у свою чергу, є психологічною складовою їхньої професійної діяльності.

На підставі визначеного змісту виробничих функцій та груп професійно важливих якостей інженерів з автоматизації енергосистем складено аналітичні професіограми проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової

компетентностей, що представляють модель професійної діяльності цих фахівців. Успішність вирішення професійних задач інженерами з автоматизації енергосистем в межах цих компетентностей забезпечується сформованістю відповідних знань й умінь на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях засвоєння.

3. З проведеного аналізу існуючих методичних систем професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем визначено, що вони у повній мірі забезпечують орієнтацію на майбутню практичну діяльність, відповідність змісту рівню розвитку науки і техніки, оптимальний рівень труднощів, застосування різноманітних наочних засобів навчання, комплексну реалізацію різних методів навчання та систематичне повторення навчального матеріалу. Водночас проведений аналіз дав змогу визначити наступні недоліки в існуючих методичних системах професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем:

- не в повній мірі реалізовано принцип спадковості, системності та послідовності навчання;
- обмежено використовується метод виокремлення основного в навчальному матеріалі, метод порівняння, узагальнення та конкретизації, аналітичний, синтетичний, індуктивний, дедуктивний, частково-пошуковий, проблемний та дослідницький методи;
- невпорядковано, фрагментарно та несистемно відображені зв'язки між такими підсистемами знань, як призначення, побудова, принципи функціонування та параметри систем управління об'єктами енергосистем;
- не забезпечується в повному обсязі понятійно-аналітичний та продуктивно-синтетичний рівні сформованості професійних знань та умінь;
- епізодично, неповно та непослідовно забезпечується формування системи професійних компетентностей;
- практично відсутній керований розвиток професійно важливих якостей у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Виділені недоліки свідчать про незадовільний рівень формування системи професійних компетентностей та переважно репродуктивний характер підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, що обумовлює проблему дослідження, яка полягає в підвищенні якості професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

4. На підставі побудованої моделі професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем визначено, що методична система їхньої професійної підготовки повинна забезпечувати формування системи професійних компетентностей (проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової). Виконання професійних задач в межах визначених компетентностей здійснюється через розуміння каузальних зв'язків побудови та функціонування систем управління об'єктами енергосистем. У зв'язку з цим методичну систему професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем слід побудувати на засадах каузального підходу.

З метою забезпечення відповідності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем вимогам професійної діяльності методична система їхньої професійної підготовки повинна моделювати реальну систему професійної діяльності цих фахівців та бути спрямованою на формування професійних компетентностей на основі каузального підходу, що прийнято в якості концептуальної ідеї дослідження.

На підставі концептуальної ідеї дослідження встановлено гіпотезу дослідження, яка полягає в тому, що якість професійної підготовки майбутніх інженерів підвищиться підготовки за умови розроблення та впровадження методичної системи формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей цих фахівців на основі каузального підходу.

Основні наукові результати розділу опубліковані в працях [331-333, 346].

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ НА ОСНОВІ КАУЗАЛЬНОГО ПІДХОДУ

Фундаментальним етапом розроблення змісту професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу є визначення теоретичних філософських, загальнонаукових та психолого-педагогічних засад.

Концептуальними філософськими засадами професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу є теорія пізнання, діалектико-матеріалістичний підхід, філософські категорії, закони та принципи [5-7, 11, 60, 62, 67, 163, 165, 230, 233, 261, 286, 357, 372, 387, 399-402].

Базовою загальнонауковою концептуальною засадою розроблення змісту професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу виступає системний підхід [23, 28, 42, 47, 57, 91, 104, 135, 161, 194, 200, 201, 310, 375, 390, 405, 441].

Психолого-педагогічними концептуальними засадами розроблення змісту професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу є закони, закономірності, принципи та підходи навчання [10, 23, 27, 38, 43, 65, 81, 97, 98, 130, 135, 184, 193, 227, 240, 259, 262, 264, 270, 276, 278-282, 292, 295, 314, 367, 368, 409, 417, 438].

2.1. Філософські засади розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу

Вихідним моментом у розкритті змісту будь-якого навчання є визначення його фундаментальних положень, первісного начала та істотної основи за допомогою філософії. Для вирішення практичної проблеми розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу філософія надає універсальний методологічний апарат у вигляді фундаментальних принципів, категорій та законів діалектики.

Визначення філософських засад розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, які б всебічно дозволили реалізувати визначені в п.1.3 гіпотезу та концептуальну ідею дослідження, можливо через призму змісту їхньої майбутньої професійної діяльності.

Будь-яка інженерна діяльність направлена на вирішення професійних задач щодо предметів праці. Предметом праці під час професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем, в першу чергу, виступають системи управління об'єктами енергосистем, а, отже, характерними професійними задачами є проектувальні, експлуатаційні, науково-дослідні, техніко-економічні та правові задачі щодо систем управління об'єктами енергосистем, а також управлінські задачі щодо систем управління професійною діяльністю з проектування, експлуатації та науково-дослідної діяльності. В залежності від характеру професійної задачі на підставі аналізу предмета праці в свідомості інженера формується інформація про цей предмет праці. Далі на підставі розумової діяльності в свідомості інженера формується інформація про можливі варіанти вирішення задачі, після чого вже може бути отримана система управління з вирішеною задачею. В такому

випадку інформаційну модель професійної діяльності інженера з автоматизації енергосистем можна представити як на рис. 2.1.

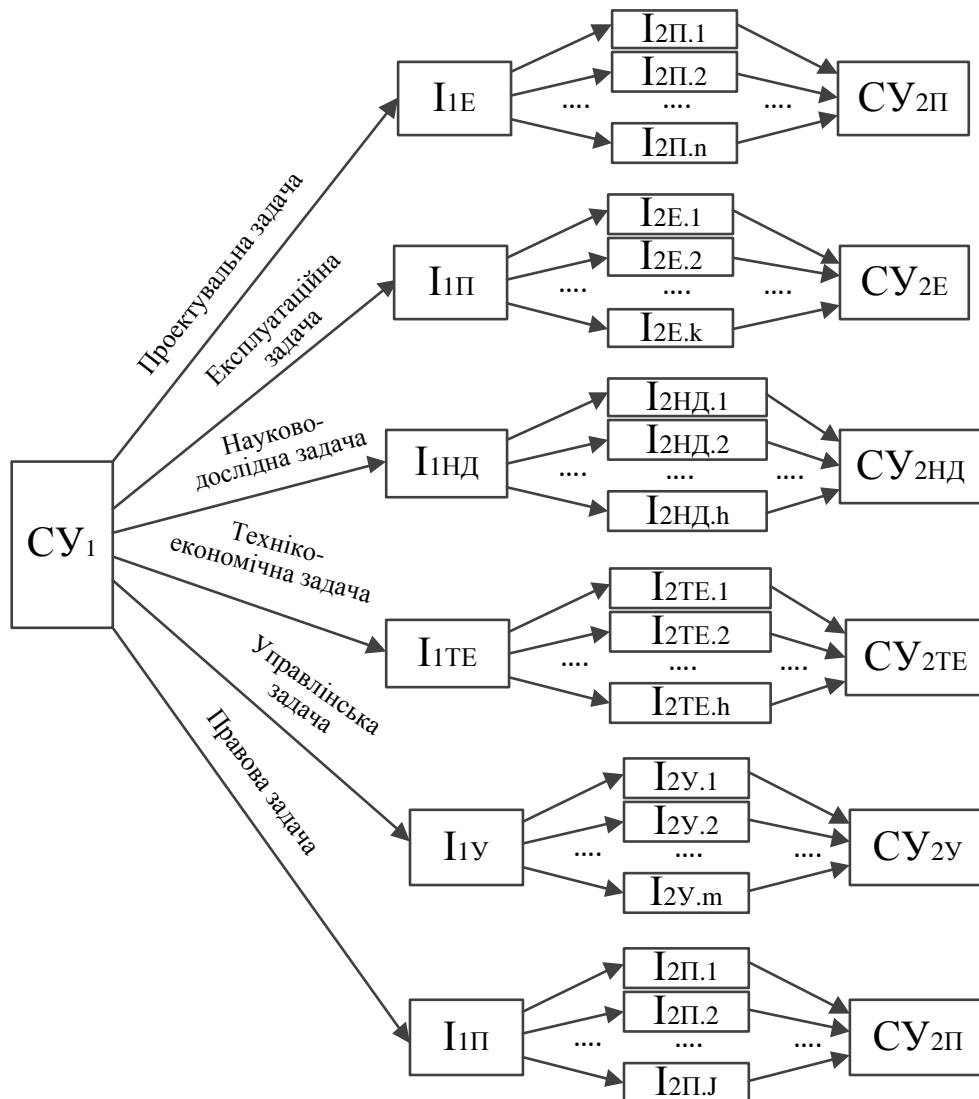


Рис. 2.1. Інформаційна модель професійної діяльності інженера з автоматизації енергосистем

На рис. 2.1 прийняті наступні позначення: SU_1 – існуюча система управління, I_1 – інформація про систему управління в контексті задачі, I_2 – інформація про вирішення задачі щодо системи управління, SU_2 – отримана система управління з вирішеною задачею.

Проектувальні професійні задачі інженерів з автоматизації енергосистем, в першу чергу, пов'язані з розробленням систем управління з

заданими параметрами та поліпшенням параметрів існуючих систем управління об'єктами енергосистем.

Характерними експлуатаційними професійними задачами інженерів з автоматизації енергосистем виступають відновлення, запобігання погіршення та поліпшення параметрів існуючих систем управління об'єктами енергосистем.

До науково-дослідних професійних задач інженерів з автоматизації енергосистем відноситься пошук систем управління з поліпшеними параметрами та поліпшення параметрів існуючих систем управління об'єктами енергосистем.

Техніко-економічні професійні задачі інженерів з автоматизації енергосистем пов'язані з техніко-економічним обґрунтуванням та поліпшенням параметрів систем управління об'єктами енергосистем.

Ключовими управлінськими професійними задачами інженерів з автоматизації енергосистем виступають організація та керівництво роботами щодо створення та експлуатації систем управління об'єктами енергосистем та поліпшення виконання відповідних робіт.

Правові професійні задачі інженерів з автоматизації енергосистем пов'язані з виконанням правових норм під час організації та здійснення робіт щодо системи управління об'єктами енергосистеми та поліпшенням виконання відповідних робіт.

Загалом усі професійні задачі інженера з автоматизації енергосистем можуть бути розділені на стандартні та нестандартні (творчі) задачі. В такому разі структура професійних задач інженера з автоматизації енергосистем буде мати вигляд, що представлений на рис. 2.2 (де СУОЕ – система управління об'єктом енергосистеми). Стандартні задачі передбачають наявність загальних правил та положень, що визначають повний або частковий алгоритм їх вирішення. Відповідно для нестандартних задач не існує загальних алгоритмів щодо їх вирішення.

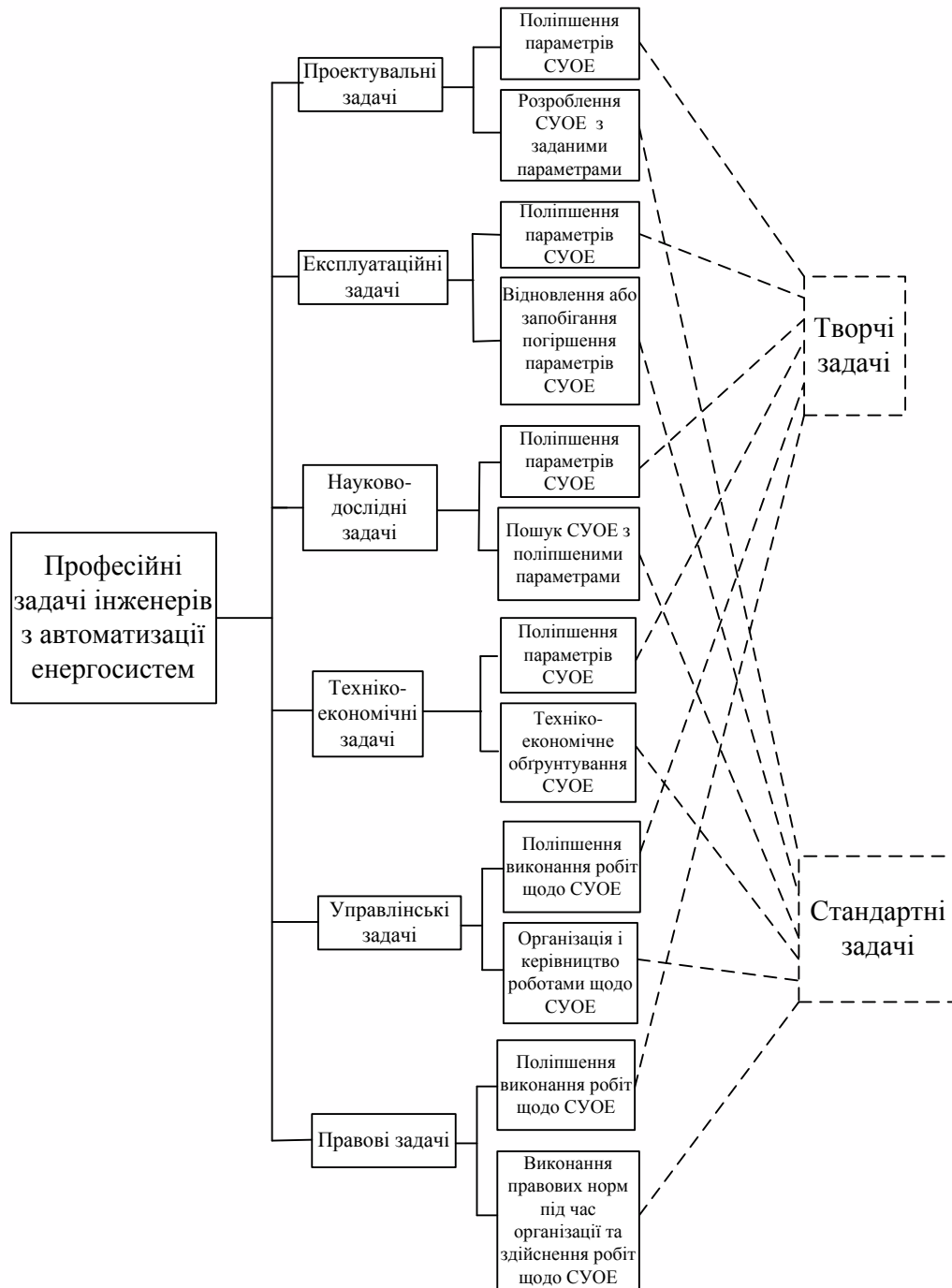


Рис. 2.2. Структура професійних задач інженера з автоматизації енергосистем

Наведена інформаційна модель професійної діяльності з урахуванням структури професійних задач інженера з автоматизації енергосистем повинна бути покладена в основу визначення філософських засад розроблення методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу.

В філософії фундаментальна роль належить принципу детермінізму. Детермінізм – це методологічний принцип, згідно з яким з факту, що в світі все взаємопов'язано та взаємообумовлено, слідує можливість пізнання і передбачення подій, що мають як однозначно певну, так і вірогідну природу. Сучасний філософський погляд на принцип детермінізму передбачає, що зв'язки між явищами та подіями можуть мати як жорсткий та однозначний характер, так і статистичний та ймовірнісний характер. Принцип детермінізму, який є загальнотеоретичним філософським принципом буття, дає відповідь на питання, що стосуються обумовленості явищ у світі в своєму існуванні й розвитку та характеру цієї обумовленості (підпорядкована чи хаотична). Основою філософського детермінізму є учення про причинну обумовленість усіх явищ, тобто принцип причинності [7, 67, 372].

Всесвіт являє собою взаємозв'язок предметів та явищ, у світі не існує явищ та подій, які б не мали причини свого виникнення або існування. Процес спричинення є необхідною ланкою будь-якого процесу розвитку, існування безпричинних подій суперечило б філософським фундаментальним принципам цілісності, розвитку, взаємозв'язку та закону збереження матерії й енергії [400]. В роботі С. Щерби зазначено, що В. Ленін з приводу причинних залежностей у різних сферах дійсності писав, що минули тисячоліття перш ніж зародилася ідея «зв'язку всього», «ланцюга причин» [401]. Наявність всезагальної причинності підтверджує і філософська максима «Ніщо не може виникнути з нічого та перетворитися в ніщо» [7]. Не винятком є і технічні системи, в яких на причинній обумовленості ґрунтується їхня побудова та функціонування. З огляду на це врахування принципу причинності є однією з центральних проблем при розробленні теоретичних основ розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на засадах каузального підходу.

Теоретичною передумовою філософського осмислення принципу причинності є аналіз історії становлення та розвитку його формулювання.

Аристотель (384-322 рр. до н.е.) один з перших систематизував наукові знання своєї епохи, в тому числі розвинув невпорядковані ідеї Платона (417-347 рр. до н.е.) про причинність. Аристотель запропонував ідею, що для здійснення дії необхідно чотири види причини, а саме: матеріальна, формальна, дієва та кінцева. Вчення Аристотеля про причини існувало в офіційній західній культурі до епохи Відродження, з появою науки Нового часу формальні та кінцеві причини були відкинуті, а існування матеріальних причин вважалось само собою зрозумілим. Отже, з виділених Аристотелем видів причин, згідно з сучасного світогляду, залишилася тільки дієва причина, що розглядається як активне тіло, що діє ззовні [62].

Запропоноване Аристотелем визначення дієвої причини як зовнішньої дії, що призводить до зміни, було покладене в основу класичного визначення терміну «причина» і може бути основою для розроблення змісту професійної підготовки на основі каузального підходу.

Світогляд Нового часу не заперечував зовнішнього характеру причинності, але давав дещо інші визначення дієвої причини. Яскравим представником Нового часу був Галілео Галілей (1564-1642 рр.), який визначив дієву причину як необхідну та достатню умову для появи події. Таке визначення є досить загальним і відноситься до усіх типів закономірної детермінації [62]. Це положення можна використовувати для підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем до професійної діяльності на основі каузального підходу, так як воно має методологічне значення з позицій обумовленості явищ.

Шотландський філософ Девід Юм (1711-1766 рр.) дав точне та абстрактне формулювання причини, а саме відношення «якщо – то завжди», тобто визначення причинності як постійного зв'язку. Таке формулювання охоплює ознаки причинної детермінації за винятком ознак однозначності та

генетичної природи причинного зв'язку [62]. Юм стверджував, що причинні зв'язки дозволяють прогнозувати можливі майбутні події в залежності від даних, що присутні у безпосередньому досвіді [163].

Положення Юма про причинність необхідно враховувати у процесі розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, бо його формулі притаманні риси обумовленості, властивої закономірності, екзистенціального пріоритету причини над дією та відсутності винятків, що є характерними для причинних зв'язків.

Удосконалити формулу причинності шляхом врахування ознаки однозначності та продуктивності спробував сучасний філософ Маріо Бунге в такій інтерпретації «Якщо відбувається С тоді (і тільки тоді) Е завжди здійснюється їм», що в категоричній формі означає: «Кожне явище певного класу С породжує явище певного класу Е». На його думку така формула в повній мірі відображає необхідну (постійну, однозначну) продуктивність, а, отже, є точним формулюванням принципу причинності [62].

Погляди Маріо Бунге покладені в основу сучасного поняття причинності. В основі усього різноманіття детермінації (обумовленості) лежить генетична, причинна продуктивність. Кожне явище має свою причину, кожне явище породжується іншим явищем і цей процес породження супроводжується перенесенням речовини, руху та інформації. В загальному випадку причинність можна визначити як такий генетичний зв'язок між явищами, при якому одне явище, що називається причиною, при наявності певних умов породжує до життя інше явище, що називається наслідком [5-7, 163, 400]. Такі каузальні зв'язки характеризуються наступними ознаками [7, 372]:

1. Властивістю породження. Причина не просто передує наслідку у часі, а породжує викликає її до життя, генетично обумовлює її виникнення та існування. Породження характеризується взаємодією та розвитком. Каузальні

зв'язки базуються на відношенні між двома взаємодіючими явищами, а, отже, повинні розглядатися не лише як вид зв'язку, а і як тип взаємодії. З іншої сторони наслідок не може бути тотожній своїй причині, а отже каузальні зв'язки відображають момент якісного розвитку.

2. Однонаправленістю або часовою несиметрією. Час є однією з фундаментальних характеристик причинності, що характеризується тривалістю, незворотністю та асиметрією. Процес спричинення має певну направленість у часі від того, що є, до того, що виникає. Формування причини завжди передує виникненню наслідку. Тому причинні відношення є асиметричними, не дивлячись на можливість неоднорідності часових інтервалів між причиною та наслідком.

3. Необхідністю та однозначністю. Кожна причина за певних внутрішніх та зовнішніх умов з необхідністю породжує наслідок. Перші породжують взаємодією між елементами цілісності, другі впливають із взаємодії між предметами, явищами та процесами. Відношення причини та наслідку має закономірний характер.

4. Просторовою та часовою неперервністю. Причина і наслідок існують у просторі, але розділені часовим інтервалом. Просторова неперервність означає, що коли два явища виступають одне до одного як причина та наслідок, розділені просторовим інтервалом, то це інтервал повинен бути заповнений безперервним ланцюгом необхідно пов'язаних причинних явищ. Часова неперервність означає, що між явищами існує безліч інших причинно-пов'язаних явищ суміжних у часі. Отже, каузальні зв'язки характеризуються неперервністю дії, тобто не мають ні початку ні кінця.

В філософії єдиної класифікації каузальних зв'язків немає, існує класифікація, що побудована на різних підставах [372, 400]:

- за внутрішнім змістом процесів спричинення – ідеальні та матеріальні, інформаційні та енергетичні, фізичні, хімічні, біологічні та соціальні;
- за способом прояву (характером) причинного зв'язку – динамічні (однозначні) та статистичні (ймовірнісні);
- за числом явищ, що вступають в причинний зв'язок – прості та складові, однофакторні та багатфакторні, системні та несистемні.
- за ступенем важливості – головні та неголовні;
- за характером обумовленості – внутрішні та зовнішні;
- за очевидністю причини – безпосередні (прямі) та опосередковані (непрямі) тощо.

Отже, каузальні зв'язки мають свої особливості, завдяки чому їх можна виявити та дослідити. З огляду на це основою розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинні бути елементарні каузальні зв'язки з властивим їм ознаками, що можуть утворювати каузальні ланцюги, які у свою чергу можуть формувати каузальні мережі, комплекси та моделі.

В п. 1.1 було встановлено, що в основі усього різноманіття робіт під час професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем лежить причинна продуктивність. Причинна продуктивність передбачає взаємодію, що призводить до зміни стану та властивостей в існуючих матеріальних об'єктах або до появи нових об'єктів, яких не було до початку дії причини. Наслідком взаємодії є результат – матеріальний об'єкт з заданими параметрами. Причинами появи об'єкту з заданими параметрами є зміни в його будові або принципі функціонування.

Якість заданого матеріального об'єкта, тобто якість вирішення професійної задачі, буде визначатися розумовою діяльністю, що пов'язана з формуванням ідеального образу заданого матеріального об'єкта, яка в свою

чергу буде залежати від того, який ідеальний образ існуючого матеріального об'єкта був створений у свідомості людини. Отже, основною проблемою при розробленні методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на засадах каузального підходу є забезпечення діалектичного переходу від існуючого матеріального об'єкта з наявними професійними задачами до ідеального образу заданого матеріального об'єкта з вирішеними задачами на підставі виявлення каузальних зв'язків. При чому в якості заданого матеріального об'єкта при вирішенні стандартних задач буде виступати система управління об'єктом енергосистеми з заданими параметрами у разі розв'язання проектувальних задач, з відновленими параметрами у разі вирішення експлуатаційних задач, з поліпшеними параметрами у разі вирішення науково-дослідних або техніко-економічних задач. При вирішенні творчих задач під заданим матеріальним об'єктом треба розуміти якісно нову систему управління об'єктом енергосистеми.

Під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем предметом вивчення є ідеальні знання про вирішення професійних задач щодо систем управління об'єктами енергосистем, що сприймаються студентами раціонально, розумом за допомогою їхніх органів почуттів. Знання, відбиваючись в їхній свідомості, формують ідеальний образ матеріального об'єкта в контексті професійної задачі, а потім ідеальний образ матеріального об'єкта з вирішеною задачею. Далі на підставі сформованого ідеального образу може бути створений заданий матеріальний об'єкт, якого не було в попередньому циклі діяльності. Так, існуючий матеріальний об'єкт з наявними професійними задачами щодо нього стає причиною породження його ідеального образу в свідомості людини, який сам стає причиною породження ідеального образу заданого матеріального об'єкта, останній, у свою чергу, є причиною створення заданого матеріального об'єкта. Отже, наслідок, що породжений деякою причиною,

сам стає причиною іншого явища, останнє, у свою чергу, є причиною третього явища і т.п. Цю послідовність явищ, пов'язану одна з одною внутрішньою необхідністю і називають каузальним ланцюгом [400]. Отже, причинна взаємодія матеріального та ідеального може бути покладена в основу методичної системи професійної підготовки на засадах каузального підходу у вигляді узагальненої каузальної моделі вирішення професійних задач майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем, що представлена на рис. 2.3. На рис. прийняті наступні позначення: MO_1 – існуючий матеріальний об'єкт, IO_1 – ідеальний образ існуючого матеріального об'єкту, IO_2 – ідеальний образ заданого матеріального об'єкту MO_2 – заданий матеріальний об'єкт.

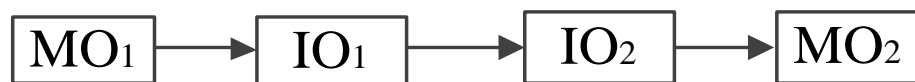


Рис. 2.3. Узагальнена каузальна модель вирішення професійних задач майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем

З огляду на вище сказане професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинна забезпечити причинне продуктивне пізнання систем управління об'єктами енергосистем згідно з каузальною моделлю вирішення професійних задач. Як бачимо, сама каузальна модель вирішення професійних задач майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем являє собою каузальний ланцюг професійних дій, де кожна професійна дія має свою причину, кожна дія породжується іншою дією і цей процес породження супроводжується перенесенням знань, умінь та навичок. У свою чергу успішність виконання кожної професійної дії обумовлюється певною системою знань, що знаходяться у взаємодії та обумовлюють одна одну. Все це передбачає встановлення каузальних зв'язків між різними підсистемами знань. Каузальний зв'язок знань повинен представляти відношення між двома

знаннями, при якому одне знання, що називається причиною, при наявності певних умов буде породжувати інше знання, що називається наслідком.

З огляду на вище сказане, принцип причинності повинен займати ключове місце у процесі розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу. При цьому діалектичний перехід згідно з каузальною моделлю вирішення професійних задач необхідно забезпечити шляхом використання каузальних зв'язків знань щодо систем управління об'єктами енергосистем.

В принципі причинності отримали конкретизацію філософські принципи загального зв'язку та розвитку. Принцип зв'язку є одним з фундаментальних світоглядних та методологічних принципів філософії, суть якого зводиться до матеріальної єдності світу (все у світі перебуває в постійному взаємозв'язку) і може бути обґрунтовано за допомогою поняття зв'язку та взаємодії [372, 401].

Зв'язок – одне з найважливіших наукових понять, яке відображає всі форми, типи й види співвідношення, взаємозумовленості, взаємозалежності, взаємовпливу і взаємодії предметів і явищ матеріального світу, чуттєвих і логічних образів свідомості, що розділені простором або часом [372, 400].

Однак серед невичерпної різноманітності конкретних форм зв'язків професійну підготовку на основі каузального підходу цікавлять найбільш характерні зв'язку, які проявляються у всіх явищах і процесах матеріальних технічних систем. До них зокрема можна віднести внутрішні та зовнішні, прямі та опосередковані, головні та неголовні, структурні та функціональні, просторові та часові, необхідні та випадкові, матеріальні та інформаційні, каузальні тощо [372, 401].

Поняття взаємодії відображає процеси впливу різних матеріальних об'єктів один на одне, їх взаємну обумовленість, зміну стану, взаємний перехід, а також породження одним об'єктом іншого [400]. Без вивчення

взаємодії в його загальному та конкретному прояві не можна зрозуміти ні властивостей, ні структури, ні законів дійсності [372].

Важливим для розроблення методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу є те, що кожна матеріальна технічна система має безліч властивостей, які не можливо зрозуміти без виявлення сутності взаємодіючих елементів.

Таким чином, роль принципу загального зв'язку та взаємообумовленості під час побудови діалектичного переходу від існуючого матеріального об'єкту до заданого на підставі виявлення каузальних зв'язків знань повинна зводитися до обліку всебічного взаємозв'язку систем управління об'єктами енергосистем з іншими системами та всередині самих систем й розкриттям відповідних форм взаємодії в їх закономірному вираженні.

Одним з фундаментальних принципів матеріалістичної діалектики є принцип розвитку. Принцип розвитку випливає з принципу зв'язку та взаємообумовленості, а саме той чи інший вид зв'язку та взаємодії обумовлює напрям зміни матеріальних та ідеальних об'єктів. З урахуванням цього під розвитком розуміють необоротну, безумовно спрямовану, закономірну зміну матеріальних та ідеальних об'єктів, що призводить до виникнення нової якості. В результаті розвитку виникає якісно новий стан об'єкта, який виступає як зміна його складу або структури (виникнення, трансформація або зникнення його елементів і зв'язків) [7, 372, 401].

Під час розроблення методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу в основі діалектичного переходу від існуючого матеріального об'єкту до заданого на підставі виявлення каузальних зв'язків знань повинен лежати розвиток системи управління об'єктом енергосистеми, що призводить до зміни її принципу функціонування або побудови з отриманням якісно нових властивостей.

Без виявлення форм і різних видів зв'язку та взаємодії не можливо було б сформулювати наступний принцип діалектики, а саме принцип цілісності, що повинен знайти своє відображення в розробленні методичної системи професійній підготовці майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

Визначення ролі принципу цілісності при вивченні складних об'єктів, що складаються з сукупності елементів, в першу чергу, можливе через призму пари філософських категорій «частина-ціле» [6, 7].

Ці філософські категорії відображають відношення між сукупністю окремих елементів, а також зв'язки, які об'єднують ці елементи, і призводять до появи нових якостей, що не характерні елементам в їхній розрізненості. Завдяки цим зв'язкам утворюється ціле, по відношенню до якого окремі елементи виступають в якості частин. Крім того категорії частина та ціле характеризують загальний рух пізнання, який зазвичай починається з нерозділеного уявлення про ціле, потім переходить до аналізу, а саме розділенню цілого на частини та закінчується відтворенням матеріального об'єкту в свідомості людини у формі конкретного цілого [400].

Важливим аспектом врахування категорій частина та ціле в змісті професійної підготовки на основі каузального підходу є те, що систему управління об'єктом енергосистеми неможливо розглядати як результат поєднання її частин, система управління щось більше чим її частини загалом взяті, тобто властивості системи управління не можна зводити до набору властивостей її частин. Систему управління об'єктом енергосистеми необхідно розглядати цілісно, тобто враховувати наявність зв'язків між її частинами, що призводять до взаємовпливу між собою. Цілісність повинна виступати як єдність частин в різноманітті їх взаємозв'язків, як узагальнена характеристика системи управління об'єктом енергосистеми, що має складну внутрішню побудову.

Різним типам зв'язків можуть відповідати різні типи цілісності. Так структурним та функціональним типам зв'язків відповідають структурний та функціональний типи цілісності, що тісно пов'язані між собою [67, 401].

Таким чином, принцип цілісності повинен займати важливе місце у процесі розроблення методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу, відіграючи велику роль в формуванні знань та умінь під час пізнання систем управління об'єктами енергосистем. В каузальному ланцюзі діалектичного переходу від існуючих систем управління об'єктами енергосистем до заданих їх треба співвідносити з зовнішнім оточенням та внутрішньо розкладувати систему з виділенням її елементів, якостей, функцій та визначати їх місце в межах цілого.

Принцип системності є відправним пунктом будь-якого системного дослідження матеріальних об'єктів [67, 114]. Принцип системності можливо осмислити через такі філософські категорії, як елемент, структура та система [7, 67, 372, 401].

Система – це підпорядкована множина взаємопов'язаних та взаємодіючих елементів, що володіють структурою та організацією. Поняття «елемент» в даному випадку виступає як відносне, під яким розуміється нерозкладний компонент (одиниця) системи при даному способі розгляду. В залежності від задач в одній і тій самій системі можуть виділятися в якості її елементів самі різні складові одиниці. Складовими одиницями технічних систем можуть виступати деталі, вузли, блоки, що функціонують спільно та у взаємозв'язку, і тільки в даній конструкції здатні забезпечити досягнення мети, для якої цей пристрій був створений. Представлення о цілісності системи повинно конкретизуватися через системотворні зв'язки, що забезпечують підпорядкованість системи. Характер цієї підпорядкованості, її спрямованість характеризують її організацію. Структура розуміється як сукупність стійких відношень й зв'язків між елементами та може характеризуватися, як по горизонталі, так і по вертикалі. Вертикальна

структура передбачає виділення різних рівнів цієї системи та наявність ієрархії цих рівнів. Засобом регулювання багаторівневої ієрархії, забезпечення зв'язку між різними рівнями є управління. Ієрархічність побудови – специфічна ознака системи, а зв'язки управління – одне з характерних проявів системотворних зв'язків [7, 67, 401].

З огляду ролі принципу системності в розробленні методичної системи професійній підготовці на основі каузального підходу під час діалектичного переходу від існуючих до заданих матеріальних об'єктів на підставі виявлення каузальних зв'язків знань системи управління об'єктами енергосистем повинні бути представлені як системні об'єкти, що володіють цілісною, підпорядкованою та стійкою структурою, яким характерне ієрархічність побудови, а саме послідовне вмикання систем більш низького рівня в систему більш високого рівня. Системи управління об'єктами енергосистем можуть бути розбиті на взаємопов'язані та взаємодіючі частини і елементи, які можуть бути представлені як підсистеми. Отримані підсистеми можуть бути розділені на взаємодіючі підсистеми другого та подальших рівнів. На певному етапі розділення будуть отримані структурно та функціонально неподільні елементи. Важливо також врахувати, що система управління об'єктом енергосистеми разом зі всіма взаємодіями й зв'язками між її підсистемами та елементами підпорядкована специфічним законам, які визначають особливості її існування та зміни.

Будь-яка система управління об'єктом енергосистеми у своєму розвиненому стані несе риси своєї історії, а тому не може бути систематично і цілісно пізнана поза звернення до цієї історії. Історизм тісно пов'язаний з діалектико-матеріалістичною концепцією детермінації явищ [67].

Принцип історизму означає виявлення і дослідження основних етапів процесу розвитку об'єкта, стверджує, що даний стан визначається минулим і дозволяє передбачити тенденції подальших змін. Принцип історизму враховує зв'язок явищ з умовами, що їх породили, стверджує наступність у

розвитку, передбачає виявлення закономірних зв'язків між стадіями розвитку об'єкта, тобто досліджує не тільки історію, але й логіку розвитку [67, 372].

Останні десятиліття спостерігається стрімкий розвиток науки та техніки, що призводить до появи нових якостей в технічних системах, які перевищують старі. Правильне розуміння історії становлення технічних систем дозволяє з'ясувати сутність розвинутої системи та частино передбачити її перспективу. Необхідно вивчати технічні системи з точки зору того, як вони виникли, які головні етапи у своєму розвитку пройшли й з точки зору цього їх розвитку дивитися чим вони стали зараз [48, 372].

Технічний прогрес безумовно не оминув галузь автоматизації енергосистем, в якій вже змінилося три покоління елементних баз, до яких відносяться електромеханічна, напівпровідникова та мікропроцесорна.

Історія розвитку систем управління об'єктами енергосистем повинна бути відображена в методичній системі професійної підготовки на основі каузального підходу. Розвиток призводить до появи нових властивостей, в процесі розвитку відбуваються зміни, що можуть відноситися до складу системи управління, до способів зв'язку елементів даного цілого, до функцій, до поведінки системи управління, до всіх характеристик у цілому. Для систем управління об'єктами енергосистем в історичній ретроспективі характерний розвиток за висхідною – розвиток в напрямку від простого до складного, до більш досконалого за своїми функціональними і структурними можливостями, краще організованого та інформаційно-ємного.

Врахування принципу історизму дозволяє зробити важливий для розроблення методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу висновок – необхідно забезпечити розгляд діалектичного переходу згідно з каузальною моделлю вирішення професійних задач, в тому числі для старих типів систем управління через те, що:

- в системах управління об'єктами енергосистем більш пізніх поколінь нерідко використовуються ідеї, запозичені з попередніх;
- деякі типи старих систем управління до теперішнього часу перебувають в експлуатації на об'єктах енергосистем;
- це дозволить студентам глибше зрозуміти проблеми, спонукати майбутніх фахівців до безперервного вдосконалення систем управління об'єктами енергосистем.

Такі категорії філософії, як необхідність та випадковість займають одне з центральних місць в концепції детермінізму [Алексеев]. Розуміння діалектики необхідного і випадкового дуже важливо для розроблення основ професійної підготовки на засадах каузального підходу. Необхідність – це те, що впливає з внутрішньої сутності матеріальних систем і що обов'язково має відбутися в конкретних умовах. Випадковість ж – те, що має основу і причину не в собі, а в іншому, що впливає не з головних зв'язків і відносин матеріальних систем, а з побічних, що може бути, а може і не бути, може статися так, але може статися і по іншому. Загалом випадковість виражає те, що витікає із зовнішніх зв'язків між явищами, вона має підстави не по суті даного явища, а у впливі на дане явище інших явищ [7, 67, 372, 400, 401].

Під час професійної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем необхідність характерна для усіх видів професійних задач щодо систем управління об'єктами енергосистем, тому що визначає те, котре закономірно витікає із внутрішнього, суттєвого зв'язку предметів, процесів та явищ, що обумовлено усім попереднім розвитком і в силу цього наступає чи повинно наступити.

Випадковість же характерна переважно при експлуатації систем управління об'єктами енергосистем, дія яких може обумовлюватися не тільки істотними, необхідними, але й випадковими, несуттєвими причинами. Одне і те ж явище, може виступати в одному відношенні випадковістю, а в іншому необхідністю, загалом випадковість виступає як форма прояву необхідності.

Оскільки ж випадковість є формою прояву необхідності, пізнання повинно йти шляхом виділення необхідного, суттєвого з випадкового, несуттєвого. Це дає можливість передбачати подальший хід того чи іншого процесу і направляти його в бажане русло.

Отже, головною проблемою при розробленні методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу є визначення та розкриття необхідних каузальних зв'язків між явищами, що відбуваються в системах управління об'єктами енергосистем під час діалектичного переходу від існуючого матеріального об'єкту до його ідеального образу, від ідеального образу існуючого матеріального об'єкту до ідеального образу заданого матеріального об'єкту.

Можливість та дійсність – одна зі сторін взаємозв'язку між об'єктивно існуючими та виникаючими на їх основі новими явищами. Можливість - це те, чого ще немає, але воно може бути. Дійсність є стала, реалізована на практиці можливість або можливості, тобто все те, що об'єктивно існує в світі. Зв'язок між цими категоріями проявляється в тому, що всяка конкретна дійсність містить у собі можливість своєї подальшої зміни й розвитку, і всяка конкретна дійсність є результат реалізації раніше існуючої можливості, тобто у процесі розвитку дійсність та можливість можуть мінятися місцями [7, 67, 372, 400, 401].

Щоб бути результативною професійна діяльність майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинна спиратися на дійсність. З іншого боку професійна діяльність інженерів з автоматизації енергосистем, що пов'язана з вирішенням різних професійних задач щодо систем управління об'єктами енергосистем, передбачає встановлення можливих варіантів їх вирішення. Це особливо характерне при переході від ідеального образу існуючого матеріального об'єкту до ідеального образу заданого матеріального об'єкту. Всяка зміна системи управління об'єктом енергосистеми під час проектувальної, експлуатаційної або науково-дослідної діяльності інженера з

автоматизації енергосистем є перехід від можливості до дійсності, що характерне при переході від ідеального образу заданого матеріального об'єкту до самого матеріального об'єкту. Можливість - це майбутнє в сьогоденні, це те, чого не існує в даній якісній визначеності, але може виникнути й існувати, стати дійсністю за певних умов.

Отже, першість належить дійсності, бо вона об'єктивно містить в собі всі можливості свого подальшого розвитку, але ні одна з можливостей не може охопити собою всю дійсність. Дійсність являє собою актуальне буття, а можливість – потенційне буття, тобто майбутнє, що міститься в сьогоденні, в латентному стані. Іншими словами, дійсність визначає будь-яку можливість настання подій і це повинне бути відображене в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

Простір та час є основними формами буття матеріальних об'єктів та відіграють важливу роль у людському способі сприймання інформації у вигляді знань. Тому вони є фундаментальними характеристиками каузальних зв'язків і відношень при вирішенні професійних задач майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Матеріальні об'єкти являють собою складні системи та комплекси, що складаються з окремих елементів. Кожному структурованому рівню матеріального об'єкту відповідають специфічні просторово-часові параметри. Поняття «простір» охоплює дві фундаментальні риси матеріального об'єкта та всіх його елементів — протяжність і будову. Протяжність є продовженням одного і того ж об'єкта (елемента). Кожен матеріальний об'єкт та всі його елементи мають три виміри протяжності — довжину, ширину і висоту, що визначають його величину та розмір. Будова — це просторова визначеність матеріального об'єкта та всіх його елементів у відношенні до інших матеріальних об'єктів та елементів, тобто відображає структурність, співіснування і взаємодію матеріальних систем та всіх їх

елементів. У цьому аспекті простір постає як середовище, утворене відношенням матеріальних об'єктів та його елементів. Задавши розмір та форму, місцеположення матеріального об'єкта та його елементів і вказавши їх місце в середовищі, визначають їх просторові характеристики, а саме протяжність, зв'язок та тривимірність [7, 67, 372, 400, 402].

У процесі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу діалектичний перехід від існуючого матеріального об'єкту до ідеального образу заданого матеріального об'єкту на підставі виявлення каузальних зв'язків знань повинен відображати структурність взаємного розташування та зв'язності усіх елементів системи управління об'єктом енергосистеми, тобто визначати простір елементів.

Час також відображає дві фундаментальні риси процесів, які відбуваються з матеріальними об'єктами, а саме тривалість протікання процесів та послідовність зміни їхніх станів. Тривалість аналогічна протяжності. Вона охоплює продовження одного і того ж. Тривалість — це фази одного і того ж, у ній розрізняються фази (моменти) — сучасність, минуле і майбутнє. Послідовність вказує на місце події серед інших подій в часовому просторі (те відбулось раніше, а це пізніше). Вказавши місце події серед інших подій та її тривалість, визначають її часову характеристику [7, 67, 372, 400, 402].

Функціонування будь-якої системи управління об'єктом енергосистеми являє собою послідовну зміну станів, що визначається категорією часу. Час є параметром існування системи управління об'єктом енергосистеми та процесів в ній. Тому час повинен займати важливе місце при побудові діалектичного переходу від існуючого матеріального об'єкту до ідеального образу заданого матеріального об'єкту на підставі виявлення каузальних зв'язків знань у процесі розроблення методичної системи професійної підготовки на засадах каузального підходу.

З позиції матеріалістичної філософії інформація є відображення реального світу за допомогою мови, тексту, схем, зображень, знакових позначень, цифрових даних, графіків, таблиць тощо. Однією з властивостей інформації є зміст, що відображає протяжність, структурність, співіснування та взаємодію усіх елементів матеріальної системи у просторі й, як наслідок, утворює в свідомості людини простір ідеальних образів цих матеріальних систем. Отже, категорія простору є ключовою категорією відображення змісту інформації у вигляді знань.

Передача, сприйняття та засвоєння змісту інформації відбуваються у часі. Послідовність та взаємопов'язаність дій щодо передачі знань викладачем студентам реалізується у методиках навчання. Знання можуть співіснувати у часі, вони можуть вступати в зв'язок між собою, а можуть обумовлювати одне одного, але все одно їх виклад буде здійснено в певній послідовності за певний період часу. Отже, категорія часу є ключовою категорією процесу передачі знань, тобто переходу від існуючого матеріального об'єкту вивчення до нового матеріального об'єкту на підставі виявлення каузальних зв'язків знань, що реалізується в методах і відповідних методиках навчання.

Сутність та явище як категорії матеріалістичної діалектики, займають особливе місце в концепції причинності, це обумовлюється тим, що процес пізнання дійсності починається саме з вивчення явищ і далі йде до розкриття їх сутності. Під явищем ми розуміємо рухому, зовнішню сторону об'єктивної дійсності, яка безпосередньо дається нашим органам чуття. Об'єктивна дійсність має і внутрішню сторону, недоступну для її прямого сприймання органами чуттів. Ця сторона дійсності називається сутністю, вона виступає як внутрішній, повторюваний і відносно тривкий зв'язок речей і явищ [7, 67, 372, 400, 401].

Матеріальним системам, що являють собою системи управління об'єктами енергосистем, характерна велика кількість елементів і процесів та

ще більша кількість явищ, що супроводжують функціонування цих матеріальних систем. Явища є формою виразу сутності. Сутність ж є внутрішньо природою, внутрішнім способом існування матеріальних систем і явищ дійсності, основне відношення, що існує в матеріальній системі та між системами, внутрішня суперечність - тобто те, що являє собою джерело руху й розвитку матеріальної системи. Тому доцільно процес пізнання під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, а саме перехід від існуючого матеріального об'єкту до ідеального образу заданого матеріального об'єкту за допомогою виявлення каузальних зв'язків знань, побудувати від найбільш характерних явищ до сутностей, що є внутрішньою основою явищ, загальним і повторюваним в них.

При розробленні теоретичних основ розроблення методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу необхідно також враховувати діалектику взаємодії сутності і явища в процесі пізнання, що дозволяє зробити важливий висновок. Сутність і явище виступають як взаємопроникаючі сторони процесу розвитку, де сутність становить основу, а явище — його конкретну реалізацію через перерви поступовості, в цьому плані сфера сутності виступає сферою загального, а сфера явищ — сферою одиничного.

Філософські категорії загальне та одиничне відображають діалектичну єдність і відмінність між речами та явищами дійсності та мають важливе методологічне значення в причинному пізнанні. Під одиничним у філософії розуміють відносну відособленість, дискретність, відокремленість в просторі та часі об'єктів, явищ, подій, з притаманними їм специфічними неповторними особливостями, що складають їх унікальну якісну та кількісну визначеність. Під загальним розуміють закономірну форму взаємозв'язку одиничних речей в складі цілого, тобто єдине в багато чому. Об'єднувальною категорією між одиничним та загальним є особливе, під яким розуміється

міра та спосіб об'єднання загального та одиничного в одному явище [372, 400, 401].

В якості загального під час розроблення методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу виступають системи управління об'єктами енергосистем.

В якості особливого під час розроблення методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу виступає певний фіксований клас, до якого входять різні системи управління об'єктами енергосистем з характерними ознаками. Характер ознаки буде залежати від виду діяльності, а саме експлуатаційної, проектувальної або науково-дослідної. Під одиничним буде розумітися конкретний тип або вид системи управління об'єктом енергосистеми.

Для проектної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем призначення може являти собою ознаку, за якою системи управління тотожні між собою. Системи управління, що вирішують задачі з автоматизації управління нормальною роботою об'єктів енергосистем, входять в певний предметний клас, який називається автоматикою нормальних режимів. Системи управління, що вирішують задачі з автоматизації протиаварійного управління об'єктів енергосистем, відносяться до класу, що називається протиаварійною автоматикою. Системи управління, що вирішують задачі з автоматизації захисту об'єктів енергосистем від аварійних та аномальних режимів, належать до класу релейного захисту.

Для експлуатаційної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем схожість між собою систем управління об'єктами енергосистем може проявлятися через елементні бази.

Для науково-дослідної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем тотожність систем управління об'єктами енергосистем може проявлятися через спрямованість науково-дослідних робіт. Науково-дослідні

роботи можуть здійснюватися під час експлуатаційної, проектної та наукової діяльності.

Загалом предметні класи в межах кожного виду діяльності можуть змінюватися в залежності від конкретних умов та задач.

Таким чином, діалектичний перехід від існуючих систем управління об'єктами енергосистем до їх ідеальних образів на підставі виявлення каузальних зв'язків знань повинен відбуватися через вивчення одиничних систем управління до виявлення в них особливого, а потім до відкриття загального, закономірного. І вже перехід від існуючих ідеальних образів до нових здійснювати не для кожної системи управління об'єктом енергосистеми окремо, що в умовах обмеженого аудиторного навчального часу практично не можливо, а для виділених фіксованих класів систем управління об'єктами енергосистем.

Для розроблення теоретичних основ розроблення методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу важливе значення має врахування категорій змісту та форми. У філософії під змістом розуміють все, що міститься в системі, а саме всі складові елементи, відношення, зв'язки, процеси, властивості, суперечності та тенденції розвитку, дії, послідовності дії, параметри тощо. У свою чергу форма є спосіб існування та вираження змісту, що відображає внутрішню та зовнішню організацію системи. Зміст та форма не розривні в тому сенсі, що не має жодної системи, у котрій не було б змісту та форми. Взаємозв'язок змісту та форми визначається через визначальну роль змісту, зі зміною змісту змінюється і форма [6, 7, 67, 372, 400, 401].

Отже, важливою задачею є вибір форми подання змісту професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, тобто його структури. Традиційно систему знань та умінь змісту навчальних дисциплін професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем представляють у формі дерев,

кластерів, площин та просторів, ланцюгів, таблиць тощо [415]. Існуюча традиційна форма подання матеріалу не сприяє успішному формуванню професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, а, отже, має місце не відповідність форми та змісту. Вирішення конфлікту форми та змісту можливе у разі використання нової форми, адекватної змісту професійної діяльності.

Згідно з проведеного аналізу професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем в п.1.1 встановлено, що зміст професійної діяльності пов'язаний з встановленням каузальних зв'язків побудови та функціонування систем управління об'єктами енергосистем, а, отже, зміст навчання повинен бути представлений каузальними відношеннями. Зміст каузальних відношень доцільно представляти у формі ланцюгів, що відображають розгортання процесів та явищ у часі, впорядкованість змісту професійних дій та етапів діяльності [415]. Про доцільність використання каузальних ланцюгів як основи розроблення послідовностей викладання навчального матеріалу інженерних дисциплін наголошується і в роботі [206].

Можливими видами каузальних ланцюгів знань у процесі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу можуть бути [206]:

- 1) лінійні каузальні ланцюги,
- 2) розгалужені каузальні ланцюги,
- 3) каузальні ланцюги зі зворотнім зв'язком.

Таким чином, перехід від існуючих систем управління до заданих систем управління об'єктами енергосистем може бути здійснений у формі каузальних ланцюгів, що відображають відношення між різними підсистемами знань. До основних підсистем знань відносяться: призначення та використання технічної системи; структура, склад, побудова та конструкція технічної системи, принципи й механізми дії та функціонування технічної системи, властивості, параметри та характеристики технічної

системи [206]. Через те що більшість систем управління об'єктами енергосистем мають ієрархічно розвинену структуру, де каузальні ланцюги будуть утворювати комплекси, то їх доцільно представляти у вигляді каузальних моделей. Необхідно враховувати також, що зміст професійних дій суттєво різняться в залежності від виду діяльності, тому слід використовувати каузальні моделі, що будуть відображати зміст проектної, експлуатаційної та науково-дослідної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Створення та експлуатація систем управління об'єктами енергосистем та організація відповідних робіт може бути представлено як процес розв'язання професійних задач, що вимагає застосування певних методів дії. Під методом розуміють сукупність прийомів та операцій практичного і теоретичного освоєння дійсності, розв'язання проблем на основі певних принципів пізнання та дії [400, 402]. Вочевидь, що методи дій будуть відображати каузальні відношення і можуть бути представлені у вигляді ланцюгів.

Отже, для реалізації діалектичного переходу між елементами каузальної моделі вирішення професійних задач, що наведена на рис. 2.3, зміст навчального матеріалу майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинен бути представлений:

- системою каузальних моделей змісту, що відображають зміст проектування, експлуатації, науково-дослідних, техніко-економічних та правових робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем та зміст управління проектною, експлуатаційною та науково-дослідною діяльністю майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем;

- системою методів каузальних відношень розв'язання професійних задач, що пов'язані зі створенням та експлуатацією систем управління об'єктами енергосистем та відповідною організацією робіт.

Розвиваючи та удосконалюючи матеріальні об'єкти ми розвиваємо та удосконалюємо наші знання, уміння та професійно важливі якості. Фундаментальні закони діалектики, а саме закон єдності і боротьби протилежностей, закон взаємного переходу кількісних змін в якісні та закон заперечення заперечення, характеризують та описують детермінований розвиток як матеріальних, так і ідеальних об'єктів.

Відповідь на питання про джерело розвитку матеріальних та ідеальних об'єктів діалектика знаходить в законі єдності й боротьби протилежностей. Центральним поняттям цього закону є поняття суперечності, під яким розуміють взаємодію протилежних, взаємовиключних сторін і тенденцій предметів та явищ, які разом з тим знаходяться у внутрішній єдності та взаємопроникненні, виступаючи джерелом саморуху та розвитку [6,7, 400].

Основною метою професійної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем є вирішення стандартних та творчих задач з проектування, експлуатації та науково-дослідної діяльності щодо систем управління об'єктами енергосистем. Для основних видів діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем характерною творчою професійною задачею є поліпшення параметрів систем управління об'єктами енергосистем.

Рішення будь-якої творчої задачі починається з аналізу проблеми, вивчення проблемної ситуації. Результатом цього аналізу є постановка і формулювання завдання, яке потрібно вирішувати. Вивчення проблемної ситуації – це, перш за все, виявлення суперечностей, тільки після цього можливе формулювання певного завдання. Суперечностей в будь-якій технічній системі багато, вони можуть проявлятися достатньо своєрідно, різноманітність їх проявів та форм буде залежати від характеру професійної діяльності.

Професійна діяльність інженерів з автоматизації енергосистем пов'язана з розвитком систем управління об'єктами енергосистем, яким

характерні зовнішні та внутрішні суперечності. Внутрішні суперечності – це такі, що знаходяться всередині самої системи управління, тобто суперечності, що виникають між параметрами й характеристиками та побудовою і принципом функціонування технічної системи. Зовнішні суперечності – це суперечності, що виникають між даною системою управління та іншими системами, наприклад, технічними потребами енергетики та можливостями існуючих систем управління об'єктами енергосистем. Виявлення внутрішньої суперечності під час проектування систем управління об'єктами енергосистем може зводитися до того, що поліпшення одного параметру призводить до погіршення іншого параметру. Наприклад, для експлуатаційної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем зовнішня суперечність може виявлятися через невідповідність параметрів та характеристик систем управління об'єктами енергосистем потребам експлуатації. Науково-дослідна робота щодо систем управління об'єктами енергосистем може розпочинатися з виявлення зовнішніх суперечностей, що пов'язані з невідповідністю існуючих систем управління об'єктами енергосистем сучасними досягненнями науки й техніки та перспективам подальшого їх розвитку.

Загалом для всіх видів діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем поява творчих задач розпочинається з подолання зовнішніх суперечностей, після чого стикається з внутрішніми суперечностями систем управління об'єктами енергосистем.

Отже, розуміння зовнішніх та внутрішніх суперечностей як визначальних причин у розвитку систем управління об'єктами енергосистем, має принципове значення для розроблення методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу під час вирішення творчих задач. Діалектичний перехід від існуючих матеріальних об'єктів до їх ідеальних образів за допомогою виявлення каузальних зв'язків знань повинен

будуватися на підставі аналізу проблеми з виявленням суперечностей, що призведе до формування знань про матеріальний об'єкт в контексті задачі.

Для того, щоб бути джерелом розвитку суперечності повинні вирішуватися [7]. Результатом вирішення суперечності є створення технічної системи, що являє собою синтез нового технічного рішення та елементів попередніх рішень у новому цілому [421].

Результатом вирішення суперечностей, що характерні проектній, експлуатаційній та науково-дослідній діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, є, в першу чергу, формування ідеального образу нової системи управління об'єктом енергосистеми. А, отже, діалектичний перехід від ідеального образу існуючої системи управління до ідеального образу заданої системи управління об'єктом енергосистеми за допомогою виявлення каузальних зв'язків знань повинен будуватися на підставі синтезу нового технічного рішення та елементів попередніх рішень.

Відповідь на питання про механізм розвитку дає закон взаємного переходу кількісних та якісних змін. Цей закон виражає таку взаємозалежність характеристик матеріальної системи, при якій кількісні зміни на певному етапі призводять до якісних змін, тобто відбувається перехід однієї якості в іншу на основі кількісних змін. Під якостями розуміють систему найважливіших, необхідних властивостей предмета, кількість же виражає взаємовідношення предметів, їх частин, властивостей та зв'язків. Якість та кількість діалектично пов'язані в мірі, яка вказує на межу, за якою зміна кількості тягне за собою зміну якості об'єкта та навпаки. Цей закон зобов'язує вивчати об'єкт як з якісної, так і з кількісної сторін в їх єдності, з тим, щоб кількісні характеристики не затьмарювали якісні визначеності закономірностей [7, 372, 400].

Результатом вирішення творчої задачі майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем є отримання якісно нової системи управління об'єктом енергосистеми. Для того, щоб домогтися якісної зміни матеріальної

системи необхідна ціла сукупність кількісних змін, які виступають необхідною умовою появи якісного стану. До кількісної сторони системи управління об'єктом енергосистеми для експлуатаційної, проектувальної та науково-дослідної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем відноситься зміна інформаційного змісту, принципу функціонування, структури або складу елементів системи управління. До якісної сторони системи управління об'єктом енергосистеми відноситься її система параметрів та характеристик.

У процесі розроблення методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу перехід від ідеального образу існуючого матеріального об'єкту до ідеального образу нового об'єкту при вирішенні творчої задачі повинен являти собою взаємодією кількісних та якісних змін, що відбуваються через ряд проміжних етапів. На етапі кількісних змін цей перехід повинен виступати, як щось поступове, на етапі якісних, як стрибок. Стрибок виступає як вирішення суперечностей, що виникли на попередньому етапі. Початок стрибка від існуючого ідеального образу до нового повинен характеризуватися змінами в якості системи управління об'єктом енергосистеми, що виявляються через додавання або зменшення структурних та інформаційних компонентів системи. Завершенням стрибка є створення ідеального образу якісно нової системи управління об'єктом енергосистеми з поліпшеними параметрами та характеристиками.

Відповідь на питання про спрямованість, форму та результат розвитку дає закон заперечення заперечення. Згідно з цього закону без заперечення старого неможливе народження та створення нового, а, отже, неможливий процес розвитку. Головну роль в розкритті змісту цього закону відіграє поняття діалектичного заперечення, під яким розуміється таке творче заперечення, в якому старе не відкидається і знищується, а утримується зі збереженням позитивних сторін у новій якості. Таке «утримання», що зв'язує заперечення та наступність у розвитку, є важливою рисою діалектики

заперечення. Закон буде діяти в тому випадку, коли предмет двічі буде зазнавати перетворення за типом заперечення-зняття, що призведе до заперечення-синтезу, що передбачає ще більшу акумуляцію всього позитивного в попередньому розвитку. В результаті дії заперечення-зняття виникає більш досконалий предмет з новими якостями [7, 67, 372, 400].

У процесі розроблення методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу заперечення-синтез повинно слугувати основою каузального зв'язку між ідеальним образом існуючого матеріального об'єкту та ідеальним образом нового об'єкту під час вирішення творчих професійних задач.

Для управлінської діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем також характерне виявлення та вирішення суперечностей, що можуть виникнути під час виконання проектних, експлуатаційних та науково-дослідних робіт. Тому зміст законів діалектики повинен бути відображений в методичній системі професійної підготовки на основі каузального підходу і при побудові діалектичного переходу на підставі виявлення каузальних зв'язків знань для вирішення творчих управлінських задач.

Таким чином, згідно з основних законів діалектики у процесі розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу перехід від існуючого матеріального об'єкту з наявною творчою задачею до його ідеального образу повинен відображати виявлення суперечностей на підставі аналізу проблемної ситуації, а перехід від ідеального образу існуючого матеріального об'єкту до ідеального образу нового матеріального об'єкту з вирішеною задачею повинен відображати перехід кількісних змін в якісні та заперечення-синтез на підставі аналізу та синтезу рішення проблемної ситуації (рис. 2.4).

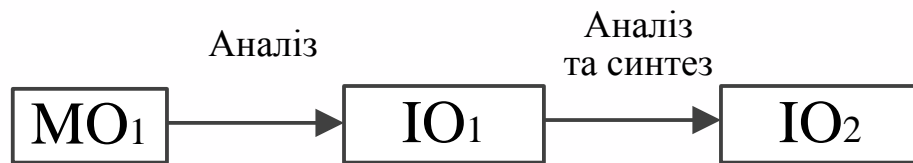


Рис. 2.4. Діалектика моделі вирішення професійних задач у процесі підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу

Слід зазначити, що при вирішенні стандартних професійних задач майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем, перехід від існуючого матеріального об'єкту до його ідеального образу здійснюється на підставі аналізу завдання, а перехід від ідеального образу існуючого матеріального об'єкту до ідеального образу заданого матеріального об'єкту на підставі аналізу та синтезу рішення щодо поставленого завдання. Тому діалектика моделі вирішення професійних задач, що наведена на рис. 2.4, буде справедлива як для стандартної, так і творчої професійної задачі майбутнього інженера з автоматизації енергосистем і повинна знайти своє відображення при розробленні методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу.

2.2. Загальнонаукові засади розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу

Важливе місце в науковому пізнанні займає системний підхід, який представляє собою напрямок методології, в основі якого лежить дослідження об'єктів як систем. Методологічна специфіка системного підходу полягає в тому, що він орієнтує дослідника на розкриття цілісності об'єкта через виявлення різних типів зв'язків та відношень між елементами об'єкта та зведення їх в єдину теоретичну картину [47, 390, 400].

Положення щодо застосування системного підходу в педагогіці викладені в роботах С. Архангельського, Ю. Бабанського, В. Безпалька, Х. Броди, Б. Гершунського, Е. Гусинського, В. Загвязинського, Т. Ільїної, В. Краєвського, А. Кузнецової, В. Кузьміна, В. Лугового, М. Прокоф'євої, З. Решетової, О. Слюсаренко, А. Субето, А. Уймова, Е. Юдіна [23, 28, 42, 57, 91, 104, 135, 161, 194, 200, 201, 221, 310, 375, 390, 405, 441].

Згідно з позицій системного підходу будь-яка методична система навчання повинна досліджуватися як цілісний об'єкт. В роботах [269, 398, 432] проведений ґрунтовний аналіз існуючих визначень поняття «методична система навчання», з якого можна бачити, що більшість науковців поділяють думку щодо визначення методичної системи навчання як структури, елементами якої є цілі, зміст, методи, форми та засоби навчання.

Для оптимального вибору елементів методичної системи, процес навчання і всі його компоненти слід розглядати у закономірних каузальних зв'язках. Виходячи з цього усі елементи методичної системи взаємопов'язані між собою, при чому провідним компонентом методичної системи є цілі навчання, у свою чергу зміст навчання закономірно залежить від цілей, а методи, форми й засоби навчання обумовлюються як цілями, так і змістом навчання [30, 78].

З урахуванням зазначеного вище в якості основи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на засадах каузального підходу повинна виступати методична система з наступною структурою (рис. 2.5)

Згідно з позиціями системного підходу така методична система навчання володіє властивостями цілісності та інтегративності, при цьому цілі навчання відіграють системотвірну функцію. Цілісність дозволяє розглядати методичну систему навчання як цілісне утворення, що складається з окремих елементів, інтегративність визначає такі властивості,

які притаманні тільки цілісній системі та не виявляються в окремих елементах [424].

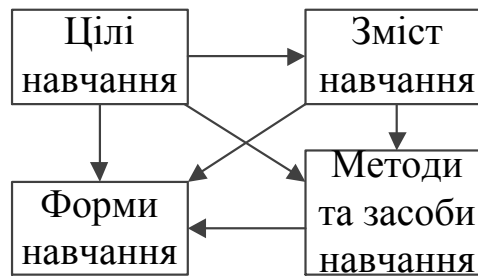


Рис. 2.5. Структура методичної системи як основа професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на засадах каузального підходу

Окреслимо зміст кожного елемента методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу з урахуванням системотворчих та функціональних зв'язків як в середині самого елемента, так і між елементами.

Як відомо, під цілями навчання розуміються очікувані кінцеві результати освітньої діяльності. Процес навчання повинен забезпечувати реалізацію трьох основних груп цілей, а саме навчальних, розвивальних та виховних [98].

Навчальні цілі методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинні визначати обсяг та рівень засвоєння студентами наукових знань, формування професійних умінь та навичок.

Розвивальні цілі методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинні обумовлювати розвиток когнітивних, мотиваційно-цільових, емоційно-вольових та комунікативно-організаторських професійно важливих якостей.

Виховні цілі методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинні визначати розвиток загальнолюдських якостей, а саме світоглядної позиції, етичності, духовності та моральності .

З урахуванням визначення цілі в методичній системі повинна бути поставлена діагностично, тобто настільки точно і виразно, щоб можна було однозначно зробити висновок про ступінь її реалізації та побудувати цілком визначений дидактичний процес, що гарантує її досягнення за заданий час [44].

В роботі І. Малафіїка зазначається, що: «Діагностичність означає цілком певний, однозначний опис цілі, способів її виявлення, вимірювання й оцінки. Якщо вимога діагностичності у формулюванні цілей навчання не буде дотримана, елемент методичної системи “цілі навчання” не буде відігравати ролі системотвірного чинника для даної системи, а отже, під сумнівом буде і функціонування самої системи. Діагностичність цілей навчання вимагає такого їх опису, який би передбачав їх однозначну діагностику. Цю вимогу можна задовольнити, зазначивши конкретний рівень ієрархії. Ієрархічність цілей навчання підкреслює, що поняття “цілі навчання” – відносне, оскільки воно залежить від того, на якому часовому проміжку розгортається діяльність її реалізації» [227, С.137].

Отже, важливою характеристикою цілей методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинна бути їх діагностичність та ієрархічність і в залежності від рівня ієрархії одна і та ж сама цілі буде формулюватися по різному.

Для повного і диференційованого опису цілей, а також для забезпечення діагностичності вони з самого початку повинні формулюватися мовою тих задач та завдань, для вирішення яких необхідно засвоїти певні знання, уміння та навички [368].

Формулювання педагогічних цілей відповідає на питання: «Для чого вчити, які завдання повинен вміти вирішувати студент за допомогою отриманих знань, умінь, навичок?». Відправною точкою для побудови системи педагогічних цілей стосовно вищої освіти служить модель фахівця [18]. В основі її змісту лежить, як правило, кваліфікаційна характеристика, в якій фіксується система вимог до працівника, що займає дану посаду в системі виробничої діяльності [380]. Модель фахівця являє собою набір кінцевих цілей вищої освіти, які завжди мають комплексний характер. Модель фахівця стає інструментом рішення психолого-педагогічних завдань, коли на її основі будується модель підготовки майбутнього фахівця, в якій здійснюється проекція вимог до фахівця на вимоги до організації навчального процесу, до змісту навчальних планів, програм, до методів навчання і т. п [368].

В контексті компетентнісного підходу очікуваними результатами навчання є формування професійних компетентностей, які визначають здатність особи успішно здійснювати професійну діяльність [306]. Згідно з визначеною в п.1.1. моделлю діяльності інженера з автоматизації енергосистем бачимо, що здійснення професійної діяльності в межах компетентностей передбачає вирішення професійних задач щодо систем управління об'єктами енергосистем.

Таким чином, кінцеві цілі методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинні представляти систему професійних компетентностей і складатися з проміжних цілей щодо вирішення професійних задач в межах відповідних компетентностей.

Вчений В. Беспалько запропонував якісну шкалу для оцінки рівня засвоєння знань і умінь, як здатності вирішувати різні задачі. В залежності від того, який вид діяльності цілі навчання можуть забезпечити автор виділяє: 1) діяльність з впізнавання інформації; 2) діяльність з відтворення

інформації; 3) продуктивна діяльність не за повністю готовим алгоритмом, а за частково створеним в процесі виконання самої дії; 4) продуктивна діяльність на основі самостійно побудованого алгоритму (творча діяльність) [44]. При цьому цілі професійної підготовки майбутніх фахівців повинні забезпечувати формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей на всіх чотирьох рівнях засвоєння, що визначені В. Беспалько.

Зміст навчання у свою чергу повинен давати конкретну відповідь на питання: «Чому вчити?», він безпосередньо залежить від цілей навчання. Під змістом навчання розуміється чітка система наукових знань, умінь та навичок, відібраних для вивчення в певній предметній галузі [27, 296].

Зміст навчання необхідно розглядати як цілісну систему [214], проблема змісту навчання порушує проблеми формування системного знання, міжпредметних зв'язків у навчанні та інтеграції знань [190]. Зокрема проблема міжпредметних зв'язків та інтеграції знань розглядається в роботах Т. Архіпової, І. Богданова, І. Зверєва, В. Круглика, П. Кулагіна, Н. Лошкаревої, В. Максимової, О. Музальова, Є. Надеждіна, В. Осадчого, Н. Падуна, О. Смирнової, Г. Федорця, В. Федорова [24, 49, 50, 140, 197, 203, 219, 226, 216, 241, 243, 271, 369, 370, 395, 396]. В свою чергу питанням формування системності знань присвячені роботи Л. Зоріної, В. Краєвського, Т. Круковської, В. Кузьміна, І. Лернера, З. Решетової, М. Скаткіна [150-152, 194, 199, 201, 216, 244, 253, 364, 405].

Системність знань є принципіальною основою побудови змісту навчання [216]. Дослідник Я. Зоріна визначає системність, як якість деякої сукупності знань, що характеризує наявність у свідомості студента структурно-функціональних (змістовно-логічних) зв'язків між окремими елементами знань [150, 152].

Отже, з урахуванням вимоги системності знань зміст методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинен мати структурований

та цілісний характер, розкривати ієрархічну структуру та системно - інваріантні зв'язки між елементами знання.

Важливішою умовою розроблення змісту методичної системи професійної підготовки, що володіє властивостями системності, є логічний аналіз самого предметного знання. За досить різноманітними варіантами, що відкриваються на поверхні явищ, часто стоять деякі, що породжують їх інваріанти. Виділення такого фундаментального інваріантного знання за допомогою системно-структурного аналізу дозволяє різко скоротити обсяг що підлягає засвоєнню матеріалу. Будучи відпрацьовано і засвоєно на кількох приватних явищах, фундаментальне знання дозволяє вивести всі інші окремі випадки прояви інваріантів за допомогою простих логічних процедур. Засновані на знанні інваріантів узагальнені види діяльності забезпечують фахівцеві можливість вирішення величезної кількості конкретних професійних задач [368].

Як зазначалося раніше, кінцевими цілями професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем є формування системи професійних компетентностей, що передбачає, перш за все, здатність вирішувати професійні задачі. В п. 1.1 було зазначено, що передумовою успішного виконання різних професійних задач інженерами з автоматизації енергосистем є встановлення каузальних зв'язків побудови чи функціонування систем управління об'єктами енергосистем. З огляду на це фундаментальне знання слід побудувати на базі каузальних ланцюгів знань, де в якості елементів ланцюга будуть виступати такі підсистеми знань [206]:

- 1) R – призначення системи управління об'єктом енергосистеми;
- 2) S – структура та побудова системи управління об'єктом енергосистеми;
- 3) D – принципи дії та функціонування системи управління об'єктом енергосистеми;

4) Н – параметри та характеристики системи управління об'єктом енергосистеми.

Фундаментальним інваріантним каузальним ланцюгом знань можуть виступати [206]: лінійні каузальні ланцюги знань (рис. 2.6)

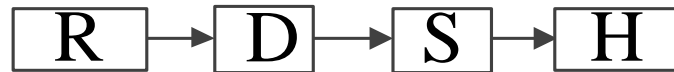


Рис. 2.6. Лінійний каузальний ланцюг знань

та ланцюги зі зворотнім зв'язком (рис. 2.7).

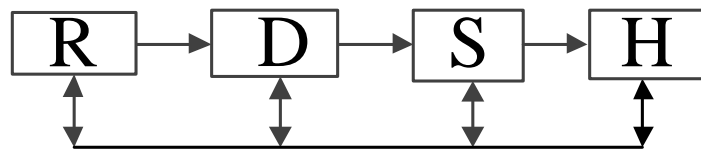


Рис. 2.7. Каузальний ланцюг знань зі зворотнім зв'язком

В залежності від дидактичних цілей кожна підсистема знань у різних відношеннях може бути й причиною й наслідком в ланцюзі знань, а, отже, можливі варіації представлених ланцюгів.

Таким чином, зміст навчання під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинен виступати каузальним змістом формування професійних компетентностей щодо вирішення професійних задач на базі фундаментального інваріантного каузального ланцюга знань.

Наступними елементами методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу виступають методи та засоби навчання. У загальному трактуванні під методами навчання розуміють впорядковані способи взаємопов'язаної діяльності викладачів і студентів, що спрямовані на реалізацію цілей та змісту навчання [10, 135, 262, 315].

Ключовою ознакою методу навчання є спосіб і форма руху змісту навчального матеріалу за правилами індуктивної та дедуктивної логіки його розгортання [130], а, отже, методи навчання являють собою специфічну форму руху змісту матеріалу, що вивчається, від його джерела до споживача [52].

Перш за все, дидактичними цілями навчання майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем є формування професійних компетентностей, що пов'язано з процесом оволодіння майбутніми фахівцями способами виконання професійних видів робіт. Форма руху змісту навчального матеріалу під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинна відповідати формі руху змісту виконання професійних видів робіт. Виконання професійних видів робіт передбачає певну каузальну послідовність вирішення конкретних професійних задач (рис. 2.8).

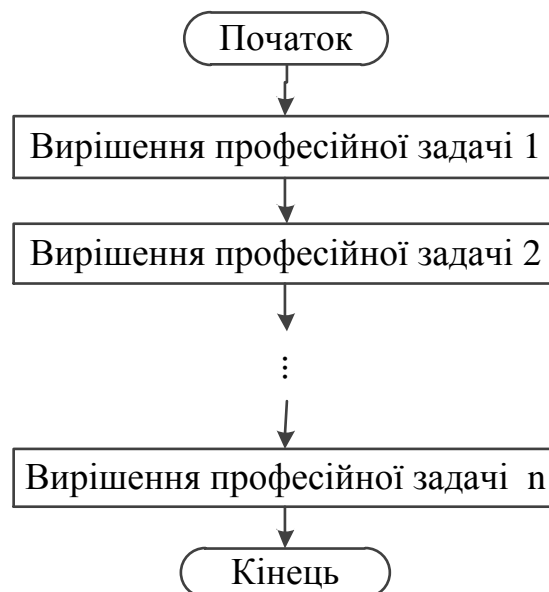


Рис. 2.8. Узагальнений алгоритм процесу виконання професійних видів робіт майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем

Таким чином, методи навчання під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального

підходу повинні виступати методами каузального формування професійних компетентностей та відображати процес виконання професійних видів робіт, що складаються з каузальних ланцюгів дій щодо вирішення професійних задач на базі фундаментального інваріантного каузального ланцюга знань. В такому разі узагальнений вид моделі методу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинен мати вигляд, що наведений на рис. 2.9.



Рис. 2.9. Узагальнений вид моделі методу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Реалізація методів каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем передбачає використання системи традиційних методів навчання.

З позицій системного підходу визначимо та обґрунтуємо сукупність методів навчання, що повинні бути покладені в основу методів каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Питаннями розроблення методів навчання займалися Ю. Бабанський, С. Батишев, О. Долженко, І. Левіна, І. Лернер, М. Махмутов, В. Моляко, В. Паламарчук, А. Панфілова, А. Ревенков, Г. Саранцев, М. Скаткин, А. Хуторський [28, 119, 141, 212, 217, 232, 272, 274, 315, 322, 355, 364, 412]. В педагогіці єдиної класифікації методів навчання не існує, зазвичай використовують низьку наявних класифікацій, здійснених на основі різних засад: за джерелом знань, за відповідним етапом навчання, за способом керівництва навчальною діяльністю, за логікою навчального процесу, за дидактичними цілями, за характером пізнавальної діяльності [262]. Залежно від характеру дидактичних цілей виділяють методи придбання знань; методи формування умінь і навичок; методи формування творчої діяльності; методи контролю знань, умінь і навичок [279]. Вчений Ю. Бабанський на засадах дидактичних цілей виділяє методи організації навчальної діяльності, методи стимулювання та мотивації навчання, методи контролю та самоконтролю ефективності навчання [23].

У випадку, що розглядається, метод каузального формування професійної компетентності, перш за все, виступає як метод формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей. У свою чергу, зазначений метод повинен базуватися на основі логічних методів навчання, які мають винятково важливу особливість, а саме здатність розкривати логіку руху змісту навчального матеріалу. До методів навчання на основі внутрішнього логічного шляху засвоєння знань, зокрема відносять: індуктивний, дедуктивний, аналітичний та синтетичний методи, а також методи аналогії, виокремлення основного в навчальному матеріалі, виявлення каузальних зв'язків, порівняння, узагальнення, конкретизації, моделювання тощо [414]. Згідно з визначеного змісту методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем провідним методом навчання повинен виступати метод виявлення каузальних зв'язків. Реалізація цього методу, безумовно, повинна будуватися

на основі інших логічних методів, використання яких передбачає застосування репродуктивних та продуктивних методів (за характером пізнавальної діяльності), а також словесних і наочних методів (за джерелом знань).

Отже, метод каузального формування професійної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем являє собою поняття багатоаспектне, що поєднує кілька умовно виділених з класифікації методів навчання. Домінування того чи іншого методу в певній ситуації, визначається провідним дидактичним завданням, поставленими педагогом на конкретному етапі навчання, але, в будь-якому разі, в основі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на засадах каузального підходу повинен лежати метод виявлення каузальних зв'язків.

Як бачимо, методи навчання на основі внутрішнього логічного шляху базуються на таких загальнонаукових методах пізнання, як аналіз, синтез, узагальнення, абстрагування, індукція, дедукція, аналогія, конкретизація, порівняння, моделювання тощо [363, 372].

Про доцільність використання методів наукового пізнання з метою формування системного мислення зазначається в роботі [150].

Визначимо методи навчання на основі внутрішнього логічного шляху засвоєння знань, які повинні бути покладені в основу методів каузального формування професійних компетентностей, через виявлення загальнонаукових методів пізнання, що залучені під час виконання професійних задач інженерами з автоматизації енергосистем.

З проведеного дослідження в п. 2.1 бачимо, що професійна діяльність інженерів з автоматизації енергосистем передбачає наявність аналітичного та синтетичного знання про системи управління об'єктами енергосистем, процедури аналізу та синтезу є невід'ємними органічними складовими процесу вирішення професійних задач майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем.

Як відомо, аналіз – це прийом мислення, що пов'язаний з розкладанням предмета, що вивчається, на складові частини з метою його всебічного вивчення. Синтез – це прийом мислення, що пов'язаний з об'єднанням раніше виділених аналізом частин предмета в єдине ціле. Мислення людини влаштовано таким чином, що аналіз і синтез в ньому нерозривно пов'язані й взаємодіють один з одним, тому і говорять про єдність аналізу і синтезу. Структурна єдність аналізу та синтезу полягає в тому, що один здійснюється за допомогою іншого [7, 67, 372, 400].

Під час виконання професійних задач в межах експлуатаційної та науково-дослідної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем може виникнути необхідність дослідження статичних характеристик систем управління, що можливо шляхом виділення в них підсистем і елементів різного рівня та зв'язків між ними, отже, має місце структурний аналіз. Протилежною процедурою буде слугувати структурний синтез, який включає розроблення елементів структури, відносин і зв'язків між ними, характеристик елементів і зв'язків, що забезпечують оптимальні або раціональні значення узагальнених показників системи управління об'єктом енергосистеми. Процедура структурного синтезу характерна під час виконання професійних задач проектного, експлуатаційного та науково-дослідного характеру.

Найчастіше з аналізом структури системи управління об'єктами енергосистем під час експлуатаційної та науково-дослідної діяльності майбутніх інженерів одночасно здійснюється й аналіз її принципу функціонування, тобто функціональний аналіз. Функціональний синтез, так само як і аналіз, здійснюється одночасно з процедурою структурного синтезу системи управління в межах виконання експлуатаційних, проектних, науково-дослідних задач майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем.

В контексті аналізу й синтезу структури та принципу функціонування системи управління об'єктами енергосистем під час виконання професійних задач відбувається аналіз та синтез інформаційних процесів, що протікають в системі управління об'єктом енергосистеми. Узагальнення результатів вище розглянутих видів аналізу й синтезу, що виконуються задля оцінки ефективності системи управління об'єктом енергосистеми на основі визначення кількісних значень її показників, можливе за допомогою параметричного аналізу й синтезу.

Отже, під час професійної діяльності інженер з автоматизації енергосистем систем стикається з задачами, що пов'язані з проведенням структурного, функціонального, інформаційного та параметричного аналізу та синтезу систем управління об'єктами енергосистем, при чому процедура аналізу більш характерна при ознайомленні з системами управління, а синтезу – при безпосередньо розв'язанні професійних задач щодо систем управління об'єктами енергосистем. Виходячи з цього аналітичні й синтетичні методи навчання повинні бути покладені в основу методів каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Одним з найбільш поширених і простих методів пізнання загальних теоретичних положень є метод узагальнень, тобто дослідження таких зв'язків, властивостей і відносин предметів і явищ, які характеризують не один якийсь предмет або процес, а цілий клас однорідних у даному відношенні фактів. Операція узагальнення відбувається як перехід від приватного або менш загального поняття до більш загального поняття [67, 372, 400].

Під час професійної діяльності майбутній інженер з автоматизації енергосистем стикається з великою кількістю різних типів і видів систем управління об'єктами енергосистем, що вимагає певного їх узагальнення з метою об'єднання в предметні класи. Процедура узагальнення реалізується

переважно через аналіз співвідношення одиничного, особливого і загального, а, отже, згідно з дослідженнями проведеними в п. 2.1 повинна враховуватися в методах каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Ще одною пізнавальною операцією, що лежить в основі суджень про подібність і відмінність об'єктів є порівняння. За допомогою порівняння виявляють кількісні та якісні характеристики об'єктів, що дозволяє класифікувати, впорядковувати та оцінювати їх [400].

Під час проектної, експлуатаційної та науково-дослідної діяльності майбутній інженер у весь час стикається з необхідністю порівняння систем управління об'єктами енергосистем між собою, перш за все, в межах певного предметного класу. Процедура порівняння більш характерна на стадії ознайомлення з системою управління, тому, без сумніву, порівняння як метод навчання, повинен бути відображений в методах каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Під час пізнання будь-чого аналогія з простим дозволяє зрозуміти складніше, нове найпростіше може бути зрозуміле через образи та поняття старого відомого. Аналогія дає можливість отриману інформацію при дослідженні одного предмета переносити на інший предмет, тотожній з першим за певною сукупністю ознак. Отже, розумова операція аналогія дозволяє зробити висновок про подібність двох предметів або явищ за будь-якою ознакою, на підставі встановленої їх подібності в інших ознаках [7, 67, 372, 400].

Аналогія може виявлятися під час проектування, експлуатації, науково-дослідної та управлінської роботи щодо систем управління об'єктами енергосистем, як в межах заданих предметних класів, так і між цими класами. Отже, цей метод пізнання, що може реалізовуватися як під час ознайомлення з системою управління, так і при розв'язанні професійної

задачі систем управління об'єктами енергосистем, повинен бути врахований як метод навчання в методах каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Пізнавальними операціями, що знаходяться в нерозривному зв'язку між собою є абстрагування та конкретизація. Абстрагування – це процес мисленого виділення в досліджуваному об'єкті конкретних ознак, властивостей, відношень відповідно до цілей дослідження. В результаті абстрагування з розгляду можуть бути виключені деякі властивості, ознаки об'єктів, які не є суттєвими для даного дослідження. Операція абстрагування є основою для формування ідеальних образів дійсності, а отже є важливою для здійснення процесу пізнання. Здатність людського мислення абстрагуватися від цілісного сприйняття є передумовою формування конкретного знання про істотні зв'язки, стосунки та сторони досліджуваного предмета [372, 400].

Зміст ознайомлення з системою управління об'єктом енергосистеми буде залежати від поставленої задачі в межах експлуатаційної, проектної або науково-дослідної діяльності, а, отже, в кожному випадку буде здійснена операція абстрагування з виділенням суттєвого та конкретного для того чи іншого виду діяльності. Так, для експлуатаційної діяльності, перш за все, важливі знання про принцип функціонування та структуру системи управління, для проектної діяльності про призначення та вимоги щодо системи управління, для науково-дослідної про параметри системи управління об'єктом енергосистеми.

Отже, такі методи пізнання як абстрагування та конкретизація повинні бути відображені в методах каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем як методи навчання, що покладені в основу засвоєння знань та умінь щодо систем управління об'єктами енергосистем.

В процесі пізнання часто доводиться спираючись на вже наявні знання робити висновки щодо невідомого. Перехід від відомого до невідомого здійснюється за допомогою таких логічних операцій як індукція та дедукція. В роботі [67] зазначено, що Ф. Енгельс у свій час писав, що індукція та дедукція пов'язані між собою таким же необхідним чином, як синтез та аналіз.

Дедукція та індукція тільки тоді дають достеменні результати, коли застосовуються спільно і доповнюють одна одну на різних етапах дослідження. Індукція передбачає просування від знання приватного, одиничного, конкретного до знання загального. Індукція як вид узагальнення, пов'язана з вивченням предметів, що дозволяє виявити загальне та повторюване в їхньому призначенні, структурі, принципі функціонуванні, властивостях, характеристиках тощо. На цій основі будується умовивід щодо повторюваних в одиничних предметах ознак, судження про предметний клас, що включає данні предмети. Дедукція, у свою чергу передбачає просування від знання загального до знання приватного. Передумовою операції дедукція є загальне судження, що може бути отримане в результаті індуктивного судження або гіпотетичного припущення [7, 67, 400].

Під час вирішення професійних задач інженерами з автоматизації енергосистем на стадії ознайомлення з системою управління об'єктом енергосистеми переважно буде залучена така розумова операція, як індукція, а вже на стадії безпосередньо розв'язання професійної задачі буде домінувати дедукція. При вирішенні стандартних задач інженерами з автоматизації енергосистем дедукція розширює наше знання, доповнюючи індукцію. При вирішенні нестандартних, а саме творчих, задач інженерами з автоматизації енергосистем дедукція є відправною точкою зародження нового знання.

Таким чином, в методах каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

важливою задачею є врахування таких методів пізнання, як індукція та дедукція.

Ефективність пізнавальної діяльності людини може бути збільшена шляхом заміщення об'єкта пізнання іншим об'єктом, який має певні переваги і називається моделлю. В процесі пізнання моделі виконують дві основні функції, а саме слугують джерелом інформації про об'єкт пізнання та є засобом фіксації знань [363].

Нерідко вирішення професійних задач інженерами з автоматизації енергосистем орієнтується на дослідження об'єктів, процесів або явищ шляхом побудови і вивчення їх моделей. Моделювання в поєднанні з іншими методами пізнання може виявлятися ефективним способом розв'язання як стандартних, так і творчих задач під час проектування, експлуатації, науково-дослідних та управлінських робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем.

Отже, метод моделювання є невід'ємною складовою науково пізнання і повинен знайти своє відображення в методах каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Ефективність застосування різних методів навчання значною мірою залежить від вдалого вибору засобів навчання, під якими розуміють будь-які засоби, прилади, обладнання та устаткування, що використовуються для передачі інформації в процесі навчання [130]. За складом об'єктів засоби навчання поділяються на дві групи: матеріальні та ідеальні. До матеріальних засобів відносяться: підручники й посібники, таблиці, моделі, макети, засоби наочності, навчально-технічні засоби, навчально-лабораторне обладнання тощо. Ідеальні засоби навчання - це ті засвоєні раніше знання й уміння, які використовує викладач та студент, для засвоєння нових знань, вони, перш за все, пов'язані з логікою міркувань та розумінням матеріалу. До ідеальних

засобів навчання, зокрема, можна віднести мову, схеми, умовні позначення, креслення, діаграми та інше [281].

Питаннями розроблення засобів навчання займалися Г. Атанов, Т. Габай, І. Герніченко, Н. Ерганова, Н. Кононец, З. Решетова, Н. Тализіна, А. Хуторський, Г. Холмська, Л. Фрідман [26, 83, 90, 181, 379, 405, 406, 408, 409, 439].

Застосування тих чи інших засобів навчання нерідко орієнтується на методи, які використовуються у навчанні. Деякі засоби навчання створюються цілеспрямовано для певних методів навчання. Професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем передбачає використання спеціальних методів навчання для формування системи професійних компетентностей, що потребує, у свою чергу, розроблення ідеальних засобів навчання у вигляді каузальних ланцюгів, які будуть відображати кроки методу каузального формування професійної компетентності.

Таким чином, згідно з визначеними дидактичними цілями в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу в якості засобів навчання повинні виступати засоби каузального формування професійних компетентностей.

Реалізація цілей, змісту, методів та засобів навчання здійснюється через форми навчання. Питаннями впровадження різних форм навчання у професійну підготовку займалися О. Анісімов, А. Вербицький, В. Вергасов, С. Батишев, С. Габрусевич, В. Дьяченко, Л. Єрьоміна, В. Комаров, П. Лузан, М. Махмутов, О. Новіков, В. Трайнєв, А. Хуторський, Г. Щедровицький [20, 21, 68, 71, 84, 128, 131, 177, 222, 232, 252, 314, 315, 388, 409, 412, 435].

Найбільш повне визначення форми організації навчання, на нашу думку, дає В. Андреев, під якою розуміє цілісну системну характеристику

процесу навчання з точки зору особливостей взаємодії викладача і студентів, співвідношення управління і самоврядування, особливостей місця і часу навчання, кількості студентів, цілей, засобів, змісту, методів і результатів навчання. Він виділяє зовнішню, внутрішню і загальну форми організації навчання та пропонує тривимірну модель систематики форм організації навчання [12].

Традиційно до зовнішніх організаційних форм навчання, що орієнтовані на особливості передачі навчального матеріалу, у вищій школі відносять: лекції, практичні заняття, лабораторні заняття, самостійну роботу [262, 270, 354].

В основу розділення загальних форм організації навчання покладені особливості взаємодії учасників навчального процесу. Вони діляться на індивідуальні, що передбачає особистісну діяльність студента, групові, що пов'язані з виконанням завдання у групі з декількома студентами, фронтальні, що передбачають керування викладачем навчальною діяльністю всіх студентів, колективні, що представляють собою участь усіх студентів в навчальній діяльності як цілісного колективу, та парні, що передбачають навчальну діяльність двох студентів [130].

Внутрішні форми організації навчання визначаються з точки зору домінуючої цілі навчання [12]. Отже, форми організації професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинні представляти цілісну систему, яка з однієї сторони відображає цілі, зміст, методи та засоби навчання, тобто елементи методичної системи, а з іншої сторони визначає комунікативну взаємодію між викладачем та студентами, а також між самими студентами.

2.3. Психолого-педагогічні засади розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу

Професійна підготовка у вищому навчальному закладі реалізується за допомогою методичної системи навчання. Процес функціонування цієї методичної системи підпорядковується об'єктивним психолого-педагогічним закономірностям навчального процесу і здійснюється на основі певної сукупності законів, закономірностей, принципів та підходів навчання. Розглянемо їх сутність, зміст та характер прояву в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

Значний вклад в дослідження законів навчання внесли такі вчені педагогічної науки, як Ю. Бабанський, В. Безпалько, В. Загвязинський, В. Краєвський, І. Лернер, І. Махмутов, П. Підкасистий, І. Підласий, М. Скаткин, В. Слостенин [28, 44, 135, 193, 217, 232, 280, 292, 295, 364, 367]. Під законом навчання розуміють такий компонент логічної структури педагогічної науки, який відображає об'єктивні, внутрішні, істотні й відносно стійкі зв'язки педагогічних явищ, що в свою чергу сприяє науковому управлінню навчально-виховною діяльністю, передбаченню результатів того чи іншого управлінського рішення, спрямованого на оптимізацію змісту, форм, засобів і методів навчально-виховної діяльності [130].

Розглянемо зміст тих законів, які виділяють багато дослідників [92, 130, 135, 138, 190, 211, 227, 259, 262, 280, 281, 444].

Методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, перш за все, повинна розроблятися з урахуванням *закону соціальної обумовленості цілей, змісту, форм і методів навчання*. Цей закон розкриває об'єктивний процес визначального впливу суспільних відносин, соціального ладу на формування

всіх елементів методичної системи професійної підготовки [29, 92, 130, 135, 138, 211, 262, 281, 444].

Методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинна відображати соціальне замовлення, а саме актуальні потреби суспільства та вимоги щодо кваліфікації майбутнього фахівця. Тобто соціальне замовлення повинно оптимально трансформуватися на рівень цілей, змісту, методів та засобів навчання.

Важливе психолого-педагогічне підґрунтя в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинен мати *закон активності навчання*, сутність якого полягає в тому, що знання не можна дати, їх можна тільки узяти. Згідно з цим законом необхідно таким чином організувати навчальну діяльність та керувати нею, щоб в процесі цієї діяльності студент формувався як особистість, усвідомлював і проявляв себе як активна, самостійна, ініціативна істота, поступово розумів проблеми свого зростання, цілі, потреби, дії, засоби досягнення цілей [92, 135, 138, 211, 227, 262, 444].

Усі елементи методичної системи професійної підготовки майбутнього інженера з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинні відповідати його реальній професійній діяльності, саме в такому випадку навчальна діяльність набуде особистісний смисл, значення, дозволить життєво та професійно самовизначитися, окреслить основні напрямки професійного становлення і вдосконалення, закладе основи самовиховання та самореалізації особистості.

За *законом єдності навчання і розвитку* методична система професійної підготовки повинна забезпечувати поруч з оволодінням знаннями та способами діяльності й всебічний розвиток студентів під час навчального процесу. Процес навчання повинен бути організований таким чином, щоб засвоєнні знання викликали появу складних психічних процесів у

розвитку мислення. Для активізації розвитку мислення необхідний розумний вибір змісту елементів методичної системи професійної підготовки майбутніх фахівців [81, 92, 130, 135, 138, 211, 227, 262, 444].

Прояв цього закону під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу передбачає застосування такої цілісної методичної системи, яка б забезпечувала успішний перехід від навчання до розвитку особистості, що буде сприятиме формуванню професійно важливих якостей.

Закон єдності навчання та виховання спрямовує на те, що методична система професійної підготовки повинна забезпечувати не тільки навчання, а й виховання через навчання. В процесі навчання зміст і методи повинні відігравати важливу роль не тільки для формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей, а й для морального, естетичного, духовного, трудового виховання [92, 130, 135, 138, 190, 211, 227, 262, 281, 444].

Методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинна якнайповніше використовувати можливості змісту, методів, засобів і форм організації навчання з метою отримання не тільки освітніх, а й виховних результатів.

Закон цілісності й єдності педагогічного процесу, що розкриває співвідношення частини й цілого в педагогічному процесі, обумовлює необхідність присутності гармонічної єдності раціонального, емоційного, повідомлюючого, пошукового, змістового, операційного і мотиваційного компонентів в методичній системі професійної підготовки майбутніх фахівців [92, 130, 135, 138, 211, 227, 262, 444].

Усі елементи методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинні відповідати загальній меті та бути узгоджені між собою і, як наслідок, утворювати одне ціле. Кожна ціль навчання вимагає для своєї

реалізації відповідних їй змісту, методів і засобів навчання, лише за цієї умови ступінь досягнення запланованих освітніх результатів буде найвищою.

Врахування закону взаємозв'язку і єдності теорії та практики при побудові методичної системи призводить до необхідності забезпечення гармонічного зв'язку теоретичних знань з практикою професійної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. У зв'язку з цим більшість занять мають бути фундаментально і професійно спрямованими й здійснюватися за допомогою практичних методів і форм організації навчально-пізнавальної діяльності студентів [92, 135, 138, 211, 259, 262, 444].

Зміст і методи навчання методичної системи професійної підготовки на основі каузального підходу таким чином повинні співвідноситися з майбутньою практичною діяльністю інженера з автоматизації енергосистем, щоб за результатами навчання студент був здатним вирішувати різні професійні задачі.

Професійна діяльність майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем передбачає взаємодію та співробітництво з іншими працівниками, що потребує під час професійної підготовки формування комунікативних здібностей, розвитку колективізму, співробітництва, загальних прагнень. Отже, методична система професійної підготовки на основі каузального підходу повинна гармонічно поєднувати різні форми групової роботи, що буде сприяти соціалізації та вихованню почуття колективізму у майбутніх фахівців. З огляду на це, в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинен бути врахований закон єдності й взаємозумовленості індивідуальної та групової організації навчальної діяльності [92, 135, 138, 211, 259, 262, 281].

В роботі [202] зазначається про важливість врахування під час навчального процесу ще так званого *закону ієрархії навчання*, що був сформульований В. Безпалько. Суть цього закону полягає в тому, що не можна засвоїти матеріал на вищому рівні, не засвоївши його на нижчому рівні. На нашу думку цей закон має принципове значення для розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, що визначає спрямованість процесу навчання. Така закономірність засвоєння матеріалу від простого до складного є адекватною дійсній природі формування психіки людини. Так, в методах навчання методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу рівні засвоєння за рангом їх складності повинні йти в наступній послідовності: перший рівень – розуміння, що пов'язано з порівнянням невідомого з відомим; другий рівень – розпізнавання, що засновується на діяльності пам'яті із відтворення засвоюваного матеріалу з опорою на зовнішню підказку; третій рівень – репродуктивна діяльність, що передбачає самостійну діяльність із відтворення матеріалу, а також діяльність із прикладання певного способу дій у ситуаціях, аналогічних до навчальної; четвертий рівень – продуктивна діяльність, що містить діяльність із самостійного відтворення матеріалу, а також діяльність із прикладання певного способу дій до ситуацій, видозмінених, але подібних до навчальної; п'ятий рівень – творча діяльність, що вимагає відтворення матеріалу з елементами кодування, а також самостійного конструювання і застосування нового способу дій, нового підходу, нового методу в нетипових та нестандартних ситуаціях [43, 227].

Таким чином, зазначені закони навчання повинні бути визначальними законами професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Система законів навчання як основа професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на засадах каузального підходу

На основі законів навчання встановлюються закономірності навчання, під яким розуміють теоретичні основи існування явищ об'єктивної дійсності, регулювання ефективного перебігу певного процесу, практичної діяльності людини, вони не містять прямих вказівок і рекомендацій щодо дій в конкретних ситуаціях, а є лише теоретичною базою для розроблення й обґрунтування способів дій і поведінки людини на рівні принципів, правил, та вимог [130].

Вченими педагогічної науки виявлено цілу низьку закономірностей педагогічного процесу, серед яких С. Архангельский, А. Беляєва, В. Загвязинський, Я. Коменський, В. Краєвський, І. Лернер, Н. Мойсеюк, І. Підласий, С. Смірнов, Н. Тализіна, К. Ушинський, А. Хуторський, В. Ягупов та ін. [23, 38, 58, 97, 98, 135, 193, 217, 240, 262, 292, 296, 368, 379, 412, 444].

Закономірності, що діють у навчальному процесі, поділяють на загальні і конкретні. Загальними є закономірності, які охоплюють своєю дією

всю методичну систему, конкретними — закономірності, дія яких поширюється на окремий аспект системи [240, 292].

Визначимо такі загальні закономірності навчання, на яких повинна базуватися методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

Закономірність цілей навчання обумовлює необхідність врахування в методичній системі рівня й темпу розвитку суспільства, його можливостей і потреб, в тому числі можливостей педагогічної теорії й практики [135, 240, 262, 292]. Згідно цієї закономірності у методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу необхідно врахування національних, державних, громадських, освітніх, розвивальних та виховних цілей.

Закономірність змісту навчання передбачає розроблення методичної системи в залежності від суспільних потреб, мети освіти, цілей та завдань навчання, рівня розвитку теорії й практики навчання, матеріально - технічних і економічних можливостей навчальних закладів [135, 240, 262, 292]. Дана закономірність встановлює необхідність у методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу структурувати та цілісно представляти зміст, визначати системно-інваріантні каузальні зв'язки між елементами знання різних підсистем знань.

Закономірність методів навчання встановлює необхідність у методичній системі розробляти методи навчання в залежності від цілей та змісту навчання, знань і навичок використання методів, матеріально-технічного забезпечення, організації навчального процесу [135, 240, 262, 292]. На підставі цієї закономірності у методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу акцент необхідно робити на варіативних завданнях та задачах продуктивного характеру, а процес організації навчального процесу

будувати таким чином, щоб форма руху змісту навчального матеріалу відповідала формі руху змісту виконання професійних видів робіт, при цьому опанування складними способами діяльності відбувалося на підставі успішного оволодіння простими видами діяльності.

Для розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем слід враховувати *закономірність стимулювання навчання*, що зумовлюється необхідністю присутності внутрішніх мотивів (стимулів) навчання та зовнішніх (суспільних, економічних, педагогічних) умов і стимуляторів в педагогічному процесі [135, 240, 262, 292]. Прояв цієї закономірності повинен знайти своє відображення в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу в забезпеченні таких педагогічних умов, як урахування викладачем ступеня значущості, доступності та посиленості для студентів засвоюваного навчального матеріалу, дієвості методів навчання, що використовуються, реальних навчальних можливостей студентів, що зумовлені рівнем розвитку інтелектуальної, емоційної та вольової сфер, рівня сформованості знань і умінь, ставленням до навчання, рисами характеру та світоглядними позиціями, фізичним станом і працездатністю, а також здійснення навчально-пізнавальної діяльності на позитивних емоціях.

Закономірність управління навчанням потребує використання інтенсивних зворотних зв'язків у процесі навчання та обґрунтованих регулювальних впливів [135, 240, 262, 292]. Врахування цієї закономірності у методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинно знайти своє відображення при побудові методів навчання, які визначають способи взаємопов'язаної діяльності викладачів і студентів.

Закономірність результату навчання обумовлює в методичній системі, що розробляється, враховувати результати попередніх етапів навчання,

характеру й обсягу навчального матеріалу, що вивчається, організаційно-педагогічну взаємодію між педагогом та студентами, часу навчання [240, 262, 292]. Згідно цієї закономірності методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинна передбачати контроль рівня сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей на різних етапах професійної підготовки.

Таким чином, врахування розглянутих закономірностей навчання дозволить побудувати ефективну методичну систему професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Система закономірностей навчання як основа професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на засадах каузального підходу

Закони та закономірності навчання дозволяють сформулювати принципи навчання, під якими розуміють основні вихідні вимоги до організації навчального процесу. Принципи навчання є основними вихідними положеннями теорії навчання, що визначають зміст, методи, організаційні форми навчального процесу відповідно до загальних цілей та закономірностей навчання. Принципи навчання, відображаючи якийсь один істотний аспект процесу навчання, є основою для формулювання правил навчання, які залежать від принципу навчання, конкретизують його,

підпорядковуюються йому і сприяють його реалізації. Вони функціонують як практичні вказівки, якими користуються в конкретній навчальній ситуації [98, 130, 403].

Вчені педагогічної науки розкривають цілу низку дидактичних принципів, виходячи з наук розуміння сутності навчання [10, 30, 52, 65, 75, 97, 108, 130, 135, 173, 211, 227, 259, 262, 270, 280, 282, 296, 315, 321, 367, 384, 417, 438, 444].

Визначимо систему принципів навчання, на засадах яких має бути розроблена методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

Принцип єдності освітньої, розвивальної та виховної функцій навчання забезпечує регулювання зв'язку та взаємодії між оволодінням знаннями й способами діяльності та розвитком і вихованням [10, 30, 130, 135, 211, 227, 262, 270, 280, 282, 315, 367, 444]. Відповідно до цього принципу при розробленні усіх елементів методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу необхідно враховувати не лише освітні, а й розвивальні та виховні цілі й завдання, враховуючи особливості й можливості особистісного інтелектуального, вольового та емоційного розвитку студента.

Принцип науковості навчання передбачає відповідність змісту освіти рівню розвитку сучасної науки та техніки [10, 30, 135, 227, 262, 270, 280, 282, 296, 315, 367, 444]. На підставі цього принципу зміст методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу має бути спрямований на ознайомлення студентів з об'єктивними науковими фактами, явищами, законами, основними теоріями та концепціями електроенергетичної галузі, наближаючись до розкриття її сучасних досягнень і перспектив розвитку. Пропоновані знання повинні ґрунтуватися на перевірених фактах, бути міцно усталені, науково обґрунтовані та відповідати сучасному стану науки та техніки. Методи

викладу цих знань повинні відповідати конкретній науковій галузі, до якої вони належать, визначати оволодіння методами наукового пізнання, дослідницькими та методами проблемного навчання.

Принцип систематичності та послідовності навчання вимагає, щоб викладання велося у певному порядку, системі, було побудовано в строгій логічній послідовності [10, 30, 130, 135, 227, 259, 262, 270, 280, 296, 315, 367, 444]. Принцип систематичності та послідовності навчання повинен відігравати ключову роль в побудові методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, а саме викладання і засвоєння знань має здійснюватися у логічній послідовності, за системою, яка забезпечує збереження наступності, змістової та процесуальної сторін навчання, закріплення знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей, їх послідовний розвиток і удосконалення.

Принцип міцності навчання вимагає, щоб зміст навчання надовго закріплювався у свідомості студентів, становив основу їхньої поведінки [10, 30, 130, 135, 262, 270, 280, 296, 315, 367, 444]. Відповідно до цього принципу в процесі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинно забезпечуватися систематичне повторення матеріалу на достатній кількості вправ, на яскравих прикладах, на наочному матеріалі, при чому не багаторазове повторення того самого матеріалу, а повторення варіативне, у різноманітних ситуаціях, що вимагає актуалізації й використання вивченого, застосування його на практиці. Успішне засвоєння навчальної інформації є результатом активної, свідомої розумової діяльності студентів, що передбачає роз'яснення студентам значення досліджуваного матеріалу для їхньої майбутньої практичної професійної діяльності.

Принцип доступності навчання передбачає розроблення змісту процесу навчання з урахуванням можливостей студентів [10, 30, 130, 135,

227, 259, 262, 270, 280, 296, 367, 444]. Відповідно до цього принципу процес професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу не повинен бути надмірно легким, він повинен вестися на оптимальному рівні труднощів, в ньому повинна бути дотримана певна міра психічної напруженості й невизначеності, що буде сприяти залученню студентів до процесу пошуку та самостійного знаходження істини. Реалізація даного принципу вимагає додержання таких правил під час професійної підготовки, як перехід від простого до більш складного, від відомого до нового, невідомого.

Принцип зв'язку навчання з практикою виражає необхідність підготовки студентів до застосування знань, умінь у вирішенні практичних завдань [10, 30, 130, 135, 227, 259, 262, 270, 280, 296, 315, 367, 444]. Цей принцип потребує, щоб під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу зміст навчання набував практичної спрямованості, забезпечував зв'язок з минулим досвідом, сучасним рівнем та перспективами розвитку виробництва. Цей принцип вимагає під час навчання знайомити студентів з виробничими проблемами та шляхами можливого їх вирішення. Вивчивши певні теоретичні положення, необхідно реалізовувати їх на практиці, доводити теоретичні положення до стадії дій та операцій, виробити в студентів уміння і навички застосовувати здобуті знання.

Принцип наочності навчання визначає інтенсифікацію процесу навчання через логіку пізнання від чуттєво-наочного до абстрактно-логічного, від наочності чуттєво-конкретної до наочності абстрактної та символічної [10, 126, 130, 135, 227, 259, 262, 270, 280, 296, 299, 276, 315, 444]. Врахування даного принципу при розробленні методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу передбачає залучення органів чуттів людини до

сприйняття та перероблення навчального матеріалу, а, отже, застосування у навчальному процесі різноманітних наочних засобів навчання.

Принцип оптимального поєднання різних методів навчання виходить з того, що процес засвоєння знань, умінь та навичок буде відбуватися ефективніше у разі комплексного застосування різних методів навчання [30, 97, 135, 211]. Процес професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу відповідно до зазначеного принципу повинен забезпечуватися єдністю та оптимальним поєднанням словесних, наочних, практичних, продуктивних, репродуктивних та логічних методів навчання.

Принцип єдності та оптимального поєднання різних форм навчання пов'язаний з гармонійним застосуванням індивідуальної та колективної форм навчання [10, 20, 21, 30, 97, 135, 211, 259, 262, 270, 280, 282, 315, 367, 407, 444]. При розробленні методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу названий принцип повинен виявлятися в логічному переході від фронтальної та індивідуальної форм навчання до групової та колективної. Найбільшої ефективності можна досягти за умови оптимальної відповідності цілей, змісту, методів та організаційних форм навчання.

Принцип свідомості, творчої активності та самостійності навчання відображає необхідність активної ролі особистості, що навчається, у педагогічному процесі [30, 259, 262, 270, 280, 315, 367, 444]. Відповідно до цього принципу необхідно таким чином організувати навчальну діяльність майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, щоб студенти усвідомлювали цілі та значення своєї навчальної діяльності, володіли вміннями та навичками для досягнення цих цілей. Необхідно забезпечити формування активної позиції у студентів стосовно відношення до своєї участі в процесі навчання, що можливо через залучення їх до вирішення різних професійних задач.

Принцип всебічного стимулювання та мотивації позитивного відношення студентів до навчання вимагає стимулювати внутрішні мотиви навчання у студентів [30, 135, 262, 270, 315, 444]. Професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу враховуючи названий принцип повинна супроводжуватися постійною зацікавленістю студентів у підвищенні рівня їхньої професійної компетентності, що вимагає в процесі навчання визначення наявного рівня розвитку мотиваційної сфери у студентів та вирішення завдання її розвитку.

Принцип моделювання професійної діяльності в навчальному процесі передбачає виявлення типових професійних задач та перетворення їх в навчальні завдання [97, 206, 211, 315, 384, 417, 438]. Відповідно до цього принципу задля коректного розроблення цілей, змісту, методів, засобів та форм навчання методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу слід правильно встановити відповідність між вимогами, що висуваються до професійної підготовки та фактичним об'ємом професійних знань, умінь та навичок. Вимоги до рівня кваліфікації майбутнього фахівця визначають вимоги, що висуваються до професійної підготовки.

Принцип продуктивності навчання орієнтує навчання на досягнення поставлених цілей, визначає зв'язок між цілями та результатами навчання [97, 211, 259, 270, 282]. Відповідно до цього принципу процес професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинен забезпечити ефективну реалізацію цілей навчання. Цілі навчання в методичній системі повинні визначати напрям освітніх змін, що повинні відбутися у студентів на основі отриманих нових знань, умінь, навичок та розвитку професійно важливих якостей.

Принцип фундаментальності навчання та його професійної спрямованості вимагає вірного співвіднесення орієнтації на широку ерудицію і вузьку спеціалізацію [41, 135, 139, 262, 358]. Основою

професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, враховуючи навзаний принцип, повинна виступати фундаментальність та технологічність навчання. Спрямованість на фундаментальність навчання забезпечить майбутнього фахівця необхідними фундаментальними базовими знаннями та уміннями й буде сприяти його успішному загальному розвитку. Одночасна спрямованість на технологічність навчання забезпечить здобуття спеціальних знань, розвиток спеціальних професійних здібностей особистості, тобто орієнтацію на майбутню професію як кінцевий результат.

Гуманізація та гуманітаризація навчання є одним з найважливіших принципів, що відображає сучасні суспільні тенденції у сфері функціонування вищої технічної освіти [36, 96, 101, 117, 250, 276, 360, 365, 444]. Врахування принципу гуманізації під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу з однієї сторони передбачає розкриття здібностей студентів і задоволення їхніх освітніх потреб, формування у студентів гуманного ставлення до оточення, навколишнього середовища, суспільства, природи, а з іншої сторони – забезпечення пріоритету загальнолюдських цінностей та потреб під час проектування, експлуатації, створення нових систем управління об'єктами енергосистем. Врахування принципу гуманітаризації передбачає окрім формування у студентів цілісної картини світу, духовності, культури, світогляду, ще й формування знань, умінь, навичок з проектування, удосконалення та створення нових систем управління об'єктами енергосистем на підставі основ філософії техніки.

Принцип інноваційності та креативності навчання передбачає підготовку майбутніх фахівців здатних генерувати нові ідеї [12-16, 19, 65, 66, 108, 120, 135, 137, 164, 204, 212, 228, 245, 274, 409, 443]. Цей принцип вимагає підготовки майбутніх фахівців, що володіють не тільки професійними знаннями та уміннями, але і здатні до інновацій, адаптації до

соціальних та економічних змін, генерувати нестандартні й оригінальні ідеї та забезпечувати їх практичну реалізацію. Все це потребує розроблення такого змісту та методів навчання, які б сприяли формуванню, знань, умінь, навичок з інноваційної та творчої професійної діяльності.

Отже, зазначені принципи навчання повинні складати основу професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на засадах каузального підходу (рис. 2.12).

Для розроблення педагогічної теорії потрібен відповідний дидактичний підхід, який буде виступати в якості її основи. Під дидактичним підходом в науковій літературі розуміють аспект розгляду і конструювання процесу навчання та його елементів, що спираються на певну концепцію [278].

Підхід як наукова категорія, вважається основою формування не тільки будь-якої педагогічної теорії, а й практики, саме підхід лежить в основі формування цілей, змісту, методів, форм та засобів навчання. Підхід визначає орієнтацію педагогічної діяльності на реалізацію сукупності пов'язаних елементів методичної системи навчання, що відповідають вимогам прийнятої освітньої парадигми [202].

В якості визначальної освітньої парадигми України сьогодні виступає діяльнісна парадигма, що орієнтована на актуальні та затребувані життям результати навчання, і яка може бути реалізована за допомогою компетентнісного підходу. Компетентнісний підхід уособлює сьогодні інноваційний процес в освіті, відповідає прийнятій в більшості розвинених країн загальної концепції освітнього стандарту і прямо пов'язаний з переходом на систему компетентностей в конструюванні змісту освіти і систем контролю її якості [76, 180, 246]. Компетентнісний підхід є ключовим методологічним інструментом реалізації цілей Болонського процесу та за своєю сутністю є студентоцентрованим [249].

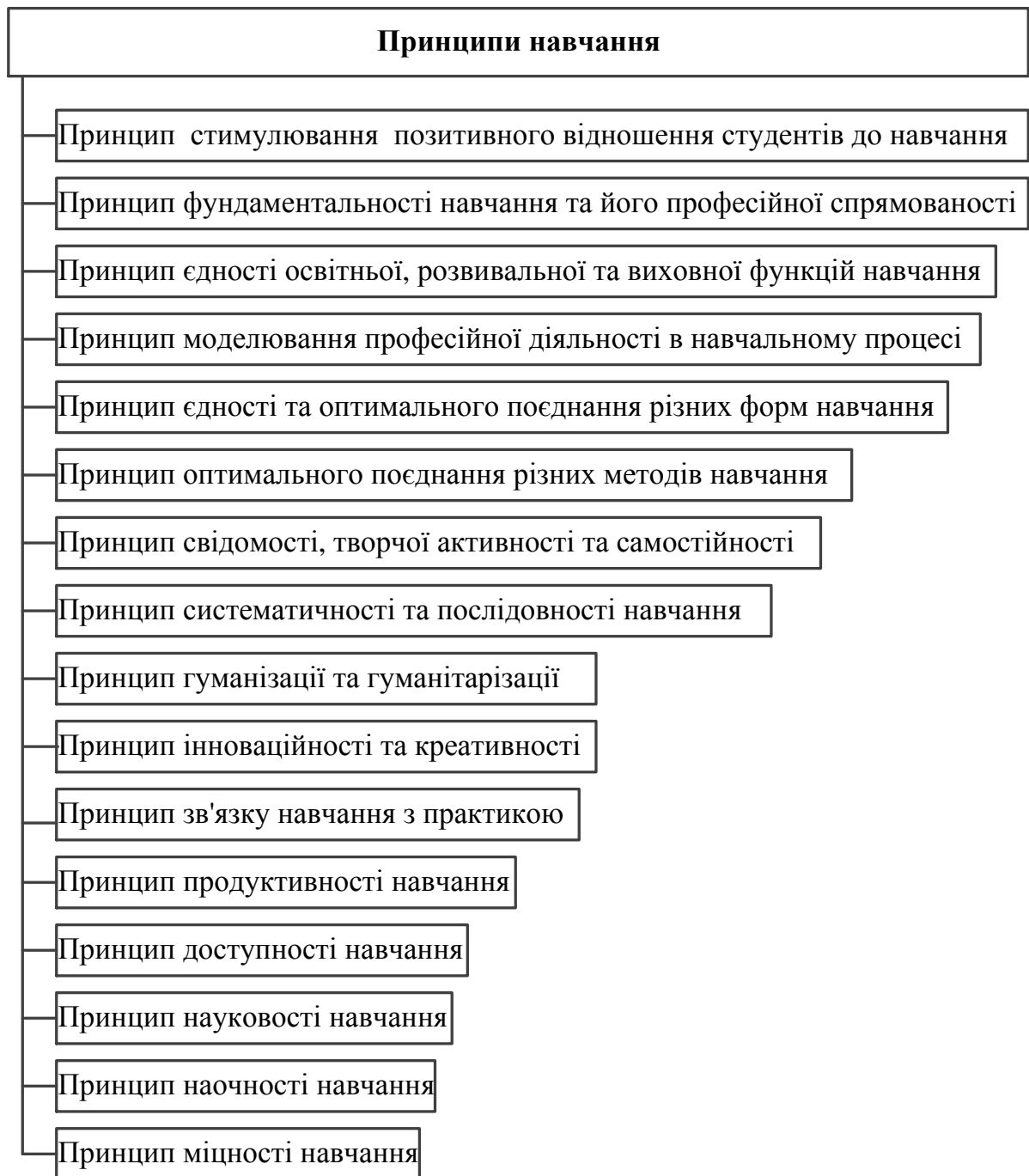


Рис. 2.12. Система принципів навчання як основа професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на засадах каузального підходу

Загальнотеоретичними питаннями компетентнісного підходу до підготовки майбутніх фахівці займалися О. Алексеєва, Т. Андрющенко, В. Байденко, Н. Бібік, В. Болотов, А. Вербицький, В. Взятишева М. Головань,

С. Дегтярьов, Н. Дмитриенко, О. Дубасенюк, О. Заблоцька, Е. Зеєр, І. Зимня, Г. Ібрагимов, С. Калашнікова, В. Луговий, А. Маркова, О. Овчарук, В. Петрова, О. Пиралова, О. Пометун, Д. Равен, В. Радкевич, Г. Селевко, А. Субето, Т. Ткачова, А. Хуторський, В. Ягупов [8, 17, 35, 46, 51, 69, 70, 72, 94, 107, 116, 134, 142, 146-148, 155, 167, 180, 220, 229, 284, 288-290, 297, 298, 312, 320, 321, 356, 376, 384, 410, 411, 445, 446].

Прикладній спрямованості щодо реалізації компетентнісного підходу присвячені роботи В. Байденко, А. Бермуса, І. Бистрова, О. Боярова, Н. Брюханової, А. Букетова, Т. Гури, О. Дерев'янка, М. Євтуха, О. Зоріної, В. Ісаєва, Ю. Комарової, В. Круглика, П. Лузана, І. Маршалової, В. Осадчого, П. Осипова, Н. Осипової, О. Романовського, Ю. Татури, І. Чернецького, В. Шаполова, О. Шапрана, Н. Carl Haywood, Н. Walo [34, 40, 56, 58, 61, 63, 103, 109, 133, 153, 162, 178, 198, 223, 267, 268, 327-329, 381, 416, 428, 429, 458, 466], а також інших вітчизняних вчених, які в тому числі брали участь у методологічному семінарі «Компетентнісний підхід в освіті: теоретичні засади і практика реалізації», що був проведений в Національній академії педагогічних наук України 3 квітня 2014 року [179].

З урахуванням зазначеного вище, професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинна будуватися на засадах компетентнісного підходу, який покликаний підвищити ефективність та якість професійної підготовки майбутніх фахівців.

Реалізація компетентнісного підходу ставить цілий ряд методологічних та теоретичних питань, одним з яких є визначення комплексного складу (поліпідхідності) дидактичних підходів під час професійної підготовки [148].

Проблемою поєднання дидактичних підходів займалися різні дослідники. Так, в роботі О. Заблоцької наголошується, що з метою забезпечення якісної підготовки фахівців до професійної діяльності слід застосовувати компетентнісний підхід, розглядаючи його у зв'язку зі знаннєвим та діяльнісним підходами [134]. У свою чергу К. Абульханова-

Славська, О. Анісімов, В. Давидов, О. Леонтьєв та С. Рубінштейн бачили можливості забезпечення якості підготовки майбутніх фахівців тільки на основі поєднання системного та діяльнісного підходів [156]. Наукові праці вчених О. Бермуса, О. Бондаревської, М. Дубової присвячені дослідженню компетентнісного підходу в контексті особистісно-орієнтованого навчання [40, 53, 125]. Зокрема А. Бермус зазначає, що компетентнісний підхід розглядається як сучасний корелят безлічі більш традиційних підходів, а саме культурологічного, науково-освітнього, дидактоцентричного, функціонально-комунікативного та ін. [40]. Дослідник Н. Степанець вважає, що саме компетентнісний підхід в поєднанні з особистісно-орієнтованим є ефективним засобом розвитку та вдосконалення особистості у професійному відношенні під час професійної підготовки [373, 374]. В роботі [312] розглянуто провідні наукові підходи, що постають у певній системній цілісності, які покладено в основу компетентнісного підходу, а саме: акме-цільовий, розвивальний, стратегічно-орієнтований, професіографічний, задано-ситуативний, технологічний, рефлексивний, подійний, історико-логічний, коеволюційно-ноосферний, стимульно-інформаційно-ресурсний, природовідповідно-диференційований, діалоговий, амбівалентний, критико-конструктивний, діяльнісно-праксеологічний, суб'єктно-діяльнісний, контекстний, особистісно-орієнтований, суб'єкт-суб'єктний, партисипативно-інтерактивний, суб'єктний, наративний, герменевтичний, філософсько-антропологічний, фундаменталізаційний, системно-синергетичний, цивілізаційно-середовищний, інтегративний, нормативно-аксіологічний, культурологічний підходи. В роботі [211] зазначається, що компетентнісний підхід є інтеграцією системного, діяльнісного та особистісно-орієнтованого підходів.

Підсумовуючи результати досліджень, можна зазначити, що основу методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинен складати комплекс підходів, а саме

компетентнісний, діяльнісний, особистісно-орієнтований, інтегративний, технологічний та індивідуальний підходи. Визначимо роль кожного з названих підходів у процесі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Основні теоретичні положення діяльнісного підходу були досліджені такими вченими, як К. Абульхановою-Славською, Г. Атановим, Л. Виготським, П. Гальпериним, Д. Ельконіним, Е. Зеєром А. Леонт'євим, С. Рубинштейном, Г. Щукиною [1, 25, 81, 82, 87, 145, 215, 330, 436, 437].

Підсумовуючи погляди дослідників, можна зробити висновок, що діяльнісний підхід у контексті професійної підготовки передбачає спрямованість всього педагогічного процесу на організацію інтенсивної навчальної діяльності, що направлена на формування знань, умінь, навичок, а також розумових та практичних способів професійної діяльності.

З урахуванням зазначеного вище, діяльнісний підхід повинен бути врахований у методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу в наступних положеннях:

- цілі професійної підготовки повинні бути направлені не лише на формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей, а ще й на формування розумових та практичних способів професійної діяльності;
- зміст професійної підготовки повинен складати не лише систему знань, а й систему розумових дій;
- методи та засоби професійної підготовки майбутніх фахівців повинні бути спрямовані на формування системи навчальних та пізнавальних дій щодо формування практичних та розумових способів діяльності;
- форми організації професійної підготовки повинні моделювати професійну діяльність.

Ще одним підходом, що повинен бути врахований в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації

енергосистем, є особистісно-орієнтований підхід. Загальні положення особистісно-орієнтованого навчання викладені в роботах О. Агошкова, М. Алексєєва, В. Артемова, Г. Балла, І. Бежа, С. Гончаренко, І. Зязюна, О. Пехоти, В. Рибалка, В. Серікова, С. Сисоєвої, В. Сластенина, В. Яблонко, І. Якиманської, С. Яценко [4, 9, 22, 45, 98, 154, 264, 276, 287, 319, 325, 359, 362, 442, 448, 451].

Теоретичні основи особистісно-орієнтованої професійної освіти розглянуто в роботах Р. Вайноли, І. Гараниної, Е. Зеєра, А. Коробченко [64, 88, 145, 183]. Зокрема Е. Зеєр виділяє такі принципіальні положення, на яких повинна базуватися особистісно-орієнтована професійна освіта [145]:

- визнається пріоритет індивідуальності, що є суб'єктом професійного процесу;
- технології професійної підготовки співвідносяться з закономірностями професійного становлення особистості;
- зміст професійної підготовки визначається рівнем розвитку сучасних соціальних, інформаційних, виробничих технологій відповідно до майбутньої професійної діяльності;
- професійна підготовка має випереджальний характер, що забезпечить формування соціально-професійної компетентності та професійно-важливих якостей;
- ефективність професійної підготовки визначається організацією навчального процесу;
- враховується потреба особистості у самоорганізації, самовизначенні та саморозвитку.

Резюмуючи погляди науковців та педагогів щодо сутності особистісно-орієнтованого навчання можна зазначити, що особистісно-орієнтований підхід в контексті професійної підготовки – це методологічна орієнтація педагогічної діяльності, яка спрямована на забезпечення та підтримання процесів самопізнання, самобудування, саморозвитку, самовизначення,

самоактуалізації та самореалізації особистості, на врахування її природних здібностей з метою розкриття інтелектуальних можливостей та індивідуального творчого потенціалу особистості, на розвиток її неповторної індивідуальності, професійних та особистісних якостей.

Як бачимо, особистісно-орієнтований підхід повинен бути врахований в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в наступних положеннях:

- цілі професійної підготовки майбутніх фахівців повинні бути направлені не лише на формування професійних знань, умінь та навичок, а й на розкриття інтелектуальних можливостей та індивідуального творчого потенціалу студента, розвиток особистісних якостей, формування досвіду самопізнання, самобудування, самоорганізації, самоактуалізації, саморозвитку, самовизначення та самореалізації особистості;

- зміст професійної підготовки майбутніх фахівців повинен відображати майбутню професійну діяльність згідно з наявним рівнем та перспективами розвитку науки та техніки, що забезпечить формування особистісних якостей продуктивної та пошукової діяльності;

- методи та засоби професійної підготовки майбутніх фахівців повинні бути направлені на професійне становлення особистості, а саме на продуктивний процес розвитку і саморозвитку особистості, розвиток професійно значущих психофізіологічних властивостей, пошук оптимальних способів якісного і творчого виконання професійних задач відповідно до індивідуально-психологічних особливостей особистості;

- форми організації професійної підготовки майбутнього фахівця повинні відображати професійні відношення, взаємодію та співробітництво з іншими працівниками, що буде сприяти формуванню особистісних комунікативних здібностей.

Кожна професійна задача по своїй суті є міждисциплінарною, інтегральною й об'єктивно вимагає системного аналізу, побудови цілісної

моделі її вирішення, тому, без сумніву, в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинен бути врахований інтегративний підхід.

Інтегративний підхід у педагогіці розглядається як загальнонаукова методологія, на основі якої формується цілісна педагогічна система професійної підготовки, що складається з окремих частин. Інтеграція сприяє забезпеченню креативності, сумісності, єдності змісту освіти; передбачає формування нового змісту навчання, згідно із загальними цілями професійної підготовки; формує світогляд студентів, їхні ціннісні орієнтації, гуманістичне мислення, забезпечує ефективність навчального процесу, формуючи у свідомості учнів цілісну систему знань, поєднуючи предмети одного циклу; передбачає підвищення рівня компетентності завдяки використанню внутрішніх ресурсів без додаткової витрати часу; сприяє цілісному засвоєнню професійних знань, умінь та навичок, об'єднуючи комплексну природу спеціальних дисциплін; дозволяє виявити об'єктивні передумови та умови створення дидактичних засобів і методів реалізації цілісних професійно-діяльнісних характеристик особистості майбутнього фахівця [371, с. 31].

Проблеми інтегративного навчання були предметом досліджень Ю. Бабанського, А. Данілюка, О. Вознюка, В. Безрукової, О. Галицьких, С. Гончаренко, О. Каверіної, Л. Корольової, М. Корольова, І. Козловської, О. Любарської, Г. Онкович, В. Панферова, Л. Сидорчука, Я. Собко [29, 38, 77, 85, 98, 106, 166, 176, 184, 225, 273, 361, 371, 382]. Значну увагу цьому питанню приділили зарубіжні вчені, зокрема Н. Беннет, Д. Бріджес, Р. Гейл, П. Хатчингс, М. Хубер [385].

Використання інтегративного підходу в професійній підготовці буде сприяти інтенсифікації та систематизації навчально-пізнавальної діяльності, забезпечить цілісність професійно-особистісного зростання майбутнього фахівця, що виявиться в ступені сформованості інтегрального стилю

мислення, здатності поєднувати теорію з практикою, а також в умінні інтегрувати знання в практичну діяльність.

Врахування інтегративного підходу під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинно бути відображено в методичній системі в наступних положеннях:

- в якості цілей професійної підготовки повинні виступати професійні компетентності як інтегральні характеристики особистості;
- зміст, форми, методи та засоби професійної підготовки повинні являти собою інтегровані системи знань та умінь, що поєднують в собі різні дисципліни.

На сьогодні вчені визначають роль технологізації навчального процесу в підвищенні ефективності та якості освіти, про що свідчить ціла низка наукових публікацій [55, 74, 275, 291].

Технологічний підхід до навчання з одного боку ставить за мету сконструювати навчальний процес, відправляючись від заданих вихідних установок: соціального замовлення, освітніх орієнтирів, цілей навчання, змісту навчання [170]. З іншого боку технологічний підхід дозволяє відпрацьовувати схеми та алгоритми навчальної діяльності, що гарантують отримання запланованих результатів [135].

Теоретичні основи технологічного підходу були закладені в наукових працях Ю. Бабанського, В. Безпалько, А. Вербицького, П. Гальперина, Б. Гершунського, М. Левиної, В. Сластенина, Н. Тализіної, В. Юдина, І. Якиманської [29, 44, 70, 73, 87, 91, 213, 379, 440, 448].

Ключовим поняттям в контексті технологічного підходу виступає «технологія навчання» або «педагогічна технологія», при цьому в літературі можна зустріти різні трактування цього поняття [73, 86, 102, 251, 414, 417]. Найбільш коректне визначення педагогічної технології, на нашу думку, дає вчений П. Лузан: «педагогічна технологія – цілеспрямована організація педагогічного процесу, яка відображає науково обґрунтований проект

логічно структурованої системи педагогічної взаємодії для гарантованого досягнення запланованих результатів навчання» [224, с.17].

Отже, специфіка педагогічної технології полягає в тому, що в ній навчальний процес повинен гарантувати досягнення поставлених цілей. Основою послідовної орієнтації навчання на цілі є оперативний зворотний зв'язок, який пронизує весь навчальний процес. Відповідно до цього в технологічному підході виділяють: постановку цілей та їх максимальне уточнення, підготовку навчальних матеріалів та організація усього процесу навчання відповідно до навчальних цілей, оцінка поточних результатів, корекція навчання, спрямована на досягнення поставлених цілей, остаточна оцінка результатів [231].

Таким чином, можна зробити висновок, що використання технологічного підходу під час професійної підготовки майбутніх фахівців дозволить вирішувати педагогічні завдання з найбільшою ефективністю і гарантованою якістю. Технологічний підхід повинен знайти своє відображення в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в наступних положеннях:

- цілі професійної підготовки майбутніх фахівців повинні формулюватися з орієнтацією на досягнення результатів;
- зміст, методи, засоби та форми навчання повинні розроблятися відповідно до навчальних цілей та у своїй сукупності представляти структурну й змістовну цілісність;
- методики навчання повинні представляти алгоритми навчальної діяльності з наявними оперативними зв'язками задля коригування процесу навчання та можливістю об'єктивного контролю за якістю досягнення поставлених дидактичних цілей, що гарантують отримання запланованих результатів.

Важливим дидактичним підходом також є індивідуальний підхід. Розробленням теоретичних основ індивідуального підходу в педагогіці

займалися Ю. Бабанський, Г. Глейзер А. Кирсанов, І. Лернер, Г. Краус, І. Унт, І. Якиманська [27, 93, 169, 195, 217, 391, 447].

У наведених педагогічних дослідженнях більшість авторів під індивідуалізацією навчання розуміють таку організацію навчального процесу, при якій враховуються індивідуальні особливості учнів.

Отже, індивідуальний підхід повинен знайти своє відображення у методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в наступних положеннях:

- цілі, зміст, методи та засоби професійної підготовки повинні адаптуватися до індивідуальних особливостей студентів, груп студентів;
- форми професійної підготовки повинні вибиратися з врахуванням індивідуальних можливостей та здібностей студентів.

На підставі проведеного в розділі 1 аналізу було показано, що професійна діяльність інженерів з автоматизації енергосистем характеризується продуктивним характером праці і вимагає від фахівця встановлення каузальних зв'язків та відношень між різними елементами знань. А, отже, для максимального досягнення нового якісного продуктивного навчання методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинна бути побудована з урахуванням так званого каузального підходу.

Теоретичні основи каузального підходу розроблені в наукових роботах, що присвячені процесам каузального пізнання та мислення людини [192, 455-457, 463, 464, 467, 468, 470-473, 475, 476]. Практичною реалізацією каузального підходу є каузальне навчання, яке згідно американської наукової енциклопедії навчання передбачає вивчення каузальних відношень серед набору двох або більше подій [455]. Каузальне навчання є предметом дослідження вчених європейських та американських вищих навчальних закладів в різних галузях науки, доказом чого слугує низка опублікованих наукових праць на цю тему [460-462, 465, 469, 474].

Дослідження спрямовані переважно на такі суспільні науки, як філософія, психологія, соціологія, економіка. Каузальне навчання знайшло особливий відгук в технологізації дошкільного та шкільного навчання у таких іноземних вчених, як С.Glymour, D.Danks, L.Schulz [453, 459] та вітчизняних педагогів В. Гузєєва, М. Данилова, Ф. Фрадкіна, В. Юдина [100, 105, 237].

Вченим П. Підкасистим зазначається, що одним зі способів побудови логічних доводів в процесі навчання повинні виступати судження о причинній залежності [281].

Вчений М. Лазарєв у своїй монографії обґрунтовує доцільність використання каузальних зв'язків для вивчення загальноінженерних дисциплін [206]. В роботах [208-210, 433] розроблено та обґрунтовано зміст, метод та засоби навчання з використанням каузальних мереж, що може бути застосовано в предметній галузі нейрунівного контролю для майбутніх інженерів.

З урахуванням зазначеного вище каузальний підхід повинен бути врахований в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в наступних положеннях:

- зміст професійної підготовки повинен представляти каузальні моделі змісту формування системи професійних компетентностей;
- методи професійної підготовки повинні представляти методи каузального формування системи професійних компетентностей;
- засоби професійної підготовки повинні представляти засоби каузального формування професійних компетентностей;
- методики професійної підготовки повинні представляти методики каузального формування професійних компетентностей.

Таким чином, професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинна будуватися на основі комплексу дидактичних підходів (рис. 2.13).

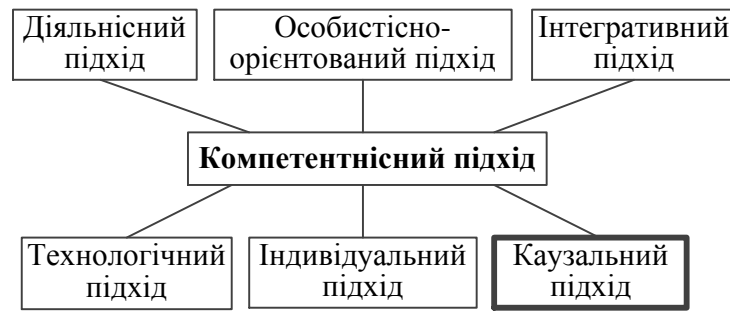


Рис. 2.13. Комплекс дидактичних підходів як основа професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Генеральним підходом виступає компетентнісний, який знаходиться у зв'язку з діяльнісним підходом, що передбачає спрямованість всього педагогічного процесу на організацію навчальної діяльності; особистісно-орієнтованим підходом, який спрямований на розвиток професійно важливих якостей студента; інтегративним підходом, що забезпечує цілісність професійно-особистісного зростання майбутнього фахівця; технологічним підходом, який дозволяє вирішувати педагогічні завдання з найбільшою ефективністю та гарантованою якістю; індивідуальним підходом, що передбачає формування професійних компетентностей з урахуванням індивідуальних особливостей студента; каузальним підходом, що дозволяє формувати професійні компетентності на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях.

Висновки до розділу 2

Теоретичним підґрунтям професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу є визначення концептуальних філософських, загальнонаукових та психолого-педагогічних засад.

1. На підставі аналізу філософської літератури встановлено, що концептуальними філософськими засадами професійної підготовки

майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу є методологічний апарат у вигляді фундаментальних категорій, принципів та законів діалектики.

Визначено, що одним із провідних принципів під час розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем є принцип причинності. Реалізацію принципу причинності як основи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем здійснено за допомогою таких категорій філософії, як матеріальне та ідеальне, простір та час, необхідність та випадковість, можливість та дійсність, сутність та явище, зміст та форма, загальне та одиничне, причина та наслідок, частина та ціле, елемент та структура. Встановлено, що причинна взаємодія матеріального та ідеального складає основу вирішення професійних задач майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем.

В контексті аналізу принципу причинності визначена роль таких принципів діалектики, як принципу загального зв'язку та взаємодії, принципу цілісності, принципу системності, принципу розвитку та принципу історизму в процесі професійної підготовки майбутніх фахівців. Встановлено, що дія законів діалектики, а саме закону єдності й боротьби протилежностей, закону взаємного переходу кількісних змін в якісні, закону заперечення заперечення проявляється при вирішенні творчих задач, що пов'язані з поліпшенням параметрів систем управління об'єктами енергосистем.

2. Загальнонауковими засадами професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу є системний підхід та загальнонаукові методи пізнання.

Проведено дослідження методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу як цілісного об'єкта.

На підставі дослідження встановлено, що для вибору елементів методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, процес навчання і всі його компоненти слід розглядати у закономірних каузальних зв'язках. Виходячи з цього усі елементи методичної системи взаємопов'язані між собою, при чому провідним компонентом методичної системи є цілі навчання, у свою чергу, зміст навчання закономірно залежить від цілей, а методи, форми й засоби навчання обумовлюються як цілями, так і змістом навчання.

На підставі вимог професійної діяльності та стандартів у сфері вищої освіти кінцеві цілі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинні представляти систему професійних компетентностей і складатися з проміжних цілей щодо вирішення професійних задач в межах відповідних компетентностей.

На основі праць учених встановлено, що принципіальною основою побудови змісту професійної підготовки майбутніх фахівців є забезпечення вимоги системності знань, що характеризується наявністю у свідомості студента структурно-функціональних (змістовно-логічних) зв'язків між окремими елементами знань.

Для забезпечення формування системи професійних компетентностей форма руху змісту навчального матеріалу в методах професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинна відповідати формі руху змісту виконання професійних видів робіт. З позицій системного підходу визначено та обґрунтовано сукупність загальнонаукових методів пізнання, що повинні бути основою методу професійної підготовки майбутніх фахівців, а саме аналіз, синтез, узагальнення, порівняння, індукція, дедукція, аналогія, абстрагування, конкретизація та моделювання.

Ефективність застосування методу значною мірою залежить від вибору засобів професійної підготовки, що будуть відображати логіку міркувань під

час викладу навчального матеріалу. У зв'язку з цим професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем передбачає розроблення спеціальних засобів у відповідності до методу професійної підготовки.

Форми професійної підготовки повинні представляти цілісну систему, яка, з однієї сторони, відображає цілі, зміст, методи та засоби навчання, а, з іншої сторони, визначає комунікативну взаємодію між викладачем та студентами, а також між самими студентами.

3. За результатами аналізу психолого-педагогічної літератури визначено, що психолого-педагогічними засадами професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу є дидактичні закони, закономірності, підходи та принципи.

Методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу повинна розроблятися з урахуванням закону соціальної обумовленості цілей, змісту, форм і методів навчання, закону активності навчання, закону єдності навчання і розвитку, закону єдності навчання та виховання, закону цілісності і єдності педагогічного процесу, закону взаємозв'язку і єдності теорії та практики, закону єдності й взаємообумовленості індивідуальної та групової організації навчальної діяльності та закону ієрархії навчання.

Система закономірностей навчання, на яких повинна базуватися методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, включає закономірність цілей навчання, закономірність змісту навчання, закономірність методів навчання, закономірність стимулювання навчання, закономірність управління навчанням та закономірність результату навчання.

Розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинно здійснюватися на основі комплексу дидактичних підходів: компетентнісного як генерального підходу, що забезпечує формування системи професійних компетентностей;

діяльнісного підходу, що передбачає спрямованість всього педагогічного процесу на організацію навчальної діяльності; особистісно-орієнтованого підходу, який спрямований на розвиток професійно важливих якостей студента; інтегративного підходу, що забезпечує цілісність професійно-особистісного зростання майбутнього фахівця; технологічного підходу, який дозволяє вирішувати педагогічні завдання з найбільшою ефективністю та гарантованою якістю; індивідуального підходу, що передбачає формування професійних компетентностей з урахуванням індивідуальних особливостей студента; каузального підходу, який дозволяє формувати систему професійних компетентностей на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях.

Система принципів навчання, на засадах яких має бути розроблена методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, включає: принцип єдності освітньої, розвивальної та виховної функцій, принцип науковості навчання, принцип систематичності та послідовності навчання, принцип міцності навчання, принцип доступності навчання, принцип зв'язку навчання з практикою, принцип наочності навчання, принцип оптимального поєднання різних методів навчання, принцип єдності та оптимального поєднання різних форм навчання, принцип свідомості, творчої активності та самостійності навчання, принцип всебічного стимулювання та мотивації позитивного відношення студентів до навчання, принцип моделювання професійної діяльності, принцип продуктивності навчання, принцип фундаментальності навчання та його професійної спрямованості, принцип гуманізації та гуманітаризації навчання та принцип інноваційності й креативності навчання.

Основні наукові результати розділу опубліковані в працях [346-348].

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ НА ОСНОВІ КАУЗАЛЬНОГО ПІДХОДУ

З позицій системної реалізації компетентнісного підходу, на підставі визначених в розділі 2 концептуальних філософських, загальнонаукових та психолого-педагогічних засад професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, методична система їхньої професійної підготовки повинна відповідати наступним вимогам щодо відображення цілей, змісту, методів, засобів та форм навчання:

- в якості кінцевих цілей професійної підготовки повинно бути прийнято формування експлуатаційної, проектної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей;

- зміст методичної системи професійної підготовки повинен представляти систему каузальних моделей змісту формування експлуатаційної, проектної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей;

- в методичній системі професійної підготовки повинні використовуватися методи каузального формування експлуатаційної, проектної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей;

- навчальний матеріал в методичній системі професійної підготовки повинен супроводжуватися засобами каузального формування експлуатаційної, проектної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей;

- методична система повинна комплексно використовувати форми організації професійної підготовки, які будуть підпорядковані цілям, змісту,

методам професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

3.1. Цілі та зміст професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу

Провідним системоутворюючим компонентом будь-якої методичної системи виступають цілі навчання, під якими розуміються очікувані кінцеві результати освітньої діяльності. А, отже, розроблення методичної системи навчання повинно розпочинатися з формування цілей професійної підготовки.

Як було зазначено в п. 2.2 вершиною ієрархічної структури цілей професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в контексті компетентнісного підходу повинні виступати цілі формування професійних компетентностей. Згідно з проведеного в п. 1.1 аналізу професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем та побудованої відповідної моделі у вигляді аналітичних професіограм, встановлено структуру системи професійних компетентностей майбутнього інженера з автоматизації енергосистем, до якої, зокрема, входить проектна, експлуатаційна, науково-дослідна, економічна, соціально-управлінська та правова компетентності (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Структура системи професійних компетентностей майбутнього інженера з автоматизації енергосистем

Наступними рівнями в ієрархічній структурі цілей професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинні виступати цілі формування знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення професійних задач щодо систем управління об'єктами енергосистем та професійною діяльністю.

Безперервність процесу виробництва, передачі, розподілу та споживання електричної енергії, а також складність об'єктів управління, призвело до необхідності побудови та використання систем управління об'єктами енергосистем зі складними ієрархічними структурами. В якості об'єктів управління можуть виступати елементи електроенергетичної системи (генератор, трансформатор тощо), технологічні об'єкти (станція, підстанція), об'єднані електроенергетичні системи регіонів, єдина електроенергетична система країни. Для управління електроенергетичними системами застосовують інформаційно-керуючі комплекси; для рівня технологічних об'єктів використовують автоматичні системи управління технологічними процесами станцій, підстанцій; системами управління елементів електроенергетичної системи слугує релейний захист та автоматика. Наприклад, інформаційно-керуючі комплекси можуть складатися з підсистем, що являють собою системи управління як окремо взятих елементів системи, так і технологічних об'єктів в цілому. У свою чергу, кожен рівень ієрархічної структури системи управління реалізується за допомогою конкретної апаратури та пристроїв, які складаються з окремих елементів. Водночас системи управління професійною діяльністю майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем зазвичай мають також ієрархічну структуру. Це може бути система управління бригадою, групою, відділом, підрозділом, сектором з проектування, експлуатації, науково-дослідної роботи щодо систем управління об'єктами енергосистем. Отже, в загальному випадку ієрархічна структура системи управління (СУ) чи то об'єктом

управління, чи то професійною діяльністю буде мати вигляд, що представлений на рис. 3.2.

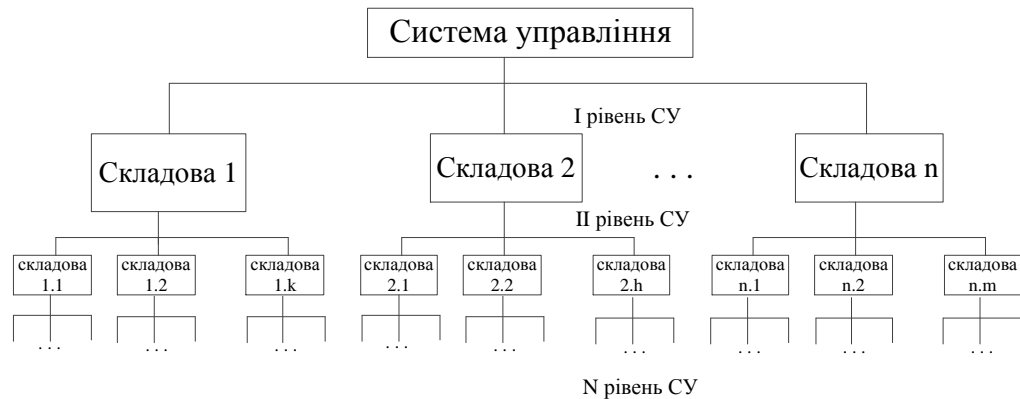


Рис. 3.2. Ієрархічна структура системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю)

Як бачимо, цілі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинні представляти цілісну систему з ієрархічною структурою, на вершині якої стоять цілі формування професійних компетентностей (проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової), далі йдуть цілі формування знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення професійних задач щодо всієї системи управління, після чого цілі формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач щодо складових I, II та N рівнів ієрархії системи управління (рис. 3.3).

Згідно із визначених цілей професійної підготовки майбутній інженер з автоматизації енергосистем повинен уміти виконувати велику кількість різних професійних задач.

На підставі проведеного в п. 2.1. аналізу професійних задач в межах ключових компетентностей інженерів з автоматизації енергосистем було побудовано узагальнену модель вирішення професійних задач.

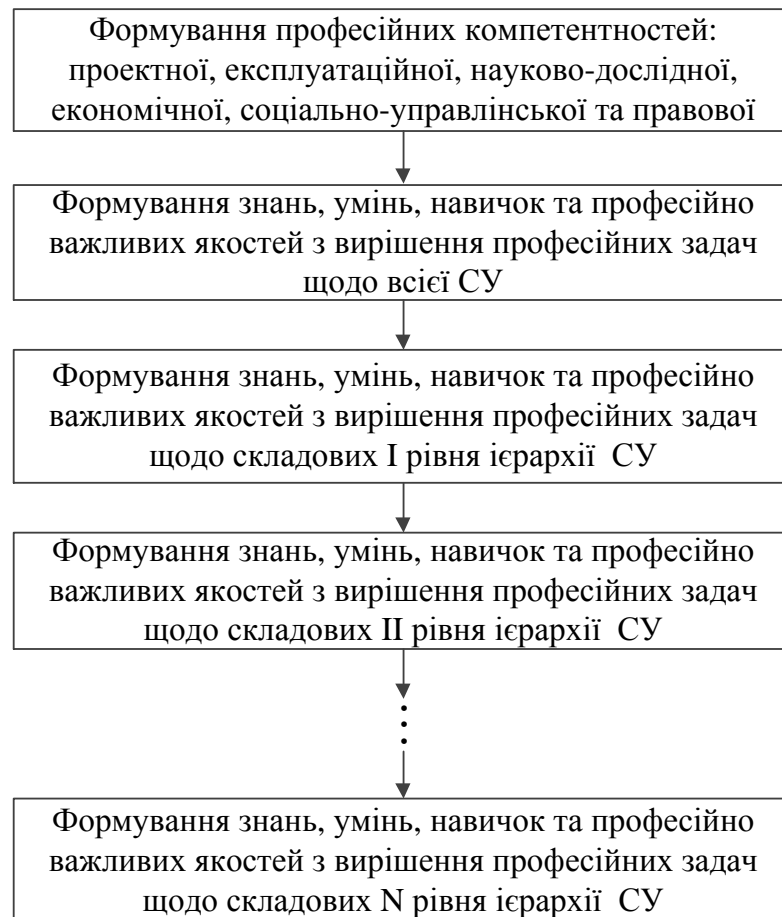


Рис. 3.3. Узагальнена ієрархічна структура цілей професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Відповідно до цієї моделі вирішення будь-якої професійної задачі умовно складається з двох етапів, а саме з аналізу системи управління в контексті професійної задачі та безпосередньо вирішення професійної задачі щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю). Етап аналізу системи управління в контексті професійної задачі передбачає встановлення каузального зв'язку між матеріальним об'єктом та переліком вимог, які треба виконати задля вирішення поставленої задачі. В такому випадку каузальним зв'язком знань може бути зв'язок, що представлений на рис. 3.4 (МО – матеріальний об'єкт, з яким пов'язано вирішення професійної задачі, $H_{\text{вим}}$ – підсистема знань, що відображає параметри вимог щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю).

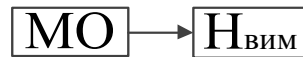


Рис. 3.4. Каузальний зв'язок знань під час аналізу системи управління в контексті професійної задачі

Безпосередньо вже вирішення професійної задачі щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійно діяльністю) передбачає ітераційний процес встановлення каузальних зв'язків між підсистемами знань щодо параметрів, принципу дії та побудови. В такому випадку можливими каузальними ланцюгами знань можуть бути ланцюги зі зворотнім зв'язком (рис. 3.5)

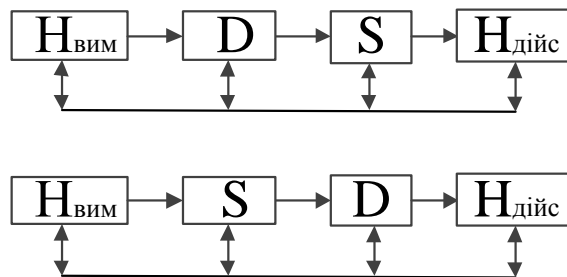


Рис. 3.5. Каузальні ланцюги знань під час вирішення професійної задачі щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю)

На рис. 3.5 прийняті наступні позначення: D – підсистема знань щодо принципу дії системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю), S – підсистема знань щодо побудови системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю), H – підсистема знань щодо параметрів системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю), де $H_{\text{дійс}}$ – підсистема знань, що відображає дійсні параметри системи управління.

З урахуванням наведених каузальних зв'язків та ланцюгів знань визначимо узагальнений фундаментальний каузальний ланцюг знань вирішення професійних задач з автоматизації енергосистем (рис. 3.6)

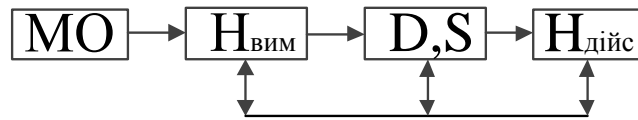


Рис. 3.6. Модель узагальненого фундаментального каузального ланцюга вирішення професійних задач з автоматизації енергосистем

Наведений узагальнений фундаментальний каузальний ланцюг знань повинен слугувати основою цілей та змісту професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Саме цей ланцюг знань лежить в основі вирішення будь-якої професійної задачі інженерами з автоматизації енергосистем.

На підставі змісту аналітичної професіограми визначимо систему ключових типових професійних задач, які лежать в основі всієї професійної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Проектна компетентність майбутнього інженера з автоматизації енергосистем засновується на вирішенні, перш за все, професійних задач з: розроблення завдання на проектування систем управління об'єктами енергосистем; проектування систем управління об'єктами енергосистем; визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем.

Майбутній інженер з автоматизації енергосистем в межах експлуатаційної компетентності повинен уміти вирішувати, в першу чергу, наступні професійні задачі: розроблення завдання на технічну перевірку систем управління об'єктами енергосистем; перевірка технічного стану систем управління об'єктами енергосистем; встановлення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем.

В межах науково-дослідної компетентності майбутньому інженеру з автоматизації енергосистем, перш за все, характерні такі професійні задачі: розроблення завдання на проведення наукових досліджень щодо системи

управління об'єктом енергосистеми; проведення наукових досліджень щодо системи управління об'єктом енергосистеми; визначення параметрів функціонування системи управління об'єктом енергосистеми.

Економічна компетентність майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, передусім, передбачає вирішення таких професійних задач, як: розроблення завдання на техніко-економічне обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми; проведення техніко-економічне обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми; визначення техніко-економічних показників системи управління об'єктом енергосистеми.

Майбутній інженер з автоматизації енергосистем в межах соціально-управлінської компетентності, в першу чергу, повинен мати здатність вирішувати професійні задачі з: розроблення завдання на створення системи управління професійною діяльністю; створення системи управління професійною діяльністю; визначення параметрів функціонування системи управління професійною діяльністю.

Правова компетентність майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, насамперед, орієнтована на вирішення ключових проектних, експлуатаційних, науково-дослідних, економічних та управлінських задач з урахуванням правових норм, що діють в електроенергетиці.

Кожна професійна задача в межах проектної, експлуатаційної та науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей передбачає встановлення одного з трьох каузальних ланцюгів знань $MO \rightarrow N_{\text{вим}}$ або $N_{\text{вим}} \rightarrow D, S$ або $D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$ на різних рівнях ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю). А, отже ієрархічна структура цілей та змісту професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем буде мати вигляд, що представлений на рис. 3.7.

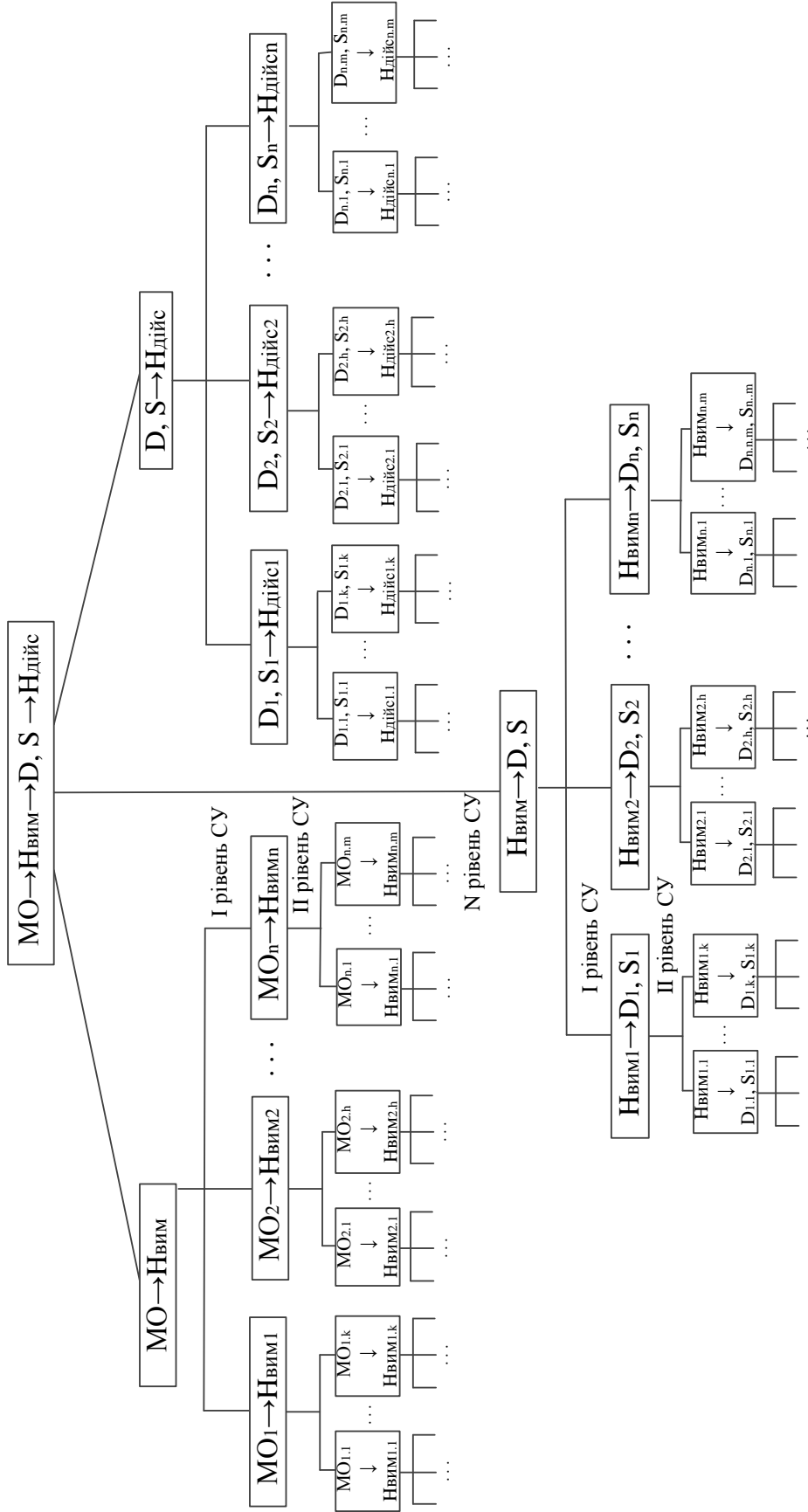


Рис. 3.7. Ієрархічна структура цілей та змісту професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

З урахуванням зазначеного вище запишемо узагальнену модель цілей та каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу (рис. 3.8).

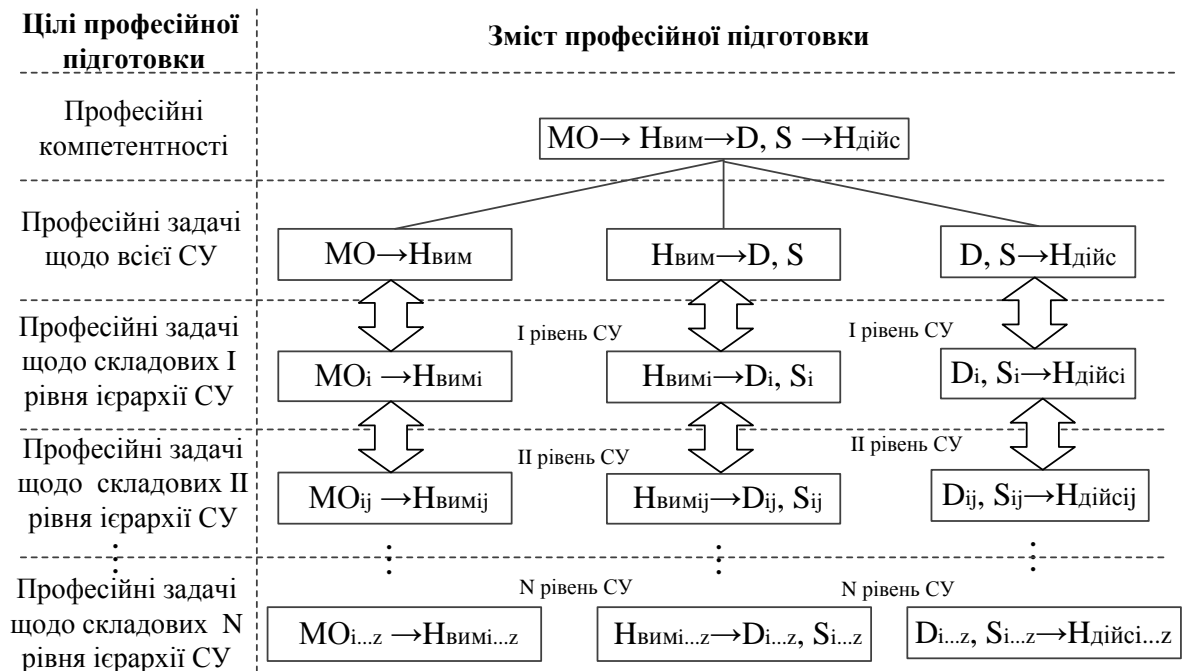


Рис. 3.8. Узагальнена модель цілей та каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Отже, зміст професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинен розроблятися на основі узагальненої моделі каузального змісту формування професійних компетентностей і представляти систему ієрархічних моделей (рис. 3.9):

- каузального змісту формування проектної компетентності;
- каузального змісту формування експлуатаційної компетентності;
- каузального змісту формування науково-дослідної компетентності;
- каузального змісту формування економічної компетентності;

- каузального змісту формування соціально-управлінської компетентності;
- каузального змісту формування правової компетентності.

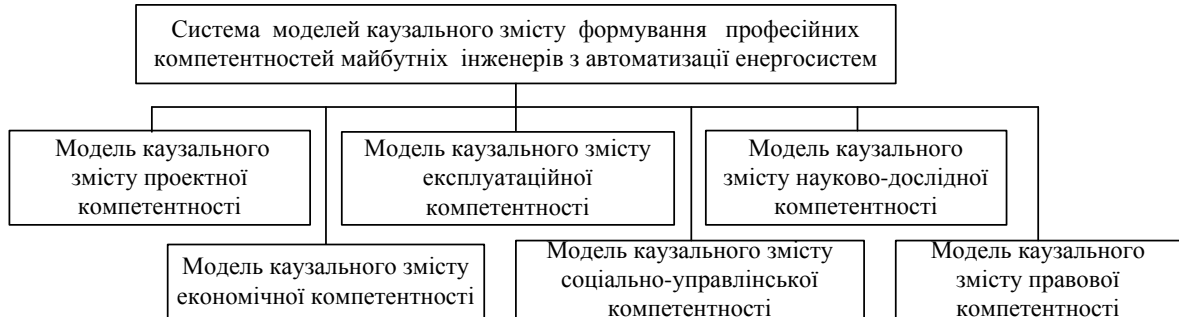


Рис. 3.9. Структура змісту професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу

Отже, кінцеві цілі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем представляють систему професійних компетентностей і складаються з проміжних цілей щодо вирішення професійних задач в межах відповідних компетентностей. Визначена структура цілей професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем відповідає вимогам діагностичності та ієрархічності.

3.2. Моделі каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

На підставі визначених в п. 3.1 цілей та змісту професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем розробимо моделі каузального змісту формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей.

Визначений каузальний ланцюг знань $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$, що лежить в основі вирішення професійних задач майбутнього інженера з

автоматизації енергосистем, може застосовуватися для всіх рівнів ієрархічної структури системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю). З урахуванням ієрархічності побудови систем управління структури підсистем знань S, D, H будуть мати вигляд, що представлений на рис. 3.10 – 3.12.

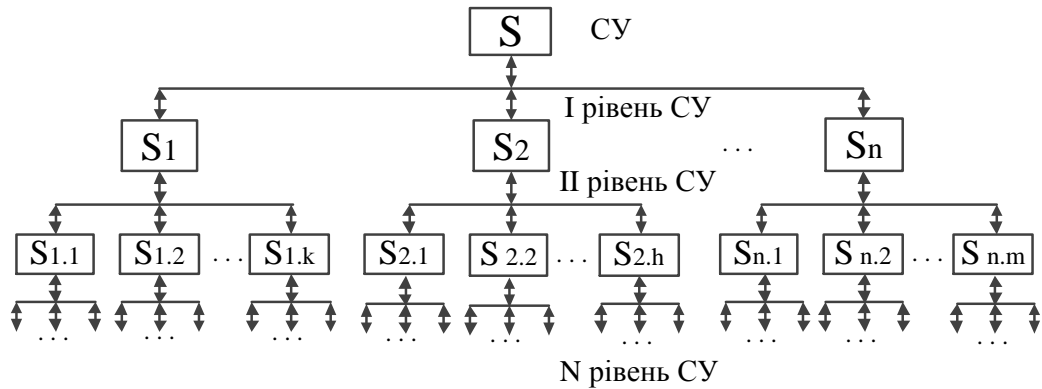


Рис. 3.10. Ієрархічна структура підсистеми S (побудова)

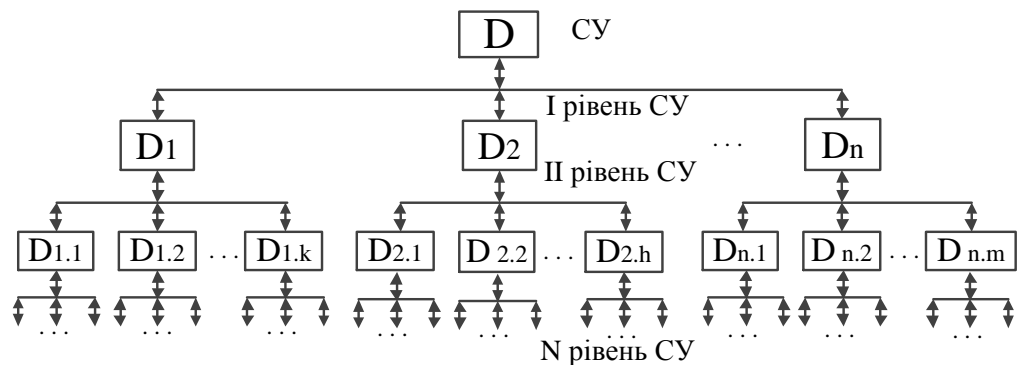


Рис. 3.11. Ієрархічна структура підсистеми D (принцип дії)

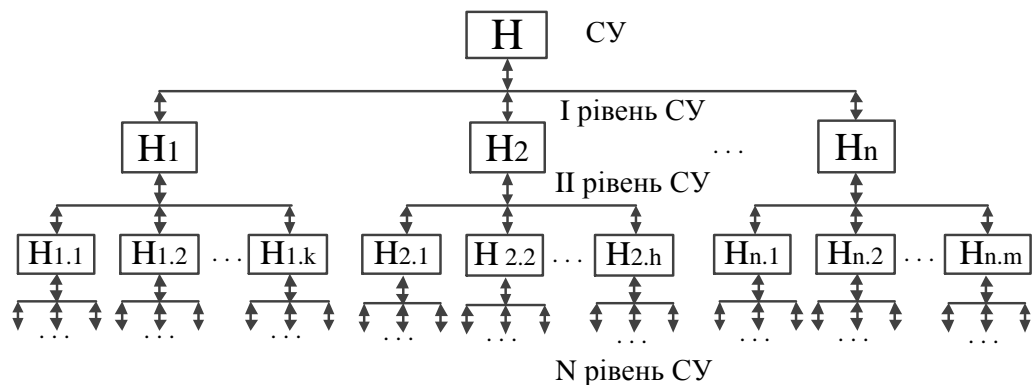


Рис. 3.12. Ієрархічна структура підсистеми H (параметри)

Отже, внаслідок ієрархічної побудови систем управління каузальні ланцюги знань кожного рівня ієрархії будуть утворювати каузальні моделі знань. З урахуванням сказаного модель каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем буде мати вигляд, що представлений на рис. 3.13.

Охарактеризуємо наведену на рис.3.13 модель. На підставі існуючого матеріального об'єкта формулюється завдання до системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) з урахуванням виду діяльності. Далі в загальному випадку розробляються або визначаються принцип дії, побудова та параметри всієї системи управління в контексті завдання. При послідовній деталізації формулюються вимоги та розробляються або визначаються принцип дії, побудова та параметри складових першого рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю), потім другого рівня ієрархії і т. п. Деталізація здійснюється доти поки завдання щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) не буде вирішено повністю. Визначення параметрів всієї системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) може відбуватися і шляхом агрегації параметрів складових більш нижніх рівнів ієрархії. Таким чином, методи поетапної деталізації та агрегації лежать в основі змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Слід підкреслити, що наведена модель каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем є універсальною як для технічних систем управління, так і для соціальних систем управління. На її підставі розробимо модель каузального змісту формування проектної компетентності, для чого проаналізуємо зміст проектувальних задач.

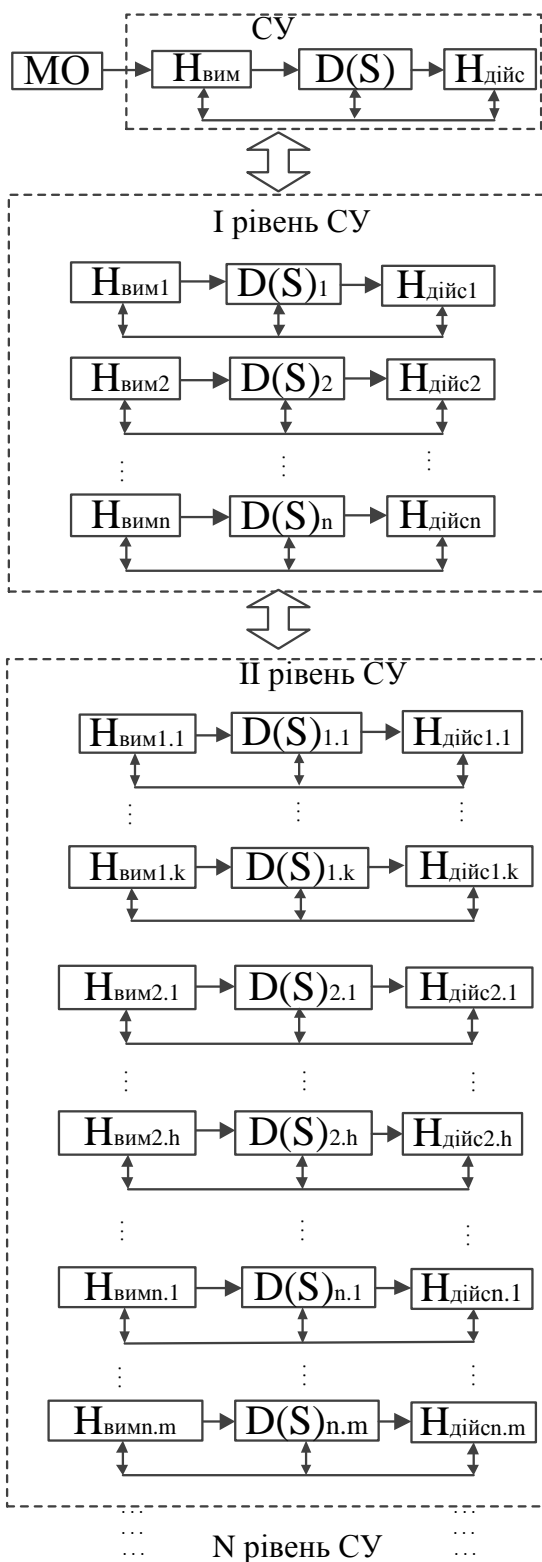


Рис. 3.13. Модель каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Як було визначено в п. 3.1 проектувальні задачі в загальному випадку складаються з розроблення завдання на проектування, здійснення проектування та визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем. Визначимо каузальну модель змісту проектування щодо системи управління об'єктами енергосистеми з будь-яким числом ієрархічних рівнів. Для цього побудуємо каузальні ланцюги знань для кожної виділеної професійної задачі при умові, що система управління об'єктом енергосистеми являє собою пристрій, який має два рівні: вищий рівень (рівень всього пристрою (П)) та нижчий рівень (рівень елементів пристрою (ЕП)).

При розробленні завдання на проектування основними розділами є загальні відомості, призначення та цілі створення системи управління, характеристика об'єкта управління, вимоги до системи управління тощо. Важливим розділом є визначення вимог до системи в цілому, до функцій, які виконує система, до видів забезпечення. При формулюванні вимог до системи в цілому в загальному випадку визначаються вимоги щодо структури та функціонування системи, показники призначення, перелік вхідних та вихідних сигналів, вимоги до ергономіки та технічної естетики, вимоги до експлуатації, технічного обслуговування та ремонту, вимоги до захисту та несанкціонованого доступу, вимоги щодо збереження інформації при аварії, вимоги до захисту від зовнішніх впливів, вимоги щодо стандартизації та уніфікації тощо.

Вимоги до функцій, що виконуються системою, в загальному випадку включають: за кожною підсистемою перелік функцій, завдань або їх комплексів, що підлягають автоматизації; тимчасовий регламент реалізації кожної функції, завдання (або комплексу задач); вимоги до якості реалізації кожної функції (задачі або комплексу задач), форми подання вихідної інформації, характеристики необхідної точності й часу виконання, вимоги до одночасності виконання груп функцій, вірогідності видачі результатів;

перелік і критерії відмов для кожної функції, за якою задаються вимоги щодо надійності. Вимоги до видів забезпечення складаються з вимог до математичного, програмного, інформаційного, лінгвістичного, технічного, метрологічного забезпечення тощо. Отже, при розробленні завдання на систему управління об'єктом енергосистеми та її складові (рівні) може бути визначено вимоги до її призначення, переліку та змісту структурно-функціональних підсистем, основних характеристик, вимоги до числа рівнів ієрархії й ступеня централізації системи тощо.

В загальному випадку каузальний зв'язок знань при розробленні завдання на проектування системи управління об'єктом енергосистеми (СУОЕ) буде мати вигляд (рис. 3.14)

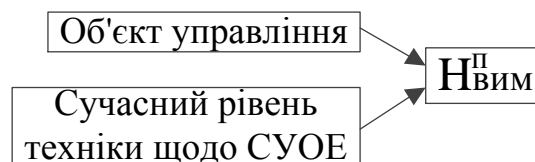


Рис. 3.14. Каузальний зв'язок знань при розробленні завдання на проектування системи управління об'єктом енергосистеми

При виконанні безпосередньо проектування в загальному випадку складаються повні схеми та алгоритми функціонування системи управління об'єктом енергосистеми. При цьому каузальні зв'язки знань мають вигляди, що представлені на рис. 3.15 – 3.17 ($S_{\text{стр}}$ та $S_{\text{реал}}$ – підсистеми знань щодо побудови структурно-функціональних та принципівих схем системи управління об'єктом енергосистеми відповідно).



Рис. 3.15. Каузальний зв'язок знань при розробленні алгоритмів функціонування системи управління об'єктом енергосистеми

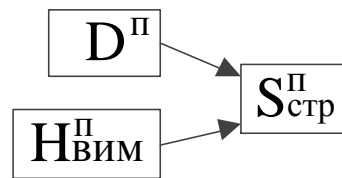


Рис. 3.16. Каузальний зв'язок знань при розробленні структурно-функціональних схем системи управління об'єктом енергосистеми



Рис. 3.17. Каузальний зв'язок знань при розробленні принципів схем системи управління об'єктом енергосистеми

Розкриємо зміст каузального зв'язку, що представлений на рис. 3.17. Вимоги, що висуваються до пристрою та його загальна структура (що окреслилась на попередньому етапі) впливають на призначення та вимоги щодо кожного елемента. Вимоги та призначення кожного елемента пристрою, у свою чергу, визначають його принцип дії та структуру. Отже, кожен складовий елемент, як і пристрій в цілому, складається з чотирьох підсистем знань, що зв'язані між собою каузальними ланцюгами. Далі визначається яким чином будуть реалізовані елементи, а, отже, і пристрій в цілому (рис. 3.18). Таким чином, в загальному випадку каузальний ланцюг знань при виконанні проектування системи управління об'єктом енергосистеми буде мати вигляд, що зображений на рис. 3.19.

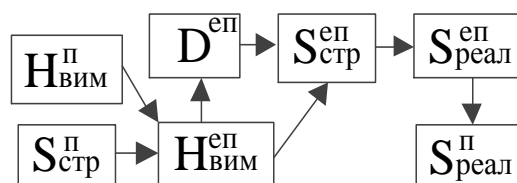


Рис. 3.18. Розгорнутий каузальний ланцюг знань при розробленні принципів схем системи управління об'єктом енергосистеми

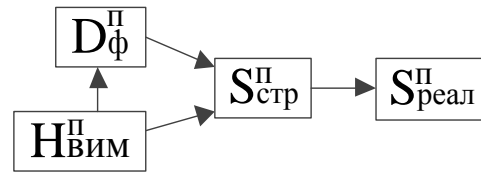


Рис. 3.19. Каузальний ланцюг знань при виконанні проектування системи управління об'єктом енергосистеми

Наведений на рис. 3.19 каузальний ланцюг знань є актуальним при розробленні пристроїв на будь-якій елементній базі, у якості елементів пристрою можуть виступати аналогові елементи, електромагнітні (електромеханічні) реле, мікропроцесорні модулі. В теперішній час більшість пристроїв розробляється на базі готових модулів з подальшим їх комплексуванням та програмуванням. В такому випадку задачі проектувальника зводяться до визначення структури комплексу, розподілу функцій між модулями, встановлення послідовності їх виконання, визначення схем підключення пристрою.

При визначенні параметрів функціонування системи управління об'єктом енергосистеми, перш за все, визначають робочі значення параметрів настроювання, параметрів уставок, вхідні та вихідні параметри (рис. 3.20).



Рис. 3.20. Каузальний зв'язок знань при визначенні показників функціонування системи управління об'єктом енергосистеми

Розкриємо зміст каузального зв'язку знань при визначенні показників функціонування системи управління об'єктом енергосистеми, що наведений на рис. 3.20. Зокрема, вхідні ($H_{\text{вх}}$) та вихідні ($H_{\text{вих}}$) параметри залежать від реалізації пристрою (рис. 3.21).

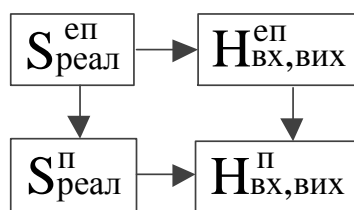


Рис. 3.21. Каузальний ланцюг знань при визначенні вхідних та вихідних параметрів системи управління об'єктом енергосистеми

У разі, якщо проектується пристрій регулювання актуальним є визначення параметрів настроювання ($H_{нас}$), для пристроїв управління визначають параметри уставок ($H_{уст}$) та параметри настроювання (рис. 3.22).

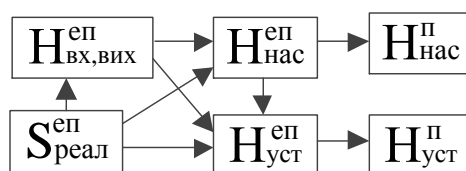


Рис. 3.22. Каузальний ланцюг знань при визначенні параметрів настроювання та параметрів уставок системи управління об'єктом енергосистеми

В загальному випадку, коли система управління об'єктом енергосистеми має ієрархічно розвинену структуру, де реалізація структурних елементів більш високих рівнів залежить від реалізації елементів нижчих рівнів, модель каузального змісту проектування системи управління об'єктом енергосистеми, що водночас є моделлю каузального змісту формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, може бути представлена у вигляді (рис. 3.23)

Охарактеризуємо наведену модель. У більшості випадків, перелік та значення вхідних, вихідних параметрів, параметрів уставок та настройок прописуються у вимогах завдання. З урахуванням цього, підсистема H_{cy} , яка є наслідком реалізації системи управління (складового елементу системи управління) не деталізується.

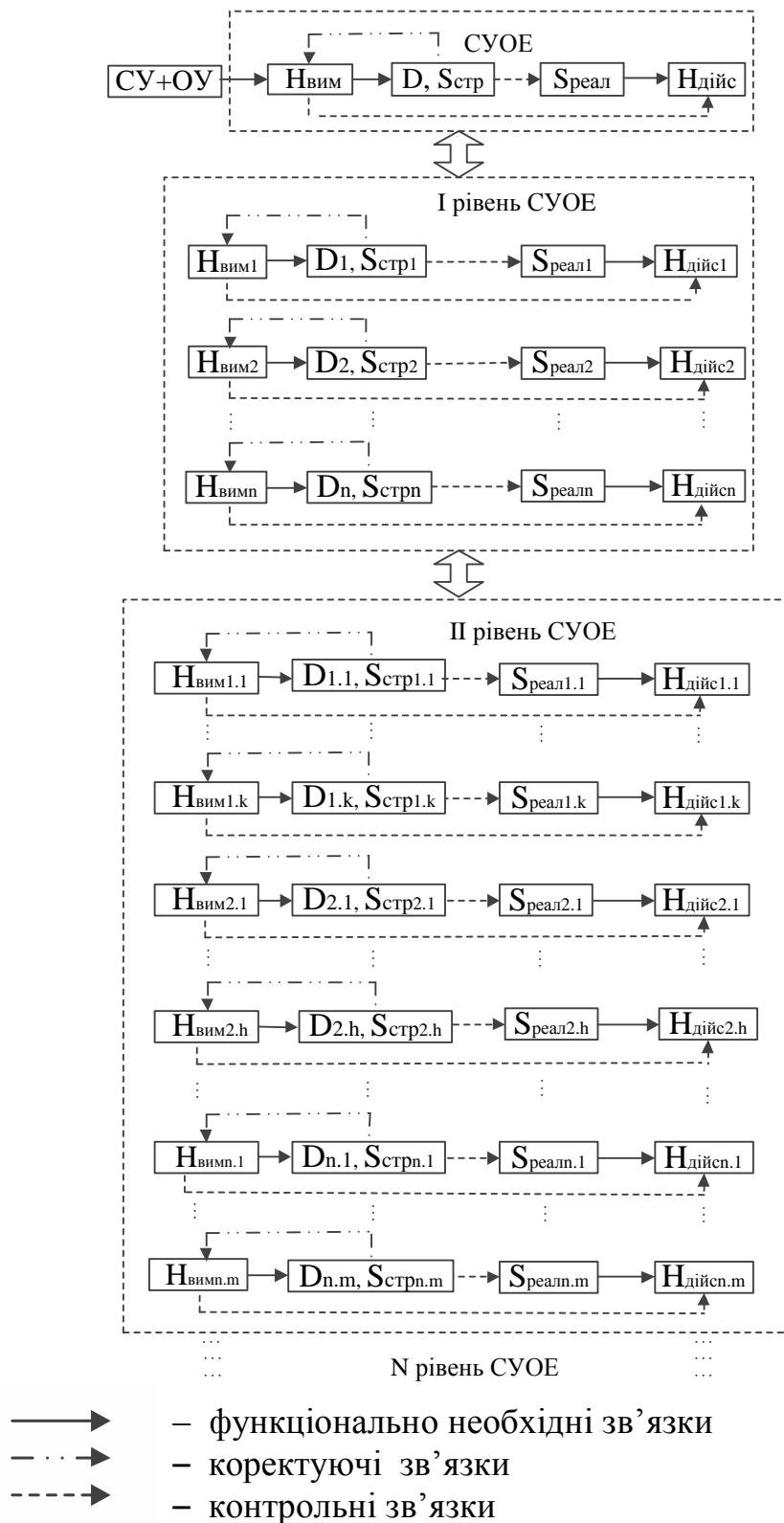


Рис. 3.23. Модель каузального змісту формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Отже, на зміст завдання до пристрою (елементу пристрою) впливають параметри вимог (вимоги) $N_{\text{вим}}$, а в результаті реалізації системи управління (складового елемента системи управління) отримуємо параметри, що можуть включати усі вище названі складові $N_{\text{су}}$.

При послідовній деталізації спочатку будується структурна схема системи управління об'єктом енергосистеми, а потім встановлюється зв'язок з першим рівнем системи управління. Після цього складаються структурно-функціональні схеми першого рівня, в яких можуть бути присутні зв'язки з другим рівнем і т. п. Деталізація здійснюється доти поки не отримують рівень з функціонально неподільними елементами, а, отже, структурні схеми самого нижнього рівня являють собою прості елементи. Наступним кроком є вибір реалізації функціонально неподільних елементів з подальшим їх об'єднанням в підсистему більш високого рівня. Об'єднання здійснюється доти поки не отримують реалізацію всієї системи управління об'єктом енергосистеми. Тобто на етапі реалізації відбувається агрегація елементів в одну систему.

При цьому на кожному рівні системи, починаючи з нижнього, порівнюються кінцеві параметри з початковими вимогами, у разі невідповідності останніх вимоги більш нижнього рівня можуть бути переглянуті (скоректовані) та проектування необхідних рівнів проведене знову. Таким чином, методи поетапної декомпозиції та агрегації лежать в основі змісту проектування систем управління об'єктами енергосистем.

В якості прикладу побудуємо фрагмент змісту проектування автоматичного пристрою синхронізації (рис. 3.24).

На підставі моделі каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем розробимо модель каузального змісту формування експлуатаційної компетентності, для чого проаналізуємо зміст експлуатаційних задач. В загальному випадку експлуатаційні задачі передбачають можливість

розроблення завдання на технічну перевірку, перевірку технічного стану та встановлення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем.

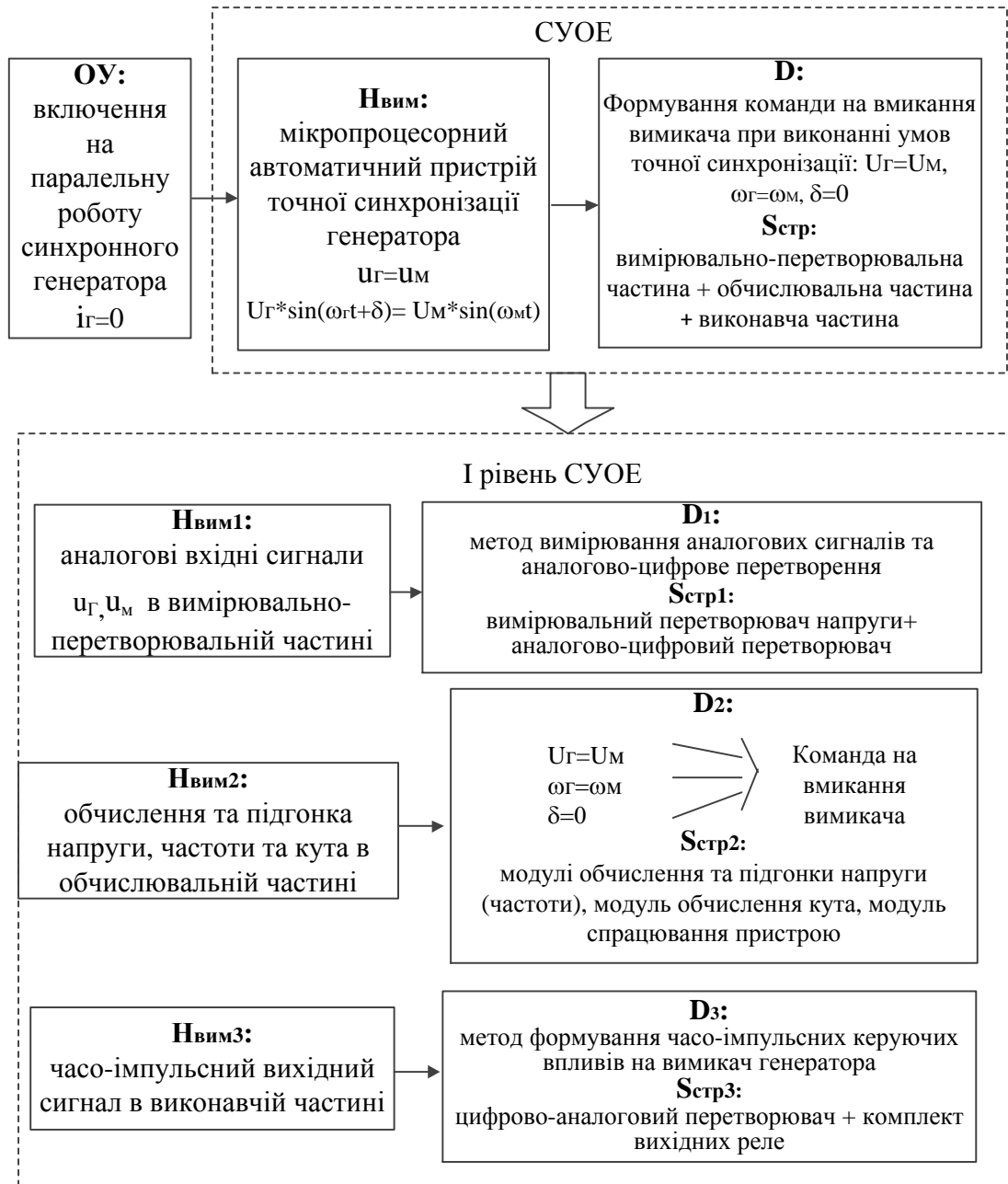


Рис. 3.24. Фрагмент каузального змісту проектування автоматичного пристрою синхронізації

Розроблення завдання на технічну перевірку системи управління об'єктом енергосистеми передбачає вивчення та оброблення технічної

документації щодо експлуатації даної системи управління, після чого визначається перелік вимог, виконання яких треба перевірити за допомогою певної послідовності дій. В загальному випадку каузальний зв'язок знань при розробленні завдання на технічну перевірку системи управління об'єктом енергосистеми буде мати вигляд (рис. 3.25)



Рис. 3.25. Каузальний зв'язок знань при розробленні завдання на технічну перевірку системи управління об'єктом енергосистеми

Перевірка технічного стану розпочинається з проведення технічного огляду, при якому зазвичай перевіряють: відсутність зовнішніх пошкоджень пристроїв, доступних для огляду (первинних перетворювачів, приладів, пускових пристроїв, виконавчих механізмів, зчленувань та ін.); ступінь нагріву (дотиком руки до корпусу) електродвигунів виконавчих механізмів включених регуляторів; наявність напруги живлення на ділянках системи управління за станом комутаційних апаратів, світінню табло, сигнальних ламп, світлодіодів, індикації на відеограмах; наявність напруги живлення основного і резервного введів програмно-технічного комплексу; температуру навколишнього повітря, вологість, вібрацію і запиленість у місцях установки приладів і апаратури, які не повинні перевищувати значень, допустимих технічними умовами на ці пристрої; чистоту і відсутність запиленості в панелях, закриття дверей шаф; працездатність (функціонування) мікропроцесорних контролерів (за таблицями індикації світлодіодів), працездатність технічних засобів, призначених для архівації даних; якість запису на стрічках принтерів; справність світлозвукової сигналізації шляхом випробування; стан пожежної безпеки устаткування і пристроїв системи управління (відповідно до вимог інструкції з пожежної безпеки), зовнішні та внутрішні кола зв'язку тощо. Безумовно, перелік дій в кожному конкретному

випадку може бути свій, що прописаний в інструкції з експлуатації системи управління об'єктом енергосистеми. У зв'язку з тим, що сучасні системи управління об'єктами енергосистем представляють апаратно-програмні комплекси, основним змістом перевірки технічного стану, перш за все, є визначення переліку функцій, що підлягають перевірці, та каналів зв'язку, які реалізують ці функції. З урахуванням сказаного, каузальний зв'язок знань при перевірці технічного стану системи управління об'єктом енергосистеми можна записати як (рис. 3.26)



Рис. 3.26. Каузальний зв'язок знань при перевірці технічного стану системи управління об'єктом енергосистеми

Задачі зі встановлення параметрів функціонування системи управління об'єктом енергосистеми можуть включати перевірку опору ізоляції вхідних ланцюгів і датчиків реєстрації, перевірку роботи схеми живлення, перевірку датчиків аналогових сигналів, перевірку проходження дискретних сигналів, перевірку на відповідність складових елементів специфікації, перевірку роботи сигналізації несправності, комплексну перевірку пристрою при подачі на нього параметрів режиму від стороннього джерела, і т.п.

Не зважаючи на велике різноманіття варіантів перевірок, що залежать від призначення та виконання системи управління, більшість дій пов'язано з визначенням характеристик систем управління та їх складових. Наприклад, перевірка датчиків аналогових сигналів проводиться шляхом зняття характеристик $I_{вих} = f(I_{вх})$, $U_{вих} = f(U_{вх})$. При цьому каузальний зв'язок знань можна записати (рис. 3.27)



Рис. 3.27. Каузальний зв'язок знань при визначенні характеристик системи управління об'єктом енергосистеми

Одним з найпопулярніших методів перевірки кіл зв'язку в інженерів - електриків є так звана «прозвонка», що передбачає встановлення відповідності вихідного сигналу вхідному. При цьому каузальний ланцюг знань при перевірці зовнішніх та внутрішніх кіл зв'язку має аналогічний вигляд представленому на рис. 3.27.

Виявлення несправностей може здійснюватися за допомогою двох підходів. Перший підхід передбачає виявлення несправностей згідно з існуючою методикою перевірки даної системи управління, де прописано послідовність дій щодо перевірки та функціональні вимоги до системи управління та її складових елементів. В такому випадку від експлуатаційного персоналу не вимагаються знання щодо принципу дії системи управління, він лише виявляє несправний складовий елемент за принципом «чорного ящика», після чого складовий елемент буде замінений на новий зі складу запасних частин або відданий у ремонт. В такому випадку для визначення показників функціонування, а, отже можливих причин некоректної роботи системи управління справедливим буде наступний зв'язок знань (рис. 3.28)

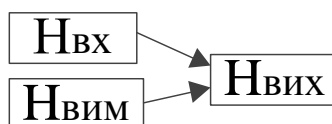


Рис. 3.28. Каузальний зв'язок знань при визначенні показників функціонування системи управління об'єктом енергосистеми згідно першого підходу

Другий підхід передбачає самостійне визначення експлуатаційним персоналом функціональних вимог до складового елементу, що не можливо якісно зробити без знання його принципу дії та устрою. В такому випадку для визначення показників функціонування, а, отже і можливої несправності системи управління об'єктом енергосистеми справедливим буде наступний каузальний зв'язок знань (рис. 3.29)



Рис. 3.29. Каузальний зв'язок знань при визначенні показників функціонування системи управління об'єктом енергосистеми згідно другого підходу

Не виключено також поєднання першого та другого підходів при визначенні показників функціонування системи управління об'єктом енергосистеми. Роботи з усунення причин некоректної роботи системи управління в загальному випадку можуть включати: заміну дефектних елементів на свідомо справні зі складу запасних частин, усунення несправності в електричній схемі пристрою, налаштування системи управління. Після усунення причин некоректної роботи пристрою проводять опробування і включення пристрою в роботу, що знову передбачає технічну перевірку системи управління об'єктом енергосистеми.

Таким чином, в загальному випадку каузальний ланцюг знань при виконанні експлуатаційних задач щодо системи управління об'єктом енергосистеми можна представити у вигляді (рис. 3.30)



Рис. 3.30. Узагальнений каузальний ланцюг знань при виконанні експлуатаційних задач щодо системи управління об'єктом енергосистеми

З урахуванням проведеного аналізу змісту основних експлуатаційних задач побудуємо модель каузального змісту експлуатації системи управління об'єктом енергосистеми з ієрархічною структурою, що водночас являє собою модель каузального змісту формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем (рис. 3.31).

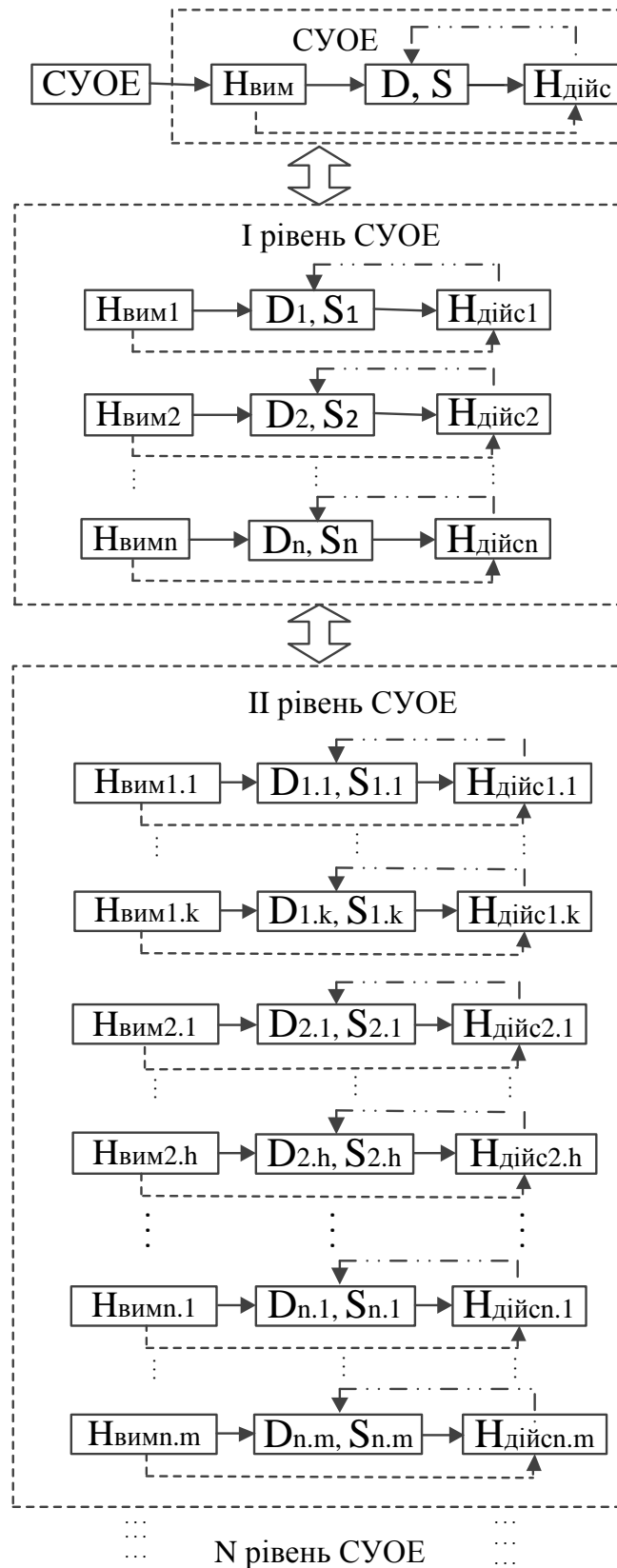


Рис. 3.31. Модель каузального змісту формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Згідно з даною моделлю при послідовній деталізації спочатку визначаються функції та складові, що підлягають перевірці, потім перевіряються функції першого рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистем. У разі виявлення відхилення у роботі будь-якої функції або складової здійснюється перевірка функцій та складових другого рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми і т. п. Деталізація здійснюється доти поки не виявляють причини можливих несправностей або некоректної роботи системи управління об'єктом енергосистеми. Визначення параметрів всієї системи управління об'єктом енергосистеми відбувається шляхом агрегації параметрів функцій або складових більш нижніх рівнів.

Характер зв'язку між вхідними (вихідними) параметрами різних рівнів залежить від структури системи управління. У випадку представлення кожного рівня системи управління об'єктом енергосистеми низькою послідовних структурних елементів, модель каузальних зв'язків між складовими підсистеми «параметри» буде мати вигляд, що представлений на рис. 3.32.

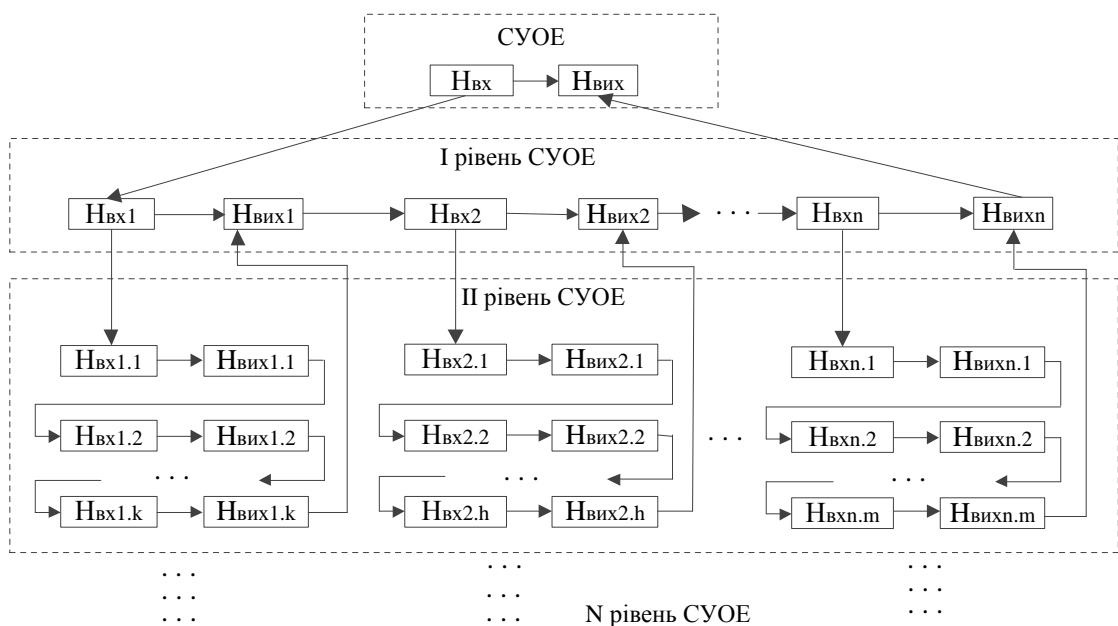


Рис. 3.32. Модель каузальних зв'язків між вхідними та вихідними параметрами всіх рівнів системи управління об'єктом енергосистеми

В якості прикладу побудуємо фрагмент каузального змісту експлуатації системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора (рис. 3.33).

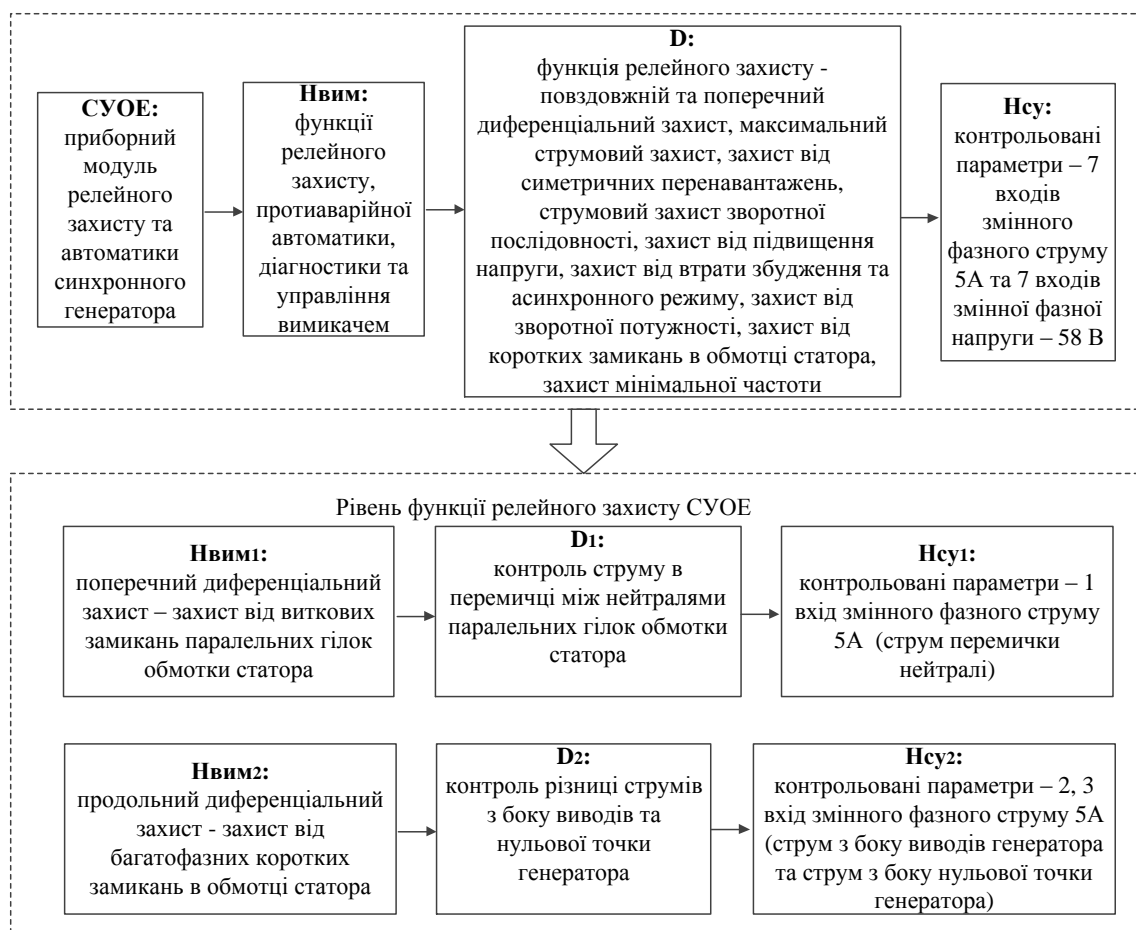


Рис. 3.33. Фрагмент каузального змісту експлуатації системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора

На підставі моделі каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем розробимо модель каузального змісту формування науково-дослідної компетентності, для чого проаналізуємо зміст науково-дослідних задач. Під час здійснення науково-дослідної діяльності майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем більш характерний прикладний вид науково-дослідних досліджень з можливими пошуковою та науковою складовими.

Пошукова складова передбачає проведення досліджень щодо можливості розроблення, створення та впровадження конкурентноздатних систем управління об'єктами енергосистем, а наукова складова – проведення наукових досліджень щодо отримання нових знань з систем управління об'єктами енергосистем. В загальному випадку науково-дослідні задачі передбачають можливість розроблення завдання на проведення наукових досліджень, проведення наукових досліджень та визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем.

Розроблення завдання на проведення наукових досліджень щодо системи управління об'єктом енергосистеми виконується з метою визначення можливих методів дослідження і способів вирішення поставлених завдань. При вирішенні цієї задачі проводять збір, вивчення, оброблення, аналіз та систематизацію науково-технічної літератури, нормативно-технічної документації, інформації про аналоги та інші матеріали за темою, проводять патентні дослідження щодо передових досягнень вітчизняної та закордонної науки й техніки.

В такому разі каузальний зв'язок знань при розробленні завдання на проведення наукових досліджень щодо системи управління об'єктом енергосистеми запишемо як (рис. 3.34)

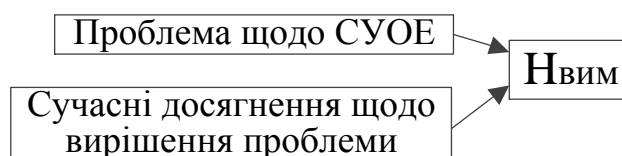


Рис. 3.34. Каузальний зв'язок знань при розробленні завдання на проведення наукових досліджень щодо системи управління об'єктом енергосистеми

Проведення наукових досліджень, що спрямовані на освоєння нових або удосконалення існуючих систем управління та її складових елементів, створення систем управління, що відповідають вимогам кращих вітчизняних

і світових зразків, передбачає вибір конкретного способу вирішення поставленої задачі. У свою чергу вибір способу вирішення поставлених задач передбачає вибір певного принципу дії та побудови системи управління. А, отже, каузальний зв'язок знань в такому випадку буде мати вигляд (рис. 3.35)



Рис. 3.35. Каузальний зв'язок знань при проведенні наукових досліджень щодо систем управління об'єктами енергосистем

Теоретичні та експериментальні дослідження з визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем проводяться з метою отримання необхідних обґрунтувань щодо пропонованих рішень. В загальному випадку при проведенні теоретичних та експериментальних досліджень розробляються робочі гіпотези, будуються моделі (макети, експериментальні зразки) об'єкта досліджень, обґрунтовуються припущення, розробляються методики експериментальних досліджень. Після експериментів отримані данні, обробляються та зіставляються з результатами теоретичних досліджень. Можливе також коригування теоретичних моделей об'єкта, проведення при необхідності додаткових експериментів та техніко-економічних досліджень. При цьому каузальний зв'язок знань можна представити у вигляді (рис. 3.36)

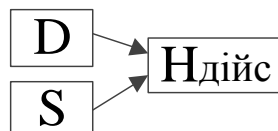


Рис. 3.36. Каузальний зв'язок знань при визначенні показників функціонування системи управління об'єктом енергосистеми

При проведенні науково-дослідних робіт ієрархічність побудови системи управління об'єктом енергосистеми можна представити як (рис. 3.37)

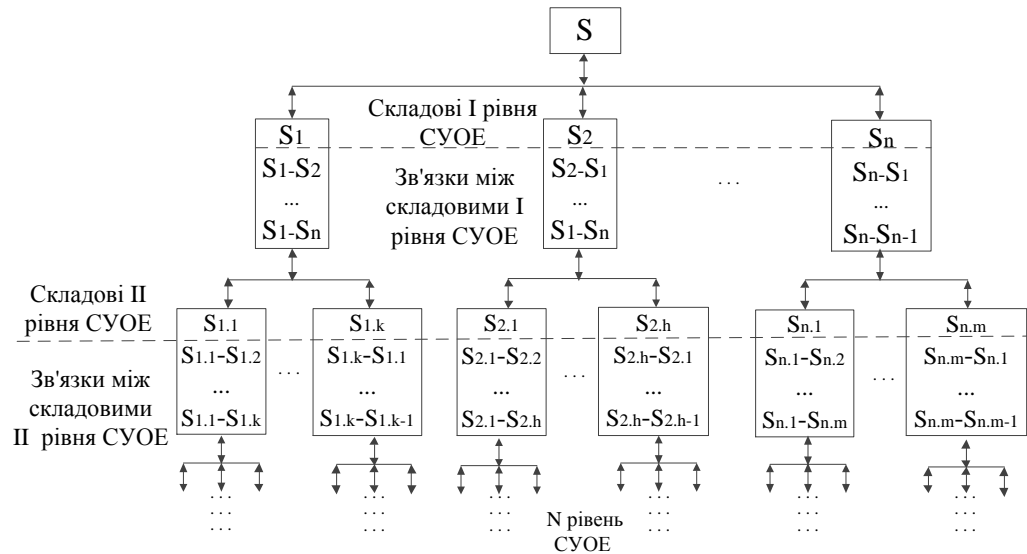


Рис. 3.37. Загальний вид ієрархічної структури побудови системи управління об'єктом енергосистеми при проведенні науково-дослідних робіт

З урахуванням сказаного модель каузального змісту науково-дослідних робіт щодо системи управління об'єктом енергосистеми, яка є водночас моделлю каузального змісту формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, буде мати вигляд, що представлений на рис. 3.38. За цією моделлю при послідовній деталізації спочатку досліджується система управління об'єктом енергосистеми в цілому, потім встановлюється зв'язок з першим рівнем ієрархії системи управління. Після цього досліджуються функції та складові першого та більш нижніх рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми. Деталізація здійснюється доти поки не отримують рівень ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми, де реалізується вирішення поставленої в науковому дослідженні задачі. Визначення параметрів всієї системи управління об'єктом енергосистеми відбувається шляхом агрегації параметрів функцій або складових більш нижніх рівнів.

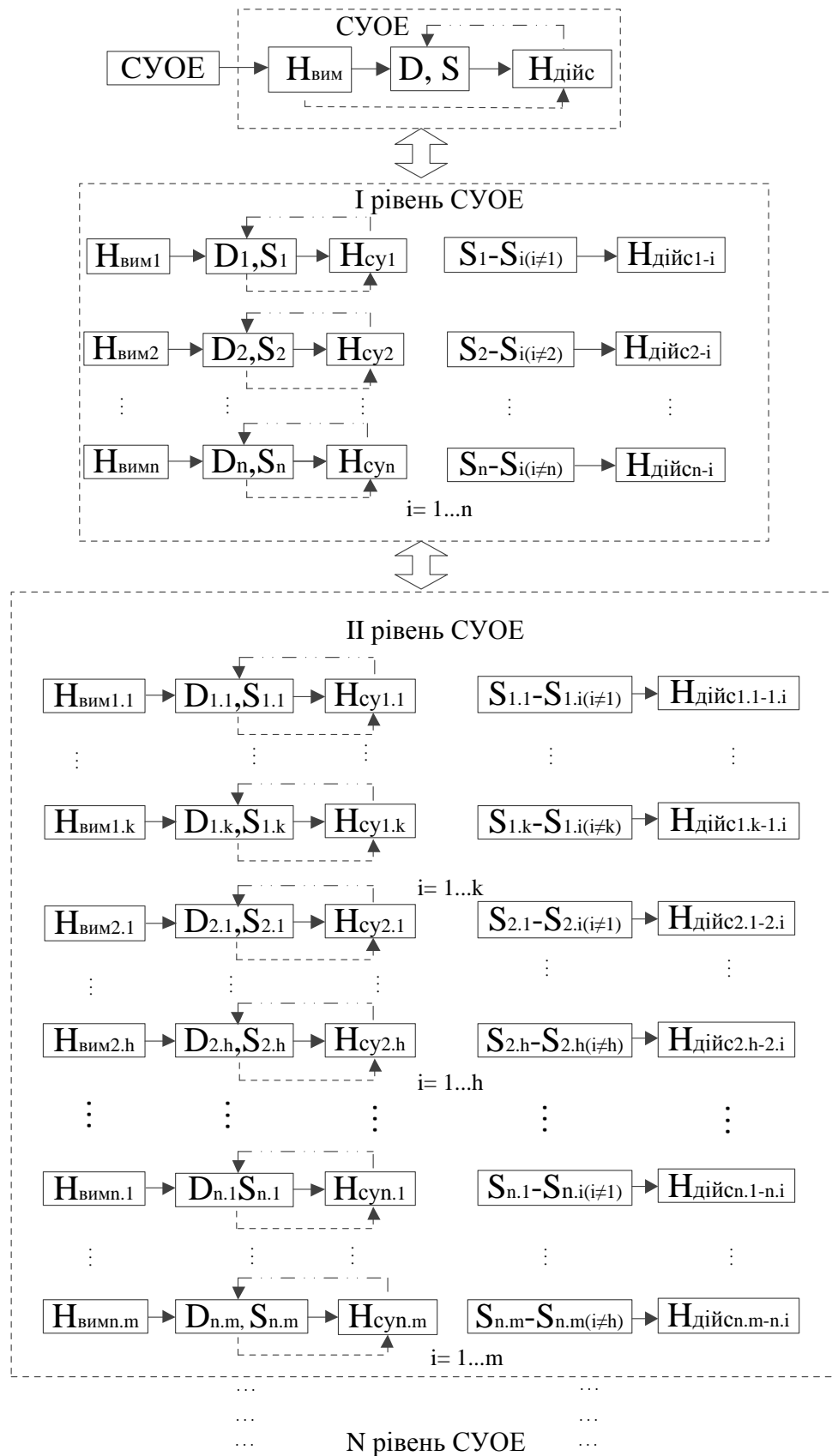


Рис. 3.38. Модель каузального змісту формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

В якості прикладу побудуємо фрагмент каузального змісту науково-дослідних робіт щодо удосконалення теплового захисту асинхронного двигуна (рис. 3.39).

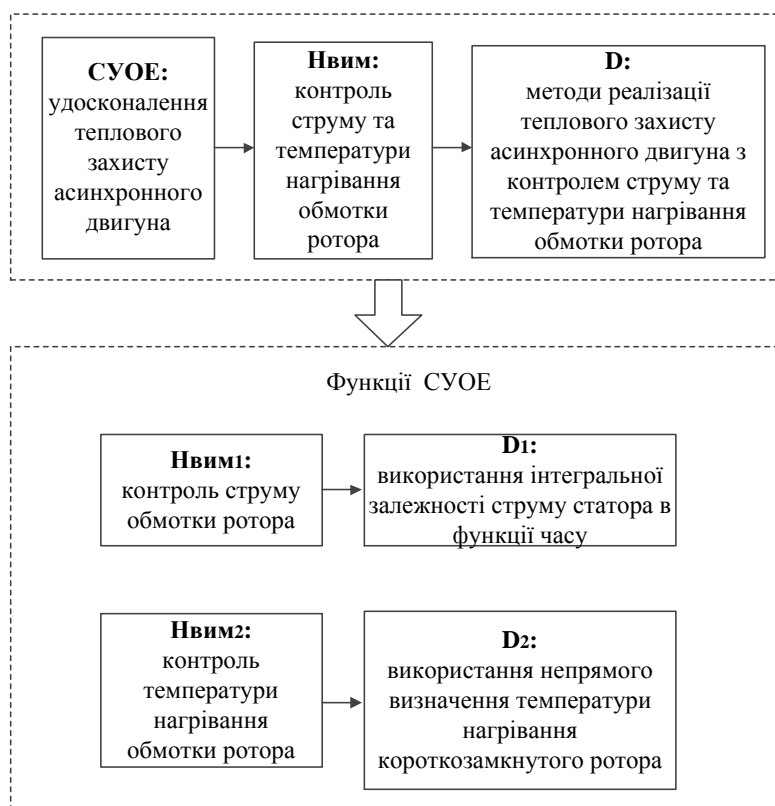


Рис. 3.39. Фрагмент каузального змісту науково-дослідних робіт щодо удосконалення теплового захисту асинхронного двигуна

На підставі каузальної моделі змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем розробимо каузальну модель змісту формування економічної компетентності, для чого проаналізуємо зміст задач, що пов'язані з техніко-економічним обґрунтуванням систем управління об'єктами енергосистем.

Техніко-економічне обґрунтування являє собою аналіз, розрахунок і оцінку економічної доцільності здійснення певного проектування, створення нової або модернізації існуючої системи управління об'єктом енергосистеми. Техніко-економічне обґрунтування засноване на порівняльній оцінці витрат і

результатів, встановлення ефективності використання, терміну окупності вкладень тощо.

В даному випадку, аналогічно як і у випадку проектування, необхідно сформулювати технічне завдання на проведення техніко-економічного обґрунтування щодо розроблення, модернізації або створення нової (удосконалення існуючої) системи управління об'єктом енергосистеми

В загальному випадку каузальний зв'язок знань при розробленні завдання на проведення техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми (СУОЕ) буде мати вигляд (рис. 3.40)

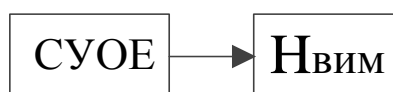


Рис. 3.40. Каузальний зв'язок знань при розробленні завдання на проведення техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми

При проведенні безпосередньо техніко-економічного обґрунтування виділяють структурні та функціональні складові системи управління об'єктом енергосистеми, які планується розробити, модернізувати, створити (удосконалити). При цьому каузальний зв'язок знань має вигляд (рис. 3.41)



Рис. 3.41. Каузальний зв'язок знань при проведенні техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми

Наступним кроком є визначення техніко-економічних показників тих функціональних та структурних складових системи управління об'єктом енергосистеми, що були виділені для обґрунтування. При цьому каузальний ланцюг знань має вигляд (рис. 3.42)



Рис. 3.42. Каузальний зв'язок знань при визначенні техніко-економічних показників системи управління об'єктом енергосистеми

З урахуванням проведеного аналізу змісту основних техніко-економічних задач, а також ієрархічності побудови систем управління об'єктами енергосистем можна стверджувати, що модель каузального змісту техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми, що водночас являє собою модель каузального змісту формування економічної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, буде мати аналогічний вигляд як у випадку експлуатаційної компетентності (рис. 3.31).

При послідовній деталізації спочатку визначаються функції та складові, що підлягають техніко-економічному обґрунтуванню, потім встановлюються функції та складові першого та подальших рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистем, що потребують аналізу, розрахунку та оцінки. Деталізація здійснюється доти поки не виявляють техніко-економічні показники окремих складових системи управління об'єктом енергосистеми. Визначення техніко-економічних показників всієї системи управління об'єктом енергосистеми відбувається шляхом агрегації техніко-економічних показників складових більш нижніх рівнів.

В якості прикладу побудуємо фрагмент каузального змісту техніко-економічного обґрунтування удосконалення системи захисту асинхронного двигуна (рис. 3.43).

На підставі моделі каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем розробимо модель каузального змісту формування управлінської компетентності, для чого проаналізуємо зміст управлінських задач.

Управлінські задачі, в першу чергу, пов'язані з розробленням завдання на створення системи управління професійною діяльністю, створенням системи управління професійною діяльністю та визначенням показників функціонування системи управління професійною діяльністю.

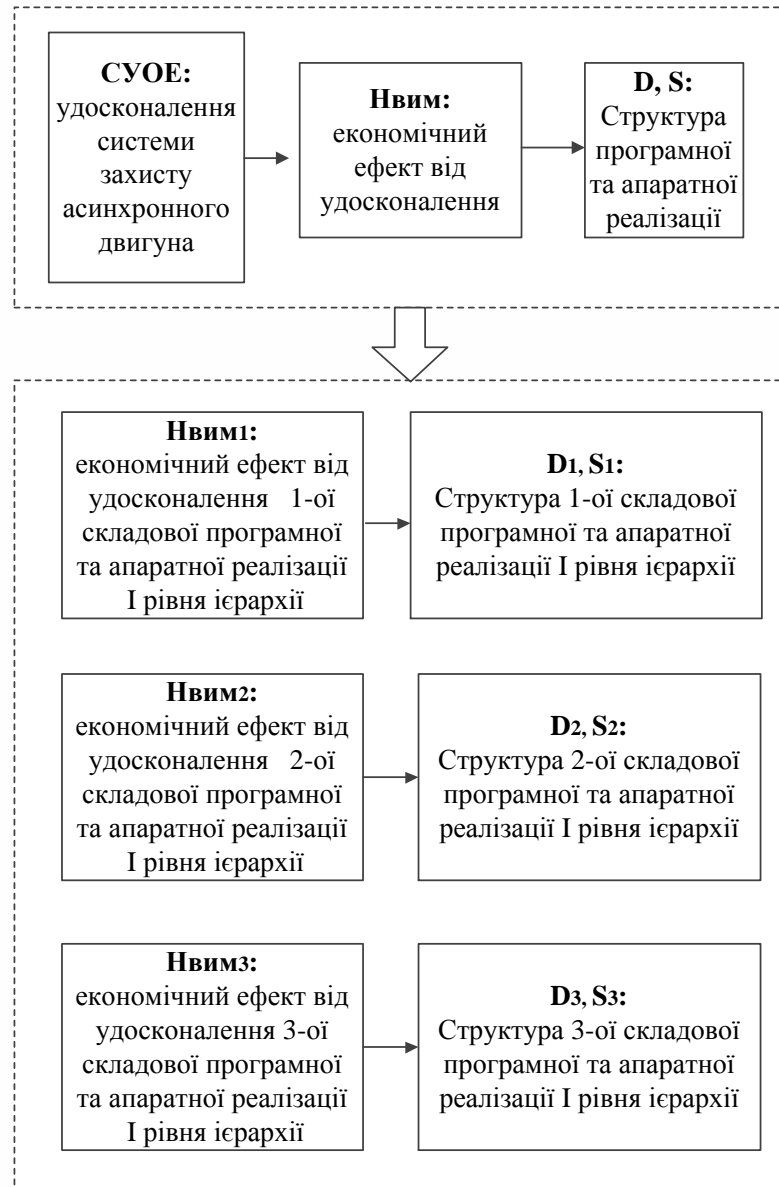


Рис. 3.43. Фрагмент каузального змісту техніко-економічного обґрунтування удосконалення системи захисту асинхронного двигуна

На підставі моделі каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем розробимо модель каузального змісту формування управлінської

компетентності, для чого проаналізуємо зміст управлінських задач. Управлінські задачі, в першу чергу, пов'язані з розробленням завдання на створення системи управління професійною діяльністю, створенням системи управління професійною діяльністю та визначенням показників функціонування системи управління професійною діяльністю.

Управлінська діяльність майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем являє собою систему управління проектною, експлуатаційною або науково-дослідною діяльністю, які виступають в даному випадку в якості об'єкта управління. Система управління професійною діяльністю майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в загальному випадку може включати такі функції менеджменту, як планування, організацію, мотивацію, контроль та керівництво [209, 380]. Розглянемо зміст кожної з функцій менеджменту окремо.

Планування – це початковий етап управління, процес підготовки на перспективу рішень про те, що, ким, як, коли повинно бути зроблено. Планування базується на даних минулих періодів діяльності, але метою планування є діяльність в перспективі та контроль за цим процесом. Тому надійність планування залежить від точності й правильності інформації, яку отримують керівники. Якість планування більшою мірою залежить від інтелектуального рівня керівників і точності прогнозів щодо подальшого розвитку ситуації. Планування в загальному випадку складається з визначення: мети та завдань, способів їх вирішення, необхідних ресурсів і способу їх розподілу, змісту та послідовності дій.

Відповідно до можливих професійних задач майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем маємо планування проектної, експлуатаційної та науково-дослідної діяльності. Першим етапом процесу планування виступає визначення мети та завдань. Формулювання цілей при плануванні вище названих видів діяльності може бути здійснено на підставі прогнозування розвитку подій, у зв'язку з необхідністю технічного

обслуговування (переоснащення) та на підставі укладених договорів про виконання різних видів робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем. Наприклад, для експлуатаційної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем характерним є планування робіт з експлуатації, налагодження, проведення випробувань та поточного ремонту систем управління, розроблення плану заходів щодо підвищення рівня експлуатації, оптимізації використання, вдосконалення, модернізації систем управління, не виключено і планування на підставі укладених договорів на виконання експлуатаційних робіт. Для наукової діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем спрямованість планування може визначатись укладеними договорами про проведення науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем або на підставі наукового передбачення. Для проектної діяльності відправною точкою при плануванні є зміст та умови договору на проектування конкретної системи управління об'єктом енергосистеми. Отже, каузальний зв'язок знань при розробленні завдання щодо планування професійної діяльності буде мати вид (рис. 3.44)



Рис. 3.44. Каузальний зв'язок знань при розробленні завдання щодо планування професійної діяльності

Створення безпосередньо плану пов'язано з визначенням виду планування та змістом плану. Залежно від спрямованості, масштабності та характеру вирішуваних завдань при плануванні можна залучити наступні види: довгострокове планування (2-5 років), середньострокове планування (1-2 роки); короткострокове (оперативне) планування (до року) [366, 430]. Довгострокове планування допомагає приймати рішення з комплексних проблем, визначає стратегічний напрям, програму розвитку та необхідні

ресурси, зміст і послідовність здійснення найважливіших заходів, які забезпечують досягнення поставленої мети. Короткострокове планування конкретизує орієнтири довгострокових планів, передбачає розроблення в певній послідовності заходів, спрямованих на досягнення цілей, намічених довгостроковою програмою розвитку. Короткострокові плани розраховуються на більш короткий період. Оперативні плани містять конкретні способи використання ресурсів організації, необхідних для досягнення цілей, визначених у більш тривалих планах. Всі три типи планування повинні ув'язуватися між собою і не суперечити один одному. Наступним кроком при плануванні є визначення необхідних ресурсів і способу їх розподілу, змісту та послідовності дій, тобто безпосередньо змісту плану. Кожному рівню планування відповідає свій рівень планів, у яких намічаються конкретні шляхи досягнення відповідної мети. Наприклад, довгострокові плани передбачають дії, що спрямовані на досягнення головної мети. В плані необхідно показати чого треба досягти, за допомогою яких ресурсів, узгодившись з часом і простором. Не виключені ситуації, коли зміст плану буде визначати вид планування. Отже, каузальний зв'язок знань при створенні плану щодо професійної діяльності можна представити у вигляді (рис. 3.45)



Рис. 3.45. Каузальний зв'язок знань при створенні плану щодо професійної діяльності

На рис. 3.41 прийняті наступні знакові позначення: D – підсистема знань, що стосується виду планування, S – підсистема знань щодо змісту плану, Нвим – підсистема знань про вихідні вимоги щодо планування, що включає в тому числі підсистему призначення R.

Наслідком розроблення плану виступають показники планування, що являють собою форму вираження конкретного завдання. Планові показники залежать від специфіки виду діяльності. В якості загальних планових показників для всіх видів діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем може бути фінансовий бюджет, чисельність працівників, строки, об'єм та результати виконаних робіт тощо. Для науково-дослідної діяльності результатами виконаних робіт можуть бути звіти про науково-дослідну роботу, публікації в періодичних виданнях, монографії, дисертації, тези докладів, підручники, заявки на результати інтелектуальної діяльності, отримані охоронні документи, для проектної діяльності – закінчені проекти на розроблення систем управління об'єктами енергосистем, для експлуатаційної діяльності – проведені ремонти, випробування, модернізації або заміна застарілих систем управління об'єктами енергосистем. Таким чином, каузальний зв'язок знань при визначенні показників планування буде мати вигляд, що представлений на рис. 3.46 (Нсп – підсистема знань щодо показників системи планування).

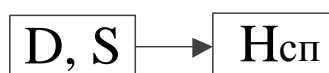


Рис. 3.46. Каузальний зв'язок знань при визначенні показників планування

Для досягнення головної мети зазвичай потрібно виконати безліч локальних цілей. Структуру цілей системи планування (СП) можна представити у вигляді ієрархічної структури (рис. 3.47).

Ступінь деталізації схеми і кількість цілей нижніх рівнів залежать від масштабу плану, від структури організації відділу, де планується виконання робіт та від інтелектуальних можливостей працівників. Наприклад, для короткострокового плану обмежуються цілями першого або, рідше, другого рівня. З огляду на вище сказане загальна каузальна модель системи

планування науково-дослідних, проектних та експлуатаційних видів діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистеми буде мати вигляд, що представлений на рис. 3.48.

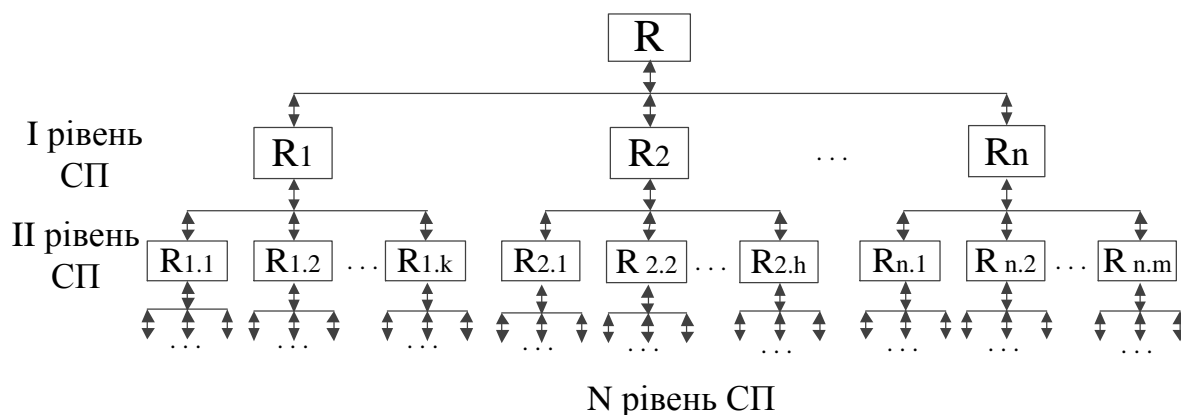


Рис. 3.47. Ієрархічна структура цілей системи планування

Розглянемо функцію організації. Організація – це підготовка та забезпечення виконання плану через об'єднання людей і засобів для досягнення поставлених цілей. Виходячи з цього визначення очевидним є призначення функції організації, при цьому вимоги, що висуваються при організації праці, будуть визначатись поставленими цілями при плануванні, а також з урахуванням ресурсів, що є в наявності. Далі з урахування цілей та інтелектуальних можливостей співробітників відділу щодо виконання певних видів робіт визначають або форми організації праці або структуру організації. Форми організації праці можуть бути: індивідуальна, колективна або змішана. Колективною (спільною) називають форму організації праці, при якій виробниче завдання встановлюється в цілому для якого-небудь підрозділу, сектору, групи тощо. При індивідуальній формі організації праці кожен робітник виконує доручене завдання самостійно і несе особисту відповідальність за результати і якість роботи. В рамках відділу можливе використання і змішаної форми організації праці, коли частина працівників безпосередньо виконує доручення керівника, а інша частина працівників об'єднана у групи (сектори, підрозділи) зі своїми керівниками.

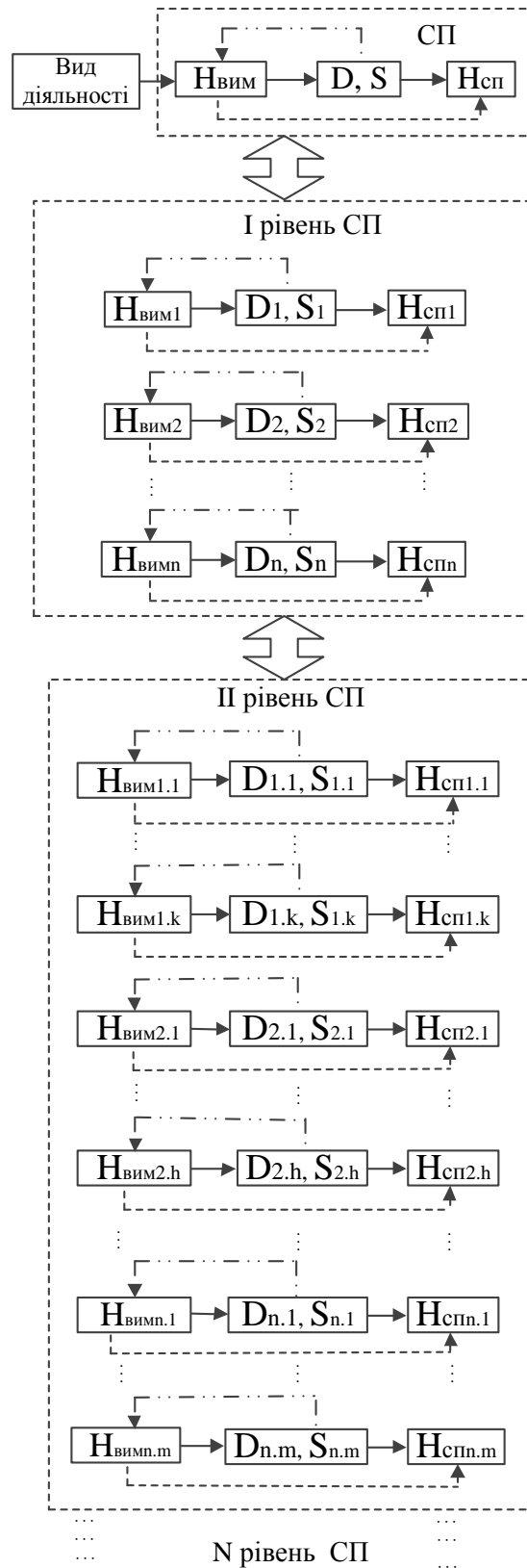


Рис. 3.48. Модель каузального змісту планування науково-дослідних, проектних, експлуатаційних видів діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Обрана форма організації робіт може визначати організаційну структуру управління, можливо і навпаки, коли організаційна структура, що зумовлена вихідними вимогами, буде визначати форму організації робіт. Процес побудови організаційної структури управління включає формулювання цілей і завдань, розроблення графіків тривалості робіт; розроблення кошторису витрат фінансового бюджету робіт; розподіл видів робіт серед персоналу; інформаційне забезпечення робіт; технічне забезпечення робіт і т.п. З урахуванням цього розробляють індивідуальні або колективні завдання.

В проектній діяльності це може бути розроблення технічного завдання на проектування систем управління об'єктами енергосистем, в експлуатаційній діяльності – розроблення завдань, що пов'язані з технічним обслуговування систем управління об'єктами енергосистем, в науковій діяльності – розроблення завдань на проведення науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем. Необхідність в певному інформаційному та технічному забезпеченні залежить від характеру роботи. Для проектної діяльності в якості інформаційного забезпечення можуть виступати звіти щодо науково-дослідних робіт, стандарти, всіляка технічна документація з систем управління об'єктами енергосистем, в якості технічного забезпечення – персональні комп'ютери з відповідним програмним забезпеченням (наприклад, Autocad - система автоматизованого проектування). Для експлуатаційної діяльності інформаційним забезпеченням виступають інструкції з експлуатації, програми проведення робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем, а технічним забезпеченням – всілякі вимірювальні та реєструвальні пристрої, тестери та ноутбуки з відповідним програмним забезпеченням. Для наукової діяльності в якості інформаційного забезпечення виступають всілякі електронні бази даних, які можуть бути доступні за допомогою персональних комп'ютерів, що мають доступ до інтернет-ресурсів (електронні бібліотеки статей,

дисертацій, патентів тощо). Графіки тривалості робіт залежать від складності завдання, від обсягу фінансування, від чисельності та кваліфікації персоналу.

За взаємодією груп, підрозділів, співробітників розрізняють лінійні, функціональні й змішані структури [132]. Лінійна структура управління складається з одних лінійних ланок і характеризується кількома рівнями керівництва. Кожен підлеглий має тільки одного начальника і в одній ланці розглядається весь комплекс питань, що виникає в підлеглому об'єкті. Функціональна структура управління з'явилася неминучим результатом збільшення складності управління. Ефективність управління зростає внаслідок того, що з'являються фахівці, які знають конкретну область і приймають більш кваліфіковані рішення, - це так звані функціональні керівники (кожен відповідає за свою функцію). У підпорядкуванні першого керівника знаходяться тільки вони, тобто функціональні керівники. Лінійно-функціональна структура управління розділяє діяльність лінійних і функціональних ланок. Вибір тієї чи іншої організаційної структури буде впливати на загальні показники організації до яких, зокрема, можна віднести [366]:

- 1) адаптивність (здатність організаційної структури пристосовуватися до змін, що відбуваються у зовнішньому середовищі);
- 2) гнучкість, динамізм (здатність чітко реагувати на зміну попиту, вдосконалення технології виробництва, появу інновацій);
- 3) спеціалізація (функціональна замкнутість структурних підрозділів, обмеження та конкретизація сфери діяльності кожної керуючої ланки);
- 4) продуктивність (здатність працівників робити певну роботу за одиницю часу);
- 5) оперативність (недопущення безповоротних змін у керованій системі за час прийняття рішення);
- 6) надійність (гарантованість достовірності передачі інформації);

7) економічність (відповідність витрат на утримання органів управління можливостям організації);

8) простота (легкість для персоналу, розуміння та пристосування до цієї форми управління, участь у реалізації мети організації).

Наприклад, при лінійній структурі управління характерна: простота та не висока надійність (спотворення інформації через збільшення рівнів ієрархії). Для функціональної структури характерна більша спеціалізація (наявність фахівців, які знають конкретну область і приймають більш кваліфіковані рішення) та складність. При побудові змішаної структури (лінійно-функціональної) можливо отримання оптимальних показників організації. Слід зазначити, що певні показники організації можуть виступати в якості вихідних вимог до побудови організації робіт, в такому випадку організаційна структура може буде зумовленою. З огляду на вище сказане загальний каузальний ланцюг знань щодо системи організації (СО) професійних видів робіт майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем буде мати вигляд (рис. 3.49)



Рис. 3.49. Загальний каузальний ланцюг знань системи організації професійних видів робіт майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

В загальному випадку організаційна структура управління може мати ієрархічну структуру, з урахуванням цього Модель каузального змісту організації професійних видів діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем буде аналогічною тій, що представлена на рис. 3.48.

Розглянемо функцію мотивації. Під мотивацією розуміється стимулювання підлеглих на виконання плану згідно з делегованими їм обов'язками. У кожної людини мотиваційна структура індивідуальна і для успішного керівництва людьми керівнику необхідно хоча б у загальних рисах

уявляти чого хочуть його підлеглі, внутрішні та зовнішні мотиви їхньої поведінки, як можна на них впливати [430]. Безумовно, для визначення вихідних вимог щодо мотивації працівника необхідно знатися на людській психології. З урахування визначення ступеня актуальності конкретного блага для кожного працівника обирають зміст або спосіб стимулювання. Спосіб стимулювання може бути матеріальний чи нематеріальний, або їх поєднання. Змістом матеріального способу є премії та винагороди; для нематеріального це індивідуальні (персональний графік, розширення повноважень, поліпшення умов, визнання тощо) або колективні (корпоративні тренінги, свята, зрозумілі всім цілі, інформованість, вдячність і визнання) стимули. Від обраного способу та змісту стимулювання будуть залежати показники мотивації: рівень мотивації, продуктивність праці, затрати на мотивацію тощо. З урахуванням того, що система мотивації може мати ієрархічну структуру та приймаючи наступні знакові позначення D, S, Нсм – підсистеми знань щодо способів, змісту та показників мотивації відповідно можна констатувати, що Модель каузального змісту щодо системи мотивації професійних видів діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем буде аналогічною тій, що представлена на рис. 3.48. Загалом функція мотивації може розглядатися як складова функції організації.

Розглянемо функцію контролю. Контроль – це перевірка процесу функціонування відповідного об'єкта управління з метою встановлення його відхилень від заданих параметрів (показників контролю). Показники контролю можуть впливати з показників планування та можуть бути визначені додаткового в залежності від виду та змісту контролю. Існують різні види управлінського контролю, а саме за рівнем управління в організації: стратегічний, оперативний; за сферами перевірки: контроль стану матеріально-технічного забезпечення, контроль виробництва; за змістом: контроль ресурсів, контроль процесів; за часом здійснення: попередній,

поточний, остаточний; за методами організації: бюрократичний, децентралізований; за спрямованістю: зовнішній, внутрішній (самоконтроль); за сутністю завдання: лінійний, функціональний, операційний; за плановістю проведення: плановий, раптовий; за ступенем охоплення: частковий (вибірковий), повний (суцільний), комбінований; за місцем здійснення: стаціонарний, рухомий; за ступенем доцільності: недостатній, оптимальний, надмірний; за ступенем відкритості: відкритий, прихований [366]. Зміст перевірки буде залежати від виду діяльності майбутнього інженера з автоматизації енергосистем та може бути прописаний в нормативних документах (особливо для експлуатаційної діяльності). Наприклад, для проектної діяльності під час поточного контролю може бути перевірений зміст технічного завдання на систему управління об'єктом енергосистеми, що треба спроектувати. В експлуатаційній діяльності під час попереднього контролю перед виконанням робіт щодо технічного обслуговування системи управління об'єктом енергосистеми змістом перевірки може бути: перевірка наявності справності та правильного використання необхідних засобів захисту, інструмента та інвентарю; перевірка робочого міста та наявності допуску до роботи тощо. В якості остаточного контролю науково-дослідної діяльності може бути перевірка винаходу (корисної моделі) на відповідність критеріям патентоспроможності. Таким чином, вид та зміст перевірки взаємопов'язані, первинним може бути як зміст, так і вид контролю, що буде залежати від виду діяльності, від змісту плану, від організаційної структури та способів регулювання діяльністю. З урахуванням того, що система контролю може мати ієрархічну структуру, і приймаючи наступні знакові позначення: D, S, Hск – підсистеми знань щодо виду, змісту та показників контролю відповідно, то Модель каузального змісту щодо системи контролю професійних видів діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем буде мати вигляд аналогічний тому, що представлений на рис. 3.48.

Розглянемо функцію керівництва. Керівництво – це головна функція процесу управління, що регулює та координує дії персоналу задля досягнення поставленої мети. Регулювання проявляється через вплив на колектив людей за допомогою прийняття оперативних заходів щодо запобігання або усунення відхилень в роботі. Координація проявляється через забезпечення синхронізму виконання поточної роботи персоналом.

Зміст регулювання як функції менеджменту майбутнього інженера з автоматизації енергосистем полягає в перерозподілі матеріально-технічних, фінансових та людських ресурсів, оперативному управлінні ходом проектної, науково-дослідної та експлуатаційної діяльності. Показниками регулювання є коригувальні заходи, що направлені на оновлення змісту плану, організації та контролю об'єкту управління для усунення виявлених проблем. Залежно від характеру проблеми може бути спочатку обраний вид регулювання, а потім сформульований зміст або навпаки, все залежить від конкретних умов. Розрізняють два види регулювання: оперативне – здійснюється, коли не досягнуті необхідні показники (спрямовано на згладжування відхилень від необхідних показників); випереджальне – проблема розглядається як потенційна можливість (направлено на поліпшення діяльності або витяг найбільшої вигоди з можливостей, що представилися). Далі в залежності від обраного виду (змісту) регулювання визначаються показники регулювання. Головним завданням координації є забезпечення взаємодії та узгодженості в роботі всіх працівників шляхом встановлення раціональних зв'язків (комунікацій) між ними. В залежності від висунутих завдань перед колективом та організаційної структури колективу буде залежати вибір оптимального способу з координації діяльності. Це можуть бути наради між керівниками груп, секторів, підрозділів або безпосередньо співробітниками. Наради є найбільш ефективним засобом досягнення скоординованої роботи підлеглих в проектній, експлуатаційній та науково-дослідній діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Безумовно, зміст

координації роботи буде залежати від характеру вирішуваних проблем, виду діяльності та рівня на якому проводяться наради. Показниками координації можуть виступати уточнені плани й графіки виконання робіт, ув'язування роботи виконавців у часі та просторі, визначення засобів комунікації (інтернет, факс, телефон) тощо. При позначенні D, S, Нск – підсистеми знань щодо способів, змісту та показників керівництва відповідно та враховуючи можливу ієрархічність побудови системи керівництва, Модель каузального змісту щодо системи керівництва професійними видами діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем буде аналогічною тій, що представлена на рис. 3.48.

З огляду на вище сказане модель каузального змісту створення системи управління професійною діяльністю (СУПД), яка є водночас каузальною моделлю змісту формування управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, в загальному випадку буде мати вигляд, що наведений на рис. 3.50.

В якості прикладу побудуємо фрагмент каузального змісту управління науково-дослідними роботами щодо удосконалення системи управління об'єктом енергосистеми (рис. 3.51).

Як бачимо, створення ієрархічних систем управління професійною діяльністю майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем передбачає використання методу поетапної декомпозиції та агрегації.

На підставі каузальної моделі змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем розробимо каузальну модель змісту формування правової компетентності, для чого проаналізуємо зміст задач, що пов'язані з виконанням правових норм під час організації та виконання робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем.

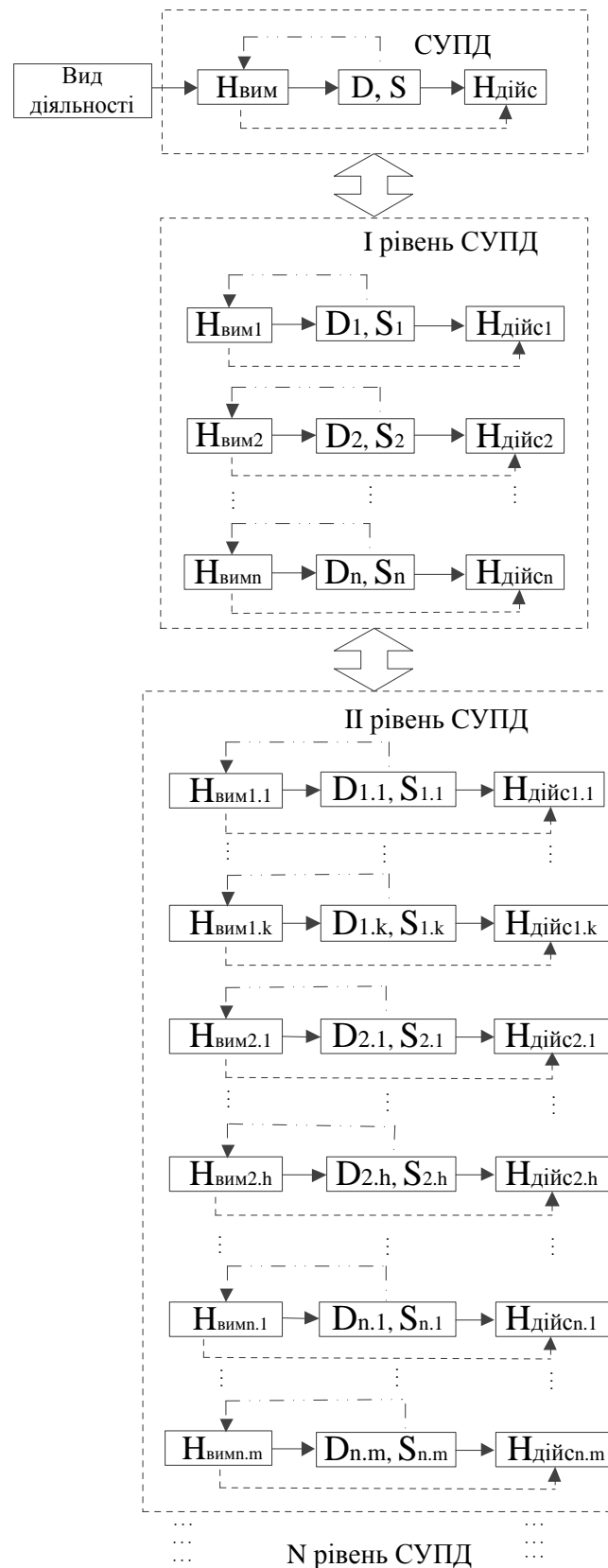


Рис. 3.50. Модель каузального змісту формування соціально-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

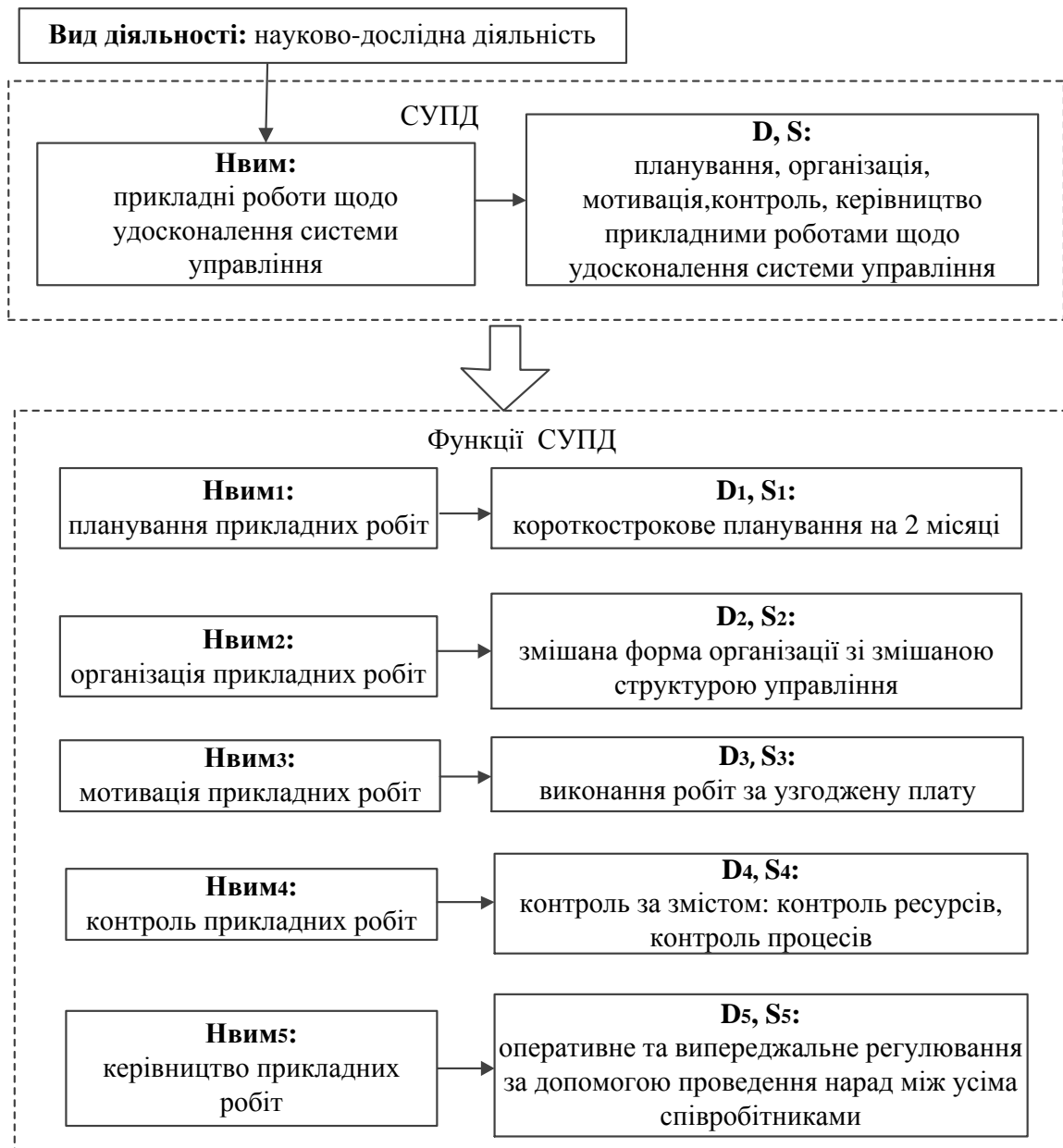


Рис. 3.51. Фрагмент каузального змісту управління науково-дослідними роботами щодо удосконалення системи управління об'єктом енергосистеми

Відповідно до статті 27 Закону України «Про електроенергетику» правопорушенням в електроенергетиці є порушення вимог нормативно-правових актів, нормативно-технічних та нормативних документів з питань експлуатації та проектування об'єктів електроенергетики [307]. Виконання правових норм під час професійної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, в першу чергу, повинне забезпечуватися шляхом

неухильного дотримання вимог Конституції України, Кодексу цивільного захисту України, Кодексу законів про працю, Закону України «Про охорону праці» та інших нормативно-правових документів направлених на створення безпечних умов праці [123, 124, 174, 175, 182, 309].

Безпосередньо при виконанні проектних, експлуатаційних, техніко-економічних, науково-дослідних та управлінських задач слід керуватися галузевими стандартами з проектування, правилами улаштування та безпечної експлуатації електроустановок, а також законодавчою базою у сфері інформаційного та авторського права [260, 300, 301, 305, 308]. Вимоги, що формулюються до виконання будь-яких професійних задач в тому числі містять нормативно-правові вимоги, які в подальшому будуть відображені при виборі або визначені принципу дії, побудови та параметрів системи управління об'єктом енергосистеми або професійною діяльністю. В такому випадку структура каузальних ланцюгів знань щодо виконання правових норм під час організації та виконання робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем буде повторювати структуру каузальних ланцюгів знань, що характерні при вирішенні конкретних професійних задач.

Отже, модель каузального змісту виконання правових норм щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю), що є водночас моделлю каузального змісту формування правової компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, в загальному випадку буде відповідати моделі, що представлена на рис. 3.13, з окремими випадками як на рис. 3.23, 3.31, 3.38, 3.50. Таким чином, при вирішенні будь-яких професійних задач щодо систем управління об'єктами енергосистем (професійною діяльністю) на основі моделей каузального змісту студент повинен розуміти як виконання чи невиконання правових норм впливає на кінцевий результат і на можливі наслідки, що в подальшому можуть виникнути.

Розглядаючи зміст професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем не можна оминати увагою об'єкти управління, для яких створюються відповідні системи управління. В найпростішому варіанті об'єктами управління виступають синхронні генератори, силові трансформатори, лінії електропередач та електродвигуни. В загальному випадку структуру нижнього рівня електроенергетичної системи можна представити як (рис. 3.52).

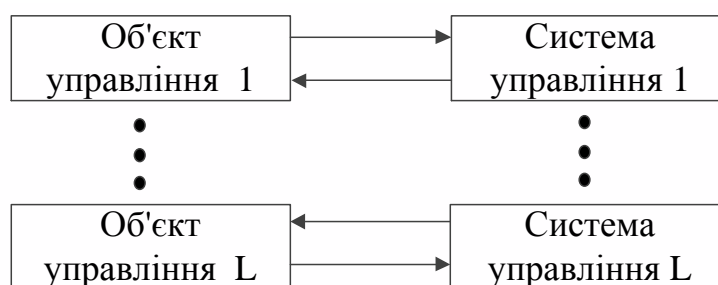


Рис. 3.52. Структура нижнього рівня електроенергетичної системи

Кожен об'єкт управління як технічну систему, можна представити також чотирма підсистемами знань: призначення R , принципи дії D , побудова S , електричні параметри H . Слід зазначити, що ключовим поняттям при підготовці майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем є поняття режиму роботи електроустаткування. Під режимом роботи електроустаткування розуміється сукупність процесів, що визначають його стан у будь-який момент часу, тобто при незмінному принципі дії має місце велике різноманіття станів [39]. Зміна параметрів зовнішньої мережі є причиною зміни режиму роботи електроустаткування, що супроводжується зміною параметрів режиму. Від режиму роботи кожного елементу системи залежить режим роботи всієї електроенергетичної системи. Отже, в підсистемі H (електричні параметри) повинна бути закладена інформація про всі можливі режими роботи елементів електроенергетичної системи.

Як бачимо, професійна діяльність інженерів з автоматизації енергосистем головним чином пов'язана з проектуванням та експлуатацією

систем управління об'єктами енергосистем. Роботи з проектування систем управління головним чином пов'язані з розробленням схем й алгоритмів функціонування та розрахунком уставок, все це потребує визначення параметрів різних режимів роботи об'єктів управління. Проведення робіт з експлуатації головним чином пов'язано з налагодженням, настроюванням, випробуванням, перевіркою, діагностуванням, аналізом дій систем управління, вхідними величинами яких є параметри режиму об'єктів управління. Таким чином, при експлуатації та проектуванні систем управління зміна параметрів режиму об'єкту управління, що є структурною одиницею підсистеми Н, є причиною роботи пристроїв систем управління. Отже, при вивченні об'єктів управління підсистема Н повинна бути наслідком для всіх інших підсистем. Визначимо, який каузальний зв'язок в загальному вигляді повинна мати підсистема Н з іншими підсистемами (рис. 3.53).

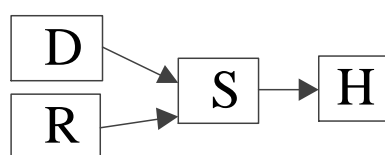


Рис. 3.53. Казуальна модель системи знань про об'єкт управління

Побудова моделей для основних елементів електроенергетичної системи дозволила виявити основні складові підсистеми Н, а саме H_1 – вхідні параметри й H_2 – параметри режиму, та розробити універсальну каузальну модель системи знань про об'єкт управління електроенергетичної системи з урахуванням наявності у нього системи управління (рис. 3.54).

Адекватність наведеної моделі доведемо на прикладі синхронного генератора. Більша частина інформації про синхронний генератор викладається в курсі «Електричні машини», тому з урахуванням навчальної літератури з цієї дисципліни визначимо структуру кожної з підсистем знань (рис. 3.55–3.58) [79, 189, 283].

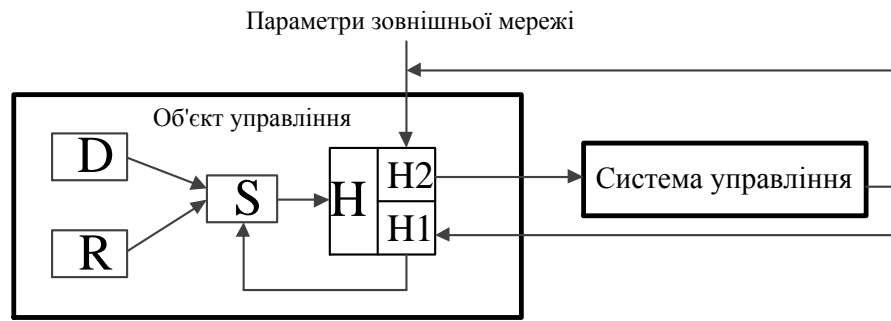


Рис. 3.54. Каузальна модель системи знань про об'єкт управління з системою управління

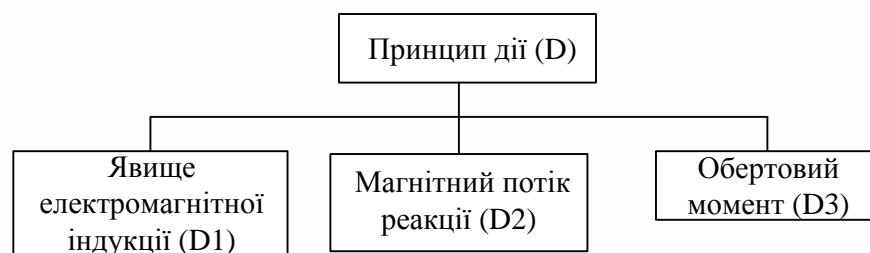


Рис. 3.55. Структура підсистеми D синхронного генератора

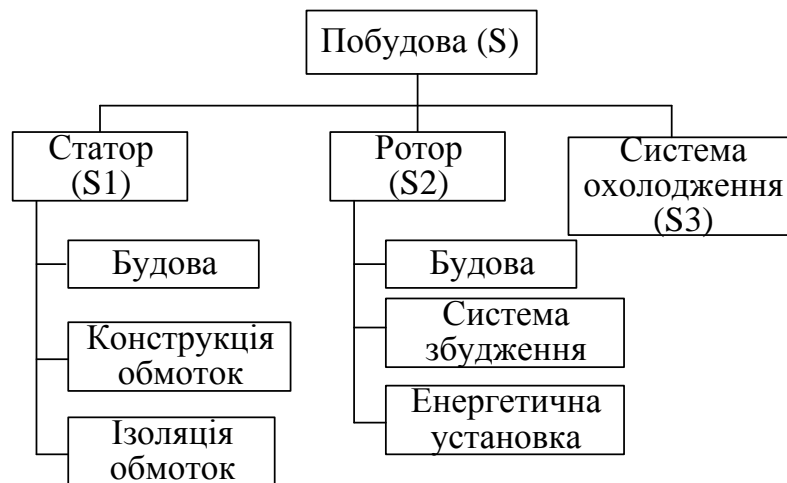


Рис. 3.56. Структура підсистеми S синхронного генератора

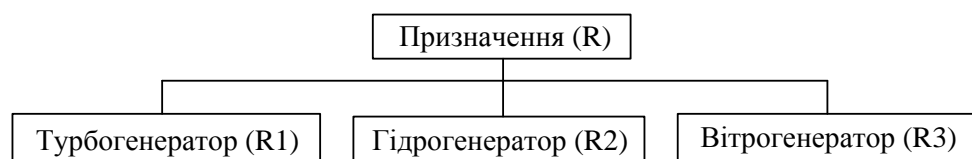


Рис. 3.57. Структура підсистеми R синхронного генератора



Рис. 3.58. Структура підсистеми Н синхронного генератора:

$I_{ст}$, $U_{ст}$ – струм та напруга статора;

f – частота;

$Рел$, $Q_{ел}$ – активна та реактивна електрична потужність;

$Z_{зов}$ – опір зовнішньої мережі;

$Z_{вн}$ – внутрішній опір.

Проаналізуємо каузальні ланцюги між підсистемами знань синхронного генератора. Фізика явища електромагнітної індукції, магнітного потоку реакції якоря та обертового моменту, що закладена у принцип роботи синхронного генератора, принципово впливає на його устрій, склад. Область використання синхронних генераторів визначає особливості його конструкції та будови, наприклад, турбогенератори є електричними машинами горизонтального виконання, а гідрогенератори – вертикального

виконання. Устрій статора та ротора буде визначати електричні параметри генератора, які можна розділити на параметри ротора (вхідні параметри) та параметри статора (параметри режиму). Параметри режиму будуть залежати від режиму роботи синхронного генератора, що визначається вхідними параметрами та параметрами зовнішньої мережі. З урахування сказаного побудуємо модель каузальної системи знань про синхронний генератор (рис. 3.59).

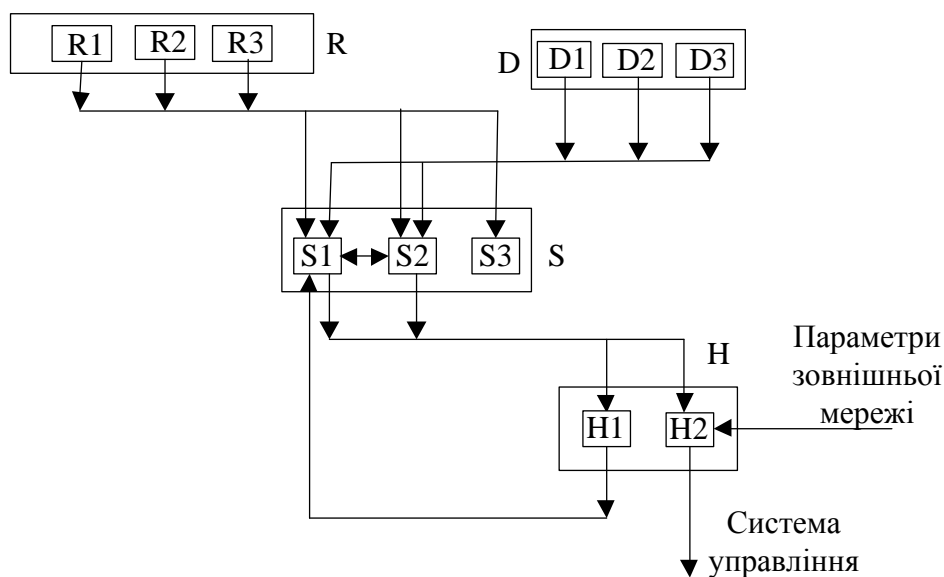


Рис. 3.59. Модель каузальної системи знань про синхронний генератор

З моделі можна наочно визначити ті питання, в яких не має необхідності глибокого вивчення. Зокрема для синхронного генератора каузальний ланцюг знань обривається на структурному елементі S3 підсистеми «побудова», отже в докладному викладанні матеріалу щодо системи охолодження не має потреби. Слід зазначити, що кожна з підсистем може містити великий об'єм інформації, яка потребує фільтрації з урахуванням специфіки майбутньої професії. Наприклад, для синхронного генератора навчальна інформація структурних елементів S1 та S2 повинна бути орієнтована на визначення зв'язку між устроєм та електричними параметрами. Зазвичай зміст підручників за загальнопрофесійними

дисциплінами орієнтований на студентів, для яких ця предметна область є профільною. Задачею викладачів, що викладають загальнопрофесійні дисципліни за цими підручниками, є максимальна орієнтація досліджуваної предметної області на специфіку майбутньої професії. Зазвичай цього не робиться і для всіх спеціальностей електроенергетичного профілю зміст дисципліни є однаковим, що у межах збільшення об'ємів інформації та зменшення термінів часу є особливо неприпустимим. Задача оптимізації змісту загальнопрофесійних дисциплін повинна вирішуватися на випускних кафедрах з подальшим поданням рекомендацій на кафедри, що викладають загальнопрофесійні дисципліни.

Таким чином, розроблена система моделей каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем відповідає вимозі системності знань, має структурований і цілісний характер, розкриває ієрархічну структуру і системно-інваріантні зв'язки між елементами знання. Реалізація такого змісту професійної підготовки дозволить успішно формувати поняття, уміння, навички та професійно важливі якості, і, як наслідок, професійні компетентності, що призведе до суттєвого підвищення ефективності та якості професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

3.3. Методи каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу передбачає використання спеціальних методів каузального формування професійних компетентностей. Як зазначено в п. 2.2 методи каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинні відображати процес виконання професійних видів робіт, що складаються з

каузальних ланцюгів дій щодо вирішення професійних задач на базі фундаментального інваріантного каузального ланцюга знань. Згідно з узагальненим видом моделі методу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, що наведений в п. 2.2, кожен етап методу відображає вирішення певної професійної задачі, у свою чергу кожна професійна задача передбачає встановлення конкретного каузального зв'язку знань.

Раніше в п. 3.1 в межах шести ключових професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем було встановлено по три ключові типові професійні задачі, що передбачають встановлення одного з трьох каузальних зв'язків знань виду $MO \rightarrow Nvim$, $Nvim \rightarrow D, S$ або $D, S \rightarrow Nдійс$. На підставі узагальненого виду моделі методу каузального формування професійної компетентності та фундаментальної інваріантної каузальної моделі змісту формування професійної компетентності запишемо узагальнену модель методу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем (рис. 3.60).

Відповідно до наведеної моделі перший етап методу каузального формування професійних компетентностей базується на формуванні знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійної задачі на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow Nvim$. Даний етап складається з кроків формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення окремих завдань щодо всієї системи управління та її складових на усіх рівнях ієрархії, що знайшло своє відображення в моделі у вигляді місцевого зворотного зв'язку першого етапу.

Другий та третій етапи методу каузального формування професійних компетентностей базуються на формуванні знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач на основі узагальнених каузальних зв'язків знань видів $Nvim \rightarrow D, S$ та $D, S \rightarrow Nдійс$

відповідно. Наявність в моделі місцевих зворотних зв'язків для цих етапів свідчить про те, що вони складаються з кроків формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення окремих завдань щодо всієї системи управління та її складових на усіх рівнях ієрархії.

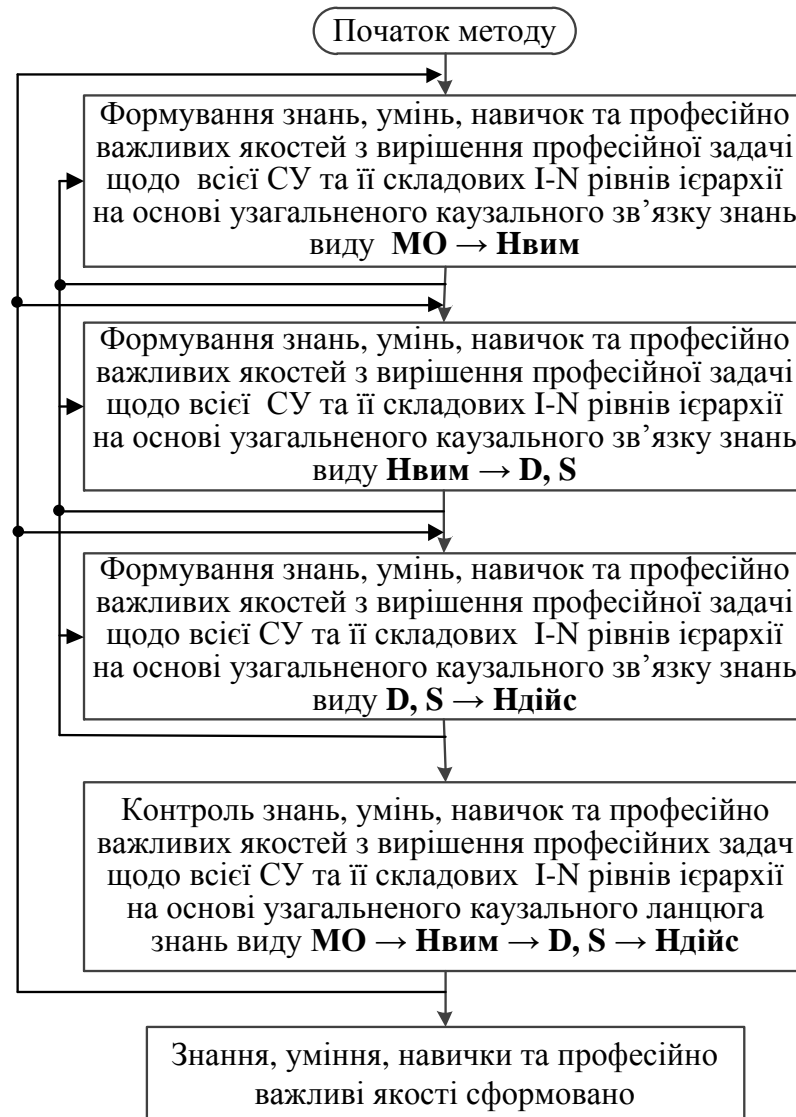


Рис. 3.60. Узагальнена модель методу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Четвертий етап методу каузального формування професійних компетентностей пов'язаний з контролем знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей щодо вирішення професійних задач на основі

узагальненого каузального ланцюга знань $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$, що може включати кроки з перевірки успішності вирішення окремих завдань для всієї системи управління та окремих її складових на будь-якому рівні ієрархії. У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами завдань, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей, в методі передбачається коригування процесу навчання, а саме повернення до того етапу (кроку), на якому виникли помилки, що відображено за допомогою головного зворотного зв'язку в моделі методу.

Розробимо узагальнену модель методу каузального формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі моделі каузального змісту проектування системи управління об'єктом енергосистеми. На підставі узагальненої моделі методу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем та змісту ключових типових задач проектної компетентності запишемо узагальнену модель методу каузального формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем (рис. 3.61).

В основі проектної діяльності майбутнього інженера з автоматизації енергосистем лежить певна послідовність виконання взаємообумовлених дій, що пов'язані з встановленням каузальних зв'язків між різними підсистемами знань щодо систем управління об'єктами енергосистем. З огляду на це для успішного формування проектної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, необхідно метод каузального формування проектної компетентності розробляти з урахуванням стратегій проектування систем управління об'єктами енергосистем на базі каузальних ланцюгів знань.

Під стратегією проектування будемо розуміти певну послідовність дій, що обирається проектувальником або групою планування з метою

перетворення завдання у готовий проект [113]. Стратегія проектування є способом виробництва проекту і являє собою сукупність дій щодо отримання та перероблювання існуючої інформації, генерації нової інформації та її подання у вигляді проекту.

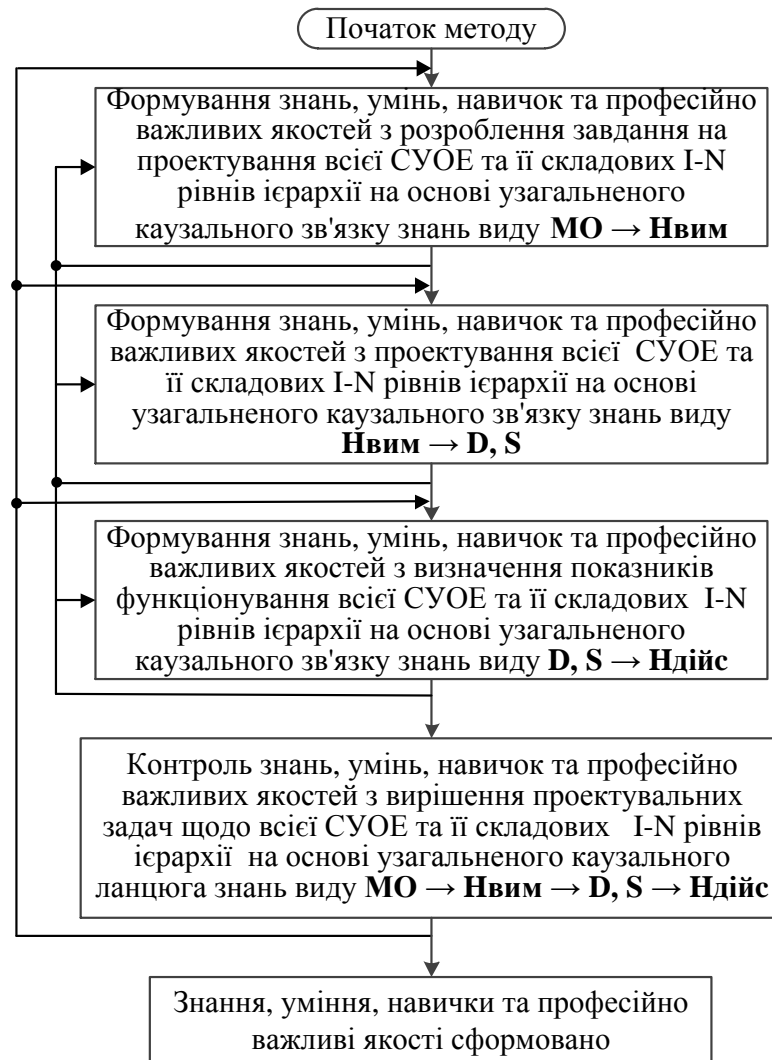


Рис. 3.61. Узагальнена модель метод каузального формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Першочерговим кроком процесу проектування будь-якої системи управління об'єктом енергосистеми є виконання дій щодо визначення вимог, загального принципу дії та структури системи управління, що в загальному випадку можна представити каузальним ланцюгом, який наведений на рис. 3.62.

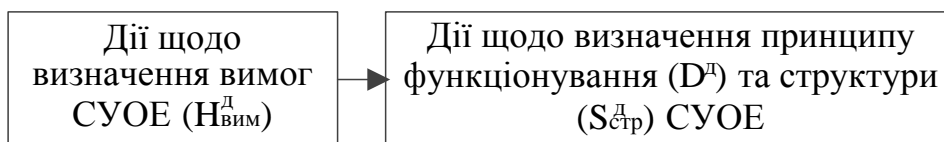


Рис. 3.62. Послідовність дій начального етапу проектування системи управління об'єктом енергосистеми

На рис. 3.62 прийняті наступні позначення: дії щодо визначення вимог – $H_{\text{вим}}^{\text{д}}$, дії щодо визначення принципу дії – $D^{\text{д}}$ та структури – $S_{\text{стр}}^{\text{д}}$.

На стадії розроблення завдання визначають стратегію проектування системи управління об'єктом енергосистеми. В загальному випадку розрізняють наступні типові стратегії проектування: лінійна, циклічна, розгалужена, адаптивна, випадкова. Лінійна стратегія складається з ланцюжка послідовних дій, кожна з яких залежить лише від результату попередньої дії й не залежить від наступних. Циклічна стратегія реалізує ітеративний процес синтезу, коли після отримання результатів чергової дії здійснюється повернення до однієї з попередніх дій та її уточнене повторення. У структурі системи проектування цьому відповідають місцеві зворотні зв'язки. Розгалужена стратегія включає паралельні та конкуруючі дії, тобто операції «і» та «або», за результатами яких виробляється зміна стратегії, тобто структури. Адаптивна стратегія передбачає визначення спочатку тільки першої дії, а вибір подальшої дії здійснюється залежно від результату першої дії й так далі. Випадкова стратегія заснована на випадковому пошуку рішення [113]. При проектуванні систем управління об'єктами енергосистем найбільш характерними видами стратегій проектування є лінійна, циклічна та розгалужена, а точніше їх комбінація. При змішаному варіанті зазвичай в якості глобальної стратегії проектування всієї системи управління виступає розгалужена стратегія, а послідовність дій при проектуванні складових елементів різних рівнів може бути як паралельною, так і послідовною з можливою ітеративною складовою. Зміст

кожної дії проектувальника визначається різними задачами, що постають в процесі проектування. Побудуємо можливі варіанти розгалуженої стратегії проектування мікропроцесорних систем управління об'єктами енергосистем, де змістом кожної дії може виступати: визначення вимог та параметрів, принципу дії, структури та реалізації складових елементів систем управління об'єктами енергосистем. На теперішній час усі системи управління об'єктами енергосистем в електроенергетиці проектуються на базі контролерів, що дозволяє отримати стандартну структурну схему системи управління, яка в загальному випадку складається з трьох частин, саме вимірювально-перетворювальної частини, обчислювальної частини та виконавчої частини (рис. 3.63)



Рис. 3.63. Типова структура мікропроцесорних систем управління об'єктами енергосистем в електроенергетичних системах

З урахуванням сказаного ієрархічна структура змісту проектування мікропроцесорних систем управління об'єктами енергосистем буде мати вигляд, що представлений на рис. 3.64.

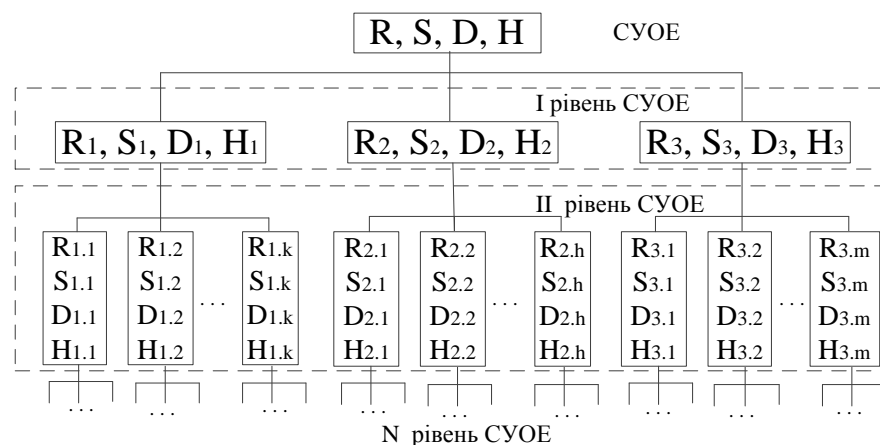


Рис. 3.64. Ієрархічна структура змісту проектування мікропроцесорних систем управління об'єктами енергосистем

При проектуванні складних мікропроцесорних систем управління об'єктами енергосистем зазвичай кожен частину першого рівня, що представлена на рис. 3.64, проектує окремий підрозділ або організація. В такому випадку після складання завдання на всю систему управління, складають завдання на кожен структурну частину. Перший рівень системи управління при розгалуженій паралельній стратегії проектування в загальному випадку може бути представлений як (рис. 3.65)

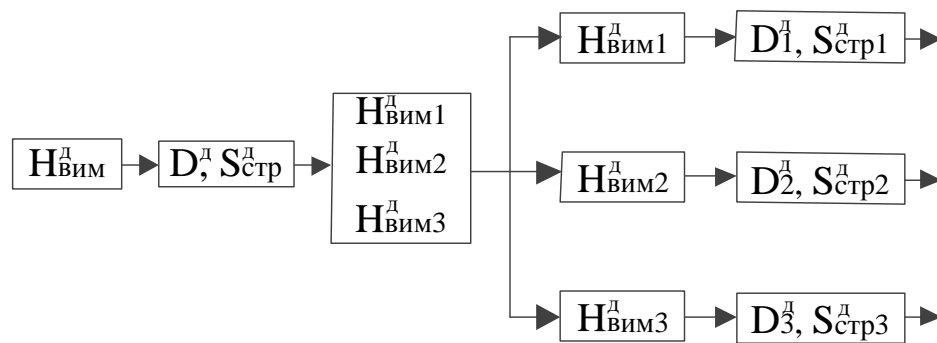


Рис. 3.65. Каузальний ланцюг дій при розгалуженій паралельній стратегії проектування першого рівня системи управління об'єктом енергосистеми

У випадку, коли проектування здійснює одна людина, послідовність дії може бути будь-якою. Наприклад, для системи управління об'єктом енергосистеми, що складається з трьох структурних частин, варіантів послідовності дій проектування першого рівня буде шість (рис. 3.66).

Аналогічні каузальні ланцюги дій можна отримати для будь-якого рівня мікропроцесорної системи управління об'єктом енергосистем.

На етапі визначення реалізації та показників функціонування складових елементів системи управління об'єктом енергосистеми спочатку виконують дії щодо вибору складових елементів, а потім розраховують необхідні параметри та роблять їх перевірку. Отже, каузальний ланцюг дій на стадії реалізації складових елементів буде мати вигляд, що представлений на рис. 3.67.

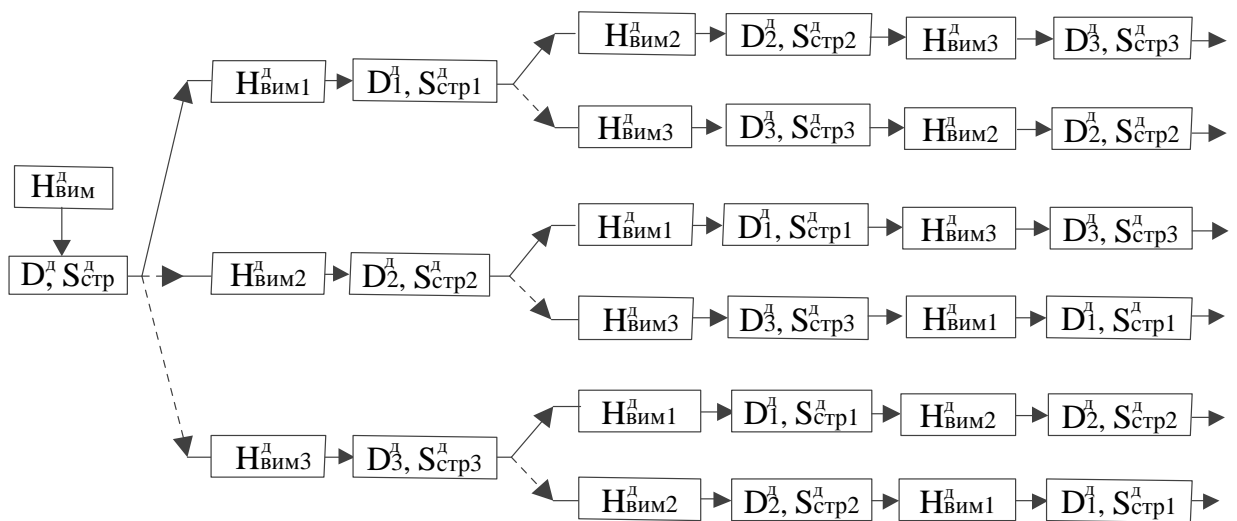


Рис. 3.66. Каузальний ланцюг дій при розгалуженій конкуруючій стратегії проектування першого рівня системи управління об'єктом енергосистеми

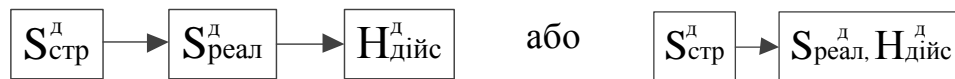


Рис. 3.67. Каузальний ланцюг дій на стадії реалізації та визначення показників функціонування системи управління об'єктом енергосистеми

Відповідно до того, яким чином буде здійснюватися проектування кожного рівня такою буде і реалізація. На рис. 3.68 представлений каузальний ланцюг дій при проектуванні мікропроцесорної системи управління об'єктом енергосистеми, що складається в загальному випадку з N рівнів, де для I та II рівнів використовується розгалужена паралельна стратегія проектування. На рис. 3.69 представлений каузальний ланцюг дій при проектуванні мікропроцесорної системи управління об'єктом енергосистеми, що в загальному випадку складається з N рівнів, де для I та II рівнів використовується розгалужена конкуруюча стратегія проектування.

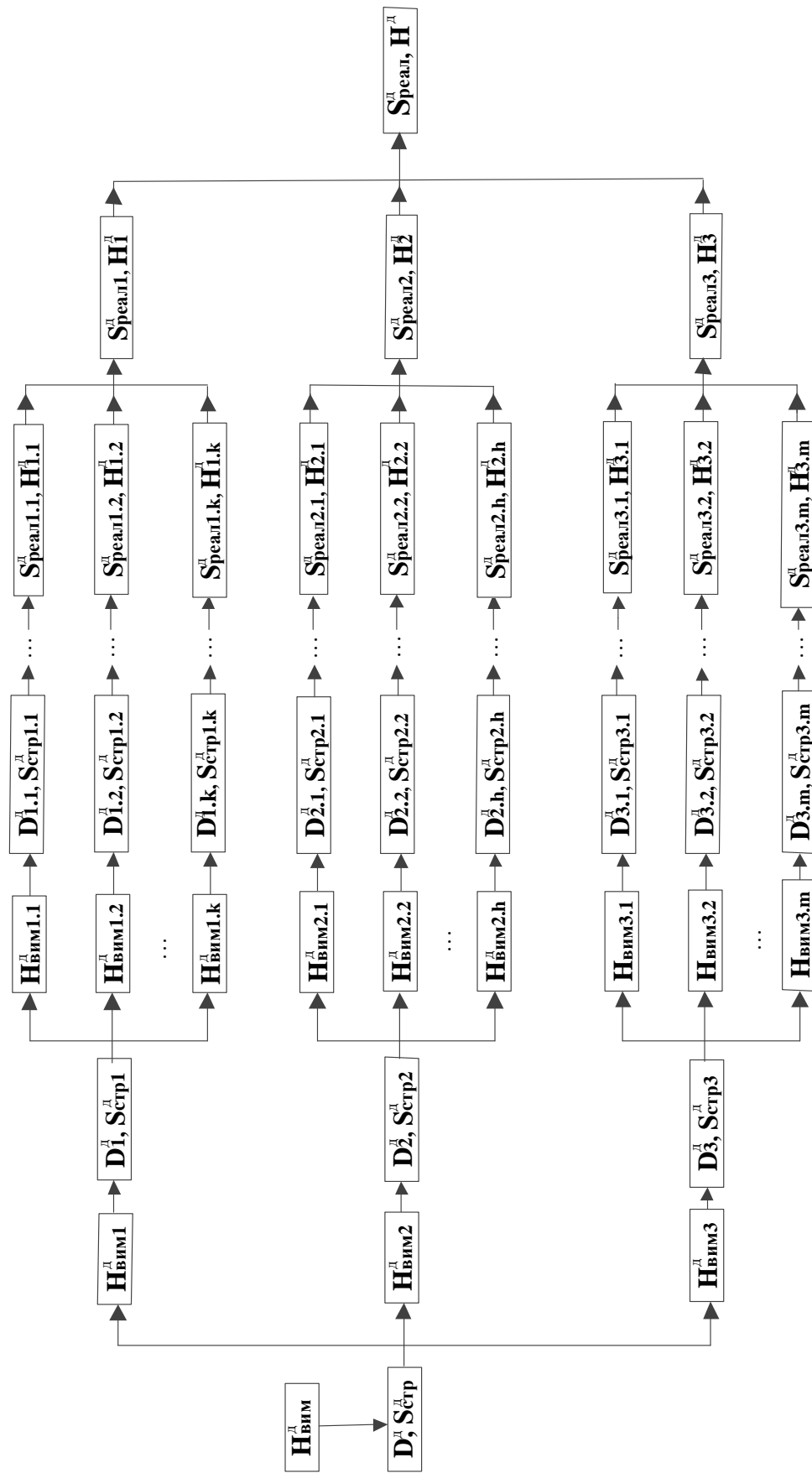


Рис. 3.68. Каузальный ланцюг дії при розгалуженій паралельній стратегії проектування мікропроцесорної системи управління об'єктом енергосистеми

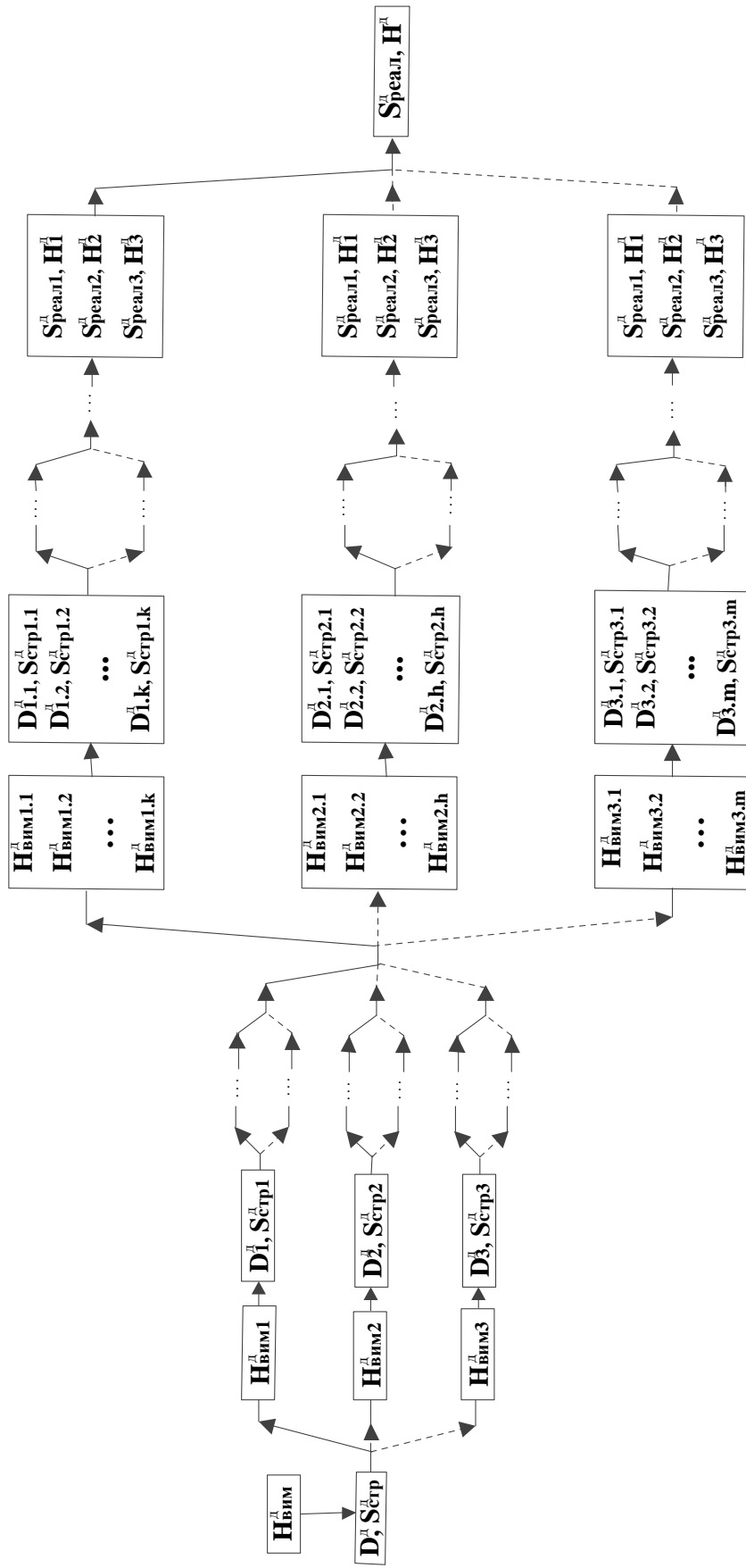


Рис. 3.69.Каузальный ланцюг дії при розгалуженій конкуруючій стратегії проектування мікропроцесорної системи управління об'єктом енергосистеми

Сьогодні широко розповсюджено проектування систем управління об'єктами енергосистем на базі готового обладнання фірм ABB, Schneider, Siemens, Legrand, Rittal тощо. Наприклад, мікропроцесорні термінали пристроїв релейного захисту та автоматики володіють власними вбудованими функціями, які реалізовані як пристрої автоматики з програмованою логікою, за допомогою якої можна здійснювати взаємодію між захистами (автоматикою) всередині терміналу та між терміналами, а також організовувати нові функції всередині терміналу. У випадку, коли треба розробити систему управління об'єктом енергосистеми на базі модулів готового програмно-технічного комплексу, послідовність дій щодо проектування складових елементів системи управління буде дещо іншою. При цьому на стадії визначення вимог, принципу дії та структури складових елементів різних рівнів системи управління проектувальник додатково повинен враховувати номенклатуру готових модулів з урахуванням функцій, які вони можуть виконувати.

Отже, каузальний ланцюг дій при проектуванні складових елементів будь-якого рівня системи управління об'єктом енергосистеми на базі готових модулів має вигляд (рис. 3.70)



Рис. 3.70. Каузальний ланцюг дій при проектуванні складових елементів будь-якого рівня системи управління об'єктом енергосистеми на базі готових модулів

На рис. 3.71 наведено каузальний ланцюг дії при розгалуженій паралельній стратегії проектування мікропроцесорної системи управління

об'єктом енергосистеми на базі готових модулів, які реалізують складові частини її I рівня.

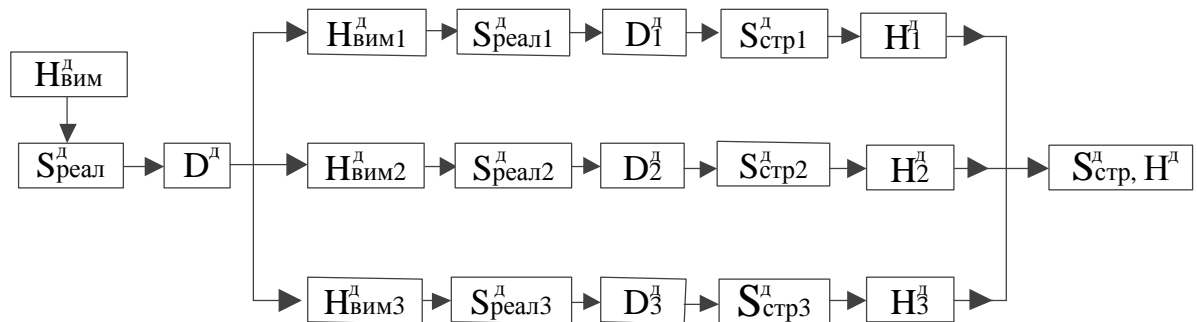


Рис. 3. / 1. Каузальний ланцюг дії при розгалуженні паралельних стратегій проектування мікропроцесорної системи управління об'єктом енергосистеми на базі готових модулів

В загальному випадку вибір стратегії проектування системи управління об'єктом енергосистеми залежить від багатьох факторів: організація процесу проектування, складність системи управління, об'єм вихідних даних, досвід проектувальника і т.п.

Майбутній інженер-проектувальник повинен знати про можливі стратегії проектування, при цьому доцільно метод формування проектної компетентності побудувати на основі розгалуженої стратегії проектування як найбільш розповсюдженої, при цьому не слід забувати про можливість присутності ітераційного процесу.

З урахуванням сказаного алгоритм методу каузального формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі розгалуженої паралельної стратегії проектування систем управління об'єктами енергосистем представимо у вигляді, що зображений на рис. 3.72, а алгоритм методу каузального формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі

розгалуженої конкуруючої стратегії проектування систем управління об'єктами енергосистем представимо у вигляді, що наведений на рис. 3.73.

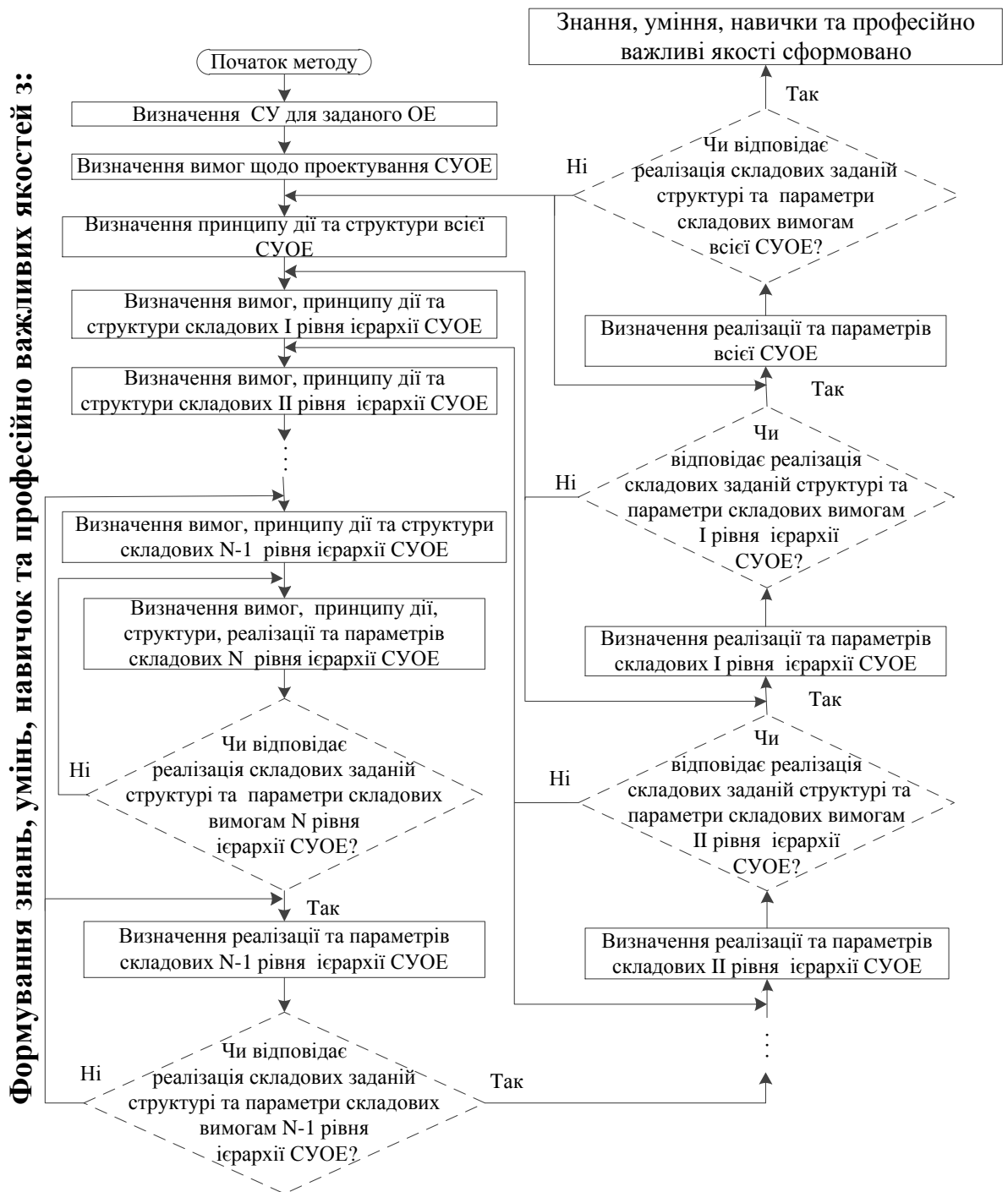


Рис. 3.72. Алгоритм методу каузального формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі розгалуженої паралельної стратегії проектування системи управління об'єктом енергосистеми



Рис. 3.73. Алгоритм методу каузального формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі розгалуженої конкуруючої стратегії проектування системи управління об'єктом енергосистеми

Отже, для формування проектної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем викладання дисциплін, що пов'язані безпосередньо з проектуванням систем управління об'єктами енергосистем, повинне здійснюватися в наступній послідовності. Першим кроком є формулювання вимог до системи управління, що розробляється, згідно з умовами роботи об'єкта енергосистеми (ОЕ). Корисним буде, якщо викладач висуне додаткові вимоги, що вочевидь не впливають з умов роботи об'єкту. Наступним кроком є формування знань та умінь щодо визначення принципу дії системи управління в залежності від її призначення та вимог. Для цього в попередніх або поточній дисципліні треба дати знання щодо усіх можливих принципів функціонування систем управління, навести особливості їх застосування, зазначити недоліки та переваги. Далі треба сформувати у студентів певні навички щодо визначення структури системи управління в залежності від принципу дії та висунутих вимог. Навчити основним принципам побудови ієрархічних структур систем управління. Наступним етапом навчання є вибір реалізації системи управління, що починають з функціонально неподільних елементів. У зв'язку з тим, що зараз всі системи управління будуються на базі мікроконтролерів викладачеві доцільно подальший виклад матеріалу здійснювати з урахуванням цього. Майбутньому проектувальнику необхідно знати можливості мікропроцесорної техніки, а також не слід забувати про елементи систем автоматики, що побудовані на аналоговій елементній базі, за допомогою яких здійснюється узгодження аналогових та цифрових сигналів. Корисним буде, якщо викладач наведе інформацію щодо різних виробників елементів цифрової та аналогової техніки, зробить порівняльний аналіз їх технічних характеристик. Студент повинен чітко для себе усвідомити, яким чином здійснюється вибір реалізації елементів систем управління. Наприклад, якщо ніяких вимог до технічних характеристик елементів не висувається, вони можуть бути вибрані за розсудом проектувальника, наприклад, найбільш

дешеві. При наявності вимог, проектувальник повинен підібрати необхідний елемент, що задовольняє цим вимогам. Якщо елемент жодного виробника не підходить за технічними характеристиками, вимоги повинні бути скоректовані або розглянута можливість розробки спеціального елемента під існуючі вимоги. При цьому коректування вимог нижчих рівнів може вплинути на коректування вимог вищих рівнів, з чого випливає двосторонній зв'язок між вимогами різних рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми. Слід звернути особливу увагу студентів на те, що на кожному рівні обов'язково контролювати відповідність реалізації структури та вимогам. Допущена помилка на будь-якому рівні може не призвести до очікуваних результатів, тому що реалізація та параметри (характеристики) нижчих рівнів впливають на реалізацію та параметри вищих рівнів можливої ієрархічної структури системи управління об'єктом енергосистеми. Таким чином, в процесі навчання у студента повинні сформуватися знання, уміння та навички висхідного і низхідного проектування систем управління об'єктами енергосистеми.

В якості прикладу встановимо каузальний ланцюг дій при конкуруючому варіанті розгалуженої стратегії проектування (припускаємо, що проектування здійснює одна людина з практично відсутнім досвідом роботи) автоматичного пристрою синхронізації, що в кінцевому випадку буде мати наступну функціональну схему (рис. 3.74) [127]

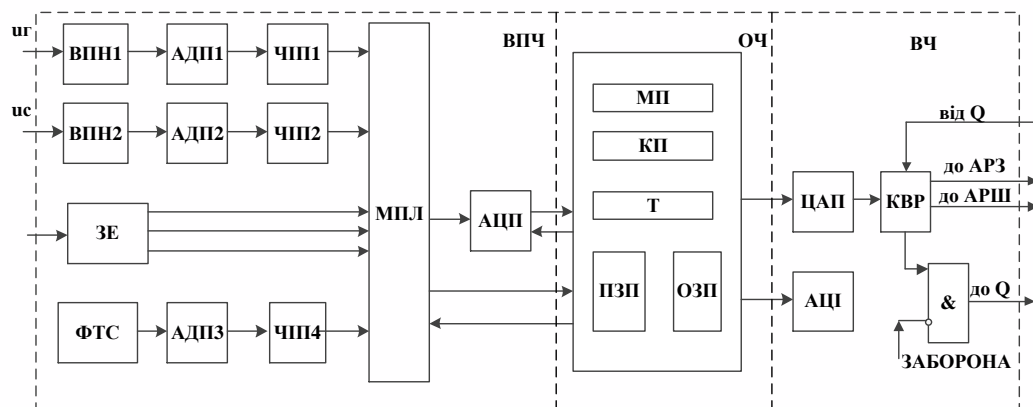


Рис. 3.74. Функціональна схема автоматичного пристрою синхронізації

Після визначення та уточнення вимог до пристрою, проєктант переходить до дій, що пов'язані з визначенням призначення, вимог, принципу дії та структури вимірювально-перетворювальної, обчислювальної та виконавчої частин. Пріоритетність проєктування тієї чи іншої складової частини системи управління, в першу чергу, залежить від об'єму висунутих вимог, наскільки їх достатньо, щоб вибрати оптимальне рішення. В даному прикладі доцільно розпочати з проєктування обчислювальної частини, так її вхідні сигнали є вихідними сигналами вимірювально-перетворювальної частини, а вихідні сигнали обчислювальної частини – вхідними сигналами виконавчої частини. Після визначення структури та алгоритму функціонування обчислювальної частини, маємо уточнені вимоги до вимірювально-перетворювальної та виконавчої частин, що дозволяє розробити структурно-функціональні схеми цих частин.

Отже, каузальним ланцюгом дії при проєктуванні автоматичного пристрою синхронізації може бути ланцюг, що представлений на рис. 3.71. Для більш наочного вигляду дії щодо визначення призначення та вимог, принципу функціонування та структури, реалізації та параметрів складових елементів кожної структурної частини пристрою синхронізації представлені об'єднаними. Індексом «1» позначається вимірювально-перетворювальна частина (ВПЧ), при цьому: «1.1» – вимірювальний перетворювач напруги (ВПН), «1.2» – аналогово-дискретний перетворювач (АДП), «1.3» – число-імпульсний перетворювач (ЧІП), «1.4» – мультиплексор (МПЛ), «1.5» – задаючий елемент (ЗЕ), «1.6» – формувач тестових сигналів (ФТС), «1.7» – аналогово-цифровий перетворювач (АЦП). Індексом «2» позначається обчислювальна частина (ОЧ) з наступними складовими елементами: «2.1» – мікропроцесор (МП), «2.2» – контролер переривань (КП), «2.3» – таймер (Т), «2.4» – постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП), «2.5» – оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП). Індексом «3» позначається виконавча частина (ВЧ): «3.1» – цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП), «3.2» –

комплект вихідних реле (КВР), «3.3» – аналогово-цифровий індикатор (АЦІ), «3.4» – логічний елемент (&). Каузальний ланцюг дій, що представлений на рис. 3.75, відповідає випадку, коли проєктант повністю проєктує спочатку обчислювальну частину з реалізацією елементів, а потім переходить до проєктування інших структурних частин. При цьому передбачається, що всі вибрані елементи кожної структурної частини є функціонально неподільними.

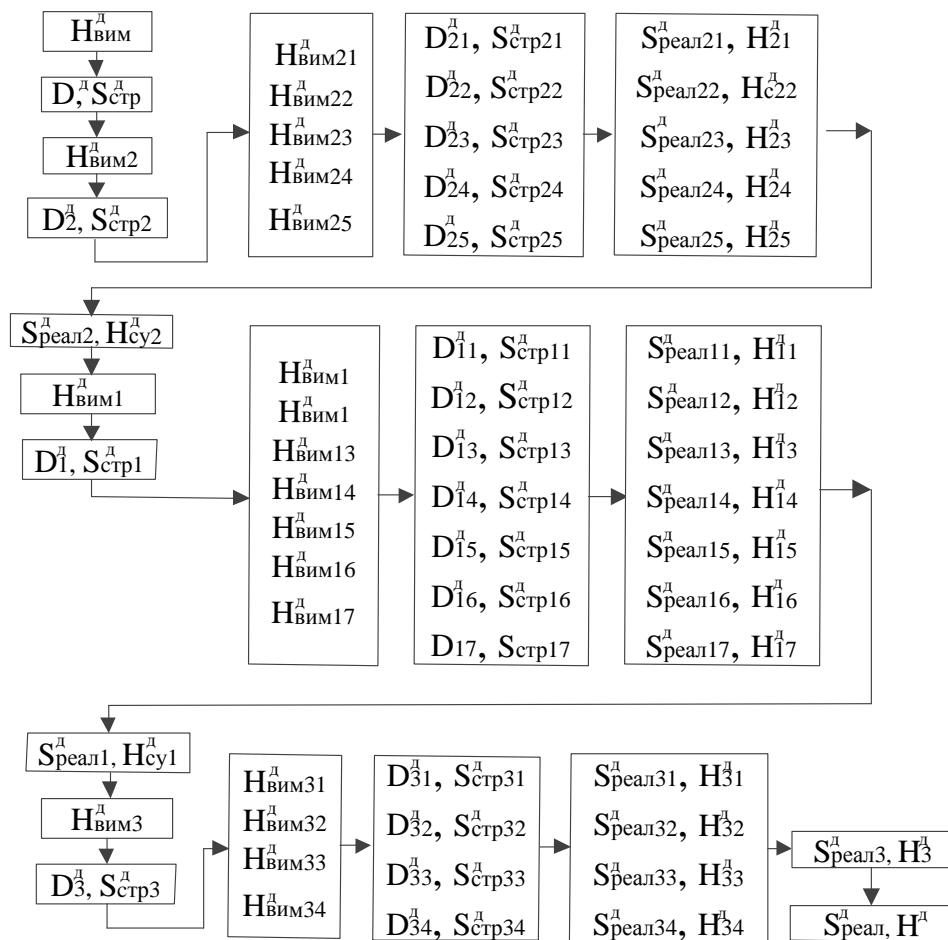


Рис. 3.75. Каузальний ланцюг дії при проєктуванні пристрою синхронізації

Розробимо узагальнену модель методу каузального формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузальної моделі змісту експлуатації системи управління об'єктом енергосистеми.

На підставі узагальненої моделі методу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем та змісту ключових типових задач експлуатаційної компетентності запишемо узагальнену модель методу каузального формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем (рис. 3.76)

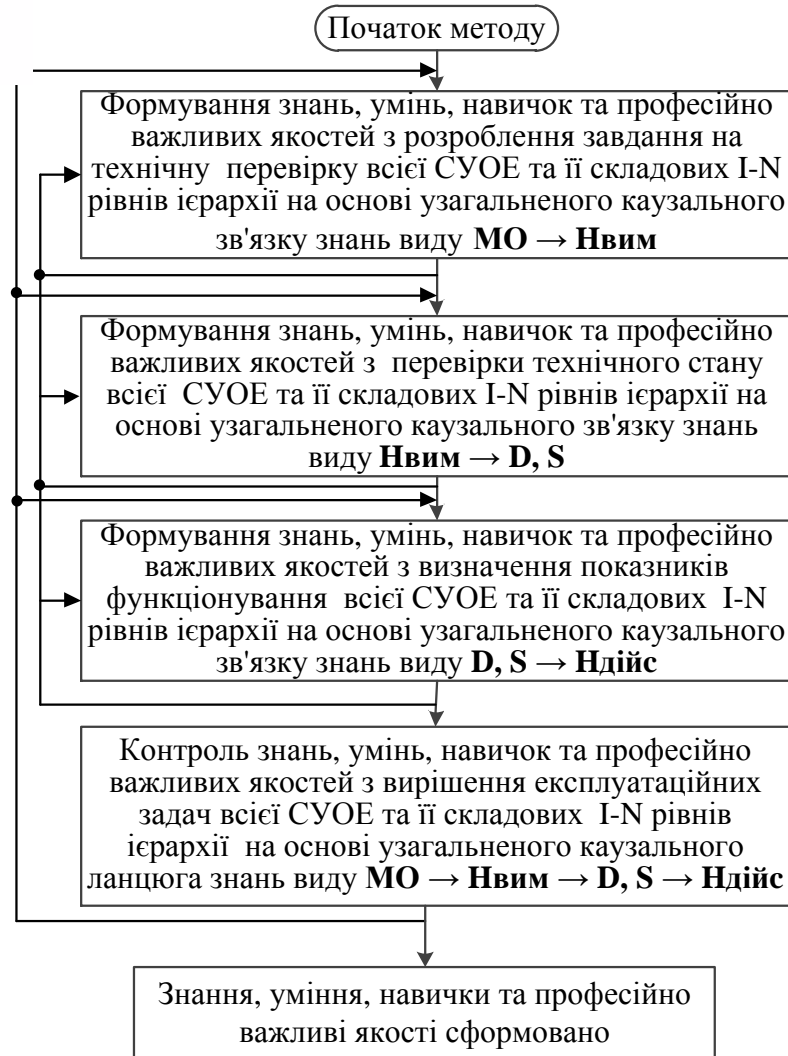


Рис. 3.76. Узагальнена модель методу каузального формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Виконання експлуатаційних задач також передбачає вибір певної послідовності дій. Роботи можуть починатися як з самого верхнього рівня і

поступово доходити до нижнього рівня системи управління, так і з самого нижнього рівня і поступово доходити до верхнього рівня можливої ієрархічної побудови системи управління об'єктом енергосистеми, все залежить від складності системи управління, досвіду працівника та конкретних умов. Наприклад, виявлення причин некоректної роботи системи управління, здійснюється на підставі аналізу отриманих характеристик і параметрів системи управління та її складових.

У разі низхідної перевірки спочатку перевіряються складові елементи першого рівня ієрархії, далі з урахуванням того в якому елементі виявленні відхилення перевіряються елементи його другого рівня і так далі. Перевірка здійснюється доки поки не буде виявлено несправний елемент. При висхідній перевірці спочатку перевіряються складові елементи нижніх рівнів ієрархії, після виявлення та усунення несправності перевіряється вся система управління об'єктом енергосистеми.

У випадку низхідної технічної перевірки системи управління об'єктом енергосистеми як найбільш розповсюдженої, алгоритм методу каузального формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем можна записати у вигляді, що представлений на рис. 3.77. Згідно з наведеним алгоритмом методу каузального формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на заняттях викладачі повинні теоретично підготувати студентів з кожного етапу алгоритму методу.

При вивченні технічної документації та визначенні вимог щодо перевірки системи управління об'єктом енергосистеми студент повинен мати навички роботи з технічною документацією щодо системи управління, уміти читати електричні принципи схеми, уміти виділяти головне про обсяги й завдання технічного обслуговування системи управління, володіти інформацією щодо можливостей випробувальних установок та методів вимірювання (випробування).

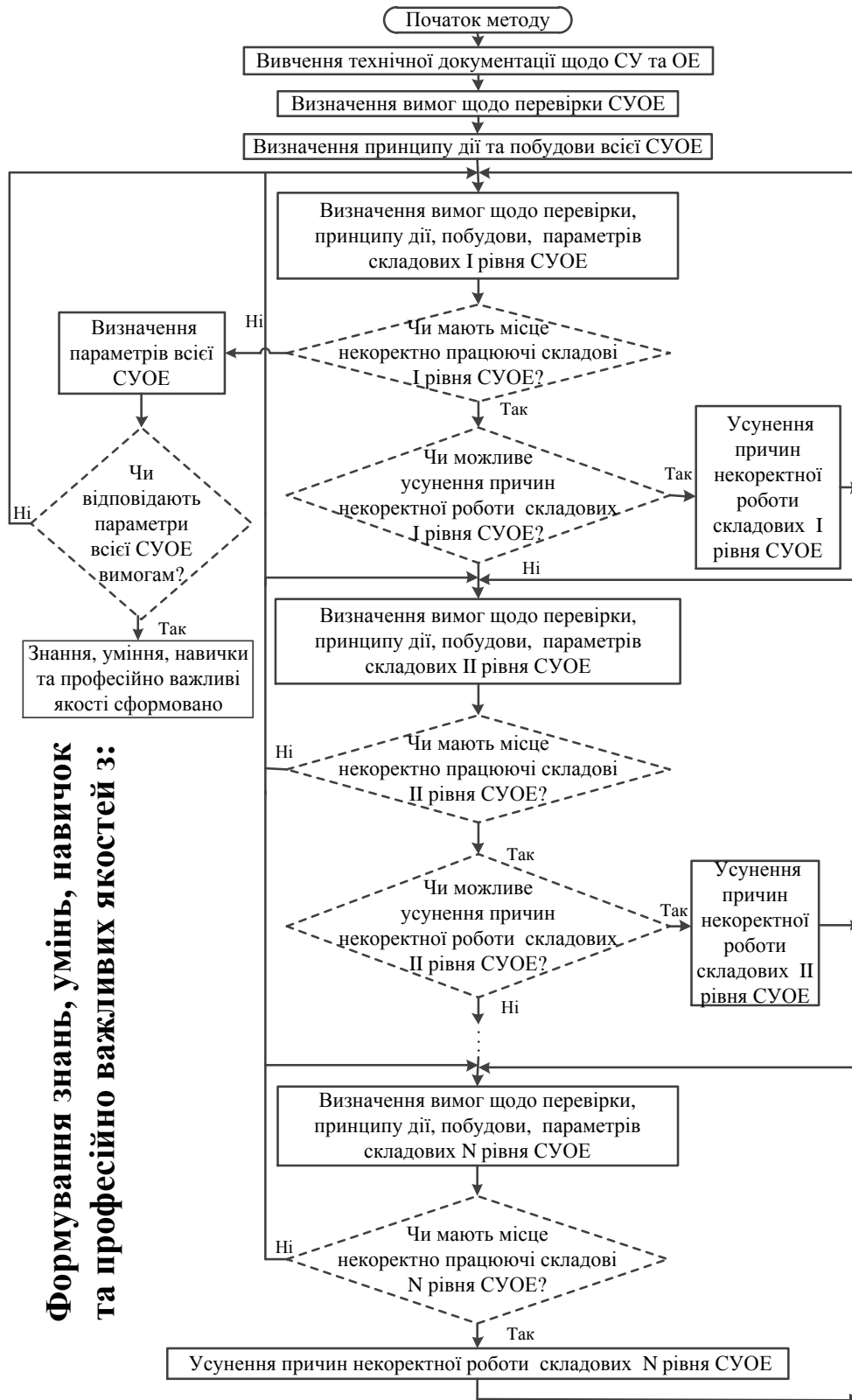


Рис. 3.77. Алгоритм методу каузального формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем при низхідній технічній перевірці системи управління об'єктами енергосистем

Для успішного виконання робіт, що безпосередньо пов'язані з перевіркою технічного стану та визначенням показників функціонування системи управління, студент повинен вміти оптимально розбивати систему на функціональні складові для виконання робіт, визначити структурні елементи, що реалізують певні функції, та параметри виділених функціональних складових. На практичних заняттях викладачеві доцільно змодельовати спрощену професійну ситуацію, наприклад перевірити технічний стан наявної системи управління об'єктом енергосистеми. Для чого студенти повинні отримати технічний опис на систему управління, з якого визначити що треба перевіряти і яким чином. Далі, використовуючи наявні випробувальні установки, провести перевірку та зробити висновки та рекомендації щодо технічного стану системи управління об'єктом енергосистеми.

Розробимо узагальнену модель методу каузального формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузальної моделі змісту науково-дослідної діяльності щодо системи управління об'єктом енергосистеми.

На підставі узагальненої моделі методу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем та змісту ключових типових науково-дослідних задач запишемо узагальнену модель методу каузального формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем (рис. 3.78).

Під час професійної діяльності майбутній інженер з автоматизації стикається з необхідністю вирішення як пошукових задач, так і нестандартних (творчих) задач, що переважно пов'язані з поліпшенням параметрів систем управління об'єктами енергосистем. Потреба в вирішенні пошукових задач може виникнути під час розроблення проектного завдання на систему управління задля визначення стану передового та закордонного

досвіду; під час вирішення експлуатаційних задач, що пов'язані з модернізацією систем управління; під час здійснення наукової діяльності, яка спрямована на створення нової або удосконалення існуючої системи управління об'єктом енергосистеми. Нестандартні задачі, що безпосередньо передбачають створення нових або удосконалення існуючих систем управління, можуть зустрічатися при виконанні будь-яких видів діяльності, але через те, що вони мають творчий характер їх було віднесено до задач науково-дослідної компетентності.

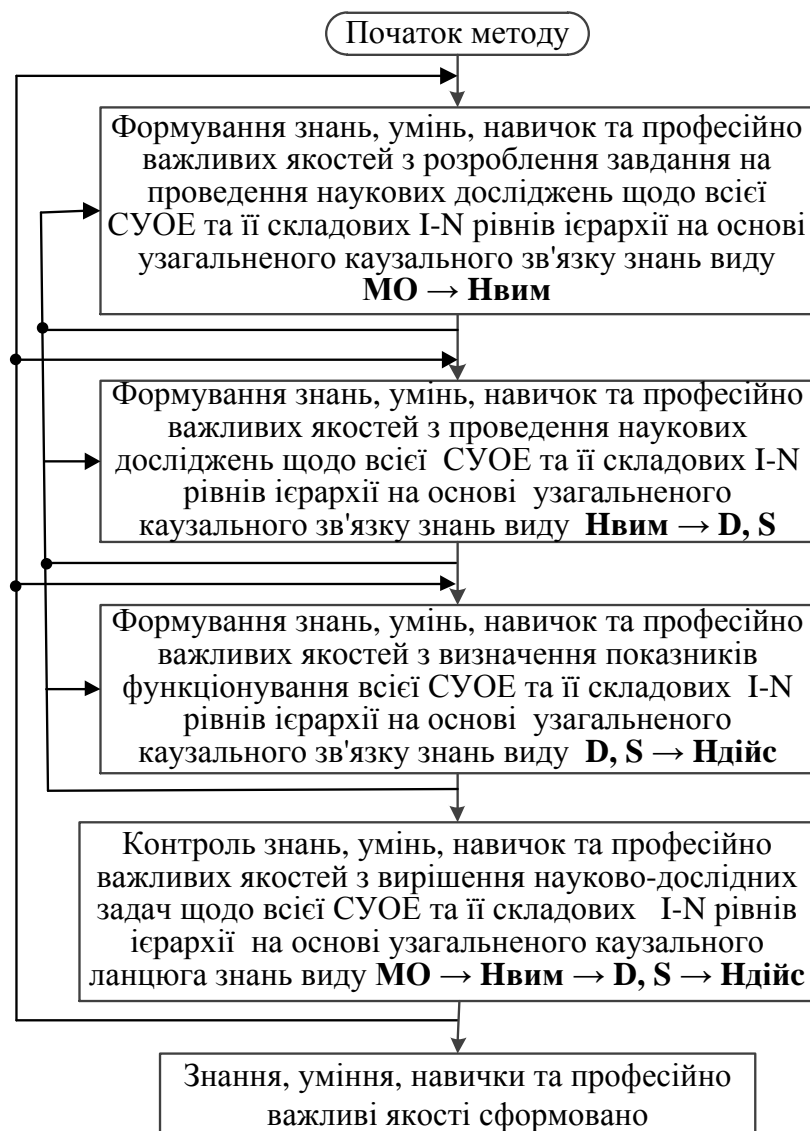


Рис. 3.78. Узагальнена модель методу каузального формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Слід зазначити, що створення або удосконалення системи управління розпочинається вже на стадії пошукових задач. У науковця, що вивчає існуючі рішення з поставленої проблеми, паралельно розпочинається творчий процес щодо створення нового або удосконалення існуючого. Отже, зазвичай під час прикладних наукових досліджень наукова складова розпочинається, коли ще не закінчилась пошукова складова. З урахуванням цього каузальна модель змісту проведення прикладних наукових досліджень щодо системи управління об'єктом енергосистеми в загальному випадку буде мати вигляд (рис. 3.79)

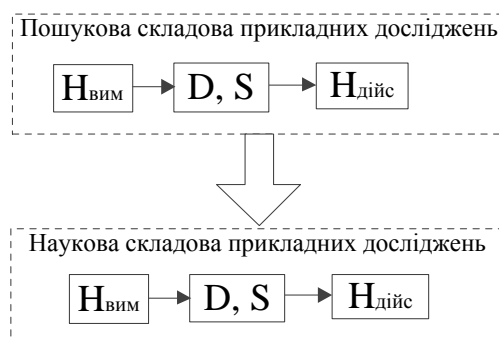


Рис. 3.79 Узагальнена каузальна модель змісту проведення прикладних наукових досліджень щодо системи управління об'єктом енергосистеми

Науково-дослідна діяльність також передбачає вибір певної стратегії дослідження щодо системи управління об'єктом енергосистеми. Дослідження можуть починатися як з самого верхнього рівня і поступово доходити до нижнього рівня системи управління, так і з самого нижнього рівня і поступово доходити до верхнього рівня системи управління об'єктом енергосистеми, все залежить від змісту поставлених проблем.

У випадку низхідного дослідження системи управління як найбільш розповсюдженого алгоритм методу каузального формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем можна записати у вигляді, що представлений на рис. 3.80.

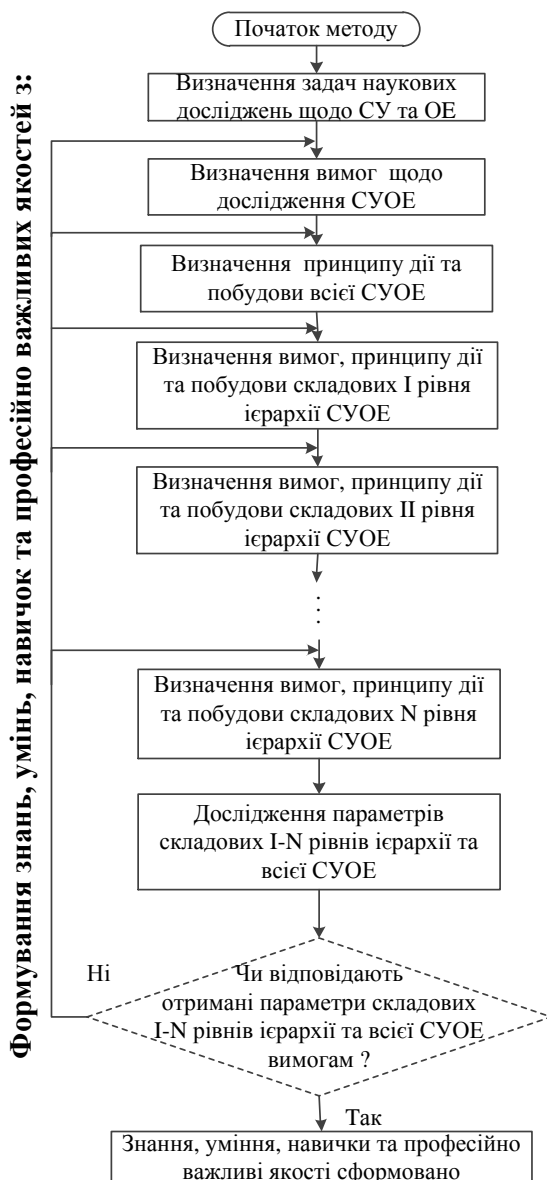


Рис. 3.80. Алгоритм методу каузального формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі низхідного дослідження системи управління об'єктом енергосистеми

Для успішного формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем зміст дисциплін їхньої професійної підготовки повинен розроблятися з урахуванням усіх етапів наведеного методу. На першому кроці алгоритму методу задачі наукових

досліджень будуть визначатись специфікою поставленої проблеми, джерелом якої може виступати проектувальна, експлуатаційна або наукова діяльність. Наступний крок наведеного алгоритму методу навчання передбачає формування у студентів знань, умінь, навичок з визначення вимог щодо дослідження системи управління об'єктом енергосистеми. Для цього викладач повинен навчити майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем складати короткі характеристики та оцінки стану розв'язуваної проблеми, визначати номенклатуру параметрів, чисельні значення яких необхідно отримати, визначати мету, завдання та актуальність проведення науково-дослідних робіт.

Реалізація кроку алгоритму методу навчання, що пов'язаний із формуванням знань, умінь, навичок щодо визначення можливих варіантів побудови або принципу функціонування системи управління, дозволить майбутнім інженерам успішно аналізувати стан досліджуваного питання та визначати на його основі напрямки досліджень. Для цього викладачеві необхідно дати знання щодо можливих джерел інформації, сформувати вміння вивчати та аналізувати науково-технічну, нормативну літературу, патентну інформацію та інші матеріали, що мають відношення до виконуваної теми й, як наслідок, узагальнювати отримані данні. Кроком щодо формування знань, умінь, навичок з дослідження параметрів складових елементів та системи управління в цілому головним чином передбачає визначення впливу різних схемних рішень (принципів побудови) на техніко-економічні показники системи управління об'єктом енергосистеми. Отже, в процесі реалізації цього кроку навчання головною задачею є визначення основних техніко-економічних показників системи управління та методів їх дослідження.

Для успішного виконання останніх кроків науково-дослідних робіт, що пов'язані з узагальненням та оцінкою результатів досліджень, в процесі навчання треба сформувати у студентів вміння складати характеристику

технічного рівня досліджуваного об'єкта, розробляти рекомендації щодо оптимального вирішення поставленої задачі з урахуванням техніко-економічних показників, що відповідають або перевищують кращі вітчизняні чи закордонні показники. Це можуть бути вимоги, які висуваються до системи управління, що проектується, вимоги щодо поліпшення експлуатаційних показників системи управління, вимоги щодо вирішення науково-технічних проблем, пов'язаних з системою управління об'єктом енергосистеми.

Розробимо узагальнену модель методу каузального формування економічної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузальної моделі змісту проведення техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми.

На підставі узагальненої моделі методу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем та змісту проведення техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми запишемо узагальнену модель методу каузального формування економічної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем (рис. 3.81).

Техніко-економічне обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми може починатися як з самого верхнього рівня і поступово доходити до нижнього рівня системи управління, так і з самого нижнього рівня і поступово доходити до верхнього рівня системи управління об'єктом енергосистеми.

У випадку низхідного техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми, як найбільш розповсюдженого, алгоритм методу каузального формування економічної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем може бути представлений у вигляді, що зображений на рис. 3.82.

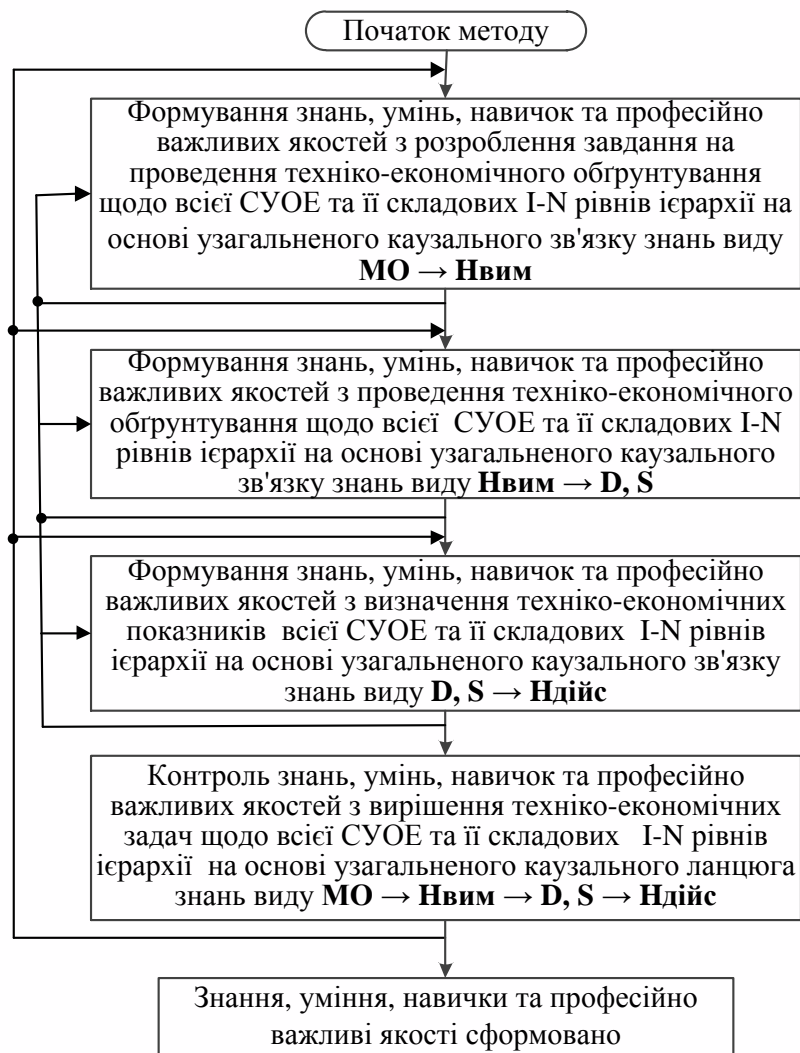


Рис. 3.81. Узагальнена модель методу каузального формування економічної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Охарактеризуємо наведений алгоритм методу каузального формування економічної компетентності. Визначення задач техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми буде обумовлюватися специфікою проектної, експлуатаційної або науково-дослідної діяльності. Наступний крок наведеного алгоритму методу передбачає формування у студентів знань, умінь, навичок з визначення вимог щодо техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми. Для цього викладач повинен навчити майбутніх інженерів з

автоматизації енергосистем визначати перелік техніко-економічних показників, чисельні значення яких необхідно отримати для обчислення загального економічного ефекту.

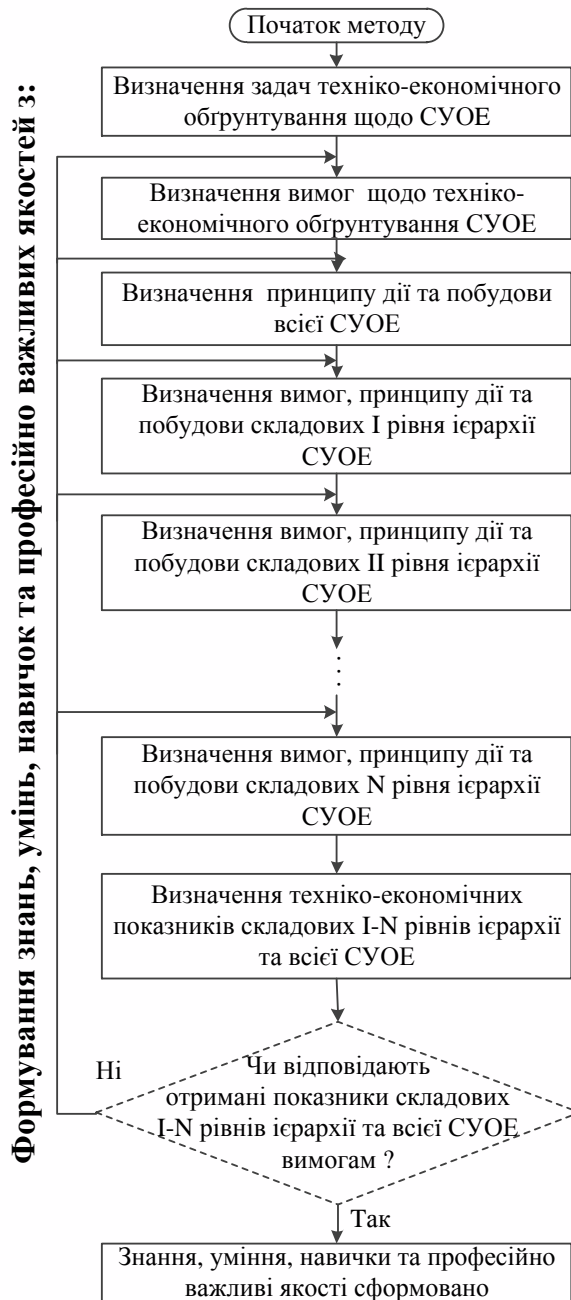


Рис. 3.82. Алгоритм методу каузального формування економічної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі низхідного техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми

Кроки алгоритму методу навчання, що пов'язані із формуванням знань, умінь, навичок щодо визначення можливих варіантів побудови або принципу функціонування системи управління об'єктом енергосистем, дозволить майбутнім інженерам успішно аналізувати різні технічні рішення в контексті економічних витрат. Крок алгоритму методу щодо формування знань, умінь, навичок з визначення техніко-економічних показників складових елементів та системи управління в цілому головним чином передбачає визначення впливу різних варіантів побудови або принципу функціонування на значення техніко-економічних показників системи управління об'єктом енергосистеми. Отже, в процесі реалізації цього кроку навчання головною задачею є визначення чисельних значень техніко-економічних показників системи управління та методів їх розрахунку. Для успішного виконання останніх кроків техніко-економічного обґрунтування, що пов'язані з узагальненням та оцінкою результатів розрахунків, в процесі навчання треба сформулювати у студентів вміння складати характеристику техніко-економічного рівня досліджуваного об'єкта, розробляти рекомендації щодо оптимального вирішення поставленої задачі з урахуванням чисельних значень техніко-економічних показників. Отримані рекомендації можуть слугувати вихідними вимогами до системи управління об'єктом енергосистеми, що проектується, експлуатується або удосконалюється (створюється).

Розробимо узагальнену модель методу каузального формування соціально-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузальної моделі змісту створення системи управління професійною діяльністю з проектування, експлуатації та науково-дослідної діяльності щодо системи управління об'єктом енергосистеми. На підставі узагальненої моделі методу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем та змісту створення системи управління професійною діяльністю запишемо

узагальнену модель методу каузального формування соціально-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем (рис. 3.83).

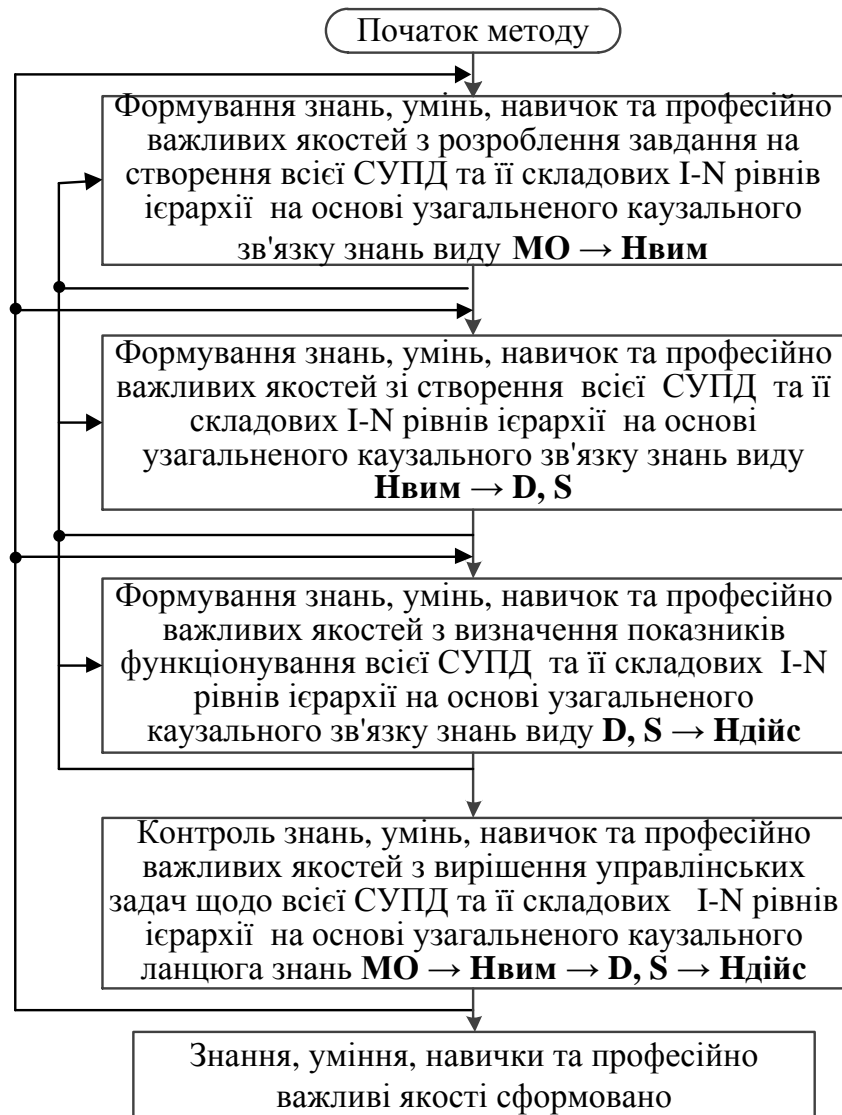


Рис. 3.83. Узагальнена модель методу каузального формування соціально-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

У випадку низхідного створення системи управління професійною діяльністю як найбільш розповсюдженого алгоритм методу каузального формування соціально - управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем може бути представлений у вигляді, що зображений на рис. 3.84.

Створення системи управління професійною діяльністю може починатися як з самого верхнього рівня і поступово доходити до нижнього рівня системи управління, так і з самого нижнього рівня і поступово доходити до верхнього рівня системи управління професійною діяльністю.

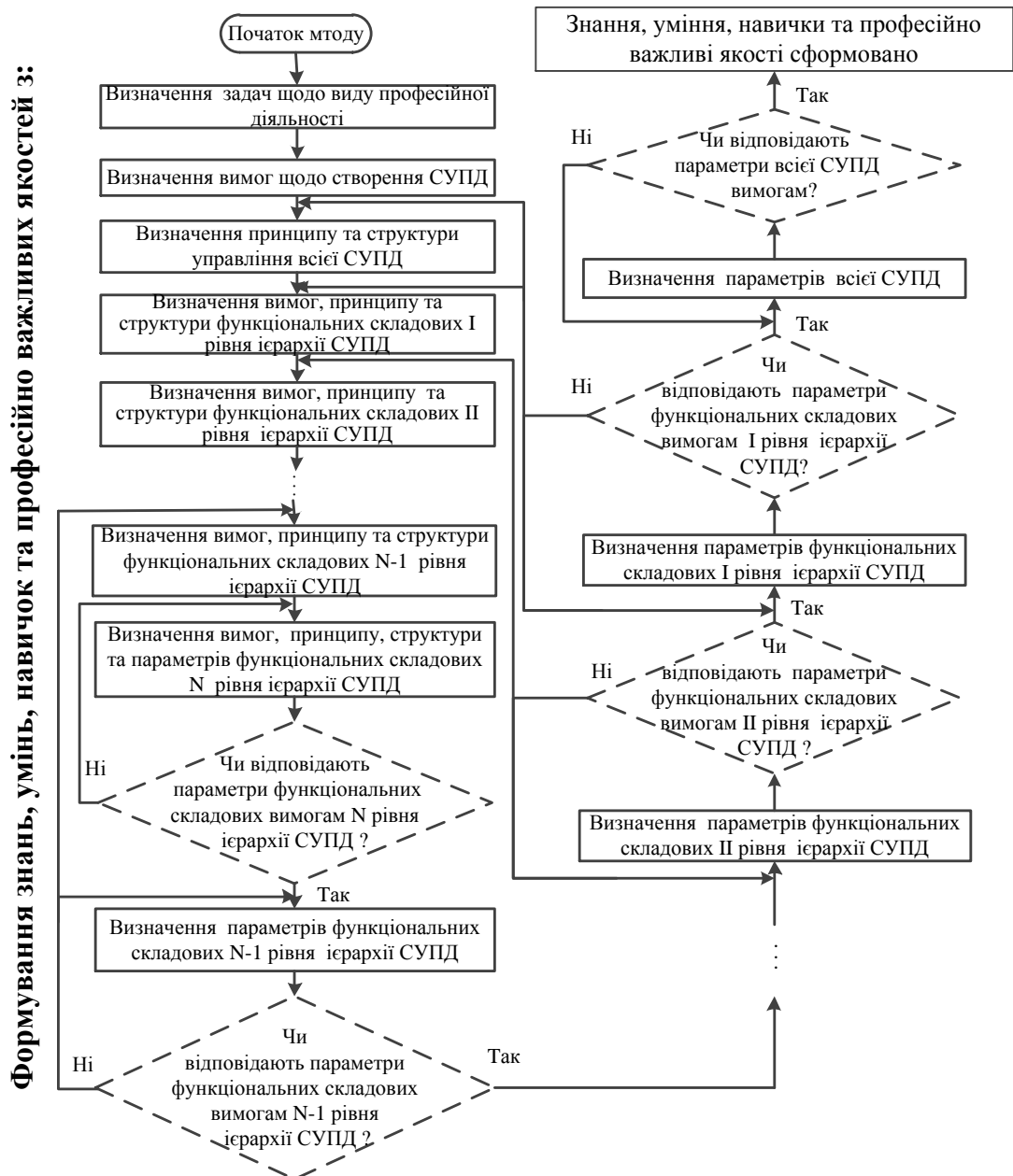


Рис. 3.84. Алгоритм методу каузального формування соціально-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі низхідного створення системи управління професійною діяльністю

Згідно наведеного алгоритму методу каузального формування соціально-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем зміст дисципліни, що вивчають системи управління об'єктами енергосистем повинні включати теми, що розкривають сутність та зміст основних функцій менеджменту на рівні невеликого колективу, що займається проектною, експлуатаційною або науково-дослідною діяльністю щодо автоматизації енергосистем. При цьому зміст кожної функції менеджменту повинен представляти каузальну модель знань, яка відображає логічні зв'язки між різними підсистемами знань.

Розробимо узагальнену модель методу каузального формування правової компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузальної моделі змісту виконання правових норм щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю).

Враховуючи те, що виконання правових аспектів присутні при вирішенні будь-яких видів професійних задач, узагальнена модель методу каузального формування правової компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем буде мати вигляд, що наведений на рис. 3.60. Безпосередньо вже розгорнутий алгоритм методу каузального формування правової компетентності буде залежати від виду задачі, що вирішується, і може мати вигляд як на рис. 3.72, 3.73, 3.77, 3.80, 3.82, 3.84.

Таким чином, розроблені алгоритми методів каузального формування професійних компетентностей дозволять оптимізувати зміст навчальної інформації та задати вектор логічної послідовності її засвоєння, придати навчальному процесу діяльнісний характер, який буде відображати специфіку вирішення проектних, експлуатаційних, науково-дослідних, економічних, управлінських та правових задач майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем. Використання запропонованих алгоритмів методів під час професійної підготовки дозволить сформувати систему

професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

3.4. Засоби каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Засоби навчання є дуже важливою складовою навчального процесу, використання засобів навчання є необхідною умовою найкращого засвоєння знань, оскільки дозволяє залучити практично усі типи пам'яті. Вони забезпечують реалізацію принципу наочності та сприяють підвищенню ефективності навчального процесу, дають студентам матеріал у формі спостережень для здійснення навчального пізнання і розумової діяльності на усіх етапах навчання.

Як зазначено в п. 2.2 професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем потребує використання ідеальних засобів навчання у вигляді каузальних ланцюгів, які будуть відображати кроки методу каузального формування професійної компетентності (рис. 3.85)



Рис. 3.85. Узагальнений вид засобу каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Раніше в п. 3.3 було розроблено методи формування експлуатаційної, проектної, науково-дослідної та управлінської компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі моделей каузального

змісту. Використання цих методів потребує розроблення засобів каузального навчання, що будуть відображати каузальні зв'язки між різними підсистемами знань.

Розробимо засоби каузального формування проектної компетентності згідно основних кроків методу формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі розгалуженої паралельної стратегії проектування, що наведений в п. 3.3.

Задля формування знань з визначення системи управління для заданого об'єкта енергосистеми узагальнений вид засобу каузального навчання буде мати вигляд (рис. 3.86)

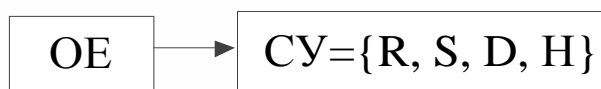


Рис. 3. 86. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення системи управління для заданого об'єкта енергосистеми

Формування знань з визначення вимог щодо проектування системи управління об'єктом енергосистеми передбачає розроблення засобу каузального навчання, узагальнений вид якого представлений на рис. 3.87



Рис. 3.87. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування системи управління об'єктом енергосистеми

Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення принципу дії та структури системи управління об'єктом енергосистеми повинен мати вигляд (рис. 3.88)

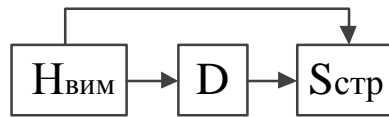


Рис. 3.88. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення принципу дії та структури системи управління об'єктом енергосистеми

Основою для формування знань з визначення вимог, принципу дії та структури складових, наприклад, I, II, N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми повинні слугувати наступні засоби каузального навчання (рис. 3.89 – 3.91)



Рис. 3.89. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог, принципу дії та структури складових I рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

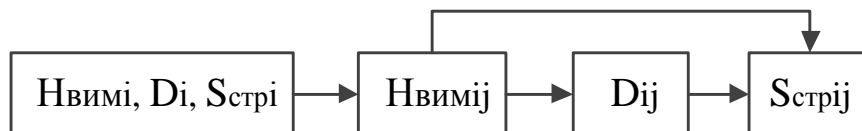


Рис. 3.90. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог, принципу дії та структури складових II рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

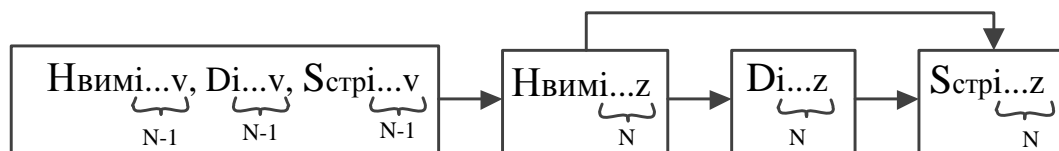


Рис. 3.91. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог, принципу дії та структури складових N рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

В якості засобів каузального формування знань з визначення реалізації та параметрів функціонування складових, наприклад, N , $N-1$, I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми повинні виступати наступні засоби (рис. 3.92 – 3.95)

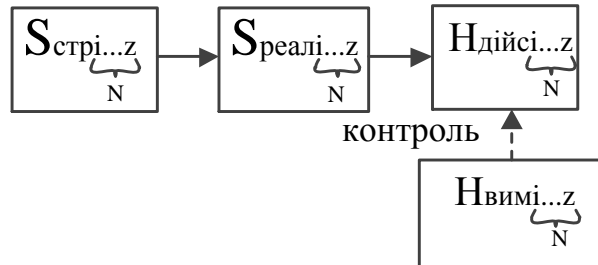


Рис. 3.92. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення реалізації та параметрів функціонування складових N рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

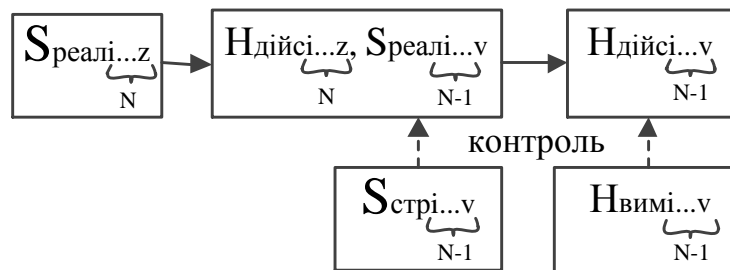


Рис. 3.93. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення реалізації та параметрів функціонування складових $N-1$ рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

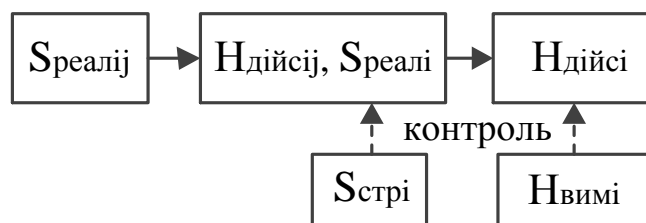


Рис. 3.94. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення реалізації та параметрів функціонування складових I рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

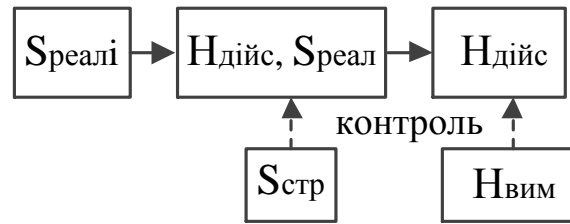


Рис. 3.95. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення реалізації та параметрів функціонування всієї системи управління об'єктом енергосистеми

Розробимо засоби каузального формування експлуатаційної компетентності згідно основних кроків методу формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі низхідної технічної перевірки системи управління об'єктом енергосистеми, що наведений в п. 3.3.

Задля формування знань з вивчення технічної документації (ТД) щодо системи управління та об'єкта енергосистеми узагальнений вид засобу каузального навчання буде мати вигляд, що представлений на рис. 3.96.



Рис. 3.96. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з вивчення технічної документації щодо системи управління та об'єкта енергосистеми

Формування знань з визначення вимог щодо перевірки системи управління об'єктом енергосистеми передбачає розроблення засобу каузального навчання, узагальнений вид якого представлений на рис. 3.97.



Рис. 3.97. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки системи управління об'єктом енергосистеми

Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови системи управління об'єктом енергосистеми повинен мати вигляд, що представлений на рис. 3.98.

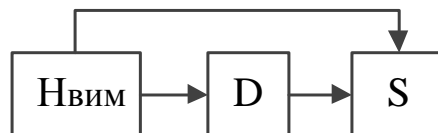


Рис. 3.98. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови системи управління об'єктом енергосистеми

Основою для формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови та параметрів складових I, II, N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми повинні слугувати наступні засоби каузального навчання (рис. 3.99-3.101)



Рис. 3.99. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови та параметрів складових I рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми



Рис. 3.100. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови та параметрів складових II рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

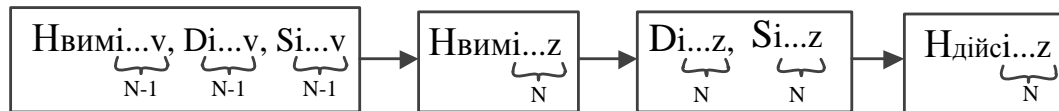


Рис. 3.101. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови та параметрів складових N рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

В якості засобів каузального формування знань з визначення та перевірки параметрів складових N, ..., II, I рівнів та всієї системи управління об'єктом енергосистеми повинен виступати наступний засіб навчання (3.102)

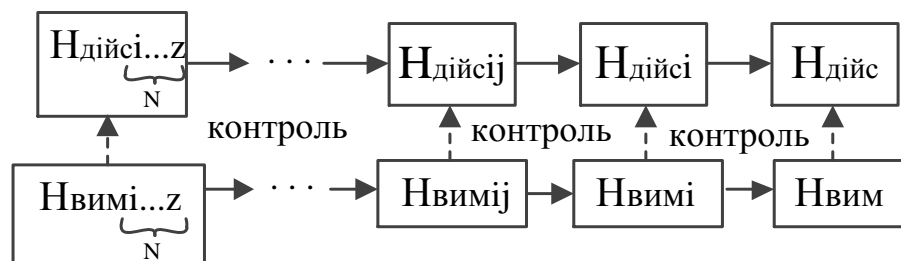


Рис. 3.102. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення та перевірки параметрів складових I-N рівнів та всієї системи управління об'єктом енергосистеми

Розробимо засоби каузального формування науково-дослідної компетентності згідно основних кроків методу формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

на основі низхідного дослідження системи управління об'єктом енергосистеми, що наведений в п. 3.3

Задля формування знань з визначення задач наукових досліджень щодо об'єкта енергосистеми та його системи управління узагальнений вид засобу каузального навчання буде мати вигляд (рис. 3.103)

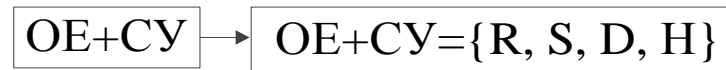


Рис. 3.103. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення задач наукових досліджень щодо об'єкта енергосистеми та його системи управління

Формування знань з визначення вимог щодо дослідження системи управління передбачає розроблення засобу каузального навчання, узагальнений вид якого представлений на рис. 3.104



Рис. 3.104. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження системи управління об'єктом енергосистеми

Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови системи управління об'єктом енергосистеми повинен мати вигляд (рис. 3.105)

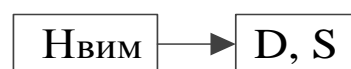


Рис. 3.105. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови системи управління об'єктом енергосистеми

Основою для формування знань з визначення вимог щодо дослідження, принципу дії та побудови складових, наприклад, I, II, N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми повинні слугувати наступні засоби каузального навчання (рис. 3.106-3.108)



Рис. 3.106. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження, принципу дії та побудови складових I рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми



Рис. 3.107. Узагальнений вид засобу каузального навчання щодо формування знань з визначення вимог щодо дослідження, принципу дії та побудови складових II рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

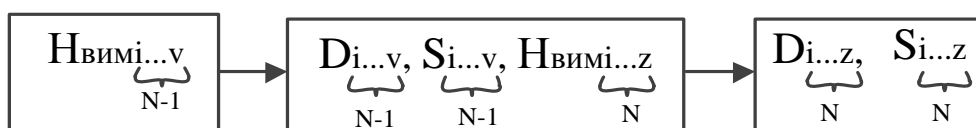


Рис. 3.108. Узагальнений вид засобу каузального навчання щодо формування знань з визначення вимог щодо дослідження, принципу дії та побудови складових N рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

В якості засобів каузального формування знань з дослідження параметрів складових, наприклад, N, N-1, I рівнів ієрархії та всієї системи

управління об'єктом енергосистеми повинні виступати наступні засоби (рис. 3.109 – 3.112)

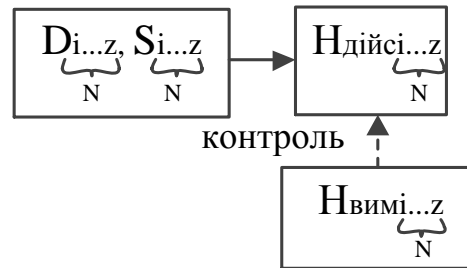


Рис. 3.109. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з дослідження параметрів складових N рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

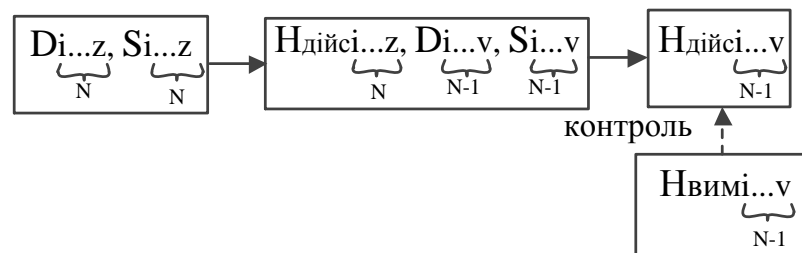


Рис. 3.110. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з дослідження параметрів складових $N-1$ рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми



Рис. 3.111. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з дослідження параметрів складових I рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми



Рис. 3.112. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з дослідження параметрів всієї системи управління об'єктом енергосистеми

Розробимо засоби каузального формування економічної компетентності згідно основних кроків методу формування економічної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі низхідного техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми, що наведений в п. 3.3.

З метою формування знань з визначення задач техніко-економічного обґрунтування щодо системи управління об'єктом енергосистеми узагальнений вид засобу каузального навчання буде мати вигляд, що представлений на рис. 3.113.



Рис. 3.113. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення задач техніко-економічного обґрунтування щодо системи управління об'єктом енергосистеми

Формування знань з визначення вимог щодо техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми передбачає розроблення засобу каузального навчання, узагальнений вид якого представлений на рис. 3.114.



Рис. 3.114. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог щодо техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми

Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови системи управління об'єктом енергосистеми повинен мати вигляд, що представлений на рис. 3.115.

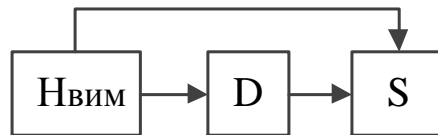


Рис. 3.115. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови системи управління об'єктом енергосистеми

Основою для формування знань з визначення вимог щодо обґрунтування, принципу дії та побудови складових I, II, N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми повинні слугувати наступні засоби каузального навчання (рис. 3.116-3.118)

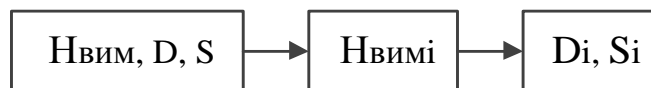


Рис. 3.116. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог щодо обґрунтування, принципу дії, та побудови складових I рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

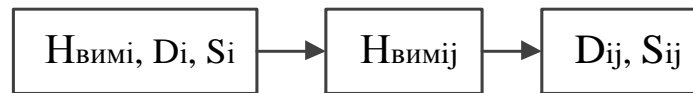


Рис. 3.117. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог щодо обґрунтування, принципу дії, та побудови складових II рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

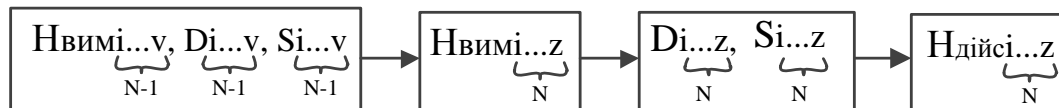


Рис. 3.118. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог щодо обґрунтування, принципу дії, побудови та показників складових N рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

В якості засобів каузального формування знань з визначення та перевірки техніко-економічних показників складових N, ..., II, I рівнів та всієї системи управління об'єктом енергосистеми повинен виступати наступний засіб навчання (3.119)

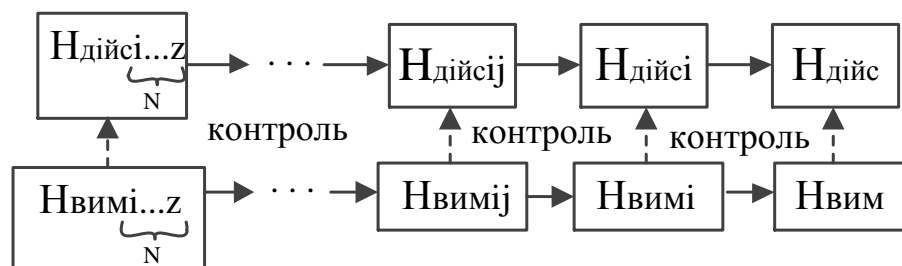


Рис. 3.119. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення та перевірки техніко-економічних показників складових I-N рівнів та всієї системи управління об'єктом енергосистеми

Розробимо засоби каузального формування соціально-управлінської компетентності згідно основних кроків методу формування соціально-

управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі низхідного створення системи управління професійною діяльністю.

Задля формування знань з визначення управлінських задач щодо виду професійної діяльності узагальнений вид засобу каузального навчання буде мати вигляд (рис. 3.120)



Рис. 3.120. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення управлінських задач щодо виду професійної діяльності

Формування знань з визначення вимог щодо створення системи управління професійною діяльністю передбачає розроблення засобу каузального навчання, узагальнений вид якого представлений на рис. 3.121.



Рис. 3.121. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог щодо створення системи управління професійною діяльністю

Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення принципу та структури управління системи управління професійною діяльністю повинен мати вигляд, що представлений на рис. 3.122.

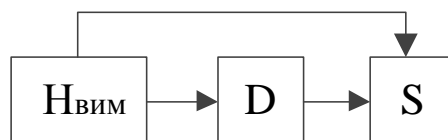


Рис. 3.122. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення принципу та структури управління системи управління професійною діяльністю

Основою для формування знань з визначення вимог, принципу та структури функціональних складових, наприклад, I, II, N рівнів ієрархії системи управління професійною діяльністю повинні слугувати засоби каузального навчання, що наведені на рис. 3.123 – 3.125.



Рис. 3.123. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури функціональних складових I рівня ієрархії системи управління професійною діяльністю

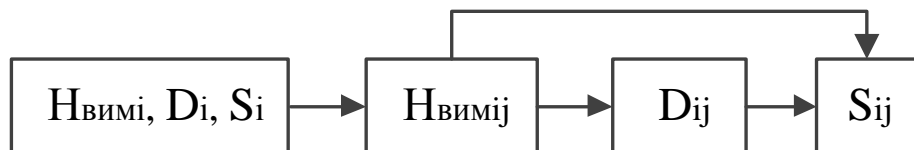


Рис. 3.124. Узагальнений вид засобу каузального навчання щодо формування знань з визначення вимог, принципу та структури функціональних складових II рівня ієрархії системи управління професійною діяльністю



Рис. 3.125. Узагальнений вид засобу каузального навчання щодо формування знань з визначення вимог, принципу та структури функціональних складових N рівня ієрархії системи управління професійною діяльністю

В якості засобу каузального формування знань з визначення параметрів функціональних складових N рівня ієрархії системи управління професійною діяльністю повинен виступати наступний засіб (рис. 3.126)

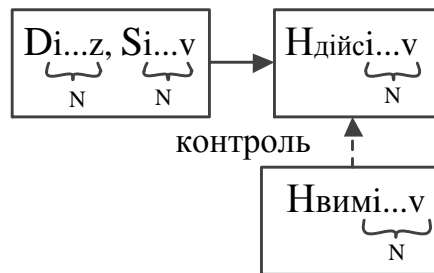


Рис. 3.126. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення параметрів складових N рівня ієрархії системи управління професійною діяльністю

В якості засобу каузального формування знань з визначення параметрів функціональних складових N-1 – I рівнів ієрархії та всієї системи управління професійною діяльністю повинен виступати наступний засіб навчання (рис. 3.127)

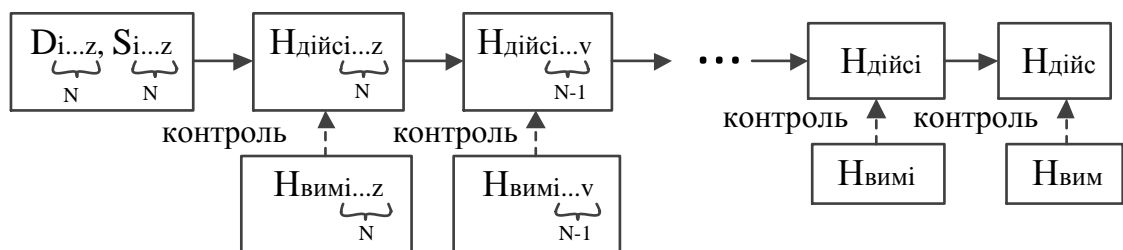


Рис. 3.127. Узагальнений вид засобу каузального формування знань з визначення параметрів складових N-1 – I рівня ієрархії та всієї системи управління професійною діяльністю

Засоби каузального формування правової компетентності будуть мати вигляд в залежності від характеру вирішуваної задачі. Так, при вирішенні проектувальної задачі це засоби, що представлені на рис. 3.86-3.95, експлуатаційної задачі – рис. 3.96-3.102, науково-дослідної задачі – рис.

3.103-3.112, техніко-економічної задачі – 3.113-3.119, управлінської задачі – 3.120-3.127.

Застосування розроблених ідеальних засобів каузального навчання дозволить ефективно використовувати методи формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної соціально-управлінської та правової компетентностей на основі каузального змісту професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

3.5. Форми організації та структурна модель методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу

Реалізація цілей, змісту, методів та засобів навчання здійснюється через форми навчання. Форми організації професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, як це було зазначено в п. 2.2, повинні являти собою систему, що складається з зовнішніх, загальних та внутрішніх форм організації навчання. Отже, окреслимо зміст кожної з цих складових.

Визначимо види комунікативної взаємодії викладача та студентів, що повинні бути відображені в формах організації професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу. Формування професійних компетентностей, як дидактичних цілей професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, передбачає окрім формування знань, умінь, навичок, ще і формування професійно важливих якостей. Вимоги, що висуваються до професійно важливих якостей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, перш за все, передбачають можливість ефективно працювати самостійно та в команді. Тому, в якості загальних форм навчання в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

повинні виступати усі можливі форми комунікативної взаємодії викладача та студентів. Професійна підготовка, перш за все, починається з формування знань, що передбачає залучення спочатку фронтальної, а потім індивідуальної форм навчання.

Виконання професійних видів робіт інженерами з автоматизації енергосистем в більшості випадків пов'язано з необхідністю роботи в команді. Будь-яка робота в команді починається з індивідуальної діяльності, під час якої працівник знайомиться з професійними задачами, що перед ним стоять. Далі в залежності від складності та об'єму задач працівник може взаємодіяти з іншими працівниками, це може бути одна, дві, три чи більше людей. З урахуванням цього, слід використовувати як індивідуальні, так і парні, групові та колективні форми навчання. При цьому з точки зору логічного розвитку та вдосконалення професійно важливих якостей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем доцільно витримати певну каузальну послідовність за діяння форм навчання, а саме слідувати принципу від простого до складного.

Отже, для ефективної реалізації цілей, змісту та методів формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу послідовність залучення форм навчання повинна бути такою, що представлена на рис. 3.128.

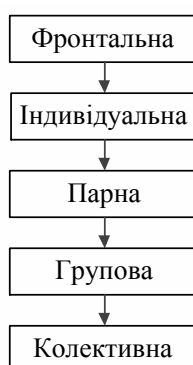


Рис. 3.128. Каузальна послідовність залучення форм організації професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу

Традиційними для вищої школи зовнішніми формами професійної підготовки є лекції, практичні й лабораторні заняття та самостійна робота.

Згідно з визначеними цілями професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем внутрішніми формами організації професійної підготовки виступають: формування знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей (ПВЯ) з вирішення професійних задач щодо складових I-N рівня ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю). Отже, з точки зору вимоги цілісної системної характеристики інтегративна модель форм організації професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу буде мати вигляд (рис. 3.129)

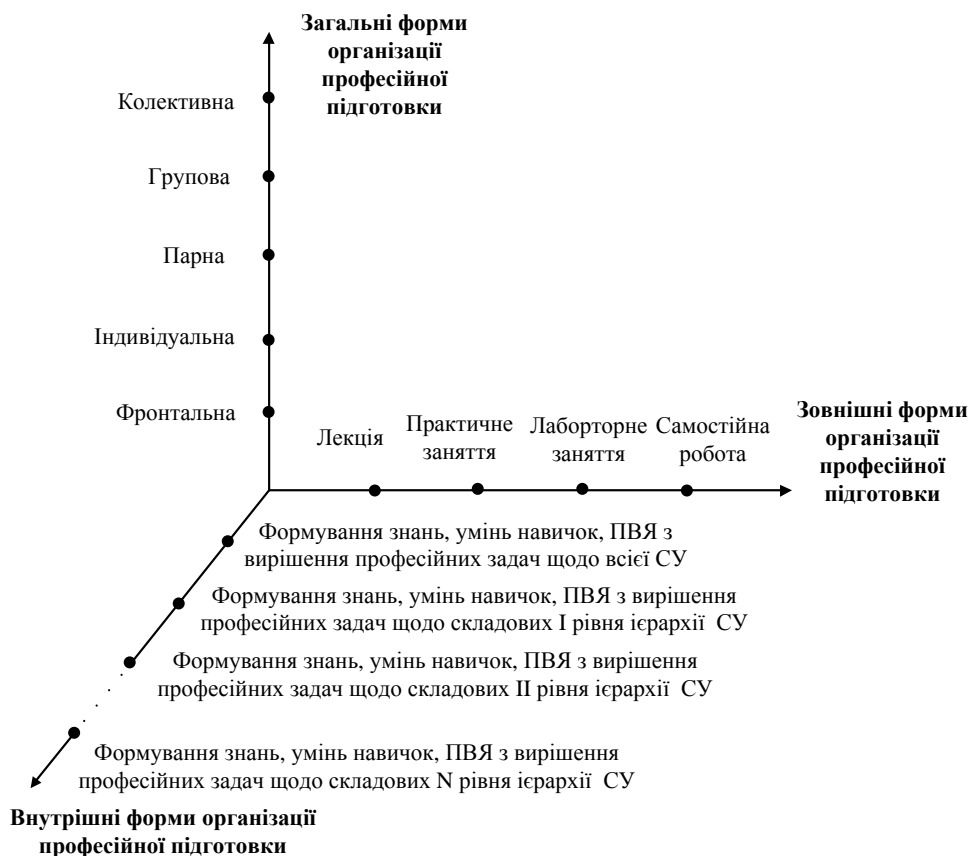


Рис. 3. 129. Інтегративна модель форм організації професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу

Отже, розроблена інтегративна модель форм організації професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем представляє цілісну систему, яка з однієї сторони відображає цілі, зміст, методи та засоби навчання, тобто елементи методичної системи, а з іншої сторони визначає комунікативну взаємодію між викладачем та студентами, а також між студентами.

На підставі визначених у роботі концептуальних засад розроблення методичної системи та моделей її основних елементів побудовано структурну модель системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, яка містить мету, концептуальний, змістовно-процесуальний, оцінювальний компоненти та очікуваний результат (рис. 3.130).

Головною метою побудованої моделі є формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Концептуальний компонент включає методологічний, теоретичний та технологічний концепти. Методологічний концепт утворюється з фундаментальних законів, принципів, категорій та підходів діалектики, загальнонаукових методів пізнання та психолого-педагогічних підходів щодо професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Теоретичний концепт базується на положеннях теорії пізнання, системного підходу, дидактичних законах, закономірностях та принципах. Технологічний концепт визначається основними елементами методичної системи та методиками професійної підготовки.

Мета: сформувати систему професійних компетентностей (проектну, експлуатаційну, науково-дослідну, економічну, соціально-управлінську та правову) у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем				
Концептуальний компонент	Методологічний концепт:	Теоретичний концепт:	Технологічний концепт:	
	філософські категорії, принципи і закони, діалектико-матеріалістичний підхід, принцип причинності, методи наукового пізнання, системний, компетентнісний, діяльнісний, особистісно-орієнтований, інтегративний, технологічний, індивідуальний та каузальний підходи	теорія пізнання, системний підхід, педагогічні закони, закономірності та принципи	методична система (цілі, зміст, метод, засоби, форми) та методики професійної підготовки	
Змістовно-процесуальний компонент	Цілі: сформувати знання, уміння, навички та професійно важливі якості (професійні компетентності) з вирішення професійних задач щодо автоматизації енергосистем			
	Зміст: моделі каузального змісту формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей на основі узагальненого фундаментального каузального ланцюга вирішення професійних задач з автоматизації енергосистем			
	Метод: моделі методів каузального формування професійних компетентностей на основі засвоєння елементів узагальненої моделі каузального змісту			
	Засоби: засоби каузального формування професійних компетентностей у вигляді каузальних ланцюгів змісту, контекстних крокам методу каузального формування професійних компетентностей			
	Форми: фронтальна, індивідуальна, парна, групова та колективна форми, які забезпечують комунікативну взаємодію між викладачем та студентами, а також між студентами			
	Методики: методики формування професійних компетентностей у процесі навчання дисциплін «Проектування електроенергетичних та електромеханічних систем та пристроїв», «Надійність та діагностика», «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики», «Автоматика енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці» та «Основи наукових досліджень» студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»			
Оцінювальний компонент	Критерії сформованості системи професійних компетентностей:	Показники:		
	– проектної – експлуатаційної – науково-дослідної – економічної – соціально-управлінської – правової	сформованість знань, умінь та професійно важливих якостей		
		Рівні сформованості:		
		високий	низький	середній
Очікуваний результат: сформована система професійних компетентностей у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем				

Рис. 3.130 Структурна модель системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу

Оцінювальний компонент моделі відображає критеріальну базу щодо вимірювання сформованих професійних компетентностей, яку складають критерії сформованості проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей з відповідними показниками сформованості знань, умінь та професійно важливих якостей у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за високим, середнім та низьким рівнями.

Змістовно-процесуальний компонент моделі відображає основні елементи методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу. Цілями є формування системи знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач з автоматизації енергосистем. Зміст методичної системи представлений моделями каузального змісту формування системи професійних компетентностей, застосування яких дозволить реалізувати продуктивну (творчу) навчальну діяльність. Методи, що запропоновані для професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, презентовано у якості методів каузального формування системи професійних компетентностей, реалізація яких забезпечить оволодіння процесом виконання професійних видів робіт. Засобами професійної підготовки визначено засоби каузального формування системи професійних компетентностей, використання яких дозволить підвищити ефективність навчального процесу. Практичне впровадження методичної системи здійснюється на основі розроблених методик формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей в процесі навчання студентів професійних дисциплін за спеціалізацією 141.03 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Висновки до розділу 3

1. Теоретично обґрунтовано та розроблено методичну систему професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

На підставі побудованої моделі професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем цілями їхньої професійної підготовки визначено формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей.

З урахуванням особливостей побудови технічних систем визначено узагальнену ієрархічну структуру цілей професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем як систему знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач щодо систем управління об'єктами енергосистем (професійною діяльністю) на всіх рівнях їх ієрархії.

2. На підставі ознакової моделі технічної системи розроблено модель узагальненого фундаментального каузального ланцюга $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$, яка відображає інваріанту послідовність залучення інформаційних блоків в процесі вирішення професійних задач з автоматизації енергосистем. Ця модель складає основу вирішення будь-яких професійних задач майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем і може застосовуватися на всіх рівнях деталізації систем управління об'єктами енергосистем (професійною діяльністю), що дає можливість використовувати її як основу моделей каузального змісту.

Внаслідок ієрархічної побудови систем управління об'єктами енергосистем (професійною діяльністю) каузальні ланцюги вирішення професійних задач кожного рівня ієрархії будуть утворювати моделі каузального змісту формування професійних компетентностей.

З урахуванням цього запропонована узагальнена модель каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, на підставі якої розроблено моделі каузального змісту формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей.

Розроблена система моделей каузального змісту формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем відповідає вимозі системності знань, має структурований і цілісний характер, розкриває ієрархічну структуру і системно-інваріантні зв'язки між елементами знання. Все це дозволяє створити умови для керованого розвитку професійно важливих якостей та сформувати у майбутніх інженерів знання та уміння на понятійно-аналітичному й продуктивно-синтетичному рівнях засвоєння, тобто забезпечити продуктивний характер професійної підготовки

3. З урахуванням особливостей виконання професійних видів робіт майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, що складаються з каузальних ланцюгів дій щодо вирішення професійних задач, побудовано узагальнену модель методу каузального формування професійних компетентностей на основі засвоєння елементів каузального змісту. Основними етапами методу є: формування знань, умінь, навичок з вирішення професійної задачі щодо всієї системи управління та її складових I-N рівнів ієрархії на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}}$; формування знань, умінь, навичок з вирішення професійної задачі щодо всієї системи управління та її складових I-N рівнів ієрархії на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{\text{вим}} \rightarrow D, S$; формування знань, умінь, навичок з вирішення професійної задачі щодо всієї системи управління та її складових I-N рівнів ієрархії на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$; контроль знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач щодо всієї

СУ та її складових I-N рівнів ієрархії на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$.

На підставі цієї моделі розроблено моделі методів каузального формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей майбутніх фахівців. Основу запропонованих методів складає принцип поетапної деталізації, який передбачає розбиття професійних задач на підзадачі та їх поступову деталізацію, що відповідає реальному процесу виконання професійних видів робіт майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем та дозволяє оволодіти майбутнім фахівцям способами професійної діяльності.

4. На підставі розроблених методів побудовано відповідні засоби каузального формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей у вигляді каузальних ланцюгів змісту, контекстних крокам методів.

Застосування розроблених засобів дозволить результативно використовувати методи каузального формування системи професійних компетентностей. Вони забезпечують реалізацію принципу наочності на фізичному і логічному рівнях та будуть сприяти підвищенню ефективності навчального процесу, дадуть студентам матеріал у формі спостережень для здійснення навчального пізнання і розумової діяльності на усіх етапах навчання.

5. Запропоновано інтегративну модель форм організації професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, що представляє цілісну систему, яка з однієї сторони відображає цілі, зміст, методи та засоби навчання, тобто елементи методичної системи, а з іншої сторони визначає комунікативну взаємодію між викладачем та студентами, а також між самими студентами.

Внутрішніми формами організації професійної підготовки виступають: формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з

вирішення професійних задач щодо складових I-N рівня ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю). Зовнішніми формами організації професійної підготовки є лекції, практичні й лабораторні заняття та самостійна робота. Загальними формами організації професійної підготовки виступають: фронтальна, індивідуальна, парна, групова та колективна. Комплексне використання внутрішньої, зовнішньої та загальної форм організації професійної підготовки буде сприяти підвищенню ефективності навчального процесу майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

6. На підставі визначених у роботі концептуальних засад розроблення методичної системи та моделей її основних елементів побудовано структурну модель системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, яка містить мету, концептуальний, змістовно-процесуальний, оцінювальний компоненти та очікуваний результат

Основні наукові результати розділу опубліковані в працях [205, 207, 337, 339, 345, 346, 349-351].

РОЗДІЛ 4

МЕТОДИКИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ НА ОСНОВІ КАУЗАЛЬНОГО НАВЧАННЯ

4.1. Структури методик формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання

Професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем здійснюється згідно з навчальними планами спеціалізації 141.03 «Системи управління виробництвом та розподілом електроенергії».

Задля успішного формування професійних компетентностей майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем вивчення дисциплін професійної підготовки, що безпосередньо вивчають системи управління об'єктами енергосистем, повинно відбуватися на базі методик формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей на основі каузального навчання.

Основу методик формування професійних компетентностей на основі каузального навчання складають алгоритми щодо формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N_{\text{су}}$.

Побудуємо структури методик формування професійних компетентностей на підставі визначених цілей професійної підготовки, розробленого каузального змісту, методів та засобів каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Структура методики формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання буде складатися з наступних етапів.

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проектування щодо всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}}$.*

Цей етап передбачає, в першу чергу, нагадування студентів про ключові моменти щодо конструкції, принципу дії, фізики процесів, режимів роботи та параметрів об'єктів енергосистем. Після чого необхідно визначити задачі з управління в різних режимах роботи об'єктів енергосистем, вирішення яких не можливе без використання автоматичних систем управління. Вид засобу каузального навчання щодо формування знань з визначення виду системи управління для заданого об'єкта енергосистеми в такому випадку повинен мати вигляд (рис. 4.1)

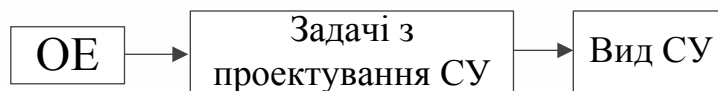


Рис. 4.1. Засіб каузального формування знань з визначення виду системи управління для заданого об'єкта енергосистеми

Наступний крок передбачає формування у студентів знань щодо визначення вимог до системи управління, яку треба спроектувати. Підставою для визначення вимог до системи управління є правила улаштування електроустановок, інструкції з експлуатації об'єктів енергосистем, сучасні теоретичні та практичні надбання за цією темою, особливості роботи енергосистеми. В загальному випадку формування знань з визначення вимог щодо проектування системи управління об'єктом енергосистеми повинно відбуватися на основі наступного засобу каузального навчання (рис. 4.2)



Рис. 4.2. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування системи управління об'єктом енергосистеми

2. Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проектування принципу дії та структури всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $H_{\text{вим}} \rightarrow D, S_{\text{стр}}$.

Цей етап умовно ділиться на декілька кроків. На першому кроці студенти повинні навчитися визначати принцип дії всієї системи управління об'єктом енергосистеми згідно з визначеними вимогами на підставі наступного засобу каузального навчання (рис. 4.3)

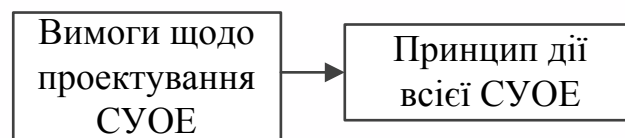


Рис. 4.3. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії всієї системи управління об'єктом енергосистеми

Наступним кроком навчання є формування знань з визначення структури системи управління на підставі визначеного принципу дії та вимог. Через те, що сучасні системи управління об'єктами енергосистем являють собою апаратно-програмні комплекси, їх структура буде складатися з програмного та апаратного забезпечення. В такому випадку засіб каузального формування знань з визначення структури всієї системи управління об'єктом енергосистеми повинен мати вигляд (рис. 4.4)

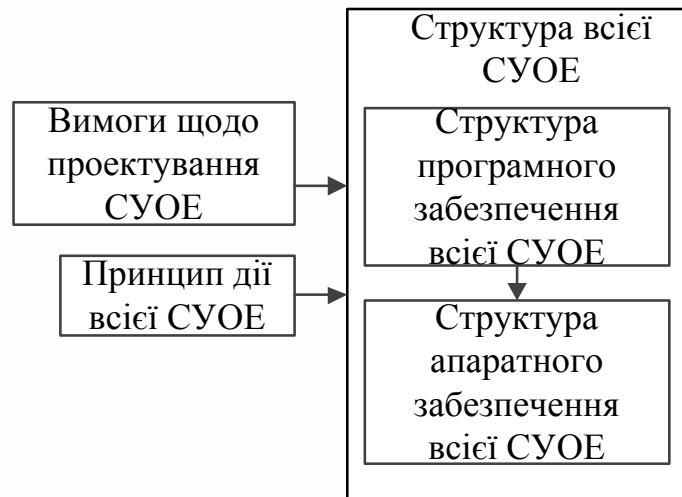


Рис. 4.4. Засіб каузального навчання щодо формування знань з визначення структури всієї системи управління об'єктом енергосистеми

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проектування й проектування принципу дії та структури складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{вим} \rightarrow D, S_{стр}$.*

На цьому етапі необхідно навчити студентів визначати вимоги, принцип дії та структуру функціональних складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми. При цьому слід використовувати наступні засоби каузального навчання (рис. 4.5)

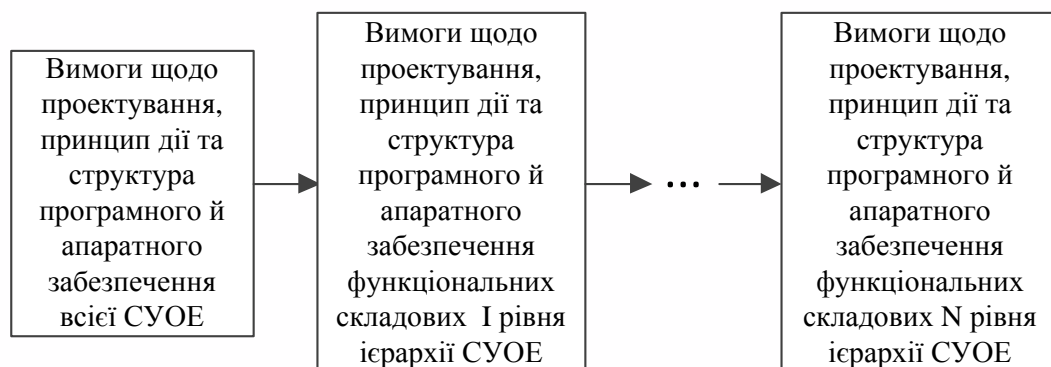


Рис. 4.5. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу дії та структури функціональних складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

4. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проектування реалізації й визначення показників функціонування складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $S_{стр} \rightarrow S_{реал} \rightarrow Ндійс$.*

На цьому етапі методики навчання у студентів повинні сформуватися знання щодо реалізації функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми у вигляді функціональних схем апаратної та програмної реалізації. Далі на підставі отриманих функціональних схем апаратної та програмної реалізації складових різних рівнів ієрархії необхідно навчити визначати технічні параметри та параметри настроювання, що у своїй сукупності будуть представляти параметри системи управління об'єктом енергосистеми. Для даного етапу засіб каузального формування знань з визначення реалізації та параметрів функціональних складових N рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми повинен мати вигляд (рис. 4.6)

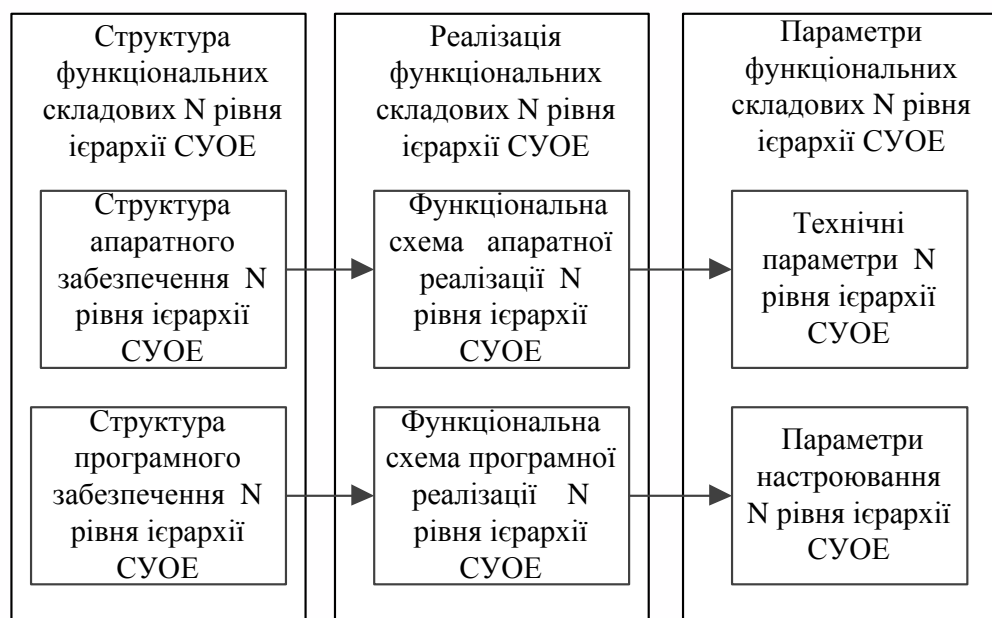


Рис. 4.6. Засіб каузального формування знань з визначення реалізації та параметрів функціональних складових N рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

У свою чергу засіб каузального формування знань з визначення реалізації та параметрів функціональних складових N-1– I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми повинен мати вигляд (рис. 4.7)

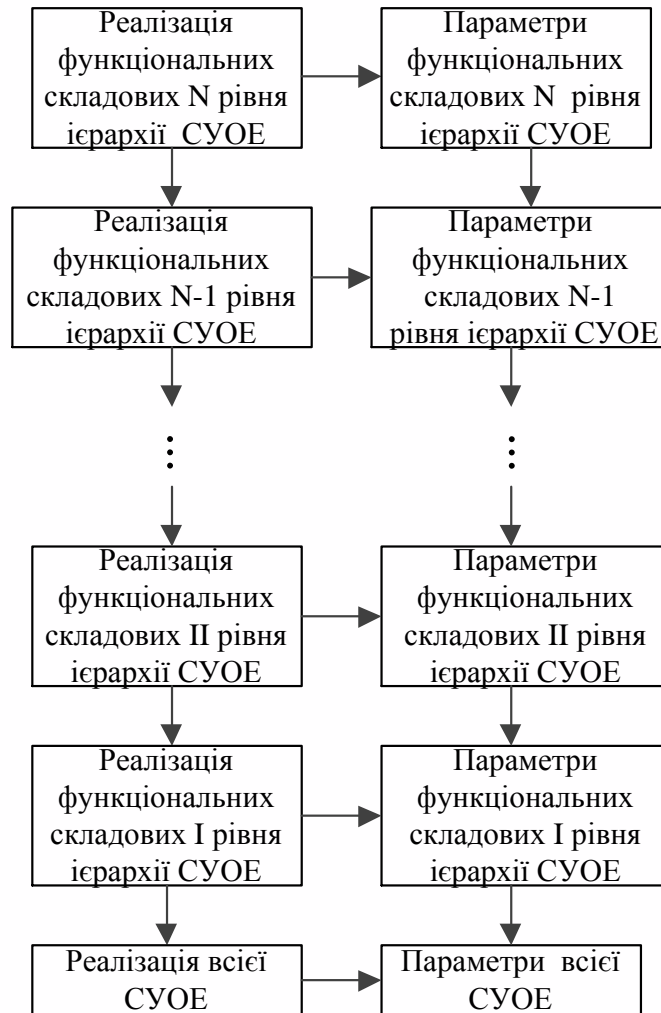


Рис. 4.7. Засіб каузального формування знань з визначення реалізації та параметрів функціонування складових N-1– I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми

5. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач щодо складових N-1 рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$.*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач

повинні передбачати самостійне проектування інших функціональних складових системи управління об'єктом енергосистеми, що вивчається, а також інших систем управління, що передбачені при вивченні певної професійної дисципліни. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між спроектованою структурою й функціональною реалізацією та визначеними параметрами й сформульованими вимогами щодо функціональних складових N-1 рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми. В такому випадку структура каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач буде мати вигляд (рис. 4.8)

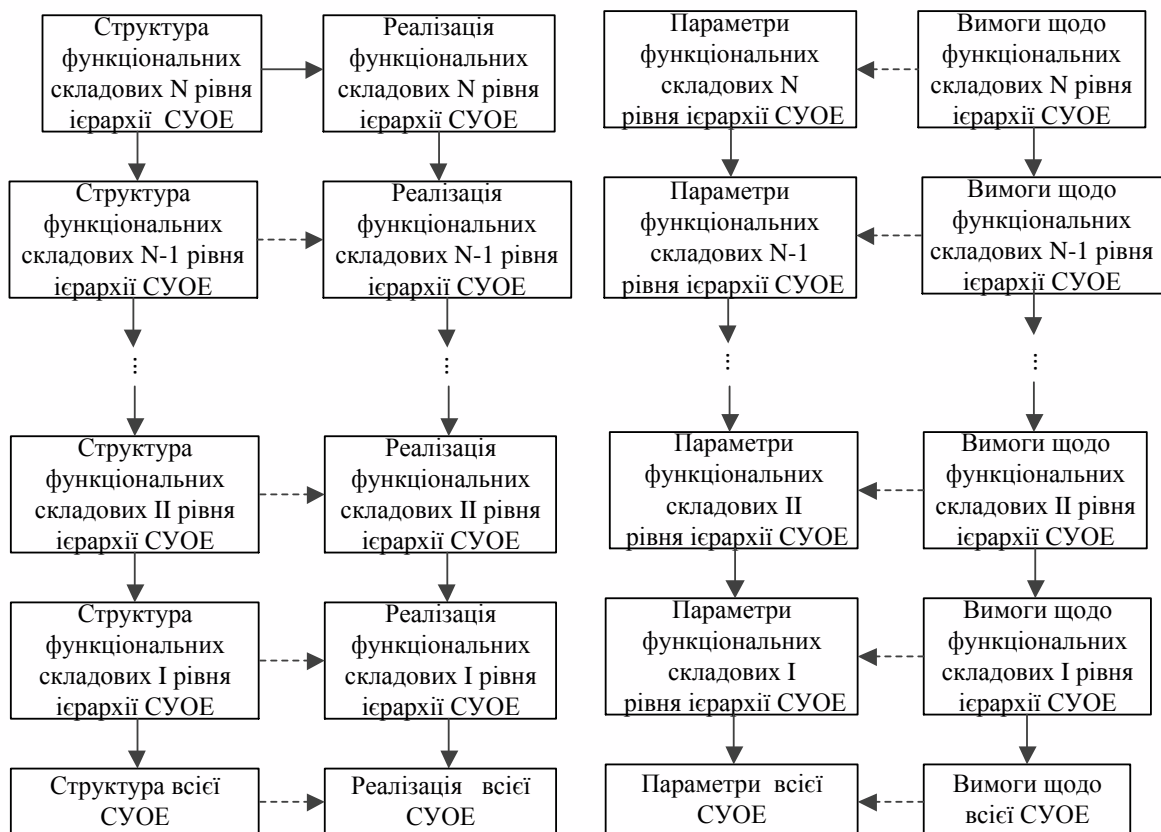


Рис. 4.8. Загальна структура каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу чи кроку методики, на якому виникли помилки.

Структура методики формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання буде складатися з наступних етапів.

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на технічну перевірку всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $МО \rightarrow Нвим$*

На цьому етапі, перш за все, у студента повинні сформуватися навички роботи з технічною документацією на системи та об'єкти управління, уміння читати схеми, визначати структуру, принцип дії та характеристики згідно з обсягом та завданням щодо технічного обслуговування системи управління об'єктом енергосистеми. Також цей етап передбачає ознайомлення студента з СОУ-Н ЕЕ 35.514:2007 "Технічне обслуговування мікропроцесорних пристроїв релейного захисту, протиаварійної автоматики, електроавтоматики, дистанційного керування та сигналізації електростанцій і підстанцій від 0,4 кВ до 750 кВ" [383], оскільки він розповсюджується на всі види систем управління об'єктами енергосистем. В такому випадку засіб каузального навчання буде мати вигляд (рис. 4.9)

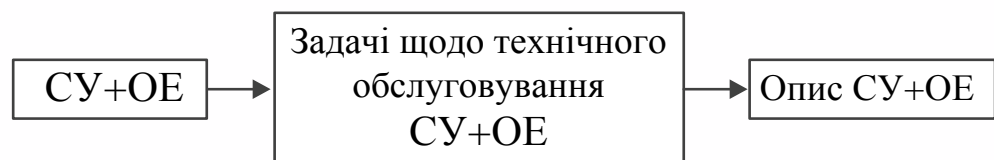


Рис. 4.9. Засіб каузального формування знань з вивчення технічної документації щодо системи та об'єкта управління

Далі з урахуванням призначення, принципу дії, побудови та параметрів системи та об'єкта управління у студентів повинні сформуватися

знання з визначення вимог щодо технічної перевірки системи управління об'єктом енергосистеми на підставі наступного засобу каузального навчання (рис. 4.10)



Рис. 4.10. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки системи управління об'єктом енергосистеми

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з перевірки технічного стану всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{вим} \rightarrow D, S$.*

На цьому етапі у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинні сформуватися знання з визначення принципу дії та побудови програмного й апаратного забезпечення функцій системи управління об'єктом енергосистеми, які необхідно перевірити. Особливістю мікропроцесорних пристроїв є те що, реалізація різних функцій забезпечується одними й тими ж самими елементами, але за різними каналами зв'язку. А, отже, для виявлення можливих причин некоректної роботи системи управління необхідно перевірити характеристики та параметри елементів за відповідними каналами, що забезпечують реалізацію заданих функцій. Засіб каузального навчання на даному етапі повинен мати вигляд (рис. 4.11)

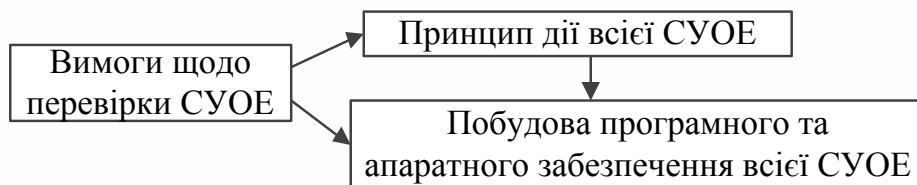


Рис. 4.11. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови всієї системи управління об'єктом енергосистеми

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на технічну перевірку, перевірки технічного стану й визначення показників функціонування складових I-N рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{вим} \rightarrow D, S \rightarrow H_{дійс}$*

На цьому етапі необхідно навчити студентів визначати вимоги щодо перевірки, принцип дії, побудову програмного й апаратного забезпечення та параметри функціональних складових I-N рівнів ієрархії системи управління, а також параметри функціонування всієї системи управління об'єктом енергосистеми. При цьому слід використовувати наступні засоби каузального навчання (рис. 4.12, 4.13)

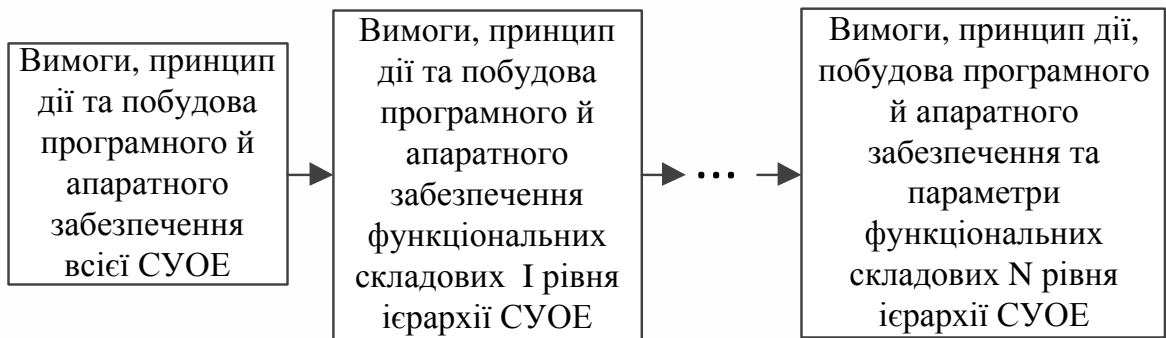


Рис. 4.12. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії та побудови функціональних складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

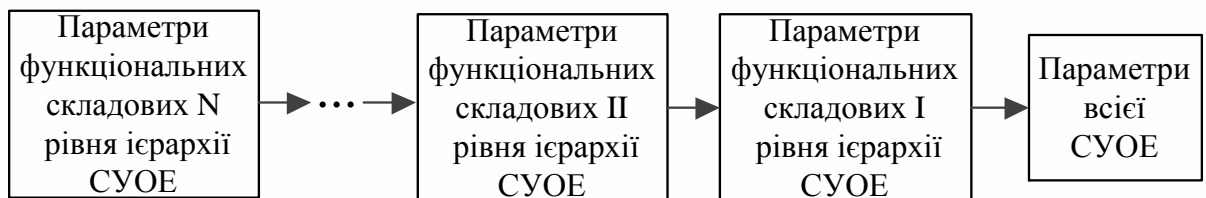


Рис. 4.13. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів всієї системи управління об'єктом енергосистеми

4. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач щодо складових N-I рівнів*

ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$.

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач повинні передбачати самостійну технічну перевірку інших функціональних складових системи управління об'єктом енергосистеми, що не були розглянуті викладачем. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними параметрами й сформульованими вимогами щодо параметрів функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми. В такому випадку структура каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач буде мати вигляд, що представлений на рис. 4.14.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу чи кроку методики, на якому виникли помилки.

Структура методики формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання буде складатися з наступних етапів.

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проведення наукових досліджень щодо всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}}$.*

На цьому етапі майбутній інженер з автоматизації енергосистем, перш за все, повинен навчитися давати коротку характеристику та оцінку стану проблеми щодо системи та об'єкта управління, визначати актуальність та обґрунтовувати необхідність виконання наукових досліджень, формулювати головну мету і задачі досліджень. Підставою для формування знань на цьому

етапі повинен слугувати засіб каузального навчання, що зображений на рис. 4.15.

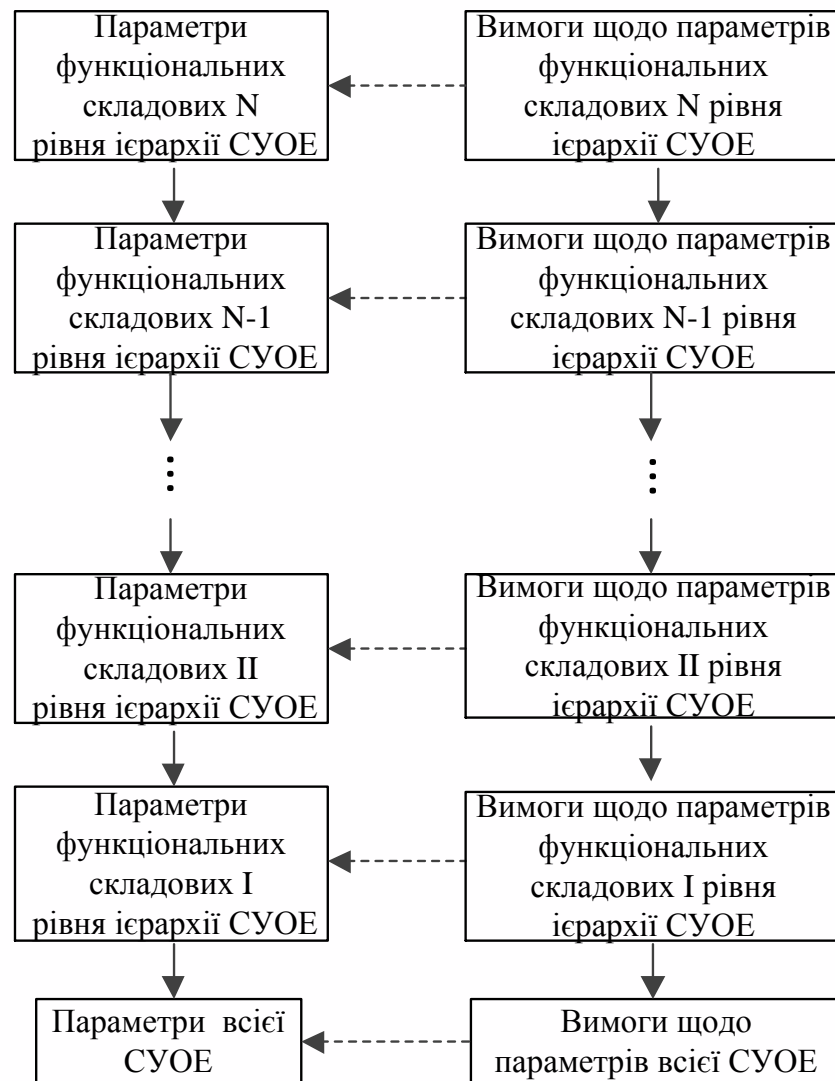


Рис. 4.14. Загальна структура каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач

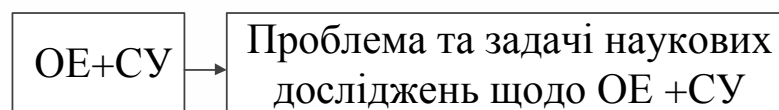


Рис. 4.15. Засіб каузального формування знань з визначення задач наукових досліджень щодо системи та об'єкта управління

Характер проблеми щодо системи управління об'єктом енергосистеми визначається видом діяльності майбутнього фахівця. Для експлуатаційної діяльності характерною проблемою є моральна та фізична застарілість систем управління, які використовуються, що потребує їх подальшої модернізації. Проектувальна діяльність передбачає розроблення нових конкурентоздатних систем управління, що призводить до необхідності вирішення проблем, які пов'язані з визначенням принципів дії та побудови, параметрів та характеристик сучасних систем управління. Наукова діяльність направлена на створення нових або удосконалення існуючих принципів функціонування (побудови) систем управління, що також потребує вирішення проблем з визначенням принципів дії та побудови, параметрів та характеристик сучасних систем управління об'єктами енергосистем.

Далі студента треба навчити визначати вимоги щодо дослідження системи управління об'єктом енергосистеми, а саме номенклатуру параметрів чи перелік функцій, які необхідно дослідити, згідно з поставлених задач. Загалом, для визначення вимог щодо дослідження системи управління об'єктом енергосистеми необхідно володіти знаннями з нормальних, ненормальних та аварійних режимів об'єкта управління, для якого застосовується чи планується застосовуватися дана система управління. В такому випадку засіб каузального навчання повинен мати вигляд (рис. 4.16)

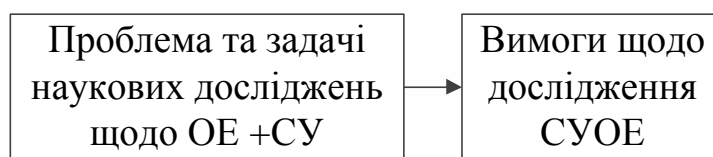


Рис. 4.16. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження системи управління об'єктом енергосистеми

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проведення наукових досліджень щодо всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{вим} \rightarrow D, S$.*

Цей етап передбачає формування знань, умінь, навичок з визначення існуючих принципів дії та побудови систем управління об'єктами енергосистем, що задовольняють вимогам дослідження. Це потребує проведення пошуку в різних джерелах науково-технічної інформації, проведення патентних досліджень тощо. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови всієї системи управління об'єктом енергосистеми буде мати вигляд (рис. 4.17)

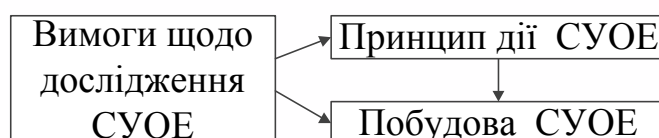


Рис. 4.17. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови всієї системи управління об'єктом енергосистеми

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проведення наукових досліджень й проведення наукових досліджень щодо складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S$.*

На цьому етапі необхідно навчити студентів визначати вимоги щодо дослідження, принцип дії та побудову складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми. При цьому слід використовувати наступні засоби каузального навчання, наприклад, для I, II, N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми (рис. 4.18- 4.20)

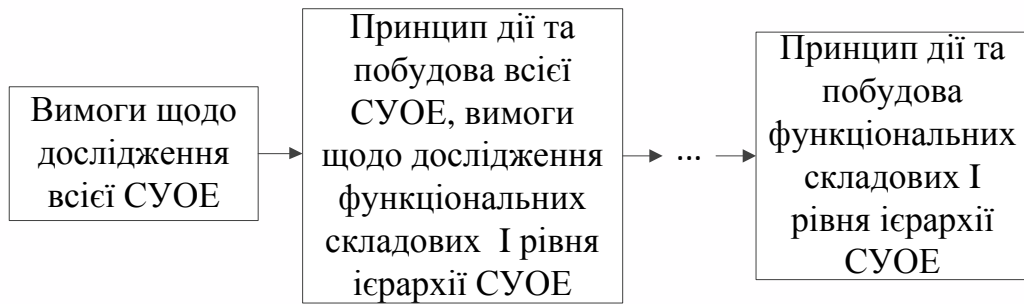


Рис. 4.18. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження, принципу дії та побудови функціональних складових I рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

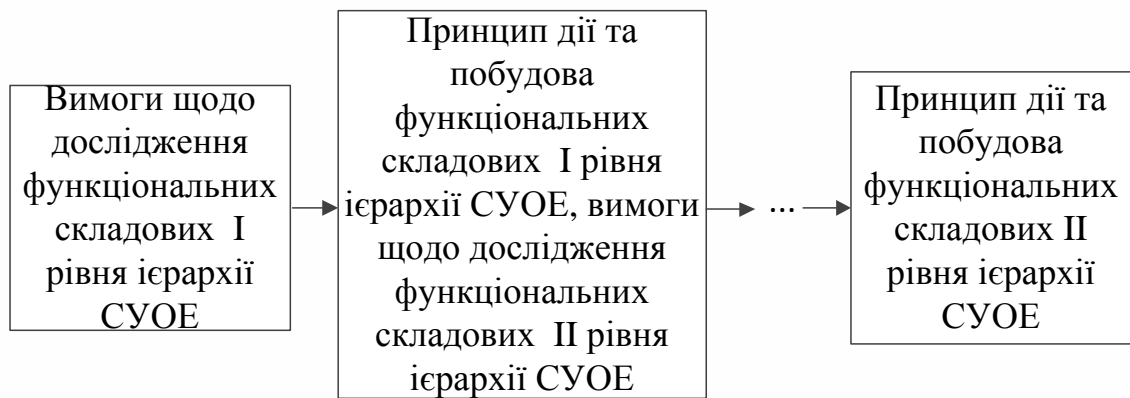


Рис. 4.19. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження, принципу дії та побудови функціональних складових II рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

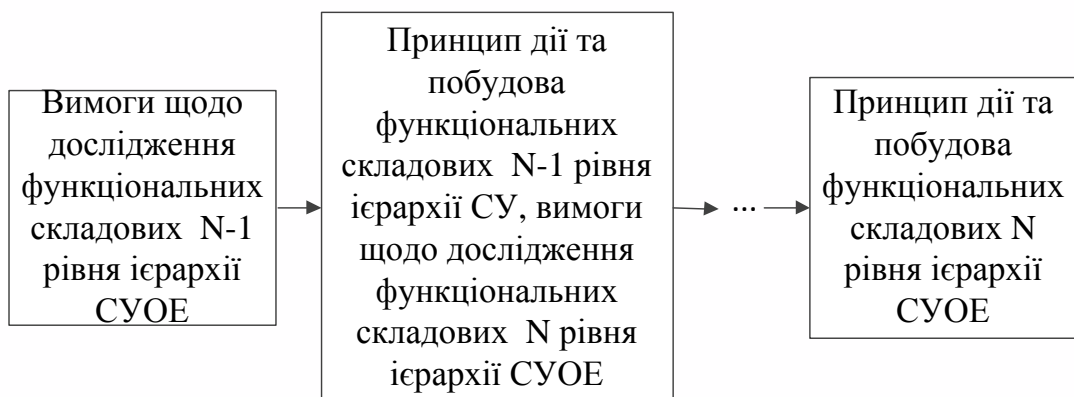


Рис. 4.20. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження, принципу дії та побудови функціональних складових N рівня ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

4. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з визначення показників функціонування щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $D, S \rightarrow H$ дійс.*

На цьому етапі необхідно навчити студентів досліджувати параметри функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми. При цьому слід використовувати засіб каузального навчання, що представлений на рис. 4.21.

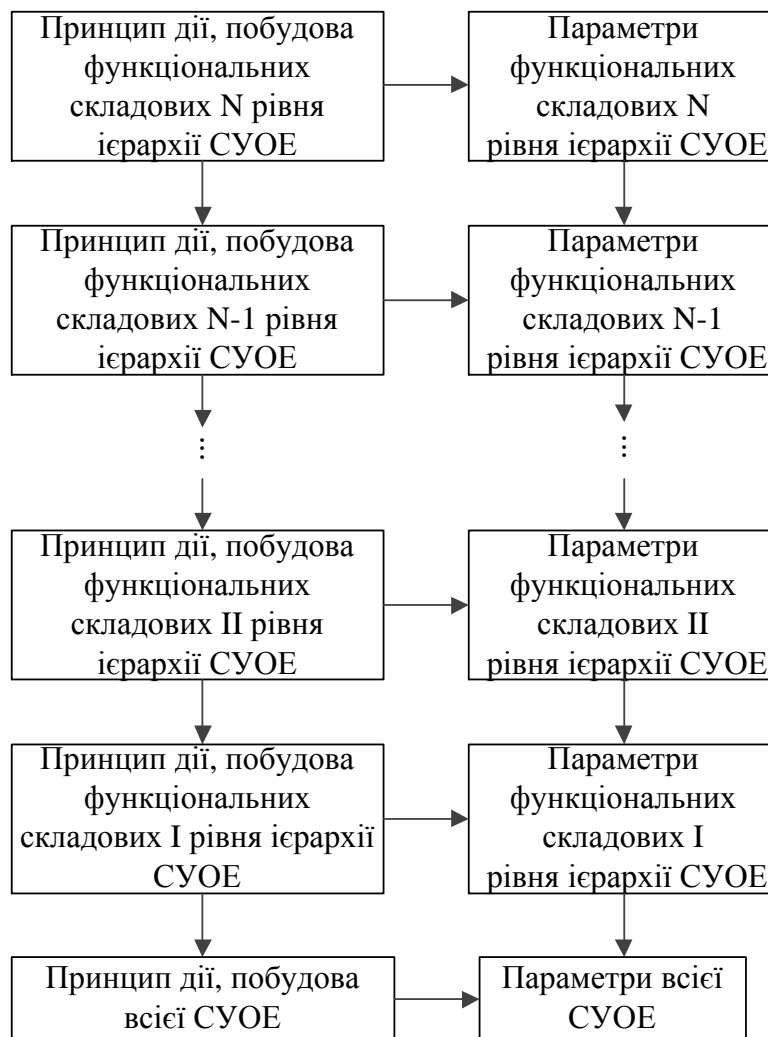


Рис. 4.21. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми

5. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{вим} \rightarrow D, S \rightarrow H_{дійс}$.*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач повинні передбачати самостійне дослідження функціональних складових системи управління об'єктом енергосистеми, що не були розглянуті викладачем. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними параметрами й сформульованими вимогами щодо дослідження функціональних складових N-I рівнів та всієї системи управління об'єктом енергосистеми. В такому випадку структура каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач буде мати вигляд, що представлений на рис. 4.22.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу чи кроку методики, на якому виникли помилки.

Структура методики формування економічної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання буде складатися з наступних етапів.

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проведення техніко-економічного обґрунтування всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{вим}$*

На цьому етапі, перш за все, у студента повинні сформуватися знання щодо основних задач техніко-економічного обґрунтування систем управління

об'єктами енергосистем під час проектної, експлуатаційної та науково-дослідної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

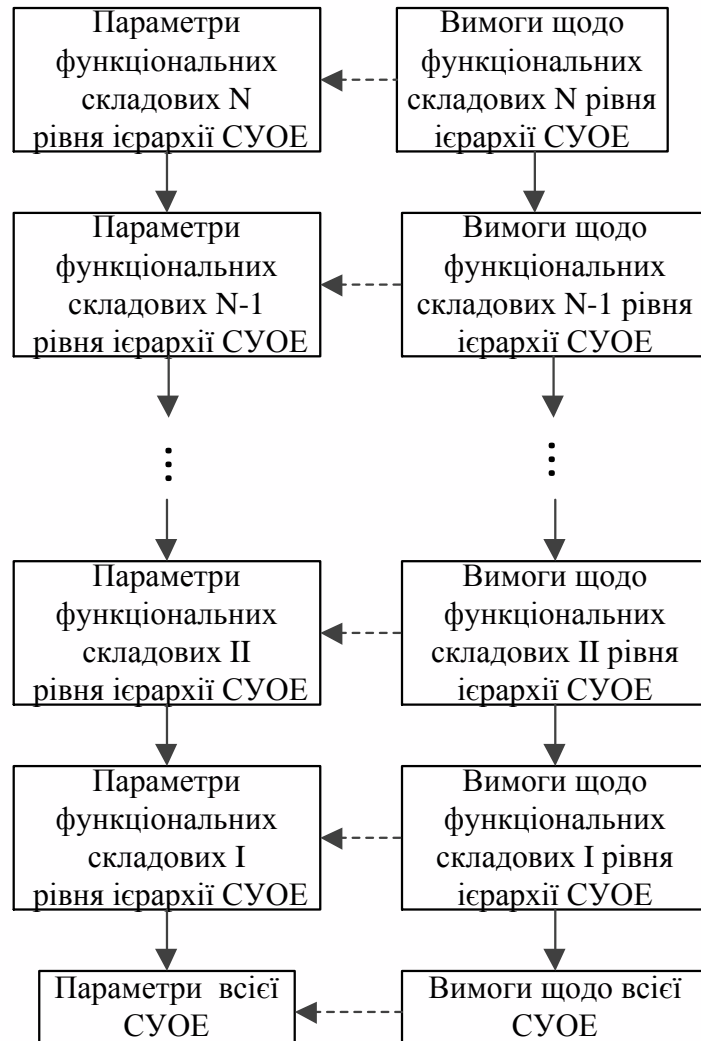


Рис. 4.22. Загальна структура каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач

У разі проектної діяльності актуальним є проведення техніко-економічного обґрунтування проектування, для експлуатаційної діяльності – модернізації, науково-дослідної – створення нової (удосконалення існуючої) певної системи управління об'єктом енергосистеми. В такому випадку засіб каузального формування знань з визначення задач техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистем буде мати вигляд, що наведений на рис. 4.23.

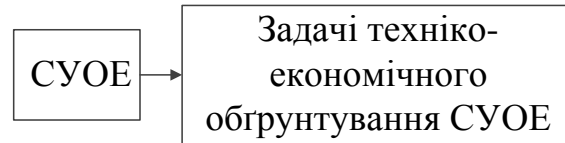


Рис. 4.23. Засіб каузального формування знань з визначення задач техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистем

Далі з урахуванням задач техніко-економічних обґрунтування у студентів повинні сформуватися знання з визначення вимог щодо техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми на підставі наступного засобу каузального навчання (рис. 4.24)

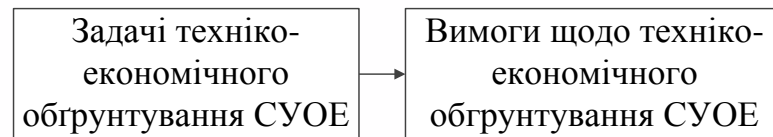


Рис. 4.24. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо техніко-економічного обґрунтування системи управління об'єктом енергосистеми

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проведення техніко-економічного обґрунтування всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{вим} \rightarrow D, S$.*

На цьому етапі у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинні сформуватися знання з визначення принципу дії та побудови системи управління об'єктом енергосистеми, для якої необхідно провести обґрунтування. Актуальним на сьогодні є завдання з визначення економічних ефектів від використання та впровадження мікропроцесорних систем управління об'єктами енергосистем замість електромеханічних, що можуть мати принципово різні принципи побудови та алгоритми, через суттєво різні технічні основи та способи обробки інформації. Засіб каузального

формування знань з визначення принципу дії та побудови всієї системи управління об'єктом енергосистеми повинен мати вигляд (рис. 4.25)

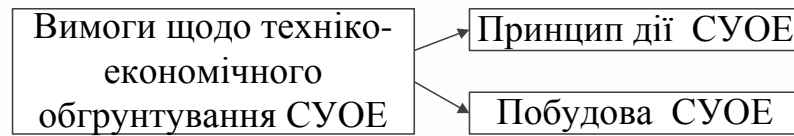


Рис. 4.25. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови всієї системи управління об'єктом енергосистеми

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на техніко-економічне обґрунтування, проведення техніко-економічного обґрунтування й визначення техніко-економічних показників складових I-N рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow \text{Ндійс}$*

На цьому етапі необхідно навчити студентів визначати вимоги щодо техніко-економічного обґрунтування, принцип дії, побудову, показники складових I-N рівнів ієрархії системи управління, а також техніко-економічні показники всієї системи управління об'єктом енергосистеми. При цьому слід використовувати наступні засоби каузального навчання (рис. 4.26, 4.27)

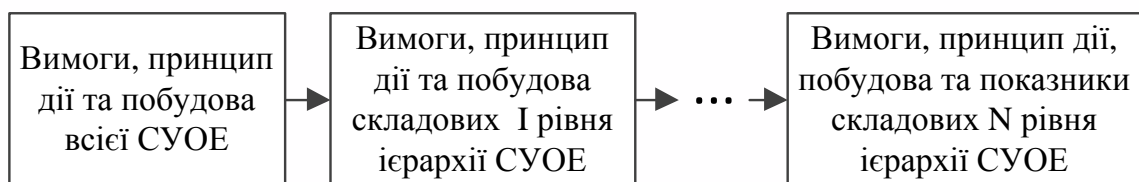


Рис. 4.26. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо обґрунтування, принципу дії та побудови складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми

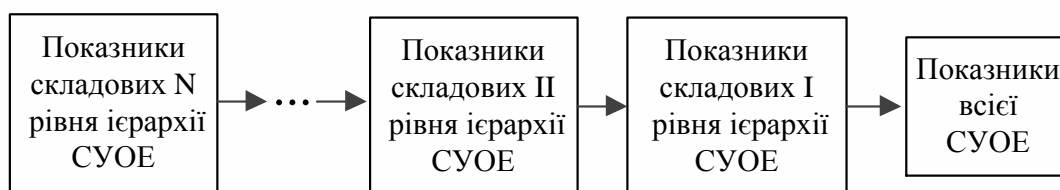


Рис. 4.27. Засіб каузального формування знань з визначення техніко-економічних показників всієї системи управління об'єктом енергосистеми

4. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення техніко-економічних задач щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow H_{\text{дійс}}$.*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення техніко-економічних задач повинні передбачати самостійне обґрунтування за іншими техніко-економічними показниками системи управління об'єктом енергосистеми, що не були розглянуті викладачем. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними параметрами й сформульованими вимогами щодо техніко-економічних показників складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми. В такому випадку структура каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення техніко-економічних задач буде мати вигляд, що представлений на рис. 4.28.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу чи кроку методики, на якому виникли помилки.

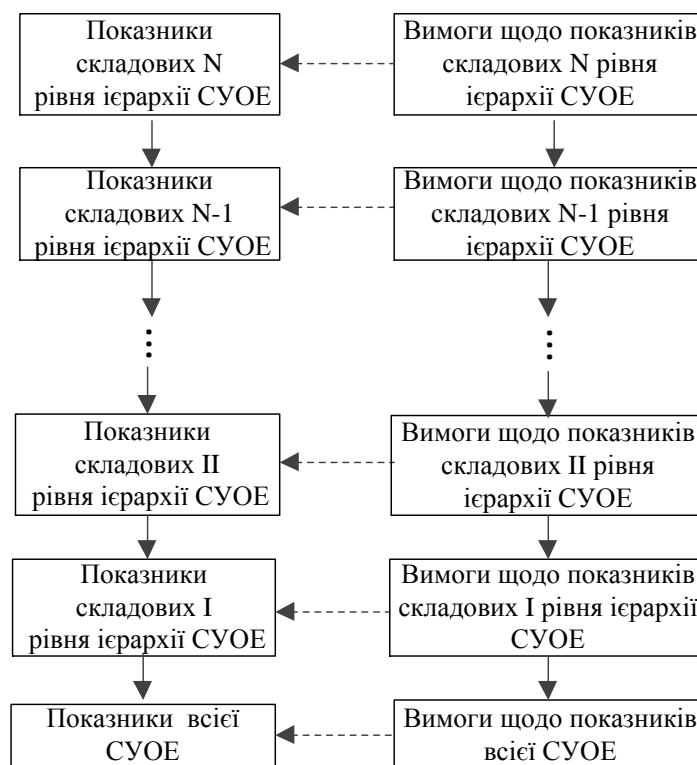


Рис. 4.28. Загальна структура каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення техніко-економічних задач

Структура методики формування соціально-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання буде складатися з наступних етапів.

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на створення системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}}$.*

Цей етап передбачає знайомство студентів з можливими видами професійної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, а саме експлуатаційною, проектувальною та науково-дослідною діяльністю. В загальному випадку експлуатаційна діяльність майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем пов'язана з технічною перевіркою систем управління об'єктами енергосистем. Проектувальній діяльності характерні

види робіт, що пов'язані з розробленням систем управління об'єктами енергосистем. Науково-дослідна діяльність пов'язана з проведенням пошукових та прикладних науково-дослідних робіт щодо створення нових або удосконалення існуючих принципів функціонування або побудови систем управління об'єктами енергосистем. Таким чином, засіб каузального формування знань з визначення управлінських задач щодо виду професійної діяльності повинен мати вигляд (рис. 4.29)

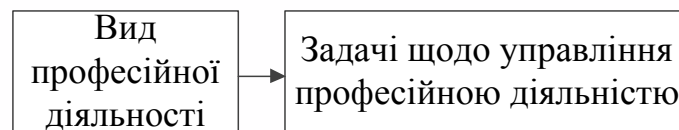


Рис. 4.29. Засіб каузального формування знань з визначення управлінських задач щодо виду професійної діяльності

Далі студента треба навчити визначати вимоги щодо системи управління професійною діяльністю на підставі сформульованих задач щодо виду професійної діяльності. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо створення системи управління професійною діяльністю повинен мати вигляд (рис. 4.30)

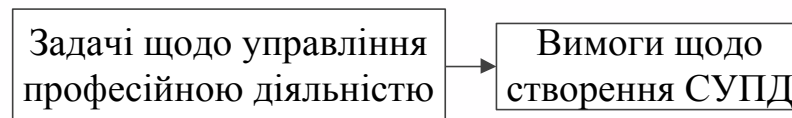


Рис. 4.30. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо створення системи управління професійною діяльністю

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей зі створення всієї системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{вим} \rightarrow D, S$.*

На цьому етапі студент повинен навчитися визначати принцип та структуру управління всієї системи управління професійною діяльністю на підставі окреслених раніше вимог. В такому разі Засіб каузального

формування знань з визначення принципу та структури управління всієї системи управління професійною діяльністю буде мати вигляд (рис. 4.31)



Рис. 4.31. Засіб каузального формування знань з визначення принципу та структури управління всієї системи управління професійною діяльністю

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на створення та створення функціональних складових I-N рівнів ієрархії системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{\text{вим}} \rightarrow D, S$.*

В загальному випадку кожен вид роботи незалежно від виду діяльності необхідно запланувати, організувати, скоординувати та проконтролювати. А, отже, основними функціональними складовими системи управління професійною діяльністю майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинні виступати функції планування, організації, контролю та координації. З урахуванням цього на даному етапі викладачеві необхідно навчити визначати вимоги, принцип та структуру планування, організації, контролю та координації на різних рівнях ієрархії системи управління професійною діяльністю. За основу розроблення каузальних засобів навчання щодо формування знань з визначення вимог, принципу та структури функціональних складових I-N рівня ієрархії системи управління професійною діяльністю слід прийняти засіб каузального навчання виду (рис. 4.32)

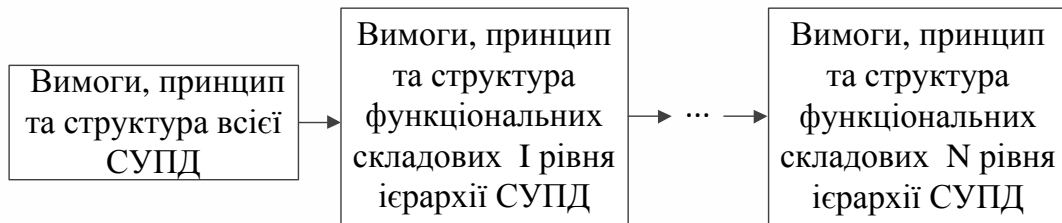


Рис. 4.32. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури функціональних складових I-N рівня ієрархії системи управління професійною діяльністю

4. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з визначення показників функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $D, S \rightarrow N$ дійс.*

На цьому етапі необхідно навчити студентів визначати параметри функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління професійною діяльністю. При цьому слід використовувати наступний засіб каузального навчання (рис. 4.33)

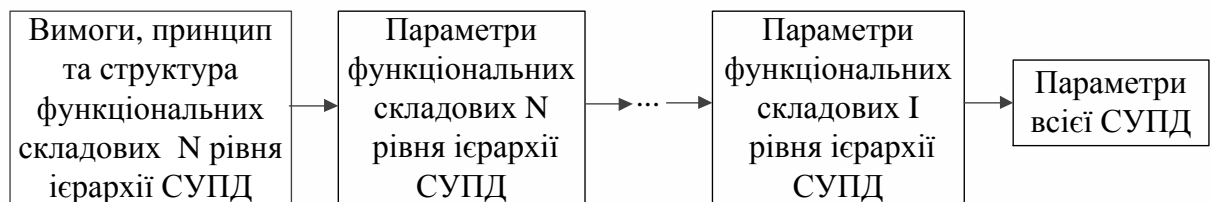


Рис. 4.33. Засіб каузального формування знань з визначення показників функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління професійною діяльністю

5. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач щодо функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N$ дійс.*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач повинні передбачати самостійне дослідження функціональних складових системи управління професійною діяльністю, що не були розглянуті викладачем. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними параметрами й сформульованими вимогами щодо дослідження функціональних складових N-I рівнів та всієї системи управління. В такому випадку структура каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач буде мати вигляд, що представлений на рис. 4.34.

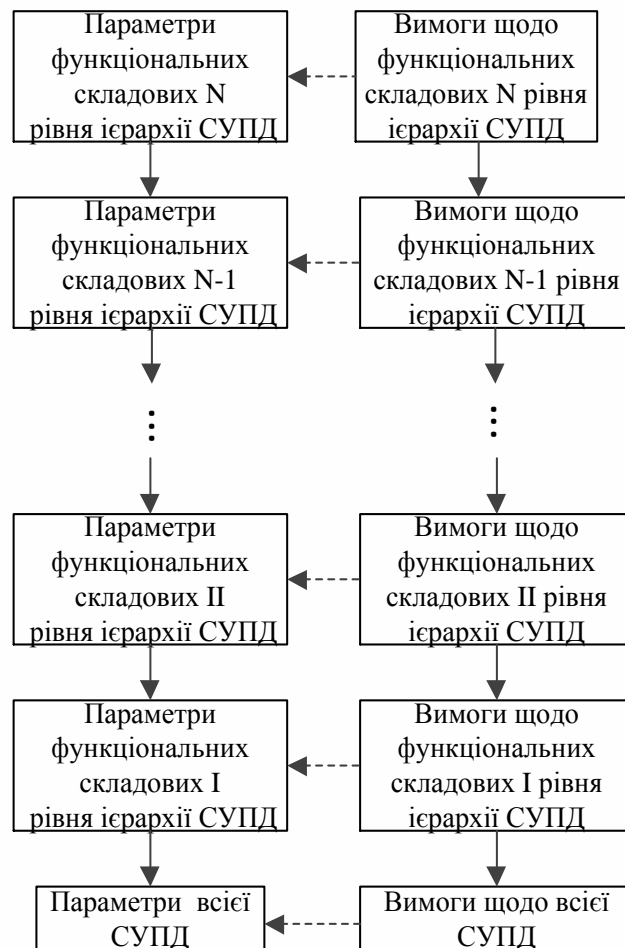


Рис. 4.34. Загальна структура каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу чи кроку методики, на якому виникли помилки.

Структура методики формування правової компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання буде складатися з наступних етапів.

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на вирішення професійної задачі щодо складових I-N рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) у межах правового поля на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}}$.*

Цей етап передбачає ознайомлення студента з характером професійної задачі, це може бути проектувальна, експлуатаційна, науково-дослідна, техніко-економічна або управлінська задача. Вид засобу каузального формування знань з визначення виду професійної задачі щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) в такому випадку повинен мати вигляд (рис. 4.35)

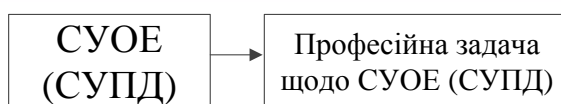


Рис. 4.35. Засіб каузального формування знань з визначення виду професійної задачі щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю)

На наступному кроці у студента повинні сформуватися знання з визначення нормативно-правових вимог щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) на підставі норм існуючих професійних законів, стандартів та правил. Наприклад, при виконанні проектувальних задач за основу беруться всілякі стандарти з проектування та правила улаштування електроустановок, під час виконання експлуатаційних

задач головним нормативно-правовим документом є правила безпечної експлуатації електроустановок. В загальному випадку формування знань з визначення нормативно-правових вимог щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) повинно відбуватися на основі наступного засобу каузального навчання (рис. 4.36)

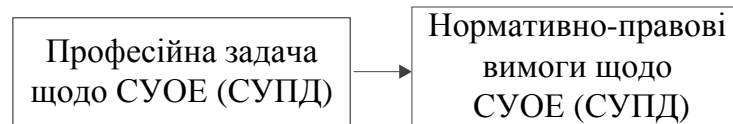


Рис. 4.36. Засіб каузального формування знань з визначення нормативно-правових вимог щодо складових та всієї системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю)

2. Етап формування знань, умінь, навичок та, професійно важливих якостей з вирішення професійної задачі щодо складових 1-N рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) у межах правового поля на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{вим} \rightarrow D, S$.

Даний етап передбачає визначення принципу дії та побудови системи управління об'єктом енергосистеми (професійної діяльності) з урахуванням нормативно-правових норм на підставі наступного засобу каузального навчання (рис. 4.37)

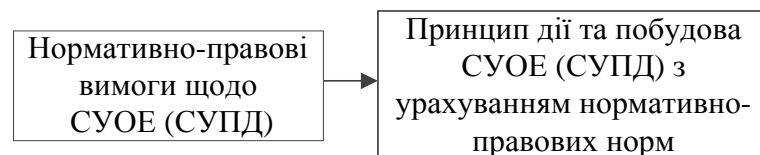


Рис. 4.37. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) з урахуванням нормативно-правових вимог

3. Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з визначення показників вирішеної професійної задачі щодо

складових $I-N$ рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) у межах правового поля на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $D, S \rightarrow H$ дійс.

На цьому етапі методики навчання у студентів повинні сформуватися знання щодо визначення показників і наслідків вирішення професійної задачі на підставі отриманого принципу дії, побудови та характеристик системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю). При цьому засобом каузального формування знань з визначення показників та наслідків вирішення професійної задачі щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) повинен виступати засіб, що зображений на рис. 4.38.

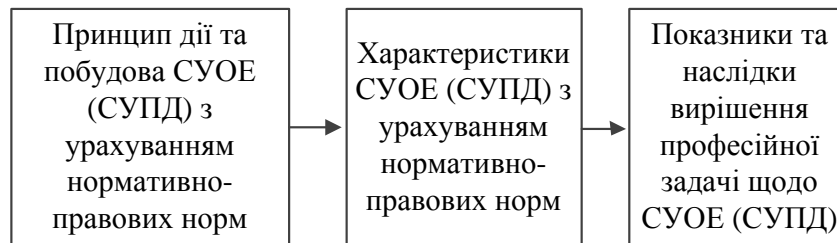


Рис. 4.38. Засіб каузального формування знань з визначення показників та наслідків вирішення професійної задачі щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю)

4. Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач щодо складових $I-N$ рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) у межах правового поля на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow H$ дійс.

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач повинні передбачати самостійне виконання інших професійних задач щодо систем управління об'єктами енергосистем (професійною діяльністю) з урахуванням нормативно-правових норм, що вивчаються в різних дисциплінах. В такому випадку структура каузальної перевірки

сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення професійних задач щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) буде мати вигляд (рис. 4.39)



Рис. 4.39. Загальна структура каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення професійних задач з урахуванням нормативно-правових вимог

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу чи кроку методики, на якому виникли помилки.

Основними професійними навчальними дисциплінами кваліфікаційного рівня «магістр» майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, в яких вивчаються системи управління об'єктами енергосистем, виступають «Проектування електроенергетичних і електромеханічних систем та пристроїв», «Надійність та діагностика» «Автоматика енергосистем», «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці» та «Основи наукових досліджень» [265, 266]. Ключовими задачами дисциплін «Проектування електроенергетичних і електромеханічних систем та пристроїв» та «Надійність та діагностика» виступають формування проектної та експлуатаційної компетентностей з релейного захисту об'єктів енергосистем відповідно. Дисципліни «Автоматика енергосистем» та «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці», в першу чергу, передбачають формування проектної та експлуатаційної компетентностей з протиаварійної автоматики та автоматики нормальних режимів енергосистем. Головною метою дисциплін «Сучасні

технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень» є формування науково-дослідної компетентності у майбутніх фахівців. Крім того, у всіх зазначених дисциплінах повинна формуватися соціально-управлінська та правова компетентності. Застосуємо розроблені структури методик формування професійних компетентностей на основі каузального навчання для засвоєння основних професійних дисциплін майбутніми інженерами з автоматизації енергосистем.

4.2. Методика формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання

Застосуємо структуру методики формування проектної компетентності на основі каузального навчання, що наведена в п. 4.1, для дисципліни «Проектування електроенергетичних і електромеханічних систем та пристроїв», в якості прикладу проведемо навчальне проектування системи релейного захисту синхронного генератора.

Відповідно до структури методики формування проектної компетентності на основі каузального навчання маємо п'ять етапів: формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проектування щодо всієї системи управління на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}}$; формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проектування принципу дії та структури всієї системи управління на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{\text{вим}} \rightarrow D, S_{\text{стр}}$; формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проектування й проектування принципу дії та структури складових I-N рівнів ієрархії системи управління на основі узагальнених каузальних зв'язків знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}}$ та $N_{\text{вим}} \rightarrow D, S_{\text{стр}}$; формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проектування

реалізації й визначення показників функціонування складових I-N рівнів ієрархії та всієї системи управління на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $S_{стр} \rightarrow S_{реал} \rightarrow Ндїйс$; контроль знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $МО \rightarrow Нвим \rightarrow D, S \rightarrow Ндїйс$.

Методика формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів системи релейного захисту синхронного генератора

1. Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проектування щодо всієї системи управління на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $МО \rightarrow Нвим$.

Елементом енергосистеми виступає синхронний генератор. Основними видами пошкодження трифазних синхронних генераторів є багатофазні короткі замикання, міжвиткові замикання, однофазні замикання на землю в обмотці статора, замикання на землю в обмотці ротора (в одному або в двох місцях), що становлять аварійний режим. Названі пошкодження супроводжуються різкими збільшеннями струму, які значно перевищують струми навантаження. Протікання надструму може викликати при несвоєчасному відключенні не тільки пошкодження обмоток статора, але й конструктивні руйнування елементів синхронного генератора, що обертається. У зв'язку з цим відключення синхронних генераторів при виникненні коротких замикань повинно відбуватися якомога швидше, що може бути реалізовано за допомогою автоматичних пристроїв захисту від аварійних режимів.

При роботі генератора можлива втрата збудження, внаслідок чого генератор переходить до асинхронного режиму. Асинхронний хід турбогенераторів та гідрогенераторів супроводжується підвищенням втрат

потужності та нагрівом генератора, а також виникненням великих механічних зусиль в його вузлах. Анормальним режимом для генератора також є припинення подачі енергоносія до турбіни, внаслідок чого генератор переходить до рухомого режиму, що може призвести до пошкодження лопаток турбіни. Також під час роботи синхронного генератора можливе виникнення режиму, який характеризується підвищеною (зниженою) напругою (частотою) на шинах генератора. Неприпустимим є режим роботи генератора при тривалих зовнішніх симетричних або несиметричних коротких замиканнях, перенавантаженнях за струмом ротора або статора. При настанні одного з вище описаних режимів необхідно своєчасно виявити його і за необхідністю відключити генератор від мережі, що може бути реалізовано за допомогою автоматичних пристроїв захисту від ненормальних режимів. З урахуванням сказаного, засіб каузального формування знань з визначення виду релейного захисту синхронного генератора буде мати вигляд (рис. 4.40)

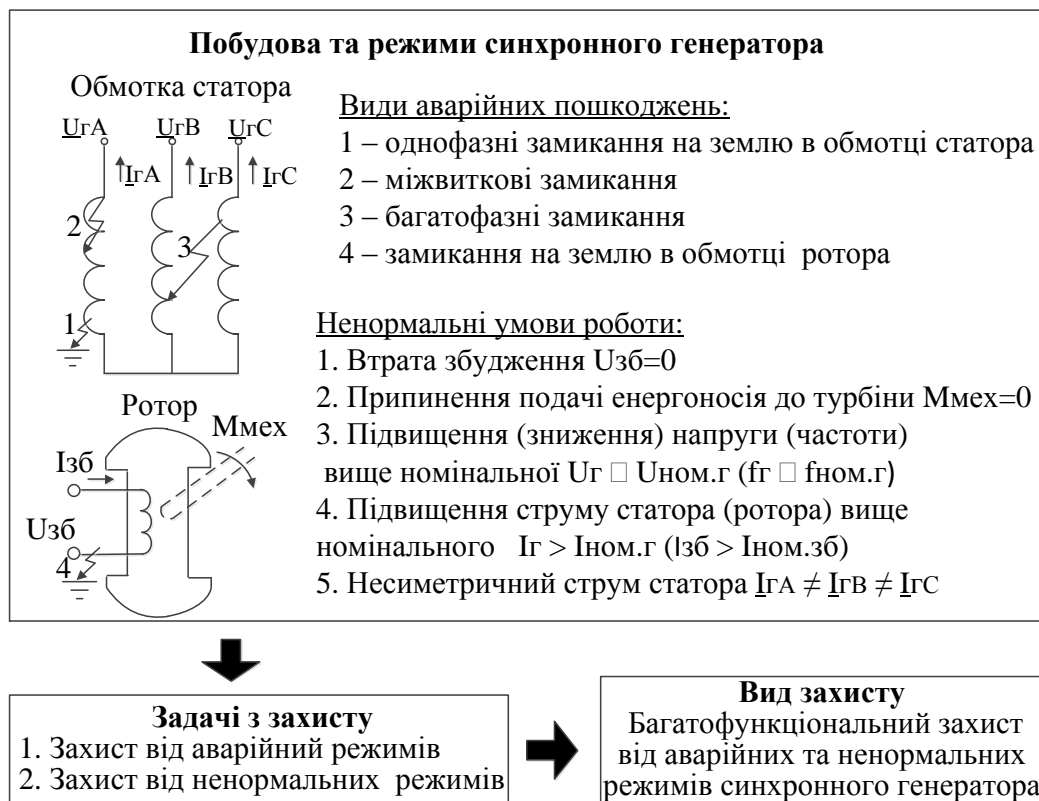


Рис. 4.40. Засіб каузального формування знань з визначення задач та виду захисту синхронного генератора

Причинами виникнення аварійних режимів в синхронних генераторах є короткі замикання, а, отже, відповідними захистами виступають захист від фазних та виткових коротких замикань. Задля усунення аномального режиму, що виник унаслідок втрати збудження, використовують захист від асинхронного ходу. При підвищенні (зниженні) напруги (частоти) характерним є захист від підвищення (зниження) напруги (частоти), для захисту від переходу роботи генератора до рухового режиму і помилкового підключення зупиненого генератора до мережі застосовується захист від зворотної потужності. Перенавантаження або зовнішні короткі замикання також призводять до ненормального режиму роботи генератора, що потребує встановлення захисту від перенавантаження. Ненормальним для синхронного генератора також є несиметричний режим, що потребує встановлення відповідного захисту. Таким чином, усі названі види захисту є вимогами щодо принципу дії мікропроцесорної системи релейного захисту синхронного генератора, і в такому випадку засіб каузального навчання буде мати вигляд, що представлений на рис. 4.41

Багатофункціональний захист від аварійних та ненормальних режимів синхронного генератора



Вимоги щодо проектування релейного захисту

1. Мікропроцесорний приладовий модуль релейного захисту синхронного генератора
2. Захист від аварійних режимів: фазні замикання, виткові замикання
3. Захист від ненормальних режимів: асинхронний хід, режим з наявною зворотною потужністю, режим підвищення або зниження напруги (частоти), несиметричний режим, режим перенавантаження

Рис. 4.41. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування системи релейного захисту синхронного генератора

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проектування принципу дії та структури всієї системи управління*

об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $H_{вим} \rightarrow D, S_{стр}$.

Згідно зі сформульованих вимог до системи релейного захисту синхронного генератора визначимо його принцип дії. Захист від аварійних режимів повинен бути передбачений при багатофазних коротких замикань, однофазних замикань на землю в обмотці статора, замикань між витками однієї фази в обмотці статора, замиканні на землю в обмотці ротора (в одному або в двох місцях). Визначення багатофазного короткого замикання в синхронному генераторі можливе у разі порівняння векторів струмів на початку та наприкінці обмотки статора, а, отже, відповідним захистом буде виступати струмовий захист за повздовжнім диференціальним принципом.

При замиканні на землю в обмотці статора виникають струми нульової послідовності, які в нормальному режимі відсутні, а, отже, відповідний захист може будуватися на звичайному релейному принципі максимальної дії. При замиканні на землю в обмотці ротора знижується опір ізоляції обмотки, що і може бути покладено в основу принципу дії однойменного захисту. Замикання між витками однієї фази в обмотці статора може бути ідентифіковано на підставі визначення струму в перемичці між нейтралями паралельних гілок обмотки статора, а, отже, принципом дії відповідного захисту може бути поперечний диференціальний принцип. При несиметричних режимах з'являються струми зворотної послідовності, а, отже, захистом від зовнішніх несиметричних режимів можливий захист, що реагує на появу струму зворотної послідовності. У разі симетричного перенавантаження за струмом доцільно використовувати захисти, що спрацьовують за критерієм збільшення струму. Захист від підвищення (зниження) напруги (частоти) може бути реалізований за релейним принципом максимальної (мінімальної) дії. Захист буде спрацьовувати, якщо рівень параметру режиму, що контролюється, не буде відповідати рівню уставки. Втрата збудження у генератора, як вже зазначалось, супроводжується зменшенням опору. Захист від асинхронного режиму

генератора, що виникає внаслідок втрати збудження, може працювати за контролем зміни опору генератора. У зв'язку з тим, що перехід роботи генератора до рухового режиму або помилкове підключення зупиненого генератора до мережі характеризується зміною напрямку активної потужності, то захист від зворотної потужності може бути побудований на принципі контролю знаку активної потужності.

Структура програмного та апаратного забезпечення буде складатися з функцій захисту, що закладені до принципу дії приладового модуля релейного захисту синхронного генератора. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення системи релейного захисту синхронного генератора буде мати вигляд, що представлений на рис. 4.42.



Рис. 4.42. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення всієї системи релейного захисту синхронного генератора

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проектування й проектування принципу дії та структури складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистем на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow H_{вим} \rightarrow D, S_{стр}$.*

В якості прикладу розглянемо функцію поперечного диференціального захисту системи релейного захисту синхронного генератора. Основним призначенням даного виду захисту є захист від виткових замикань однієї з паралельних гілок фази обмотки статора синхронного генератора. В нормальному режимі струми паралельних гілок фаз компенсують один одного і в перемичці між нейтральними проводами струм відсутній. У разі виникнення виткового короткого замикання симетрія фаз порушується і в перемичці між нейтралями протікає струм. Отже, функція поперечного диференціального захисту повинна контролювати значення струму в перемичці між нейтралями паралельних гілок і у разі перевищення його заданого значення формувати команду на сигнал або на відключення. З урахуванням цього структура програмного забезпечення функції буде складатися з: функції визначення струму перемички між нейтралями, функції запуску захисту, функції формування вихідних сигналів захисту.

Структура апаратного забезпечення відповідно до визначених функцій буде складатися з: вимірювально-перетворювальної частини, обчислювальної частини та виконавчої частини. Враховуючи вище сказане, каузальний ланцюг знань з визначення вимог, принципу дії та структури програмного й апаратного забезпечення функції поперечного диференціального захисту системи релейного захисту синхронного генератора буде мати вигляд, що представлений на рис. 4.43.

Згідно із визначеними вимогами, принципом дії та структурою поперечного диференціального захисту визначимо вимоги, принцип дії та структуру програмного та апаратного забезпечення функції визначення

струму перемички між нейтралями, функції запуску захисту, функції формування вихідних сигналів захисту.

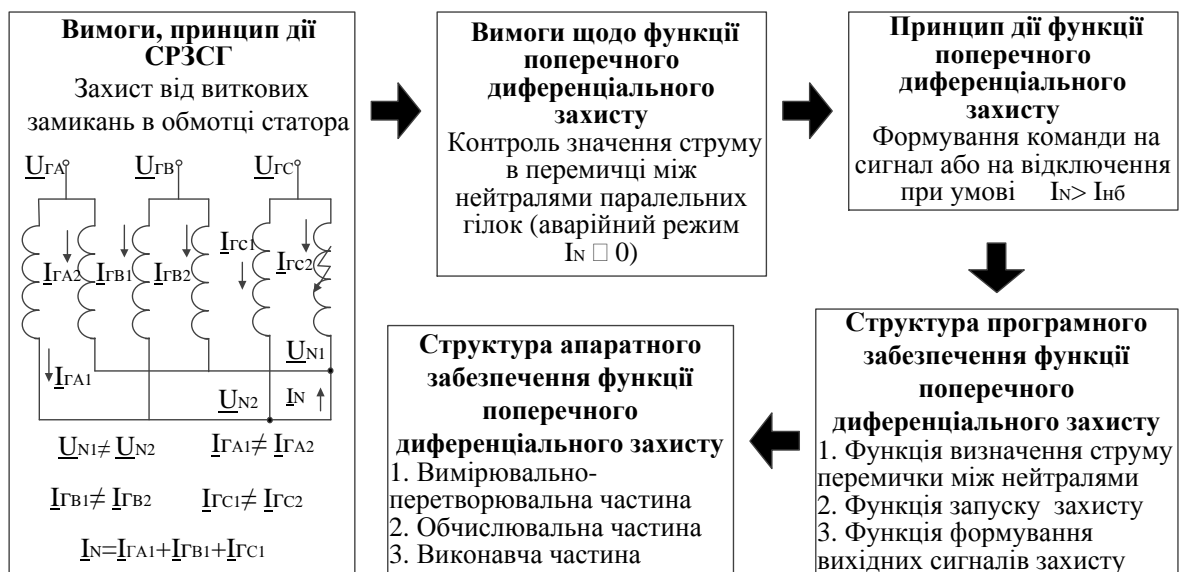


Рис. 4.43. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу дії та структури програмного й апаратного забезпечення функції поперечного диференціального захисту системи релейного захисту синхронного генератора

Функція визначення струму перемички між нейтралями повинна обчислювати та порівнювати струм в перемичці між нейтралями зі струмом небалансу, а, отже, принципом дії такої функції виступає формування команди на сигнал при перевищенні струму перемички між нейтралями над струмом небалансу. Згідно із визначеним принципом дії структура програмного забезпечення функції визначення струму перемички між нейтралями буде складатися з: функції обчислення струму перемички між нейтралями та функції порівняння струму перемички між нейтралями зі струмом небалансу. В такому випадку структура апаратного забезпечення закладених функцій буде складатися з аналогового вимірювального перетворювача струму, аналого-цифрового перетворювача, цифрового обчислювача, клавіатури та цифрового індикатора. При цьому засіб каузального навчання щодо визначення вимог, принципу дії та структури

програмного й апаратного забезпечення функції визначення струму перемички між нейтралями, буде мати наступний вигляд (рис. 4.44)



Рис. 4.44. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу дії та структури програмного й апаратного забезпечення функції визначення струму перемички між нейтралями

Функція формування вихідних сигналів захисту повинна формувати команду на сигнал або на відключення щодо спрацьовування захисту, а, отже принципом дії такої функції виступає формування логічних сигналів на сигнал або на відключення щодо спрацьовування захисту. Структура програмного забезпечення функції формування вихідних сигналів захисту, виходячи з окресленого принципу дії, буде складатися з: функції формування вихідного логічного сигналу щодо попереджувальної сигналізації, функції формування вихідного логічного сигналу щодо спрацьовування захисту на відключення, функції формування вихідного логічного сигналу спрацьовування захисту, функції формування вихідного логічного сигналу щодо спрацьовування захисту на відключення. Структура апаратного забезпечення функції формування вихідних сигналів захисту, враховуючи структуру програмного забезпечення повинна складатися з електронних реле

вихідних дискретних сигналів та цифрового обчислювача. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу дії та структури програмного й апаратного забезпечення функції запуску захисту, буде мати вигляд, що наведений на рис. 4.45.



Рис. 4.45. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення функції запуску захисту

Функція запуску захисту повинна формувати команду щодо запуску захисту а, отже, принципом дії такої функції виступає формування логічних сигналів щодо запуску захисту. На підставі визначеного принципу дії структура програмного забезпечення функції запуску захисту буде складатися з: функції введення захисту в роботу, функції затримки в роботі захисту та функції формування вихідного логічного сигналу щодо запуску захисту. Для забезпечення визначеної структури програмного забезпечення структура апаратного забезпечення повинна складатися з електронного реле вихідного дискретного сигналу, цифрового обчислювача, клавіатури та цифрового індикатора. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу дії та структури програмного й апаратного забезпечення функції формування вихідних сигналів відповідно буде мати вигляд, що зображений на рис. 4.46.



Рис. 4.46. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення функції формування вихідних сигналів захисту

4. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проектування реалізації й визначення показників функціонування складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $S_{стр} \rightarrow S_{реал} \rightarrow Ндійс$.*

Спроекуємо програмну та апаратну реалізацію функції поперечного диференціального захисту системи релейного захисту синхронного генератора у вигляді функціональних схем та визначимо відповідні показники функціонування. Через те, що функція визначення струму в перемичці між нейтралями буде реалізована за допомогою функції обчислення струму в перемичці між нейтралями паралельних гілок обмотки статора I_N та функції порівняння цього струму зі струмом уставки (спрацьовування), параметрами настроювання будуть виступати діапазон та дискретність уставок за струмом спрацьовування.

Функція запуску захисту передбачає наявність функції введення або виведення з дії поперечного диференціального захисту (включення або відключення). У разі включення та наявності сигналу щодо виконання умови $I_N > I_{НБ}$ відбувається запуск захисту, в результаті чого повинен формуватися вихідний програмований логічний сигнал «запуск поперечного диференціального захисту» відповідною функцією. Після запуску захист може відпрацювати з витримкою або без витримки часу, що реалізується за допомогою функції затримки. Параметрами настроювання функції запуску в такому випадку будуть виступати діапазон та дискретність сигналів за витримкою часу і введення захисту в дію.

Функція формування вихідних сигналів захисту повинна формувати сигнал «спрацьовування поперечного диференціального захисту», «попереджувальна сигналізація» у разі роботи на «сигнал». У разі роботи захисту на відключення буде формуватися вихідні логічні сигнали «спрацьовування поперечного диференціального захисту», «аварійна сигналізація», «спрацьовування поперечного диференціального захисту на відключення» та «спрацьовування захисту на відключення». Параметром настроювання функції формування вихідних сигналів буде виступати сигнал спрацьовування на сигналізацію або на відключення. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів настроювання функції поперечного диференціального захисту системи релейного захисту синхронного генератора буде мати вигляд, що представлений на рис. 4.47.

Визначимо апаратну реалізацію функції поперечного диференціального захисту, що буде складатися з апаратної реалізації функцій, які входять до її складу. Структура апаратного забезпечення функції визначення струму перемички між нейтралями передбачає наявність аналогового вимірювального перетворювача струму, аналого-цифрового перетворювача, цифрового обчислювача, цифрового індикатора та клавіатури. Структура апаратного забезпечення функції запуску захисту передбачає наявність

електронного реле вихідного дискретного сигналу. Структура апаратного забезпечення функції спрацьовування захисту передбачає наявність електронних реле вихідних дискретних сигналів.



Рис. 4.47. Засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів настроювання функції поперечного диференціального захисту системи релейного захисту синхронного генератора

Отже, аналоговий вимірювальний перетворювач струм (ВПС) та аналого-цифровий перетворювач (АЦП) будуть складати вимірювально-перетворювальну частину (ВПЧ), цифровий обчислювач – обчислювальну частину (ОЧ), електронні реле вихідних дискретних сигналів (РДВ),

цифровий індикатор (ЦІ) та клавіатура (К) – виконавчу частину (ВЧ) апаратної реалізації функції поперечного диференціального захисту системи релейного захисту синхронного генератора. Цифровий обчислювач для мікропроцесорних пристроїв зазвичай складається з центрального процесора (ЦП), запам'ятовувального пристрою (ЗП), елементів оптичної розв'язки різних каналів зв'язку (RS-485-opto, RS-232-opto), системної шини.

Технічні параметри функції поперечного диференціального захисту, що залежать від її апаратної реалізації, будуть обумовлюватися характеристиками електронних компонентів, що використані при реалізації функцій, в даному випадку це швидкодія та надійність. З урахування сказаного засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми апаратної реалізації та технічних параметрів поперечного диференціального захисту буде мати вигляд, що наведений на рис. 4.48.

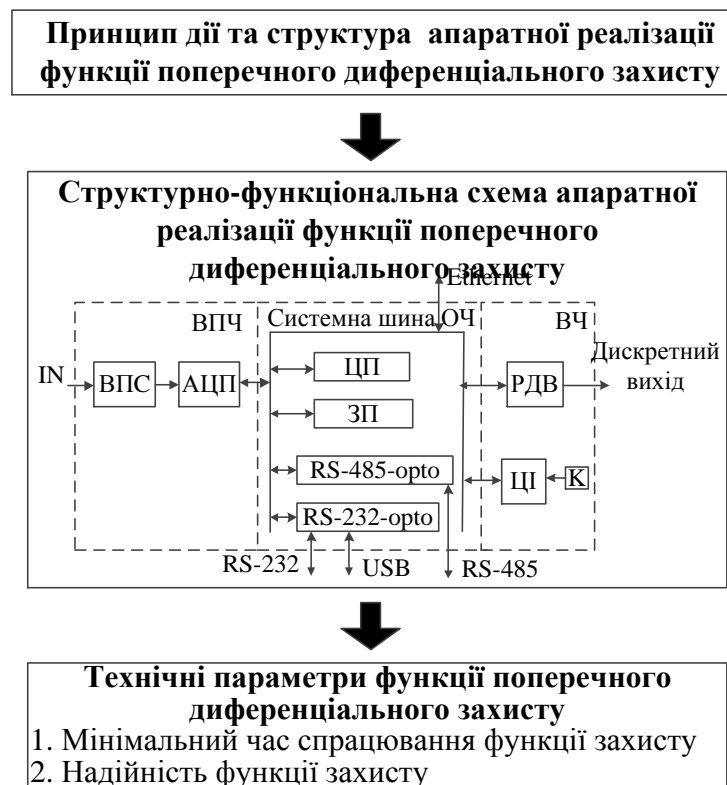


Рис. 4.48. Засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми апаратної реалізації та технічних параметрів функції поперечного диференціального захисту системи релейного захисту синхронного генератора

5. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow H_{\text{дійс}}$.*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач повинні передбачати самостійне проектування інших функцій системи релейного захисту синхронного генератора. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між спроектованою структурою та функціональною реалізацією й визначеними параметрами та сформульованими вимогами щодо функцій системи релейного захисту синхронного генератора згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами проектувальних задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу або кроку методики на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування проектної компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів систем релейного захисту інших об'єктів управління в дисципліні «Проектування електроенергетичних і електромеханічних систем та пристроїв».

В додатку Б наведено методики формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів пристрою синхронізації синхронного генератора та пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної

системи в дисциплінах «Автоматика енергосистем» та «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці».

4.3. Методика формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання

Застосуємо структуру методики формування експлуатаційної компетентності на основі каузального навчання, що наведена в п. 4.1, для професійної дисципліни «Надійність та діагностика», в якості прикладу проведемо навчальну технічну перевірку приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

Відповідно до структури методики формування експлуатаційної компетентності на основі каузального навчання маємо чотири етапи: формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на технічну перевірку всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}}$; формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з перевірки технічного стану всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{\text{вим}} \rightarrow D, S$; формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на технічну перевірку, перевірки технічного стану та встановлення показників функціонування складових системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$; контроль знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач щодо складових N -І рівнів ієрархії та всієї системи управління на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$.

Методика формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на технічну перевірку системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{вим}$*

Приладовий модуль релейного захисту та автоматики (ПМРЗА) синхронного генератора призначений для використання в електромережах змінного струму з частотою 50 Гц в якості мікропроцесорного пристрою релейного захисту, реєстрації, діагностики й управління вимикачем синхронного генератора.

Для здійснення технічної перевірки приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора, перш за все, необхідно вивчення структурної схеми, схеми зовнішніх підключень, габаритно-інсталяційного креслення та технічних характеристик пристрою (рис. 4.49-4.51) [304].

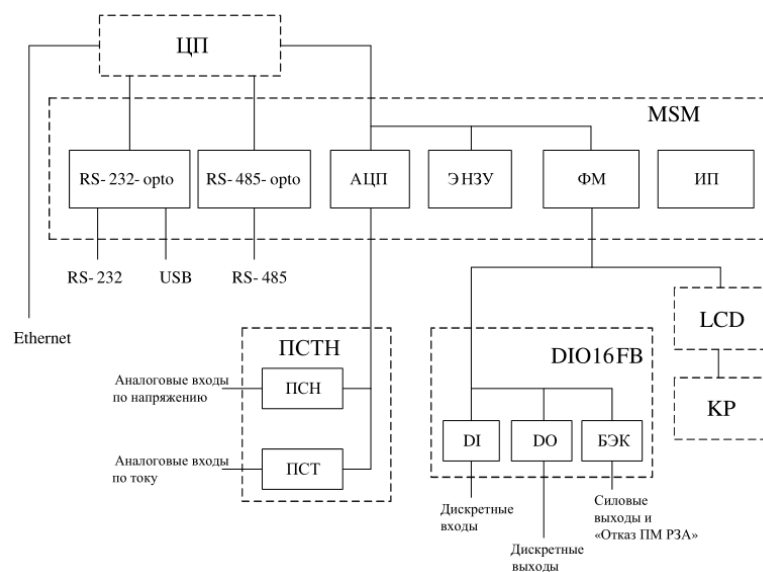


Рис. 4.49. Структурна схема приладового модуля релейного захисту та синхронного генератора

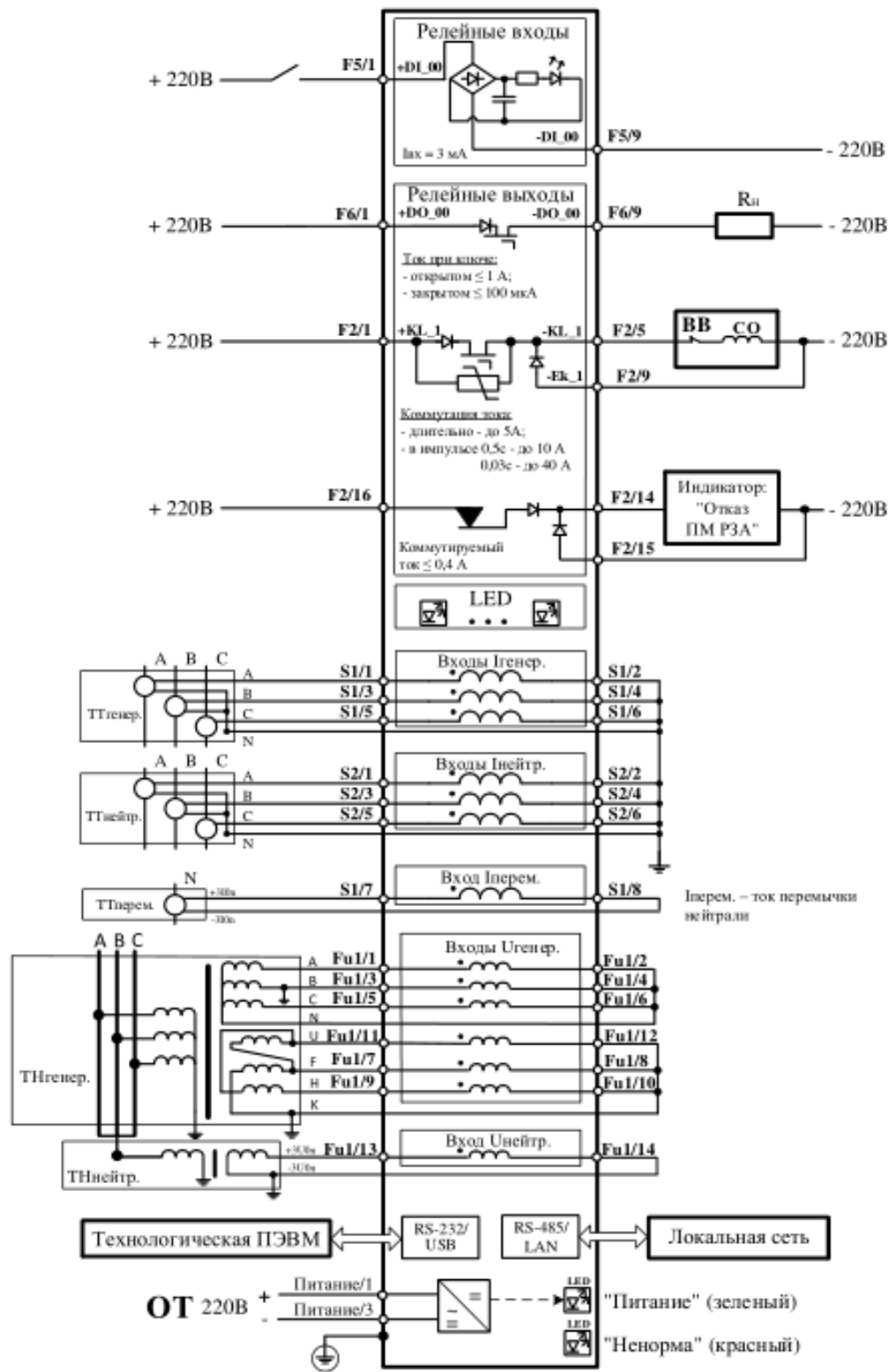
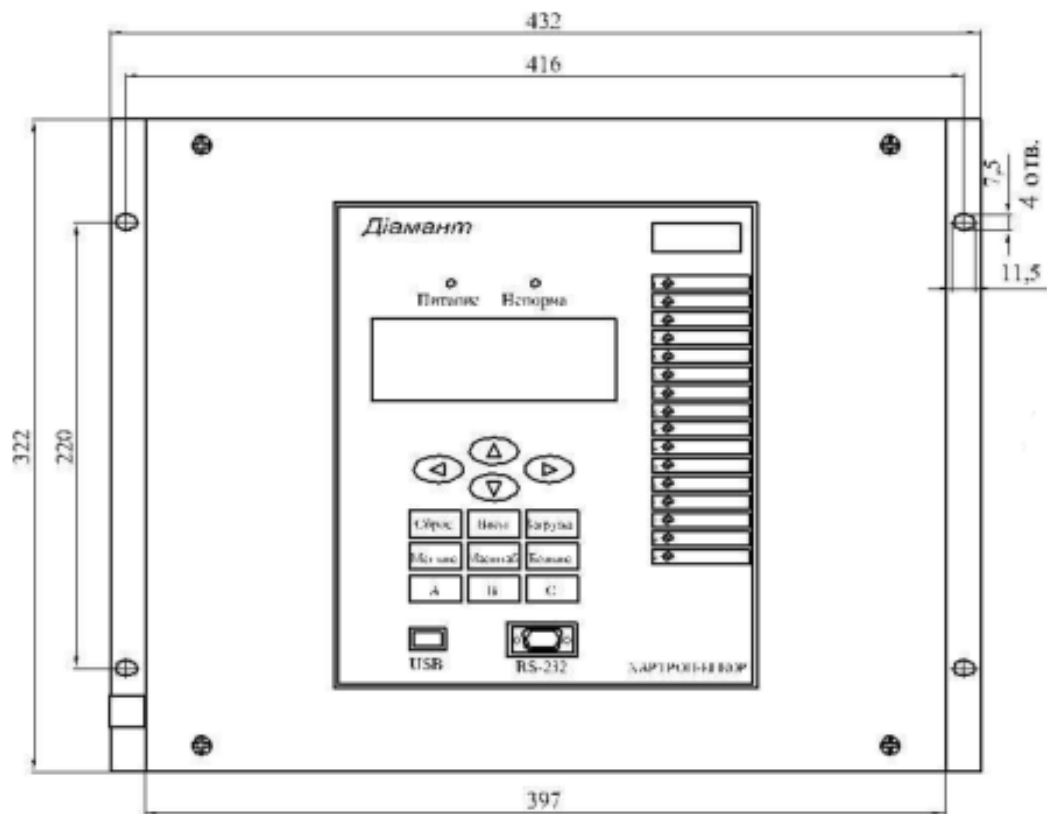


Рис. 4.50. Схема зовнішніх підключень приладового модуля релейного захисту синхронного генератора



А

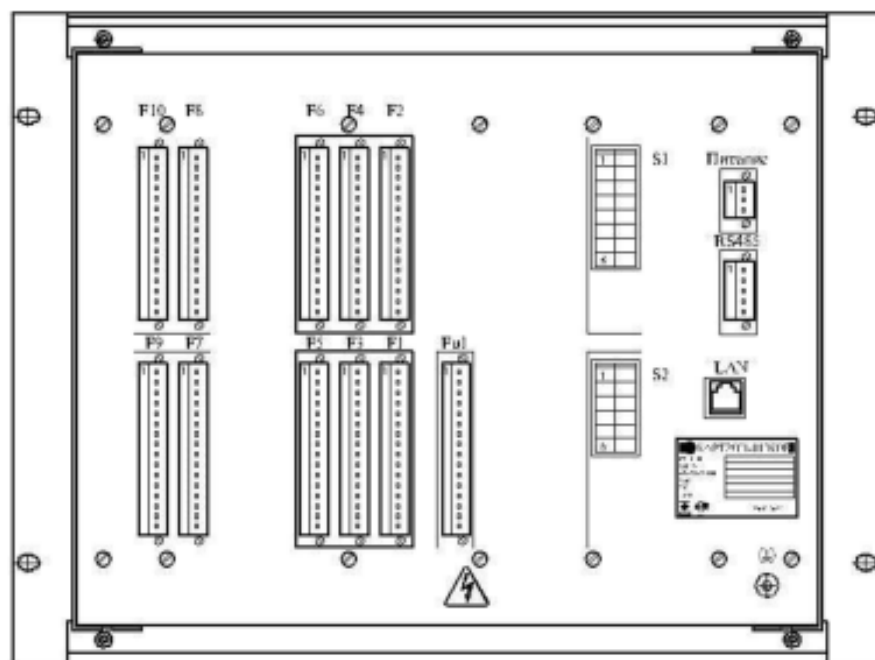


Рис. 4.51. Габаритно-інсталяційне креслення приладового модуля релейного захисту синхронного генератора

На рис. 4.49 прийняті наступні позначення: ЦП – центральний процесор, LCD – модуль LCD (матричний рідкокристалічний індикатор, світлодіодні індикатори), КР – клавіатура, АЦП – аналогово-цифровий перетворювач, ПСН – перетворювач сигналів напруги, ПСТ – перетворювач сигналів струму, ЭНЗУ – енергонезалежний запам'ятовуючий пристрій, ФМ – формувач магістралі, БЭК – блок гальванічно розв'язаних силових електронних комутаторів та реле, ДО – блок гальванічно розв'язаних силових електронних комутаторів дискретних вихідних сигналів, ДІ – блок гальванічно розв'язаних дискретних вхідних сигналів, RS232-opto – елемент оптичної розв'язки каналів RS-232 та USB, RS485-opto – перетворювач RS-232 в RS-485.

До принципу дії приладового модуля релейного захисту та автоматики закладені функції основних захистів синхронного генератора, функції протиаварійної автоматики та діагностики й управління вимикачем [304].

Програмна та апаратна реалізація функціональних складових обумовлюють певні параметри та характеристики пристрою. Згідно із зазначеними функціями та побудовою приладового модуля, контрольованими параметрами виступають струм та напруга зі сьома входами на кожний параметр ($I_{\text{ном}} = 5 \text{ А}$, $U_{\text{ном}} = 58 \text{ В}$), до експлуатаційних параметрів відносяться уставки та настройки функцій захисту, автоматики та управління. Параметрами дискретних виходів виступають 26 виходів з постійною напругою 220 В та тривало комутованим струмом до 1 А, 8 виходів з постійною напругою 220 В та тривало комутованим струмом до 5 А. Параметрами дискретних входів є 32 входи з постійною напругою 220 В. Вище названі параметри є параметрами, що потребують перевірки, з урахуванням цього засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки приладового модуля релейного захисту та автоматики має вигляд (рис. 4.52)

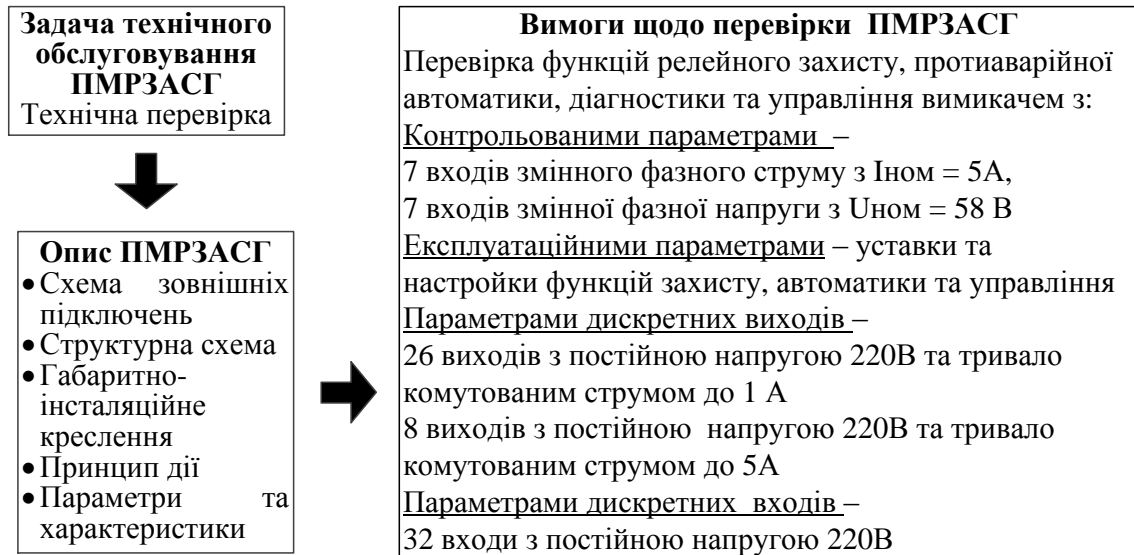


Рис. 4.52. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з перевірки технічного стану всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{вим} \rightarrow D, S$*

Здійснимо перевірку функцій релейного захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора. Згідно із загальних вимог щодо перевірки приладового модуля до функцій релейного захисту, які треба перевірити, відносяться: повздовжній диференціальний захист, поперечний диференціальний захист, максимальний струмовий захист, захист від симетричних перенавантажень, струмовий захист від зворотної послідовності, захист від підвищення напруги, захист від втрати збудження та асинхронного режиму, захист від зворотної потужності, захист від коротких замикань в роторі, захист мінімальної частоти. Апаратна реалізація зазначених функцій релейного захисту згідно із загальної побудови приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора забезпечується вимірювальним перетворювачем струму та напруги (ВПСН), аналогово-цифровим перетворювачем (АЦП), обчислювальною частиною (ОЧ), цифровим індикатором (ЦІ), клавіатурою

(К), комплектом вихідних реле (КВР), контактними колодками - роз'ємами (S₁, S₂, F₁, F₂, F₃, F₄, F₅, F₆, F₇, F₈, F₉, F₁₀).

Отже, на даному етапі засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови функцій релейного захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора має вигляд, що наведений на рис. 4.53.

Аналогічним чином можна визначити принцип дії та побудову функцій автоматики, діагностики та управління вимикачем приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

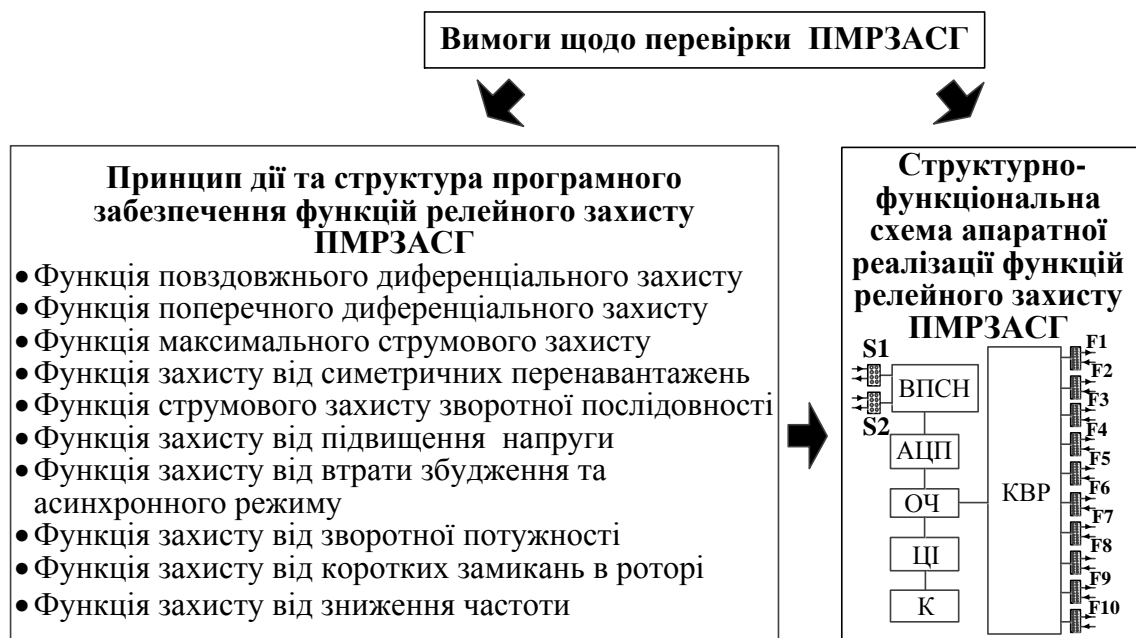


Рис. 4.53. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови функцій релейного захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на технічну перевірку, перевірки технічного стану та встановлення показників функціонування складових системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow Нвим \rightarrow D, S \rightarrow Ндійс$.*

В навчальних цілях здійсимо перевірку функції поперечного диференціального захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора. Згідно із загальних вимог щодо поперечного диференціального захисту контрольованим параметром виступає струм в перемичці між нейтраліями паралельних гілок синхронного генератора. А, отже, принципом дії зазначеної функції буде виступати формування команди на сигнал або на відключення при умові перевищення струму в перемичці (I_N) над струмом небалансу ($I_{НБ}$). На підставі закладеного принципу дії програмну реалізацію функції поперечного диференціального захисту умовно можна представити трьома функціями, а саме функцією визначення струму, функцією запуску захисту, функцією видачі вихідних сигналів захисту.

Відповідно до схеми зовнішніх підключень приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора до роз'ємів S1/7-S1/8 вимірювального перетворювача струму та напруги повинна підключатися вторинна обмотка трансформатора струму, що встановлений в перемичці нейтралі синхронного генератора. Отже, для перевірки характеристик спрацьовування поперечного диференціального захисту необхідно до вказаних роз'ємів підключити джерело змінного струму, діюче значення якого не повинно перевищувати 5А.

Вихідними ланцюгами приладового модуля є дискретні слабкострумові та силові сигнали, а, отже для їх виміру потрібно до відповідних роз'ємів під'єднати контрольно-перевірочну апаратуру. Визначимо роз'єми, на виводах яких повинен з'являтися сигнал при введенні в роботу поперечного диференціального захисту, згідно заводських налаштувань вихідних впливів приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора [304].

Згідно до заводських налаштувань для реалізації роботи поперечного диференціального захисту приладового модуля задіяні наступні роз'єми [303]: F10/3-F10/11 – сигнал аварійної сигналізації; F10/4-F10/2 – сигнал

попереджувальної сигналізації; F10/2-F10/10, F4/2-F4/10 – сигнал спрацьовування поперечного диференціального захисту; F6/1-F6/9, F6/3-F6/11, F6/4-F6/12, F6/5-F6/13, F6/6-F6/14, F6/8-F6/16 – сигнал спрацьовування поперечного диференціального захисту на відключення, F6/5-F6/13 – сигнал запуску поперечного диференціального захисту.

З урахування сказаного засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови та параметрів функції поперечного диференціального захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора має вигляд, що представлений на рис. 4.54.

У разі справності пристрою при певних значеннях контрольованого параметра та параметрів настроювання (експлуатаційні параметри) значення сигналу в кожному ланцюзі повинно дорівнювати 220 В постійного струму. Якщо поперечний диференціальний захист буде введено до роботи, то у разі запуску захисту повинен з'явитися сигнал на роз'ємах F6/5-F6/13, далі на роз'ємах F4/2-F4/10, F10/2-F10/10, що відповідає спрацьовуванню захисту. В залежності від того захист працює на сигнал або на відключення повинен з'явитися сигнал на роз'ємах F10/4-F10/2 або на роз'ємах F10/3-F10/11, F6/1-F6/9, F6/3-F6/11, F6/4-F6/12, F6/5-F6/13, F6/6-F6/14, F6/8-F6/16 відповідно.

Прийmemo, що при діючому значенні контрольованого струму 1 А захист повинен спрацьовувати, а, отже, повинен з'являтися вихідний дискретний сигнал на роз'ємах F10/2-F10/10. Припустимо, що сигнал буде відсутній або не буде відповідати нормі, що потребує визначення причин не коректної роботи. Так, відповідно до схеми програмної та апаратної реалізації функції поперечного диференціального захисту перевірки потребують функції визначення струму, запуску захисту та формування вихідних сигналів захисту, що реалізуються за допомогою роз'ємів S1/7 - S1/8, вимірювального перетворювача струму та напруги, аналогово-цифрового перетворювача, обчислювальної частини, роз'ємів F10/2-F10/10 комплектів вихідних реле.

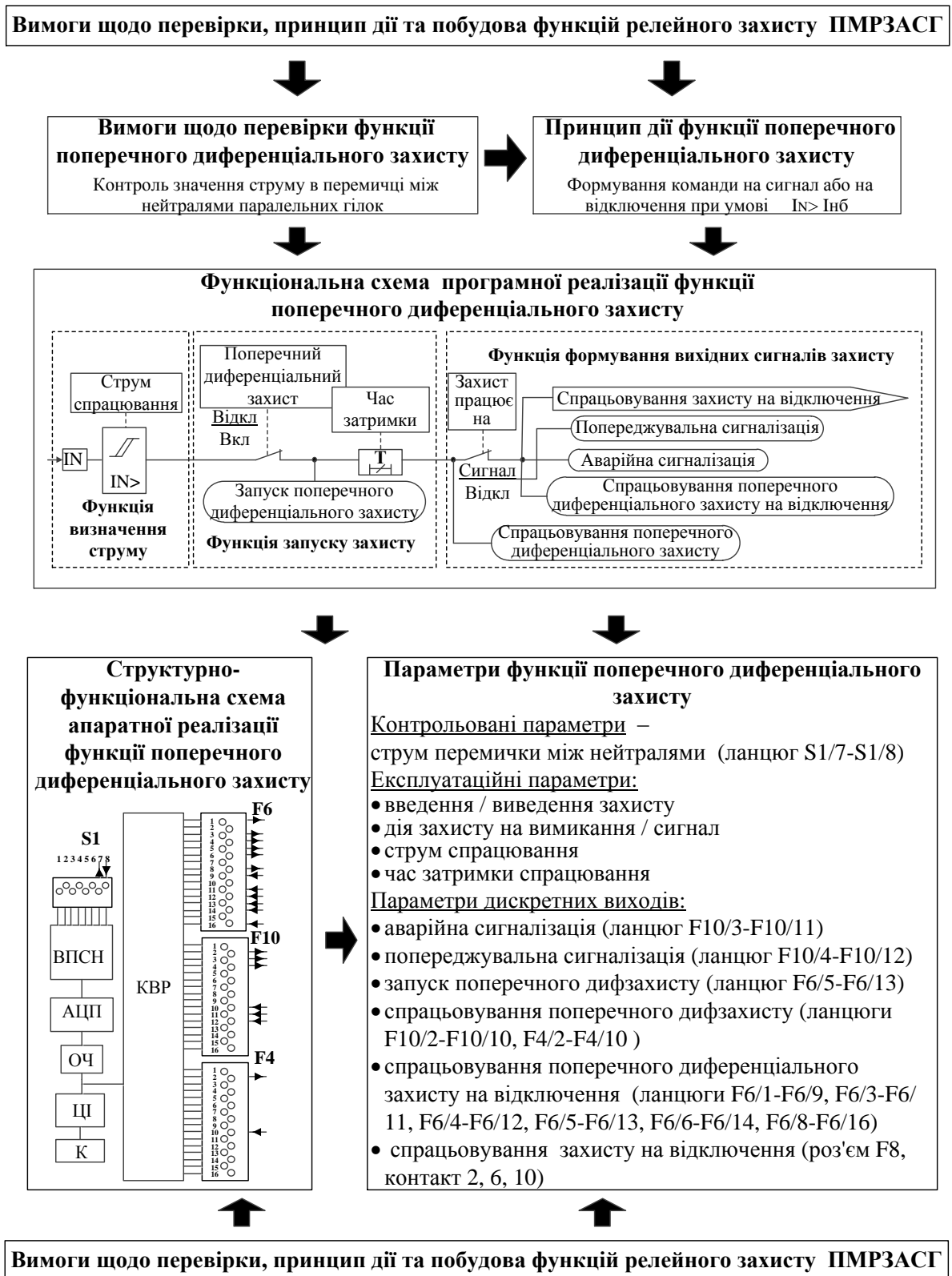


Рис. 4.54. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови та параметрів функції поперечного диференціального захисту

Функція визначення струму складається з функції обчислення, яка реалізується вимірвальним перетворювачем струму, аналого-цифровим перетворювачем, цифровим обчислювачем та функції порівняння, що реалізується цифровим обчислювачем.

Функція запуску захисту складається з функції введення захисту в роботу, функції затримки в роботі захисту, функції формування вихідного логічного сигналу щодо запуску захисту. У свою чергу функція введення захисту в роботу реалізується за допомогою цифрового індикатора, клавіатури та цифрового обчислювача; функція затримки в роботі захисту реалізується за допомогою цифрового індикатора, клавіатури та цифрового обчислювача; функція формування вихідного логічного сигналу щодо запуску захисту реалізується вихідним реле та цифровим обчислювачем.

Функція формування вихідних сигналів захисту складається з функцій формування вихідних логічних сигналів щодо попереджувальної та аварійної сигналізації, функції формування вихідного логічного сигналу щодо спрацьовування захисту на відключення, функції формування вихідного логічного сигналу спрацьовування поперечного диференціального захисту, функції формування силового сигналу щодо спрацьовування поперечного диференціального захисту на відключення. Названі функції реалізуються за допомогою електронних реле вихідних дискретних сигналів, цифрового індикатора, цифрового обчислювача.

Отже, для виявлення причин некоректної роботи функції поперечного диференціального захисту, спочатку слід перевірити функцію визначення струму, далі функцію запуску захисту, після чого функцію формування вихідних сигналів захисту.

Перш за все, при визначенні несправностей перевіряють наявність живлення, що передбачає вимір рівня постійної напруги на вході елемента, наприклад, за допомогою вольтметра. Далі, якщо живлення забезпечене для всіх елементів схеми, перевіряють цілісність зв'язків між елементами, наприклад, за допомогою омметра. Наступним кроком є перевірка по черзі

параметрів (характеристик) послідовно з'єднаних елементів, що реалізують відповідні функції. Все це потребує наявності опису та технічних даних для кожного елементу. Здійснимо перевірку елементів ланцюгу ВПСН → АЦП → ОЧ → КВР, що забезпечують реалізацію функції поперечного диференціального захисту.

Прийmemo, що складові модуля вимірювального перетворювача струму та напруги, а саме вимірювальний перетворювач струму та вимірювальний перетворювач напруги, можна перевірити окремо. Задля перевірки вимірювального перетворювача струму до вхідних сьомого та восьмого каналу повинен бути поданий змінний струм певного значення, а вихідним сигналом повинен слугувати сигнал постійної напруги, що відповідає певному значенню вхідного струму. Для одноканального аналого-цифрового перетворювача перевірка зводиться до подачі на вхід сигналу постійної напруги певного рівня та у разі справності отримання на виході цифрового коду, що відповідає рівню вхідної напруги. Для комплекту вихідних реле прийmemo, що його складові можна перевірити окремо, а саме реле дискретних виходів (РДВ), реле дискретних входів (РДВх). Припустимо, що принцип функціонування реле дискретних виходів побудований таким чином, що поява напруги на певному виході буде визначатися певним цифровим кодом на його вході. Так, при подачі на вхід блоку РДВ цифрового коду 5 каналу, у разі справності елемента, на вихідних роз'ємах F10/2-F10/10 повинні отримати напругу 220 В. Аналогічним чином можна перевірити будь-який канал блоку РДВ та РДВх. У разі, якщо вихідна напруга будь-якого елемента не відповідає нормі, елемент повинен бути замінений на інший.

У зв'язку з тим, що обчислювальна частина являє собою інтелектуальний елемент, перевірка, що характерна для інших елементів пристрою не є прийнятною для неї. Несправність в обчислювальній частині найпростіше може бути виявлена тільки шляхом виключення. У випадку, якщо перевірка показала апаратну справність усіх елементів (окрім

обчислювальної частини), причинами некоректної роботи може бути апаратний або програмний збій центрального процесора або апаратний збій системної шини.

Після виявлення причин некоректної роботи інженер повинен або замінити несправний модуль у разі наявності запасних частин або демонтувати та відправити фірмі-виробнику з указівкою несправних елементів (каналів). Після заміни несправного модуля необхідно знову провести перевірку необхідних функцій та приладового модуля в цілому.

В якості прикладу побудуємо засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови та параметрів аналого-цифрового перетворювача, що реалізований на мікросхемі К572ПВ3 (рис. 4.55).

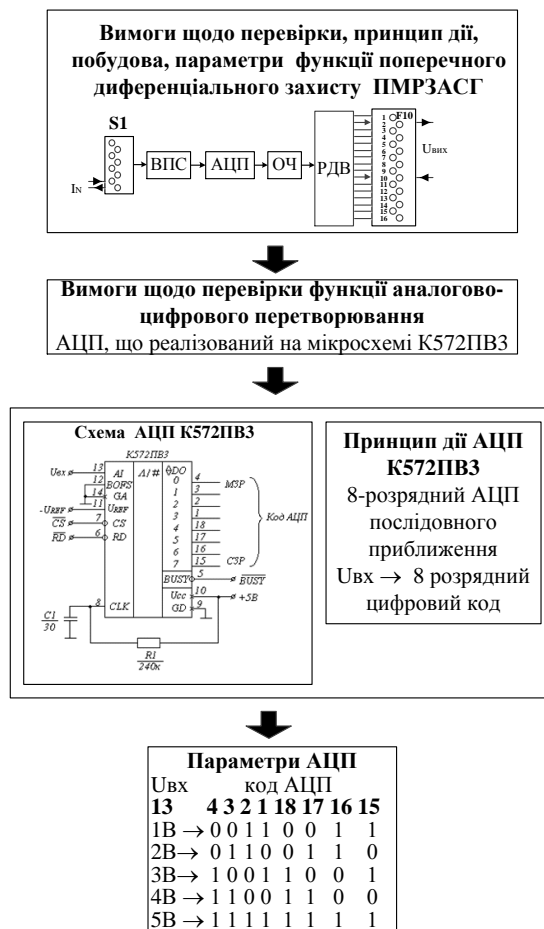


Рис. 4.55. Засіб каузального навчання щодо формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови та параметрів аналого-цифрового перетворювача

Аналогічним чином можуть бути визначені параметри будь-якої функції захисту, а також функцій автоматики, діагностики та управління вимикачем, що загалом будуть визначати параметри всього приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

4. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї СУ на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow H_{\text{дійс}}$.*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач повинні передбачати самостійне проведення технічної перевірки інших функціональних складових приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними параметрами та сформульованими вимогами щодо функцій захисту, автоматики та управління вимикачем N-I рівнів ієрархії та всього приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора згідно із загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами експлуатаційних задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того кроку методики на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування експлуатаційної компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів систем релейного захисту та автоматики інших об'єктів управління в дисципліні «Надійність та діагностика».

В додатку В наведено методики формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів пристрою синхронізації синхронного генератора та пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи в дисциплінах «Автоматика енергосистем» та «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці».

В додатку Г наведено методики формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів пристрою синхронізації синхронного генератора, пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи, мікропроцесорного пристрою релейного захисту синхронного генератора в дисциплінах «Сучасні технології та способи побудови систем релейного захисту та автоматики» і «Основи наукових досліджень» та методики каузального формування економічної компетентності на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів системи релейного захисту ділянки електричної мережі в дисципліні «Надійність та діагностика».

В додатку Д наведено методики каузального формування соціально-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів системи управління проектною, експлуатаційною та науково-дослідною діяльністю в дисциплінах «Проектування електроенергетичних і електромеханічних систем та пристроїв», «Автоматика енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці», «Сучасні технології та способи побудови систем релейного захисту та автоматики», «Надійність та діагностика» і «Основи наукових досліджень» та методику формування правової компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі навчання студентів норм правил улаштування електроустановок під час проектування системи управління увімкненням синхронного генератора в дисципліні «Автоматика енергосистем».

Висновки до розділу 4

1. Практичною реалізацією розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу є методики формування професійних компетентностей на основі каузального навчання.

На підставі визначених цілей, розробленого каузального змісту, методів та засобів каузального формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем розроблено структури методик формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання.

2. Відповідно до структури методики формування проектної компетентності на основі каузального навчання розроблено методики формування проектної компетентності майбутніх фахівців в процесі вивчення студентами системи релейного захисту синхронного генератора, пристрою синхронізації синхронного генератора та пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи в дисциплінах «Проектування електроенергетичних та електромеханічних систем та пристроїв», «Автоматика енергосистем» та «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці».

3. На підставі структури методики формування експлуатаційної компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентами приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора, пристрою синхронізації синхронного генератора, пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи в дисциплінах «Надійність та діагностика», «Автоматика енергосистем» та «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці».

4. Відповідно до структури методики формування науково-дослідної компетентності на основі каузального навчання розроблено методики формування науково-дослідної компетентності майбутніх фахівців в процесі вивчення студентами мікропроцесорного пристрою релейного захисту синхронного генератора, пристрою синхронізації синхронного генератора та пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи в дисциплінах «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень» за спеціалізацією.

5. На підставі структури методики формування економічної компетентності на основі каузального навчання побудовано методику формування економічної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентами системи релейного захисту ділянки електромережі, що вивчається в дисципліні «Надійність та діагностика» за спеціалізацією 141.03 «Системи управління виробництвом та розподілом електроенергії».

6. Згідно зі структури методики формування соціально-управлінської компетентності на основі каузального навчання розроблено методики формування соціально-управлінської компетентності майбутніх фахівців в процесі вивчення студентів систем управління експлуатаційною, проектною та науково-дослідною діяльністю щодо систем управління об'єктами енергосистем в дисциплінах «Проектування електроенергетичних і електромеханічних систем та пристроїв», «Надійність та діагностика», «Автоматика енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці», «Сучасні технології та способи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень».

7. Відповідно до структури методики формування правової компетентності на основі каузального навчання побудовано методику формування правової компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів норм правил улаштування електроустановок під час проектування системи управління ввімкненням

генератора в дисципліні «Проектування електромеханічних та електроенергетичних систем та пристроїв».

Основні наукові результати розділу опубліковані в працях [334-336, 340-344, 352, 353].

РОЗДІЛ 5
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ
РОЗРОБЛЕНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ
ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З
АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ НА ОСНОВІ КАУЗАЛЬНОГО
ПІДХОДУ

5.1. Мета, завдання та етапи педагогічного експерименту

Для науково-об'єктивної та доказової перевірки ефективності розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу було обрано педагогічний однофакторний експеримент.

Основною метою проведення експерименту є перевірка висунутої загальної та часткових гіпотез дослідження шляхом практичної реалізації теоретично обґрунтованих і розроблених цілей, змісту, методів, засобів та форм професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

У відповідності з метою було визначено основні завдання експерименту:

- визначення етапів проведення експерименту;
- виокремлення кількості та способів відбору учасників експерименту;
- встановлення критеріїв та показників ефективності методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу;
- оцінювання за визначеними критеріями та показниками традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем;

– експериментальна перевірка розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації на основі каузального підходу.

Для проведення педагогічного експерименту було залучено 254 студента Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ») та Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка (ХНТУСГ), які навчалися за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», при цьому створено контрольні (128 осіб) та експериментальні (126 осіб) групи студентів (табл.5.1). До участі в ньому були також залучені 7 викладачів, які склали групу експертів.

Таблиця 5.1

Етапи, завдання та учасники педагогічного експерименту

№	Етапи та завдання педагогічного експерименту	Характеристика учасників	Кількість учасників	
			Контрольна група	Експериментальна група
1.	Констатувальний етап	НТУ «ХПІ»	104	104
		ХНТУСГ	24	22
Всього учасників на констатувальному етапі			128	126
2.	Формувальний етап	НТУ «ХПІ»	108	106
		ХНТУСГ	20	20
Всього учасників на формувальному етапі за групами			128	126
Загальна кількість учасників педагогічного експерименту			254	

Педагогічний експеримент проводився у процесі вивчення студентів дисциплін:

- «Релейний захист та автоматика»,
- «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем»,
- «Проектування електроенергетичних та електромеханічних систем та пристроїв»,

- «Автоматика енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці»,
- «Надійність та діагностика»,
- «Основи наукових досліджень»,
- «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики».

Педагогічний експеримент реалізовано за етапами: констатувальним, формувальним та порівняльним. Констатувальний етап педагогічного експерименту передбачав дослідження ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистемта проводився протягом 2014 – 2015 років.

На формувальному етапі педагогічного експерименту було здійснено впровадження розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу, який проводився протягом 2016 – 2017 років. При цьому в контрольних групах підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем здійснювалась за традиційною методичною системою професійної підготовки, а навчання студентів в експериментальних групах здійснювалось за розробленою методичною системою професійною підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу. Порівняльний етап експерименту передбачав співставлення значень показників сформованості професійних компетентностей студентів контрольних та експериментальних груп.

При проведенні педагогічного експерименту дотримувалися вимог валідності, надійності та вірогідності. У відповідності до вимоги валідності такі фактори впливу як контингент студентів, рівень їх підготовки, умови організації та проведення експерименту в контрольних та експериментальних групах були однаковими. Відмінною була методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Для

забезпечення вимоги надійності експериментальних даних використовували стандартизовані методики проведення експериментального дослідження та залучалися незалежні експерти з професорсько-викладацького складу вищих навчальних закладів, які було обрано для проведення педагогічного експерименту. Вимогу вірогідності забезпечували вирівнюванням основних умов проведення педагогічного експерименту в реальних умовах навчального процесу вищих навчальних закладів.

Після проведення педагогічного експерименту та отримання кількісних результатів було перевірено статистичну гіпотезу дослідження та зроблено висновки щодо ефективності методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

5.2. Критерії, показники та методики педагогічного експерименту

Для проведення педагогічного експерименту було задіяно міжгрупову схему порівнянь [136, 168, 206, 256]. Така схема проведення педагогічного експерименту передбачає вибір паралельних груп студентів: контрольної та експериментальної. Це дозволяє інтерпретувати зміни вихідного (залежного) параметру за результатами впливу експериментальних умов.

Для забезпечення репрезентативності експериментальних та контрольних груп застосовували випадковий відбір груп шляхом рандомізації. В такому разі за класифікацією Д. Кемпбелла [168] педагогічне дослідження проводиться за планом з попереднім та результуючим тестуванням у контрольних та експериментальних групах. При чому незалежним параметром в контрольних групах є традиційна методична система професійної підготовки, а в експериментальних групах – методична система професійної підготовки на основі каузального підходу.

На підставі побудованих аналітичних професіограм проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та

правової компетентностей інженерів з автоматизації енергосистем (п.1.1.) та обґрунтованих й розроблених цілей професійної підготовки майбутніх фахівців визначимо критерії та показники педагогічного експерименту.

До головних критеріїв педагогічного експерименту відносяться:

- критерій сформованості проектної компетентності;
- критерій сформованості експлуатаційної компетентності;
- критерій сформованості науково-дослідної компетентності;
- критерій сформованості економічної компетентності
- критерій сформованості соціально-управлінської компетентності;
- критерій сформованості правової компетентності.

До критерію сформованості проектної (експлуатаційної, науково-дослідної, економічної) компетентності входять:

- критерій сформованості професійних знань та умінь з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

- критерій сформованості професійно важливих якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем.

Критерій сформованості соціально-управлінської компетентності включає:

- критерій сформованості професійних знань та умінь з управління професійною діяльністю;

- критерій сформованості професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю.

До критерію сформованості правової компетентності належать:

- критерій сформованості професійних знань та умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;

- критерій сформованості професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності.

Критерій сформованості професійних знань та умінь з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем включає:

- показник сформованості професійних знань з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

- показник сформованості професійних умінь з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем.

Критерій сформованості професійних знань та умінь з управління професійною діяльністю включає наступні показники:

- показник сформованості професійних знань з управління професійною діяльністю;

- показник сформованості професійних умінь з управління професійною діяльністю.

Критерій сформованості професійних знань та умінь з реалізації правових норм включає наступні показники:

- показник сформованості професійних знань з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;

- показник сформованості професійних умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності.

Визначимо склад професійно важливих якостей з проектування, експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем, управління професійною діяльністю та реалізації правових норм у процесі професійної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Критерій сформованості професійно важливих якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем складається з:

– показників сформованості мотиваційно-цільових якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показників сформованості когнітивних якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показників сформованості емоційно-вольових якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем.

До показників сформованості мотиваційно-цільових професійно важливих якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем належать:

– показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості прагнення до творчості з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості цілеспрямованості з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості наполегливості з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості ініціативності з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості уважності з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем.

Показниками сформованості когнітивних професійно важливих якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем є:

– показник сформованості атенційних якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості мнемічних якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості перцептивних якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості сенсорних якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості імажинітивних якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості інтелектуальних якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем.

До показників сформованості емоційно-вольових професійно важливих якостей з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-

економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем належать:

– показник сформованості емоційно-вольової стійкості з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості самостійності з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості дисциплінованості з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості рішучості з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості впевненості у собі з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості відповідальності з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості старанності з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості самокритичності з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості самоконтролю з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем;

– показник сформованості самоаналізу з проектування (експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування) систем управління об'єктами енергосистем.

До критерію сформованості професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю входять:

– показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з управління професійною діяльністю;

– показники сформованості когнітивних якостей з управління професійною діяльністю;

– показники сформованості емоційно-вольових якостей з управління професійною діяльністю;

– показники сформованості комунікативно-організаторських якостей з управління професійною діяльністю.

Показники сформованості мотиваційно-цільових професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю включають:

– показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з управління професійною діяльністю;

– показник сформованості прагнення до творчості з управління професійною діяльністю;

– показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з управління професійною діяльністю;

– показник сформованості цілеспрямованості з управління професійною діяльністю;

– показник сформованості наполегливості з управління професійною діяльністю;

– показник сформованості ініціативності з управління професійною діяльністю;

– показник сформованості уважності з управління професійною діяльністю.

До показників сформованості когнітивних професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю належать:

- показник сформованості атенційних якостей з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості мнемічних якостей з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості перцептивних якостей з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості сенсорних якостей з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості сенсомоторних якостей з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості імажинітивних якостей з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості інтелектуальних якостей з управління професійною діяльністю.

Показники сформованості емоційно-вольових професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю включають:

- показник сформованості емоційно-вольової стійкості з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості самостійності з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості дисциплінованості з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості рішучості з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості впевненості у собі з управління професійною діяльністю;

- показник сформованості відповідальності з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості старанності з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості самокритичності з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості самоконтролю з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості самоаналізу з управління професійною діяльністю.

До показників сформованості комунікативно-організаторських професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю входять:

- показник сформованості комунікативних якостей з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості організаторських якостей з управління професійною діяльністю;
- показник сформованості речових якостей з управління професійною діяльністю.

Критерій сформованості професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності складається з:

- показників сформованості мотиваційно-цільових якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показників сформованості когнітивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показників сформованості емоційно-вольових якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності.

До показників сформованості мотиваційно-цільових професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності належать:

- показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості прагнення до творчості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості цілеспрямованості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості наполегливості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості ініціативності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості уважності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності.

Показники сформованості когнітивних професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності складаються з:

- показника сформованості атенційних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показника сформованості мнемічних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показника сформованості перцептивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показника сформованості сенсорних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показника сформованості імажинітивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показника сформованості інтелектуальних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності.

До показників сформованості емоційно-вольових професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності входять:

- показник сформованості емоційно-вольової стійкості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості самостійності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості дисциплінованості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості рішучості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості впевненості у собі з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості відповідальності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості старанності з проектування систем управління об'єктами енергосистем;
- показник сформованості самокритичності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості самоконтролю з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності;
- показник сформованості самоаналізу з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності.

Отримані критерії та показники педагогічного експерименту щодо перевірки ефективності розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем представлені у табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Критерії та показники педагогічного експерименту

№	Критерії та показники експериментального дослідження
1	2
1	<i>Критерій сформованості проектної компетентності</i>
1.1	<i>Критерій сформованості професійних знань та умінь з проектування систем управління об'єктами енергосистем</i>
1.1.1	Показник сформованості професійних знань з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.1.2	Показник сформованості професійних умінь з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2	<i>Критерій сформованості професійно важливих якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем</i>
1.2.1	<i>Показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем</i>
1.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.1.7	Показник сформованості уважності з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.2	<i>Показники сформованості когнітивних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем</i>
1.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.2.5	Показник сформованості імажинітивних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем

1	2
1.2.2.6	Показник сформованості інтелектуальних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.3	<i>Показники сформованості емоційно-вольових якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем</i>
1.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.3.2	Показник сформованості самостійності з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.3.4	Показник сформованості рішучості з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.3.7	Показник сформованості старанності з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з проектування систем управління об'єктами енергосистем
1.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з проектування систем управління об'єктами енергосистем
2	<i>Критерій сформованості експлуатаційної компетентності</i>
2.1	<i>Критерій сформованості професійних знань та умінь з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем</i>
2.1.1	Показник сформованості професійних знань з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.1.2	Показник сформованості професійних умінь з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2	<i>Критерій сформованості професійно важливих якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем</i>
2.2.1	<i>Показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем</i>
2.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем

1	2
2.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.1.7	Показник сформованості уважності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.2	<i>Показники сформованості когнітивних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем</i>
2.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.2.5	Показник сформованості сенсомоторних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.2.6	Показник сформованості імажинітивних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.2.7	Показник сформованості інтелектуальних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.3	<i>Показники сформованості емоційно-вольових якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем</i>
2.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.3.2	Показник сформованості самостійності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.3.4	Показник сформованості рішучості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем

1	2
2.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.3.7	Показник сформованості старанності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
2.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем
3	<i>Критерій сформованості науково-дослідної компетентності</i>
3.1	<i>Критерій сформованості професійних знань та умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем</i>
3.1.1	Показник сформованості професійних знань з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.1.2	Показник сформованості професійних умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2	<i>Критерій сформованості професійно важливих якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем</i>
3.2.1	<i>Показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем</i>
3.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.1.7	Показник сформованості уважності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем

1	2
3.2.2	<i>Показники сформованості когнітивних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем</i>
3.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.2.4	Показник сформованості імажинітивних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.2.5	Показник сформованості інтелектуальних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.3	<i>Показники сформованості емоційно-вольових якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем</i>
3.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.3.2	Показник сформованості самостійності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.3.4	Показник сформованості рішучості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.3.7	Показник сформованості старанності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
3.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем
4	<i>Критерій сформованості економічної компетентності</i>
4.1	<i>Критерій сформованості професійних знань та умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем</i>

1	2
4.1.1	Показник сформованості професійних знань з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.1.2	Показник сформованості професійних умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2	<i>Критерій сформованості професійно важливих якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем</i>
4.2.1	<i>Показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем</i>
4.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.1.7	Показник сформованості уважності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.2	<i>Показники сформованості когнітивних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем</i>
4.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем

1	2
4.2.2.5	Показник сформованості імажинітивних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.2.6	Показник сформованості інтелектуальних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.3	<i>Показники сформованості емоційно-вольових якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем</i>
4.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.3.2	Показник сформованості самостійності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.3.4	Показник сформованості рішучості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.3.7	Показник сформованості старанності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
4.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем
5	<i>Критерій сформованості соціально-управлінської компетентності</i>
5.1	<i>Критерій сформованості професійних знань та умінь з управління професійною діяльністю</i>
5.1.1	Показник сформованості професійних знань з управління професійною діяльністю
5.1.2	Показник сформованості професійних умінь з управління професійною діяльністю

Продовж. табл. 5.2

1	2
5.2	<i>Критерій сформованості професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю</i>
5.2.1	<i>Показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з управління професійною діяльністю</i>
5.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з управління професійною діяльністю
5.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з управління професійною діяльністю
5.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з управління професійною діяльністю
5.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з управління професійною діяльністю
5.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з управління професійною діяльністю
5.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з управління професійною діяльністю
5.2.1.7	Показник сформованості уважності з управління професійною діяльністю
5.2.2	<i>Показники сформованості когнітивних якостей з управління професійною діяльністю</i>
5.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з управління професійною діяльністю
5.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з управління професійною діяльністю
5.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з управління професійною діяльністю
5.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з управління професійною діяльністю
5.2.2.5	Показник сформованості сенсомоторних якостей з управління професійною діяльністю
5.2.2.6	Показник сформованості імажинітивних якостей з управління професійною діяльністю
5.2.2.7	Показник сформованості інтелектуальних якостей з управління професійною діяльністю
5.2.3	<i>Показники сформованості емоційно-вольових якостей з управління професійною діяльністю</i>

1	2
5.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з управління професійною діяльністю
5.2.3.2	Показник сформованості самостійності з управління професійною діяльністю
5.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з управління професійною діяльністю
5.2.3.4	Показник сформованості рішучості з управління професійною діяльністю
5.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з управління професійною діяльністю
5.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з управління професійною діяльністю
5.2.3.7	Показник сформованості старанності з управління професійною діяльністю
5.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з управління професійною діяльністю
5.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з управління професійною діяльністю
5.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з управління професійною діяльністю
5.2.4	<i>Показники сформованості комунікативно-організаторських якостей з управління професійною діяльністю</i>
5.2.4.1	Показник сформованості комунікативних якостей з управління професійною діяльністю
5.2.4.2	Показник сформованості організаторських якостей з управління професійною діяльністю
5.2.4.3	Показник сформованості речових якостей з управління професійною діяльністю
6	<i>Критерій сформованості правової компетентності</i>
6.1	<i>Критерій сформованості професійних знань та умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності</i>
6.1.1	Показник сформованості професійних знань з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.1.2	Показник сформованості професійних умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2	<i>Критерій сформованості професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності</i>
6.2.1	<i>Показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності</i>

1	2
6.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.1.7	Показник сформованості уважності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.2	<i>Показники сформованості когнітивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності</i>
6.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.2.5	Показник сформованості імажинітивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.2.6	Показник сформованості інтелектуальних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.3	<i>Показники сформованості емоційно-вольових якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності</i>
6.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.3.2	Показник сформованості самостійності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.3.4	Показник сформованості рішучості з виконання правових норм у процесі професійної діяльності

1	2
6.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.3.7	Показник сформованості старанності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності
6.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності

У педагогічному експерименті для одержання кількісних характеристик скористуємося інтервальною шкалою за рівнями [136, 206, 256]: високий рівень, середній рівень, низький рівень. Для експериментальної перевірки визначених критеріїв та показників було обрано стандартизовані методики, які представлені у табл. 5.3.

Таблиця 5.3.

Методики проведення педагогічного експерименту

№	Показники педагогічного експерименту	Методики педагогічного експерименту
1	2	3
1.1.1	Показник сформованості професійних знань з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Тести (додаток Е)
1.1.2	Показник сформованості професійних умінь з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Професійно-орієнтовані задачі (додаток Е)
1.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Методика дослідження професійної готовності [160, с.449]

1	2	3
1.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Тест Торренса [389, с. 152]
1.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Опитувальник «МАС» [160, с. 415]
1.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток М)
1.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Н)
1.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток П)
1.2.1.7	Показник сформованості уважності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Опитувальник «ВКЛ» [420, с. 69]
1.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Методика дослідження зосередженості уваги [302, с.130]
1.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Методики дослідження мимовільного запам'ятовування, оперативної пам'яті, відтворення та впізнання [302, с.92]
1.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Класичний метод виміру об'єму сприйняття [302, с. 66]
1.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Методика визначення точності окоміру [302, с. 49]

1	2	3
1.2.2.5	Показник сформованості імажинітивних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Методика дослідження просторових уявлень [302, с. 83]; методика-тест на здатність до прогнозування [323, с. 287]
1.2.2.6	Показник сформованості інтелектуальних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Методики визначення активності вербального й наочно-образного, наочно-дієвого та понятійного мислення [302, с. 139], тест Торренса [389, с. 152]
1.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
1.2.3.2	Показник сформованості самостійності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
1.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Опитувальник «Багатомірно-функціональна діагностика дисциплінованості» [316, с.75]
1.2.3.4	Показник сформованості рішучості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
1.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
1.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
1.2.3.7	Показник сформованості старанності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)

1	2	3
1.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
1.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
1.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
2.1.1	Показник сформованості професійних знань з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Тести (додаток Ж)
2.1.2	Показник сформованості професійних умінь з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Професійно-орієнтовані задачі (додаток Ж)
2.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Методика дослідження професійної готовності [160, с. 449]
2.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Тест Торренса [389, с. 152]
2.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Опитувальник «МАС» [160, с. 415]
2.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток М)
2.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Н)

1	2	3
2.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток П)
2.2.1.7	Показник сформованості уважності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Опитувальник «ВКЛ» [420, С. 69]
2.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Методика дослідження зосередженості уваги [302, с.130]
2.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Методики дослідження мимовільного запам'ятовування, оперативної пам'яті, відтворення та впізнавання [302, с.92]
2.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Метод вимірювання об'єму сприйняття [302, с. 66]
2.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Методики визначення світової та слухової чутливості, методика визначення точності окоміру [302, с. 43, 46, 49]
2.2.2.5	Показник сформованості сенсомоторних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Методики вимірювання робочих рухів рук [302, с. 267], методика вимірювання часу простої сенсомоторної реакції на світлові та звукові сигнали [302, с. 250]
2.2.2.6	Показник сформованості імажинітивних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Методика дослідження просторових уявлень [302, с. 83]; методика-тест на здатність до прогнозування [323, с. 287]

1	2	3
2.2.2.7	Показник сформованості інтелектуальних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Методики визначення активності вербального й наочно-образного, наочно-дієвого та понятійного мислення [302, с. 139], тест Торренса [389, с. 152]
2.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
2.2.3.2	Показник сформованості самостійності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
2.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Опитувальник «Багатомірно-функціональна діагностика дисциплінованості» [316, с.75]
2.2.3.4	Показник сформованості рішучості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
2.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
2.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
2.2.3.7	Показник сформованості старанності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
2.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)

1	2	3
2.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
2.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
3.1.1	Показник сформованості професійних знань з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Контрольні питання (додаток З)
3.1.2	Показник сформованості професійних умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Професійно-орієнтовані задачі (додаток З)
3.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Методика дослідження професійної готовності [160, с.449]
3.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Тест Торренса [389, с. 152]
3.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Опитувальник «МАС» [160, с. 415]
3.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток М)
3.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Н)
3.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток П)

1	2	3
3.2.1.7	Показник сформованості уважності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Опитувальник «ВКЛ» [420, С. 69]
3.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Методики дослідження зосередженості та переключення уваги [302, с.130]
3.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Методики дослідження відтворення, впізнавання оперативної пам'яті та мимовільного запам'ятовування [302, с. 92]
3.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Класичний метод виміру об'єму сприйняття [302, с. 66]
3.3.2.4	Показник сформованості імажинітивних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Методика дослідження просторових уявлень [302, с. 83]; методика-тест на здатність до прогнозування [323, с. 287]
3.2.2.5	Показник сформованості інтелектуальних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Методики визначення активності вербального й наочно-образного, наочно-дієвого та понятійного мислення [302, с. 139], тест Торренса [389, с. 152]
3.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
3.2.3.2	Показник сформованості самостійності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)

1	2	3
3.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Опитувальник «Багатомірно-функціональна діагностика дисциплінованості» [316, с.75]
3.2.3.4	Показник сформованості рішучості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
3.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з науково-дослідних робіт систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
3.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
3.2.3.7	Показник сформованості старанності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
3.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
3.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
3.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
4.1.1	Показник сформованості професійних знань з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Тести (додаток И)

1	2	3
4.1.2	Показник сформованості професійних умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Професійно-орієнтовані задачі (додаток И)
4.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Методика дослідження професійної готовності [160, с.449]
4.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Тест Торренса [389, с. 152]
4.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Опитувальник «МАС» [160, с. 415]
4.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток М)
4.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Н)
4.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток П)
4.2.1.7	Показник сформованості уважності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Опитувальник «ВКЛ» [420, С. 69]

1	2	3
4.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Методика дослідження зосередженості уваги [302, с.130]
4.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Методики дослідження мимовільного запам'ятовування, оперативної пам'яті, відтворення та впізнання [302, с. 92]
4.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Класичний метод виміру об'єму сприйняття [302, с. 66]
4.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Методика визначення точності окоміру [302, с. 49]
4.2.2.5	Показник сформованості імажинітивних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Методика дослідження просторових уявлень [302, с. 83]; методика-тест на здатність до прогнозування [323, с. 287]
4.2.2.6	Показник сформованості інтелектуальних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Методики визначення активності вербального й наочно-образного, наочно-дієвого та понятійного мислення [302, с. 139], тест Торренса [389, с. 152]
4.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)

1	2	3
4.2.3.2	Показник сформованості самостійності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
4.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Опитувальник «Багатомірно-функціональна діагностика дисциплінованості» [316, с.75]
4.2.3.4	Показник сформованості рішучості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
4.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
4.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
4.2.3.7	Показник сформованості старанності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
4.3.3.8	Показник сформованості самокритичності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
4.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)

1	2	3
4.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Анкета (додаток Р)
5.1.1	Показник сформованості професійних знань з управління професійною діяльністю	Тести (додаток К)
5.1.2	Показник сформованості професійних умінь з управління професійною діяльністю	Професійно-орієнтовані задачі (додаток К)
5.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з управління професійною діяльністю	Методика дослідження професійної готовності [160, с.449]
5.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з управління професійною діяльністю	Тест Торренса [389, с. 152]
5.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з управління професійною діяльністю	Опитувальник «МАС» [160, с. 415], парний асоціативний тест [302, с. 179]
5.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з управління професійною діяльністю	Анкета (додаток М)
5.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з управління професійною діяльністю	Анкета (додаток Н)
5.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з управління професійною діяльністю	Анкета (додаток П)
5.2.1.7	Показник сформованості уважності з управління професійною діяльністю	Опитувальник «ВКЛ» [420, С. 69]
5.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з управління професійною діяльністю	Методики дослідження вибіркості, стійкості, переключення та концентрації уваги [302, с.128]

1	2	3
5.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з управління професійною діяльністю	Методики дослідження відтворення, впізнавання оперативної пам'яті та мимовільного запам'ятовування [302, с. 92]
5.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з управління професійною діяльністю	Класичний метод виміру об'єму сприйняття [302, с. 66]
5.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з управління професійною діяльністю	Методики визначення світової та слухової чутливості, методика визначення точності окоміру [302, с. 43, 46, 49]
5.2.2.5	Показник сформованості сенсомоторних якостей з управління професійною діяльністю	Методика вимірювання часу простої сенсомоторної реакції на світлові та звукові сигнали [302, с. 250]
5.2.2.6	Показник сформованості імажинітивних якостей з управління професійною діяльністю	Методика дослідження просторових уявлень [302, с. 83]; методика-тест на здатність до прогнозування [323, с. 287]
5.2.2.7	Показник сформованості інтелектуальних якостей з управління професійною діяльністю	Методики визначення активності вербального й наочно-образного, наочно-дієвого та понятійного мислення [302, с. 139], тест Торренса [389, с. 152]
5.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з управління професійною діяльністю	Анкета (додаток Р)
5.2.3.2	Показник сформованості самостійності з управління професійною діяльністю	Анкета (додаток Р)

1	2	3
5.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з управління професійною діяльністю	Опитувальник «Багатомірно-функціональна діагностика дисциплінованості» [316, с.75]
5.2.3.4	Показник сформованості рішучості з управління професійною діяльністю	Анкета (додаток Р)
5.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з управління професійною діяльністю	Анкета (додаток Р)
5.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з управління професійною діяльністю	Анкета (додаток Р)
5.2.3.7	Показник сформованості старанності з управління професійною діяльністю	Анкета (додаток Р)
5.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з управління професійною діяльністю	Анкета (додаток Р)
5.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з управління професійною діяльністю	Анкета (додаток Р)
5.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з управління професійною діяльністю	Анкета (додаток Р)
5.2.4.1	Показник сформованості комунікативних якостей з управління професійною діяльністю	Методика оцінки комунікативних та організаторських якостей [302, с. 401]
5.2.4.2	Показник сформованості організаторських якостей з управління професійною діяльністю	
5.2.4.3	Показник сформованості речових якостей з управління професійною діяльністю	Оцінка властивостей мовця за допомогою методу семантичного диференціала [302, с.193]

1	2	3
6.1.1	Показник сформованості професійних знань з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Тести (додаток Л)
6.1.2	Показник сформованості професійних умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Професійно-орієнтовані задачі (додаток Л)
6.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Методика дослідження професійної готовності [160, с.449]
6.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Тест Торренса [389, с. 152]
6.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Опитувальник «МАС» [160, с. 415]
6.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Анкета (додаток М)
6.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Анкета (додаток Н)
6.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Анкета (додаток П)
6.2.1.7	Показник сформованості уважності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Опитувальник «ВКЛ» [420, С. 69]

1	2	3
6.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Методика дослідження зосередженості уваги [302, с.130]
6.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Методики дослідження мимовільного запам'ятовування, оперативної пам'яті, відтворення та впізнавання [302, с.92]
6.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Класичний метод виміру об'єму сприйняття [302, с. 66]
6.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Методика визначення точності окоміру [302, с. 49]
6.2.2.5	Показник сформованості імажинітивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Методика дослідження просторових уявлень [302, с. 83]; методика-тест на здатність до прогнозування [323, с. 287]
6.2.2.6	Показник сформованості інтелектуальних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Методики визначення активності вербального й наочно-образного, наочно-дієвого та понятійного мислення [302, с. 139], тест Торренса [389, с. 152]
6.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Анкета (додаток Р)
6.2.3.2	Показник сформованості самостійності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Анкета (додаток Р)
6.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Опитувальник «Багатомірно-функціональна діагностика дисциплінованості» [316, с.75]

1	2	3
6.2.3.4	Показник сформованості рішучості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Анкета (додаток Р)
6.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Анкета (додаток Р)
6.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Анкета (додаток Р)
6.2.3.7	Показник сформованості старанності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Анкета (додаток Р)
6.3.3.8	Показник сформованості самокритичності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Анкета (додаток Р)
6.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Анкета (додаток Р)
6.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Анкета (додаток Р)

Таким чином, в табл. 5.3 наведено засоби діагностики сформованості професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

5.3. Експериментальна перевірка ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Визначення ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем проводилося на констатувальному етапі педагогічного експерименту. Незалежними змінними є цілі, зміст, методи, засоби та форми традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Залежними змінними є визначені критерії та показники, які представлені у табл. 5.2. Для проведення педагогічного експерименту було використано методики, що наведені у табл. 5.3.

Констатувальний експеримент проводився з залученням 208 студентів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та 46 студентів Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка.

Педагогічний експеримент проводився в процесі вивчення дисциплін:

- «Релейний захист і автоматика»
- «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем»,
- «Проектування електроенергетичних та електромеханічних систем та пристроїв»,
- «Надійність та діагностика»,
- «Автоматика енергосистем»,
- «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці»,
- «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики»,
- «Основи наукових досліджень».

Ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації визначалась за критеріями та показниками, що представлені у табл. 5.2. На констатувальному етапі експерименту середні значення показників критеріїв сформованості професійних компетентностей були приблизно однакові в експериментальних та контрольних групах, з урахуванням цього їх було узагальнено. У табл. 5.4 представлено узагальнені результати ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з проектування систем управління об'єктами.

Таблиця 5.4

Показники ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з проектування систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості	Середні значення
1.1.1	Показник сформованості професійних знань з проектування систем управління об'єктом енергосистеми	1,83
1.1.2	Показник сформованості професійних умінь з проектування систем управління об'єктом енергосистеми	1,72

Середні дані показників, які наведені у табл. 5.4 знаходяться в діапазоні 1,72 – 1,83, що свідчить про низьку ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з проектування систем управління об'єктами енергосистем .

У табл. 5.5 наведено узагальнені результати ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем.

Середні дані показників табл. 5.5 знаходяться в діапазоні 1,72 – 2,08, що свідчить про низьку ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем.

У табл. 5.6 наведено узагальнені результати ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з експлуатації систем управління об'єктами.

Таблиця 5.5

Показники ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості	Середні значення
1	2	3
1.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,81
1.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,78
1.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з проектування систем управління об'єктами енергосистем	2,08
1.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,87
1.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,82
1.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,77
1.2.1.7	Показник сформованості уважності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,87
1.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,8
1.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,84
1.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,72
1.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,77

1.2.2.5	Показник сформованості імажинітивних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,72
1.2.2.6	Показник сформованості інтелектуальних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,95
1.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,8
1.2.3.2	Показник сформованості самостійності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	2,05
1.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,75
1.2.3.4	Показник сформованості рішучості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,83
1.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,8
1.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,75
1.2.3.7	Показник сформованості старанності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,87
1.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	2,06
1.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з проектування систем управління об'єктами енергосистем	2,06
1.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з проектування систем управління об'єктами енергосистем	2,08

На підставі даних, що наведені у табл. 5.6, бачимо, що середні значення показників знаходяться в інтервалі 1,74 – 1,8. Отримані результати надають можливість стверджувати про недостатньо високу ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів

з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з експлуатації систем управління об'єктами.

Таблиця 5.6

Показники ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з експлуатації систем управління об'єктами

№	Показники критерію сформованості	Середні значення
2.1.1	Показник сформованості професійних знань з експлуатації систем управління об'єктом енергосистеми	1,8
2.1.2	Показник сформованості професійних умінь з експлуатації систем управління об'єктом енергосистеми	1,74

У табл. 5.7 наведено узагальнені результати ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем.

На підставі даних табл. 5.7 бачимо, що середні значення показників знаходяться в інтервалі 1,69 – 2,05. Отримані результати надають можливість стверджувати про недостатньо високу ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем.

Таблиця 5.7

Показники ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості	Середні значення
1	2	3
2.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,75
2.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,74
2.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,85
2.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,8
2.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,79
2.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,77
2.2.1.7	Показник сформованості уважності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,79
2.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,73
2.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,85
2.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,69
2.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,75

Продовж. табл. 5.7

1	2	3
2.2.2.5	Показник сформованості сенсомоторних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	2
2.2.2.6	Показник сформованості імажинітивних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,77
2.2.2.7	Показник сформованості інтелектуальних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,72
2.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	2,03
2.2.3.2	Показник сформованості самостійності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,92
2.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	2,02
2.2.3.4	Показник сформованості рішучості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,74
2.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,78
2.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,97
2.2.3.7	Показник сформованості старанності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	2,05
2.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,85
2.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,89
2.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,87

У табл. 5.8 наведено узагальнені результати ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем.

Із табл. 5.8 бачимо, що середні значення показників критерію сформованості професійних знань та умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем знаходяться нижче середнього рівня (діапазон 1,82 – 1,86), що вказує на низьку ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за цим критерієм.

Таблиця 5.8

Показники ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості	Середні значення
3.1.1	Показник сформованості професійних знань з науково-дослідних робіт щодо системи управління об'єктом енергосистеми	1,86
3.1.2	Показник сформованості професійних умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктом енергосистеми	1,82

Розглянемо узагальнені результати дослідження сформованості професійно важливих якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем при використанні традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

Показники ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості	Середні значення
1	2	3
3.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,96
3.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,92
3.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	2
3.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,78
3.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,76
3.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,74
3.2.1.7	Показник сформованості уважності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,78
3.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,72
3.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,81
3.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,71

1	2	3
3.2.2.4	Показник сформованості імажинітивних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,7
3.2.2.5	Показник сформованості інтелектуальних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,9
3.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,77
3.2.3.2	Показник сформованості самостійності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,69
3.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,73
3.2.3.4	Показник сформованості рішучості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,68
3.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,67
3.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,72
3.2.3.7	Показник сформованості старанності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,76
3.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	2,02
3.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,81
3.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,77

Із табл. 5.9 бачимо, що середні значення показників критерію сформованості професійно важливих якостей з науково-дослідних робіт

щодо систем управління об'єктами енергосистем знаходяться нижче середнього рівня (діапазон 1,67 – 2,02), що вказує на низьку ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за цим критерієм.

У табл. 5.10 представлено узагальнені результати ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем.

Таблиця 5.10

Показники ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості	Середні значення
4.1.1	Показник сформованості професійних знань з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистеми	1,82
4.1.2	Показник сформованості професійних умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистеми	1,76

Середні дані показників, які наведені у табл. 5.10, знаходяться в діапазоні 1,76 – 1,82, що свідчить про низьку ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем .

У табл. 5.11 наведено узагальнені результати ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з

автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем.

Таблиця 5.11

Показники ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості	Середні значення
1	2	3
4.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,84
4.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,77
4.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	2,02
4.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,84
4.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,81
4.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,78
4.2.1.7	Показник сформованості уважності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,83
4.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,82

1	2	3
4.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,87
4.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,72
4.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,73
4.2.2.5	Показник сформованості імажинітивних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,71
4.2.2.6	Показник сформованості інтелектуальних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,95
4.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,83
4.2.3.2	Показник сформованості самостійності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	2,04
4.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,7
4.2.3.4	Показник сформованості рішучості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,81
4.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,84
4.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,7
4.2.3.7	Показник сформованості старанності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,87
4.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	2,03

Продовж. табл. 5.11

1	2	3
4.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	2,02
4.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	2,08

Середні дані показників табл. 5.11 знаходяться в діапазоні 1,7 – 2,08, що свідчить про низьку ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем.

Розглянемо узагальнені результати дослідження традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з управління професійною діяльністю (табл. 5.12) та за критерієм сформованості професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю (табл. 5.13).

Таблиця 5.12.

Показники ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з управління професійною діяльністю

№	Показники критерію сформованості	Середні значення
5.1.1	Показник сформованості професійних знань з управління професійною діяльністю	1,82
5.1.2	Показник сформованості професійних умінь з управління професійною діяльністю	1,85

Таблиця 5.13

Показники ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю

№	Показники критерію сформованості	Середні значення
1	2	3
5.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з управління професійною діяльністю	1,91
5.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з управління професійною діяльністю	1,86
5.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з управління професійною діяльністю	1,93
5.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з управління професійною діяльністю	1,88
5.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з управління професійною діяльністю	1,85
5.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з управління професійною діяльністю	1,83
5.2.1.7	Показник сформованості уважності з управління професійною діяльністю	1,7
5.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з управління професійною діяльністю	1,77
5.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з управління професійною діяльністю	1,84
5.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з управління професійною діяльністю	1,71
5.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з управління професійною діяльністю	1,78
5.2.2.5	Показник сформованості сенсомоторних якостей з управління професійною діяльністю	2,02
5.2.2.6	Показник сформованості імажинітивних якостей з управління професійною діяльністю	1,72
5.2.2.7	Показник сформованості інтелектуальних якостей з управління професійною діяльністю	1,76
5.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з управління професійною діяльністю	1,84

Продовж. табл. 5.13

1	2	3
5.2.3.2	Показник сформованості самостійності з управління професійною діяльністю	1,82
5.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з управління професійною діяльністю	1,71
5.2.3.4	Показник сформованості рішучості з управління професійною діяльністю	2,0
5.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з управління професійною діяльністю	1,91
5.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з управління професійною діяльністю	1,86
5.2.3.7	Показник сформованості старанності з управління професійною діяльністю	1,72
5.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з управління професійною діяльністю	2,04
5.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з управління професійною діяльністю	2,05
5.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з управління професійною діяльністю	2,02
5.2.4.1	Показник сформованості комунікативних якостей з управління професійною діяльністю	1,97
5.2.4.2	Показник сформованості організаторських якостей з управління професійною діяльністю	1,86
5.2.4.3	Показник сформованості речових якостей з управління професійною діяльністю	1,81

На підставі даних наведених у табл. 5.12 бачимо, що середні значення показників критерію сформованості професійних знань та умінь з управління професійною діяльністю знаходяться нижче середнього рівня в діапазоні 1,82–1,85, що вказує на недостатню ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

На підставі даних табл.5.13 бачимо, що середні значення показників критерію сформованості професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю знаходяться нижче середнього рівня в діапазоні 1,7–2,05, що вказує на недостатню ефективність традиційної методичної

системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

У табл. 5.14 представлено узагальнені результати ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності.

Таблиця 5.14

Показники ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності

№	Показники критерію сформованості	Середні значення
6.1.1	Показник сформованості професійних знань з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,83
6.1.2	Показник сформованості професійних умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,72

Середні дані показників, які наведені у табл. 5.14 знаходяться в діапазоні 1,72 – 1,83, що свідчить про низьку ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійних знань та умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності.

У табл. 5.15 наведено узагальнені результати ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності.

Таблиця 5.15

Показники ефективності традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності

№	Показники критерію сформованості	Середні значення
1	2	3
6.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,81
6.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,78
6.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	2,08
6.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,87
6.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,82
6.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,77
6.2.1.7	Показник сформованості уважності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,87
6.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,8
6.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,84
6.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,72
6.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,77

Продовж. табл. 5.15

1	2	3
6.2.2.5	Показник сформованості імажинітивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,72
6.2.2.6	Показник сформованості інтелектуальних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,95
6.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,8
6.2.3.2	Показник сформованості самостійності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	2,05
6.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,75
6.2.3.4	Показник сформованості рішучості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,83
6.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,8
6.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,75
6.2.3.7	Показник сформованості старанності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,87
6.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	2,06
6.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	2,06
6.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	2,08

Середні дані показників табл. 5.15 знаходяться в діапазоні 1,72 – 2,08, що свідчить про низьку ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за критерієм сформованості професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності.

Отримані результати констатувального етапу педагогічного дослідження свідчать про те, що професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем за традиційною методичною здійснюється на недостатньому рівні, що не дозволяє якісно та ефективно підготувати студентів до майбутньої професійної діяльності.

5.4. Експериментальна перевірка ефективності розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу

Основним завданням проведення формувального етапу експерименту є впровадження розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

Формувальний експеримент проводився в реальних умовах навчального процесу підготовки студентів за спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» на базі Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка. У формувальному експерименті брали участь 254 студента, із них 214 студентів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та 40 студентів Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка. До контрольних груп було залучено 128 студентів, а до експериментальних груп - 126 студентів.

Для контрольних груп незалежними змінними є цілі, зміст, методи, засоби, форми традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Для експериментальних груп незалежними змінними визначено цілі, зміст, методи, засоби, форми розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

Залежними змінними є критерії та показники, що представлені у таблиці 5.2. У ході формувального етапу педагогічного експерименту було використано стандартизовані методики (табл. 5.3).

Педагогічний експеримент проводився протягом вивчення дисциплін:

- «Релейний захист та автоматика»,
- «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем»,
- «Проектування електроенергетичних та електромеханічних систем та пристроїв»,
- «Автоматика енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці»,
- «Надійність та діагностика»,
- «Основи наукових досліджень»,
- «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики» та в процесі виконання курсових і дипломних проектів.

Визначення статистичної значущості різниці показників педагогічного експерименту на порівняльному етапі базувалося на використанні дисперсійного аналізу за допомогою функції однофакторного дисперсійного аналізу даних програми Microsoft Excel, який ґрунтується на розрахунку критерію F -розподілу Фішера.

Проведемо аналіз отриманих результатів формувального етапу педагогічного експерименту та визначимо ефективність розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу. У табл. 5.16 та 5.17 представлено результати формувального етапу експерименту, який проводився у контрольних та експериментальних групах за показниками критеріїв сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем.

Таблиця 5.16

**Результати формувального етапу експерименту за показниками
критерію сформованості професійних знань та умінь з проектування
систем управління об'єктами енергосистем**

№	Показники критерію сформованості професійних знань та умінь з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Середні значення		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
1.1.1	Показник сформованості професійних знань з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,82	2,2	20,9
1.1.2	Показник сформованості професійних умінь з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,73	2,1	21,4

Таблиця 5.17

**Результати формувального етапу експерименту за показниками
критерію сформованості професійно важливих якостей з проектування
систем управління об'єктами енергосистем**

№	Показники критерію сформованості професійно важливих якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	Середні значення		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
1	2	3	4	5
1.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,8	2,18	21,1
1.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,79	2,15	20,1
1.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з проектування систем управління об'єктами енергосистем	2,06	2,4	16,5
1.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,86	2,25	21,0

Продовж. табл. 5.17

1	2	3	4	5
1.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,8	2,15	19,4
1.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,79	2,11	17,9
1.2.1.7	Показник сформованості уважності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,86	2,14	15,1
1.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,81	2,1	16,0
1.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,83	2,15	17,5
1.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,71	2,01	17,54
1.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,75	2,05	17,1
1.2.2.5	Показник сформованості імажинітивних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,7	1,98	16,5
1.2.2.6	Показник сформованості інтелектуальних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,96	2,32	18,4
1.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,81	2,18	20,4
1.2.3.2	Показник сформованості самостійності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	2,04	2,41	18,1
1.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,74	2,11	21,3

Продовж. табл. 5.17

1	2	3	4	5
1.2.3.4	Показник сформованості рішучості з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,81	2,17	19,9
1.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,82	2,2	20,9
1.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,77	2,15	21,5
1.2.3.7	Показник сформованості старанності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,89	2,28	20,6
1.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з проектування систем управління об'єктами енергосистем	2,04	2,39	17,2
1.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з проектування систем управління об'єктами енергосистем	2,07	2,41	16,4
1.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з проектування систем управління об'єктами енергосистем	2,1	2,44	16,2

Із табл. 5.16 та 5.17 можна бачити, що показники в контрольних групах на формуальному етапі педагогічного експерименту майже не відрізняються від показників контрольних груп на констатувальному етапі експерименту. Результати дослідження в експериментальних групах показують, що середні дані знаходяться в інтервалі 2,01-2,44, що значно вище результатів студентів контрольних груп. Приріст середніх значень показників критерію сформованості професійних знань та умінь з проектування систем управління об'єктами енергосистем знаходиться в інтервалі 20,9-21,4%, а критерію сформованості професійно важливих якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем в інтервалі 15,1-21,5%.

Результати дисперсійного аналізу середніх значень показників критерію сформованості професійних знань та умінь з проектування систем управління об'єктами енергосистем та критерію сформованості професійно важливих якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем наведено у табл. 5.18 та 5.19 відповідно.

Таблиця 5.18

Результати дисперсійного аналізу за критерієм сформованості професійних знань та умінь з проектування систем управління об'єктами енергосистем

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	0,140625	1	0,140625	31,07735	18,51282
Всередині груп	0,00905	2	0,004525		

Таблиця 5.19

Результати дисперсійного аналізу за критерієм сформованості професійно важливих якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	1,363617391	1	1,363617391	83,32915	4,061706
Всередині груп	0,720026087	44	0,016364229		

Отримані дані свідчать про статистичну значущість різниць середніх значень у студентів контрольних та експериментальних груп (поточні значення критерію Фішера $F= 31,1$ та $F= 83,3$, критичні значення критерію Фішера $F_{кр}= 18,51$ та $F_{кр}= 4,06$ відповідно, $F>F_{кр}$).

Отже, розроблена методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу за критеріями сформованості професійних знань та умінь і

професійно важливих якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем є більш ефективною в порівнянні з традиційною.

Данні табл. 5.20 та 5.21 відображають результати формульованого етапу експерименту за показниками критеріїв сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем.

Таблиця 5.20

Результати формульованого етапу експерименту за показниками критерію сформованості професійних знань та умінь з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості професійних знань та умінь з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Середні значення		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
2.1.1	Показник сформованості професійних знань з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,82	2,21	21,4
2.1.2	Показник сформованості професійних умінь з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,75	2,11	20,6

Таблиця 5.21

Результати формульованого етапу експерименту за показниками критерію сформованості професійно важливих якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості професійно важливих якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Середні значення		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
1	2	3	4	5
2.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,74	2,05	17,8

1	2	3	4	5
2.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,73	2,04	17,9
2.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,83	2,13	16,4
2.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,8	2,12	17,8
2.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,77	2,07	17,0
2.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,76	2,05	16,5
2.2.1.7	Показник сформованості уважності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,76	2,06	17,1
2.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,71	2,01	17,54
2.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,87	2,22	18,7
2.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,68	2,0	19,1
2.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,76	2,1	19,3
2.2.2.5	Показник сформованості сенсомоторних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	2,03	2,4	18,2
2.2.2.6	Показник сформованості імажинітивних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,77	2,05	15,8
2.2.2.7	Показник сформованості інтелектуальних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,71	2,03	18,7

1	2	3	4	5
2.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	2,05	2,41	17,6
2.2.3.2	Показник сформованості самостійності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,94	2,31	19,1
2.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	2,04	2,39	17,2
2.2.3.4	Показник сформованості рішучості з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,75	2,09	19,4
2.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,79	2,17	21,2
2.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,95	2,29	17,4
2.2.3.7	Показник сформованості старанності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	2,05	2,43	18,5
2.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,87	2,27	21,4
2.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,87	2,24	19,8
2.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,88	2,27	20,8

З табл. 5.20 та 5.21 бачимо, що показники в контрольних групах на формувальному етапі педагогічного експерименту майже не відрізняються від показників контрольних груп на констатувальному етапі експерименту. Результати в експериментальних групах показують, що середні дані знаходяться в інтервалі 2,0-2,43, які значно вище результатів студентів контрольних груп. Приріст середніх значень показників критерію

сформованості професійних знань та умінь з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем знаходиться в інтервалі 20,6-21,4% і критерію сформованості професійно важливих якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем знаходиться в інтервалі 15,8-21,4%.

Результати дисперсійного аналізу середніх значень показників критеріїв сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем наведено у табл. 5.22 та 5.23.

Таблиця 5.22

Результати дисперсійного аналізу за критерієм сформованості професійних знань та умінь з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	0,140625	1	0,140625	37,75167785	18,51282
Всередині груп	0,00745	2	0,003725		

Таблиця 5.23

Результати дисперсійного аналізу за критерієм сформованості професійно важливих якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	1,363502083	1	1,363502083	81,20330681	4,051748
Всередині груп	0,772395833	46	0,016791214		

Отримані дані свідчать про статистичну значущість різниць середніх значень у студентів контрольних та експериментальних груп (поточні значення критерію Фішера $F= 37,8$ та $F= 81,2$, критичні значення критерію Фішера $F_{кр}= 18,51$ та $F_{кр}= 4,05$ відповідно, $F > F_{кр}$). Це вказує на те, що розроблена методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з

автоматизації енергосистем на основі каузального підходу за критеріями сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем є більш ефективною ніж традиційна.

Данні табл. 5.24 та 5.25 відображають результати формувального етапу експерименту за показниками критеріїв сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем відповідно.

Таблиця 5.24

Результати формувального етапу дослідження за показниками критерію сформованості професійних знань та умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості професійних знань та умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Середні значення		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
3.1.1	Показник сформованості професійних знань з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,88	2,25	19,7
3.1.2	Показник сформованості професійних умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,81	2,17	19,9

З табл. 5.24 та 5.25 бачимо, що показники в контрольних групах на формувальному етапі педагогічного експерименту майже не відрізняються від показників контрольних груп на констатувальному етапі експерименту. Результати в експериментальних групах показують, що середні дані знаходяться в інтервалі 2,0 -2,38, які значно вище результатів студентів контрольних груп. Приріст середніх значень показників критерію сформованості професійних знань та умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем знаходиться в інтервалі 19,7-

19,9%, а критерію сформованості професійно важливих якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем – в інтервалі 16,7-22,6%.

Таблиця 5.25

Результати формувального етапу дослідження за показниками критерію сформованості професійно важливих якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості професійно важливих якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Середні значення		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
1	2	3	4	5
3.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,97	2,35	19,3
3.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,9	2,28	20,0
3.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	2,02	2,38	17,8
3.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,77	2,09	18,1
3.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,77	2,17	22,6
3.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,75	2,06	17,7

1	2	3	4	5
3.2.1.7	Показник сформованості уважності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,77	2,09	18,1
3.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,71	2,01	17,5
3.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,8	2,1	16,7
3.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,7	2,02	18,8
3.2.2.4	Показник сформованості імажинітивних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,71	2,03	18,7
3.2.2.5	Показник сформованості інтелектуальних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,88	2,21	17,6
3.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,78	2,12	19,1
3.2.3.2	Показник сформованості самостійності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,67	2,01	20,4
3.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,72	2,05	19,2
3.2.3.4	Показник сформованості рішучості з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,67	2,01	20,4

Продовж. табл. 5.25

1	2	3	4	5
3.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,69	2	18,3
3.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,7	2,02	18,8
3.2.3.7	Показник сформованості старанності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,75	2,1	20,0
3.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	2	2,35	17,5
3.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,8	2,15	19,4
3.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,79	2,13	19,0

Результати дисперсійного аналізу середніх значень показників критеріїв сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем наведено у табл. 5.26 та 5.27 відповідно. Отримані дані (табл. 5.26 та 5.27) свідчать про статистичну значущість різниць середніх значень у студентів контрольних та експериментальних груп (поточні значення критерію Фішера $F= 47,16$ та $F= 99,46$, критичні значення критерію Фішера $F_{кр}= 18,51$ та $F_{кр}= 4,07$ відповідно, $F > F_{кр}$). Отже, розроблена методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу за критеріями сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з науково-

дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем є більш ефективною у порівнянні з традиційною.

Таблиця 5.26

Результати дисперсійного аналізу за критерієм сформованості професійних знань та умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	0,133225	1	0,133225	47,15929	18,51282
Всередині груп	0,00565	2	0,002825		

Таблиця 5.27

Результати дисперсійного аналізу за критерієм сформованості професійно важливих якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	1,247911364	1	1,247911364	99,46004158	4,072654
Всередині груп	0,526968182	42	0,012546861		

У табл. 5.28 та 5.29 представлено результати формувального етапу експерименту, який проводився у контрольних та експериментальних групах за показниками критеріїв сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем, з яких можна бачити, що показники в контрольних групах на формувальному етапі педагогічного експерименту майже не відрізняються від показників контрольних груп на констатувальному етапі експерименту. Результати в експериментальних групах показують, що середні дані знаходяться в інтервалі 2,02-2,43, що значно вище результатів студентів контрольних груп. Приріст середніх

значень показників критерію сформованості професійних знань та умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем знаходиться в інтервалі 20,6-21,7%, а критерію сформованості професійно важливих якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем в інтервалі 15,7-21,4%.

Таблиця 5.28

Результати формувального етапу експерименту за показниками критерію сформованості професійних знань та умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості професійних знань та умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Середні значення		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
4.1.1	Показник сформованості професійних знань з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистеми	1,81	2,2	21,7
4.1.2	Показник сформованості професійних умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистеми	1,75	2,11	20,6

Таблиця 5.29

Результати формувального етапу експерименту за показниками критерію сформованості професійно важливих якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем

№	Показники критерію сформованості професійно важливих якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Середні значення		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
1	2	3	4	5
4.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,83	2,17	18,6

1	2	3	4	5
4.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,76	2,1	19,3
4.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	2,01	2,37	17,9
4.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,82	2,21	21,4
4.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,8	2,16	20,0
4.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,79	2,17	21,2
4.2.1.7	Показник сформованості уважності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,85	2,18	17,83
4.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,81	2,15	18,8
4.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,86	2,21	18,8
4.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,74	2,08	19,5
4.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,75	2,07	18,3

1	2	3	4	5
4.2.2.5	Показник сформованості імажинітивних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,7	2,03	19,4
4.2.2.6	Показник сформованості інтелектуальних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,94	2,3	18,6
4.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,81	2,13	17,7
4.2.3.2	Показник сформованості самостійності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	2,06	2,42	17,5
4.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,71	2,02	18,1
4.2.3.4	Показник сформованості рішучості з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,8	2,12	17,8
4.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,83	2,18	19,1
4.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,71	2,03	18,7
4.2.3.7	Показник сформованості старанності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,89	2,26	19,6
4.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	2,05	2,38	16,1

Продовж. табл. 5.29

1	2	3	4	5
4.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	2,04	2,39	17,2
4.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	2,1	2,43	15,7

Результати дисперсійного аналізу середніх значень показників критеріїв сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем наведено у табл. 5.30 та 5.31 відповідно.

Таблиця 5.30

Результати дисперсійного аналізу за критерієм сформованості професійних знань та умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	0,140625	1	0,140625	48,07692308	18,51282
Всередині груп	0,00585	2	0,002925		

Таблиця 5.31

Результати дисперсійного аналізу за критерієм сформованості професійно важливих якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	1,35673913	1	1,35673913	87,16037784	4,061706
Всередині груп	0,684904348	44	0,015566008		

Отримані дані (табл. 5.30, 5.31) свідчать про статистичну значущість різниць середніх значень у студентів контрольних та експериментальних груп (поточні значення критерію Фішера $F= 48,08$ та $F= 87,16$, критичні значення критерію Фішера $F_{кр}= 18,51$ та $F_{кр}= 4,06$ відповідно, $F>F_{кр}$). Це вказує на те, що розроблена методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу за критеріями сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем є більш ефективною в порівнянні з традиційною.

Данні табл. 5.32 та 5.33 відображають результати формульовального етапу експерименту за показниками критеріїв сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю.

Таблиця 5.32

Результати формульовального етапу експерименту за показниками критерію сформованості професійних знань та умінь з управління професійною діяльністю

№	Показники критерію сформованості професійних знань та умінь з управління професійною діяльністю	Середні значення		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
5.1.1	Показник сформованості професійних знань з управління професійною діяльністю	1,8	2,18	21,1
5.1.2	Показник сформованості професійних умінь з управління професійною діяльністю	1,86	2,24	20,4

Таблиця 5.33

**Результати формувального етапу експерименту за показниками
критерію сформованості професійно важливих якостей з управління
професійною діяльністю**

№	Показники критерію сформованості професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю	Середні значення		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
1	2	3	4	5
5.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з управління професійною діяльністю	1,9	2,28	20,0
5.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з управління професійною діяльністю	1,85	2,21	19,5
5.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з управління професійною діяльністю	1,95	2,35	20,5
5.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з управління професійною діяльністю	1,87	2,25	20,3
5.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з управління професійною діяльністю	1,84	2,22	20,7
5.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з управління професійною діяльністю	1,85	2,22	20,0
5.2.1.7	Показник сформованості уважності з управління професійною діяльністю	1,72	2,07	20,4
5.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з управління професійною діяльністю	1,75	2,1	20,0
5.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з управління професійною діяльністю	1,85	2,23	20,5
5.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з управління професійною діяльністю	1,73	2,07	19,7
5.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з управління професійною діяльністю	1,77	2,12	19,8

Продовж. табл. 5.33

1	2	3	4	5
5.2.2.5	Показник сформованості сенсомоторних якостей з управління професійною діяльністю	2,05	2,41	17,6
5.2.2.6	Показник сформованості імажинітивних якостей з управління професійною діяльністю	1,74	2,1	20,7
5.2.2.7	Показник сформованості інтелектуальних якостей з управління професійною діяльністю	1,75	2,08	18,9
5.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з управління професійною діяльністю	1,85	2,2	18,9
5.2.3.2	Показник сформованості самостійності з управління професійною діяльністю	1,84	2,19	19,0
5.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з управління професійною діяльністю	1,7	2,01	18,2
5.2.3.4	Показник сформованості рішучості з управління професійною діяльністю	2,02	2,41	19,3
5.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з управління професійною діяльністю	1,9	2,3	21,1
5.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з управління професійною діяльністю	1,85	2,2	18,9
5.2.3.7	Показник сформованості старанності з управління професійною діяльністю	1,71	2,02	18,1
5.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з управління професійною діяльністю	2,03	2,34	15,3
5.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з управління професійною діяльністю	2,07	2,36	16,3
5.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з управління професійною діяльністю	2,01	2,36	17,4
5.2.4.1	Показник сформованості комунікативних якостей з управління професійною діяльністю	1,95	2,3	18,0

Продовж. табл. 5.33

1	2	3	4	5
5.2.4.2	Показник сформованості організаторських якостей управління професійною діяльністю	1,85	2,14	15,7
5.2.4.3	Показник сформованості речових якостей з управління професійною діяльністю	1,8	2,11	17,2

Результати дисперсійного аналізу середніх значень показників критеріїв сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю наведено у табл. 5.34 та 5.35 відповідно.

Таблиця 5.34

Результати дисперсійного аналізу за критерієм сформованості професійних знань та умінь з управління професійною діяльністю

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	0,148225	1	0,148225	97,19672131	18,51282
Всередині груп	0,00305	2	0,001525		

Таблиця 5.35

Результати дисперсійного аналізу за критерієм сформованості професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	1,599507692	1	1,599507692	123,4144083	4,0343
Всередині груп	0,648023077	50	0,012960462		

Отримані дані (табл. 5.34, 5.35) свідчать про статистичну значущість різниць середніх значень у студентів контрольних та експериментальних груп (поточні значення критерію Фішера $F= 97,2$ та $F= 123,41$, критичні

значення критерію Фішера $F_{кр} = 18,51$ та $F_{кр} = 4,03$ відповідно, $F > F_{кр}$). Це вказує на більш високу ефективність розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистеми на основі каузального підходу за критеріями сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з управління професійною діяльністю.

У табл. 5.36 та 5.37 представлено результати формувального етапу експерименту, який проводився у контрольних та експериментальних групах за показниками критеріїв сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності відповідно.

Таблиця 5.36

Результати формувального експерименту за показниками критерію сформованості професійних знань та умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності

№	Показники критерію сформованості професійних знань та умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Середні значення		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
6.1.1	Показник сформованості професійних знань з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,82	2,2	20,9
6.1.2	Показник сформованості професійних умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,73	2,1	21,4

Таблиця 5.37

Результати формувального експерименту за показниками критерію сформованості професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності

№	Показники критерію сформованості професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	Середні значення		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
1	2	3	4	5
6.2.1.1	Показник сформованості прагнення до професійного розвитку й самонавчання з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,8	2,15	19,4
6.2.1.2	Показник сформованості прагнення до творчості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,79	2,13	19,0
6.2.1.3	Показник сформованості прагнення до успіху, лідерства з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	2,06	2,4	16,5
6.2.1.4	Показник сформованості цілеспрямованості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,86	2,2	18,3
6.2.1.5	Показник сформованості наполегливості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,8	2,16	20,0
6.2.1.6	Показник сформованості ініціативності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,79	2,12	18,5
6.2.1.7	Показник сформованості уважності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,86	2,13	21,0
6.2.2.1	Показник сформованості атенційних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,81	2,12	17,1
6.2.2.2	Показник сформованості мнемічних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,83	2,15	17,5
6.2.2.3	Показник сформованості перцептивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,71	1,99	16,4

1	2	3	4	5
6.2.2.4	Показник сформованості сенсорних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,75	2,05	17,1
6.2.2.5	Показник сформованості імажинітивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,7	1,98	16,5
6.2.2.6	Показник сформованості інтелектуальних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,96	2,33	18,9
6.2.3.1	Показник сформованості емоційно-вольової стійкості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,81	2,18	20,4
6.2.3.2	Показник сформованості самостійності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	2,04	2,41	18,1
6.2.3.3	Показник сформованості дисциплінованості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,74	2,09	20,1
6.2.3.4	Показник сформованості рішучості з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,81	2,17	19,9
6.2.3.5	Показник сформованості впевненості у собі з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,82	2,12	16,5
6.2.3.6	Показник сформованості відповідальності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,77	2,11	19,2
6.2.3.7	Показник сформованості старанності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,89	2,28	20,6
6.2.3.8	Показник сформованості самокритичності з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	2,04	2,39	17,2
6.2.3.9	Показник сформованості самоконтролю з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	2,07	2,41	16,4

Продовж. табл. 5.37

1	2	3	4	5
6.2.3.10	Показник сформованості самоаналізу з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	2,1	2,44	16,2

На підставі даних таблиць можна бачити, що показники в контрольних групах на формувальному етапі експерименту майже не відрізняються від показників контрольних груп на констатувальному етапі експерименту. Результати дослідження в експериментальних групах показують, що середні дані знаходяться в інтервалі 2,05-2,44, що значно вище результатів студентів контрольних груп. Приріст середніх значень показників критерію сформованості професійних знань та умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності знаходиться в інтервалі 20,9-21,4%, а критерію сформованості професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності в інтервалі 16,2-21%.

Результати дисперсійного аналізу середніх значень показників критеріїв сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності наведено у табл. 5.38 та 5.39 відповідно.

Таблиця 5.38

Результати дисперсійного аналізу за критерієм сформованості професійних знань та умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	0,140625	1	0,140625	31,07734807	18,51282
Всередині груп	0,00905	2	0,004525		

Таблиця 5.39

**Результати дисперсійного аналізу за критерієм сформованості
професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі
професійної діяльності**

<i>Джерело варіації</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F критичне</i>
Між групами	1,1526025	1	1,1526025	66,4631674	4,098171
Всередині груп	0,658995	38	0,017341974		

Отримані дані (табл. 5.38, 5.39) свідчать про статистичну значущість різниць середніх значень у студентів контрольних та експериментальних груп (поточні значення критерію Фішера $F= 31,08$ та $F= 66,46$, критичні значення критерію Фішера $F_{кр}= 18,51$ та $F_{кр}= 4,09$ відповідно, $F > F_{кр}$). Отже, розроблена методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу за критеріями сформованості професійних знань та умінь і професійно важливих якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності є більш ефективною в порівнянні з традиційною.

Узагальнені результати експериментальної перевірки методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу представлено в табл. 5.40. Аналіз даних табл. свідчить, що середні значення показників сформованості професійних компетентностей у студентів контрольної групи знаходяться в діапазоні 1,73 – 1,92, а у студентів експериментальної групи – 2,07 – 2,29. Приріст середніх значень відповідних показників в експериментальних групах по відношенню до контрольних груп знаходиться в інтервалі 17,2 – 21,4% для проектної компетентності, 17,0 – 21,4% – для експлуатаційної компетентності, 17,9 – 19,7% – для науково-дослідної компетентності, 17,8 – 21,7 % – для економічної компетентності, 17,0 – 21,1 % – для соціально-управлінської компетентності, 17,3 – 21,4 % – для правової компетентності.

Таблиця 5.40

**Результати експериментальної перевірки методичної системи
професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації
енергосистем на основі каузального підходу**

№	Критерій та показники педагогічного експерименту	Середні значення показників		Приріст, %
		КГ	ЕГ	
1	2	3	4	5
1	<i>Критерій сформованості проектної компетентності</i>			
1.1	Показник сформованості знань з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,82	2,2	20,9
1.2	Показник сформованості умінь з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,73	2,1	21,4
1.3	Показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,85	2,2	18,7
1.4	Показники сформованості когнітивних якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,79	2,1	17,2
1.5	Показники сформованості емоційно-вольових якостей з проектування систем управління об'єктами енергосистем	1,91	2,28	19,3
2	<i>Критерій сформованості експлуатаційної компетентності</i>			
2.1	Показник сформованості знань з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,82	2,21	21,4
2.2	Показник сформованості умінь з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,75	2,11	20,6
2.3	Показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,77	2,07	17,0
2.4	Показники сформованості когнітивних якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,79	2,1	18,2

Продовження табл. 5.40

1	2	3	4	5
2.5	Показники сформованості емоційно-вольових якостей з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	1,92	2,29	19,2
3	<i>Критерій сформованості науково-дослідної компетентності</i>			
3.1	Показник сформованості знань з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,88	2,25	19,7
3.2	Показник сформованості умінь з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,81	2,15	18,9
3.3	Показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,85	2,2	19,1
3.4	Показники сформованості когнітивних якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,76	2,07	17,9
3.5	Показники сформованості емоційно-вольових якостей з науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	1,76	2,09	19,2
4	<i>Критерій сформованості економічної компетентності</i>			
4.1	Показник сформованості знань з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,81	2,2	21,7
4.2	Показник сформованості умінь з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,75	2,11	20,6
4.3	Показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,84	2,19	19,5
4.4	Показники сформованості когнітивних якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,8	2,14	18,9
4.5	Показники сформованості емоційно-вольових якостей з техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	1,9	2,24	17,8

Продовження табл. 5.40

1	2	3	4	5
5	<i>Критерій сформованості соціально-управлінської компетентності</i>			
5.1	Показник сформованості знань з управління професійною діяльністю	1,8	2,18	21,1
5.2	Показник сформованості умінь з управління професійною діяльністю	1,86	2,24	20,4
5.3	Показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з управління професійною діяльністю	1,85	2,23	20,2
5.4	Показники сформованості когнітивних якостей з управління професійною діяльністю	1,81	2,16	19,6
5.5	Показники сформованості комунікативно-організаторських якостей з управління професійною діяльністю	1,87	2,18	17,0
5.6	Показники сформованості емоційно-вольових якостей з управління професійною діяльністю	1,9	2,24	18,3
6	<i>Критерій сформованості правової компетентності</i>			
6.1	Показник сформованості знань з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,82	2,2	20,9
6.2	Показник сформованості умінь з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,73	2,1	21,4
6.3	Показники сформованості мотиваційно-цільових якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,85	2,18	19,0
6.4	Показники сформованості когнітивних якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,79	2,1	17,3
6.5	Показники сформованості емоційно-вольових якостей з реалізації правових норм у процесі професійної діяльності	1,9	2,26	18,5

Такі результати підтверджують, що у студентів експериментальних груп сформовано систему професійних компетентностей, що дозволить в майбутній професійній діяльності цим фахівцям успішно вирішувати виробничі та науково-технічні задачі на продуктивному рівні.

Таким чином, результати педагогічного експерименту показали, що впровадження розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу зумовлює зростання всіх показників та забезпечує підвищення якості підготовки цих фахівців, що підтверджує висунуту гіпотезу дослідження.

Висновки до розділу 5

1. Експериментальна перевірка ефективності методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу проводилося за допомогою трьох етапів, а саме констатувального, формувального та порівняльного.

Для проведення констатувального етапу було залучено 208 студентів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та 46 студентів Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка, які навчалися за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» в період з 2014 по 2015 рік.

На формувального етапі брали участь 214 студентів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та 40 студентів Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, які навчалися за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» в період з 2016 по 2017 рік.

2. В якості критеріальної бази педагогічного експерименту було обрано критерії сформованості проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей та відповідні їм показники сформованості знань, умінь та професійно важливих якостей (мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові та комунікативно-організаторські). Для їх оцінювання було обрано

стандартизовані методики перевірки показників педагогічного експерименту та трирівневу шкалу.

Педагогічне дослідження ефективності розробленої методичної системи проводилося у процесі навчання студентів дисциплін «Релейний захист та автоматика», «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем», «Проектування електроенергетичних та електромеханічних систем та пристроїв», «Надійність та діагностика», «Автоматика енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці», «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень».

3. На констатувальному етапі експерименту визначено ефективність традиційної методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. За результатами констатувального експерименту встановлено, що середні значення показників критеріїв сформованості професійних знань і умінь та професійно важливих якостей з проектування, експлуатації, науково-дослідних робіт, техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем, реалізації правових норм у процесі професійної діяльності та управління професійною діяльністю лежать в діапазоні 1,67 – 2,08, що нижче середнього рівня.

4. На формувальному етапі педагогічного експерименту впроваджено розроблену методичну систему професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу. При цьому в контрольних групах підготовка студентів здійснювалася за традиційною методичною системою, а в експериментальних групах – за розробленою методичною системою професійної підготовки на основі каузального підходу. За результатами формувального експерименту встановлено, що середні значення показників експерименту в контрольних групах лежать в діапазоні 1,67–2,1, які майже не відрізняються від показників контрольних груп на констатувальному етапі. Результати дослідження в

експериментальних групах показують, що середні дані знаходяться в інтервалі 2,0 – 2,44, що значно вище результатів студентів контрольних груп.

5. На порівняльному етапі педагогічного експерименту проводилася перевірка статистичної гіпотези дослідження. Приріст середніх значень відповідних показників в експериментальних групах по відношенню до контрольних груп знаходиться в інтервалі 17,2 – 21,4% для проектної компетентності, 17,0 – 21,4% – для експлуатаційної компетентності, 17,9 – 19,7% – для науково-дослідної компетентності, 17,8 – 21,7 % – для економічної компетентності, 17,0 – 21,1 % – для соціально-управлінської компетентності, 17,3 – 21,4 % – для правової компетентності.

Статистична значущість різниці показників педагогічного експерименту визначалась в програмі Microsoft Excel за допомогою функції однофакторного дисперсійного аналізу даних, який ґрунтується на розрахунку критерію F – розподілу Фішера. Результати дисперсійного аналізу середніх значень показників сформованості професійних компетентностей у студентів контрольних та експериментальних груп підтвердили їх статистичну однорідність (експериментальне значення критерію Фішера знаходиться в межах від 31,08 до 123,41, що більше, ніж його критичне значення – 4,05 – 18,51). Це свідчить про перевагу розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу у порівнянні з традиційною системою професійної підготовки.

5. Аналіз результатів педагогічного експерименту показав, що впровадження розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу зумовлює зростання всіх показників та забезпечує підвищення якості їхньої підготовки, що підтверджує висунуту гіпотезу дослідження.

Основні наукові результати розділу опубліковані в праці [338].

ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено теоретичне узагальнення та запропоновано нове вирішення науково-прикладної проблеми підвищення якості професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Вирішення цієї проблеми здійснено шляхом теоретичного обґрунтування, розроблення та впровадження методичної системи формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей цих фахівців на основі каузального підходу. Узагальнення результатів теоретичного пошуку та експериментальної роботи дало можливість сформулювати такі висновки:

1. На основі дослідження змісту професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем розроблено її модель у вигляді аналітичної професіограми, яка містить операційно-технологічну та психологічну складові.

Операційно-технологічна складова професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем визначається проектною, експлуатаційною, науково-дослідною, економічною, соціально-управлінською та правовою виробничими функціями. Психологічна складова їхньої діяльності характеризується групами професійно важливих якостей, що забезпечують виконання професійних видів робіт, серед яких мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові та комунікативно-організаторські якості.

На підставі змісту виробничих функцій та професійно важливих якостей побудовано аналітичні професіограми для проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей, що утворюють модель професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем.

Здійснений аналіз дозволив встановити, що професійна діяльність інженерів з автоматизації енергосистем відповідає понятійно-аналітичному і продуктивно-синтетичному рівням сформованості знань і умінь.

2. Проведений аналіз стану професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем дозволив виявити, що в існуючих методичних системах в повній мірі реалізуються принципи професійної спрямованості, науковості, зв'язку теорії з практикою, наочності, оптимального поєднання різних методів навчання, доступності навчання та міцності в оволодінні результатами навчання. Разом з тим виявлено наступні недоліки: епізодичність, неповнота та непослідовність представлення в існуючих методичних системах професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем системи професійних компетентностей; засвоєння знань та формування умінь в аналізованих методичних системах здійснюється переважно на ознайомлювально-орієнтовному, частково – на понятійно-аналітичному, і обмежено – на продуктивно-синтетичному рівнях; недостатня керованість розвитком професійно важливих якостей у майбутніх фахівців.

Виділені недоліки свідчать про недостатній рівень формування системи професійних компетентностей та переважно репродуктивний характер підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. Необхідність їх вирішення обумовлює проблему дослідження, яка полягає в підвищенні якості професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Проведений аналіз професійної діяльності інженерів з автоматизації енергосистем дозволив визначити, що вирішення професійних задач майбутніми фахівцями здійснюється із використанням каузальних зв'язків побудови та функціонування систем управління об'єктами енергосистем. З урахуванням цього визначено концептуальну ідею дослідження, яка ґрунтується на тому, що методична система професійної підготовки

майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем повинна забезпечувати моделювання реальної системи їхньої професійної діяльності та бути спрямованою на формування професійних компетентностей на основі каузального підходу.

На підставі концептуальної ідеї сформульовано гіпотезу дослідження, яка полягає в тому, що якість професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем підвищиться за умови розроблення та впровадження методичної системи щодо формування професійних компетентностей цих фахівців на основі каузального підходу.

3. У роботі визначено філософські, загальнонаукові та психолого-педагогічні засади розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу.

Концептуальними філософськими засадами розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу є положення теорії пізнання, діалектико-матеріалістичного підходу, філософські категорії, закони та принципи. Розроблення методичної системи, в першу чергу, ґрунтується на: реалізації принципу причинності, взаємодії матеріального та ідеального, дії законів діалектики.

Основними загальнонауковими засадами розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу є положення системного підходу та загальнонаукові методи пізнання. З'ясовано, що усі елементи методичної системи взаємопов'язані між собою, при чому провідним компонентом методичної системи є цілі професійної підготовки, у свою чергу, зміст професійної підготовки закономірно залежить від цілей, а методи, засоби й форми обумовлюються як цілями, так і змістом професійної підготовки.

Психолого-педагогічними засадами розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу визначено дидактичні закони (закон соціальної обумовленості цілей, змісту, форм і методів навчання, активності навчання, єдності навчання і розвитку, єдності навчання та виховання, цілісності і єдності педагогічного процесу, взаємозв'язку і єдності теорії та практики, єдності й взаємообумовленості індивідуальної та групової організації навчальної діяльності та ієрархії навчання); закономірності (закономірність цілей, змісту, методів навчання, стимулювання навчання, управління навчанням та результату навчання); підходи (компетентнісний, діяльнісний, особистісно-орієнтований, інтегративний, технологічний, індивідуальний та каузальний) та принципи (принцип єдності освітньої, розвивальної та виховної функцій, науковості навчання, систематичності та послідовності навчання, міцності навчання, доступності навчання, зв'язку навчання з практикою, наочності навчання, оптимального поєднання різних методів навчання, єдності та оптимального поєднання різних форм навчання, свідомості, творчої активності та самостійності навчання, всебічного стимулювання та мотивації позитивного відношення студентів до навчання, моделювання професійної діяльності, продуктивності навчання, фундаментальності навчання та його професійної спрямованості, гуманізації та гуманітаризації навчання та інноваційності й креативності навчання).

4. Теоретично обґрунтовано та розроблено методичну систему професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу як цілісний об'єкт, що складається із взаємопов'язаних елементів (цілей, змісту, методу, засобів, форм).

Узагальнена ієрархічна структура цілей професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем представляє систему знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач щодо автоматизації енергосистем, що дає можливість

забезпечити формування системи професійних компетентностей (проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової).

Узагальнена модель каузального змісту формування професійних компетентностей розроблена на основі моделі узагальненого фундаментального каузального ланцюга вирішення професійних задач з автоматизації енергосистем, яка відображає інваріанту послідовність залучення інформаційних блоків. На її основі побудовано систему ієрархічних каузальних моделей змісту формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей, застосування яких дозволяє формувати у студентів знання та уміння на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях засвоєння.

Узагальнена модель методу побудована на основі засвоєння елементів узагальненої каузальної моделі змісту, що забезпечує оволодіння студентами способами виконання професійних видів робіт. Ця модель є основою розроблених методів каузального формування системи професійних компетентностей.

Узагальнений засіб каузального формування професійних компетентностей розроблений на основі каузальних ланцюгів змісту, контекстних крокам методу каузального формування професійних компетентностей. На його підставі розроблено засоби каузального формування системи компетентностей, які реалізують принцип наочності на фізичному та логічному рівнях, що сприяє підвищенню рівня сформованості професійних компетентностей.

В якості форм професійної підготовки запропоновано фронтальну, індивідуальну, парну, групову та колективну форми навчально-пізнавальної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

5. Практичну реалізацію методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем здійснено через розроблення структур методик формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей на основі каузального навчання. На підставі розроблених структур створено конкретні методики формування професійних компетентностей для навчання студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Розроблено методики формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної компетентностей в процесі навчання студентів дисциплін «Проектування електроенергетичних та електромеханічних систем та пристроїв», «Автоматика енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці», «Надійність та діагностика», «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень» щодо таких систем управління об'єктами енергосистем, як системи релейного захисту синхронного генератора, пристрою синхронізації синхронного генератора та пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи.

Побудовано методику формування економічної компетентності в межах дисципліни «Надійність та діагностика» щодо навчання майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем системи релейного захисту ділянки електричної мережі.

Розроблено методики формування соціально-управлінської компетентності у процесі навчання дисциплін «Проектування електроенергетичних та електромеханічних систем та пристроїв», «Надійність та діагностика», «Автоматика енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці», «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень».

Створено методику формування правової компетентності в процесі навчання майбутніх фахівців норм правил улаштування електроустановок під час проектування системи управління ввімкненням генератора в межах дисципліни «Проектування електромеханічних та електроенергетичних систем та пристроїв».

6. Для проведення педагогічного експерименту було виокремлено систему критеріїв та показників, завдяки яким визначено ефективність методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу. Критеріями педагогічного експерименту встановлено критерії сформованості проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей з відповідними їм показниками сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей (мотиваційно-цільових, когнітивних, емоційно-вольових та комунікативно-організаторських).

Результати педагогічного експерименту підтвердили ефективність розробленої методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального підходу. Приріст середніх значень показників у студентів експериментальної групи у порівнянні з контрольною групою становив за критеріями сформованості: проектної компетентності – від 17,2 до 21,4%; експлуатаційної компетентності – від 17,0 до 21,4%; науково-дослідної компетентності – від 17,9 до 19,7%; економічної компетентності – від 17,8 до 21,7%; соціально-управлінської компетентності – від 17,0 до 21,1%; правової компетентності – від 17,3 до 21,4%.

Результати дисперсійного аналізу середніх значень показників експерименту показали статистичну значущість їх різниць. Отримані дані свідчать про підвищення якості професійної підготовки майбутніх інженерів

з автоматизації енергосистем за рахунок використання розробленої методичної системи на основі каузального підходу.

Проведене дослідження дозволило визначити перспективні напрями подальшого розроблення проблеми підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців, а саме теоретико-методологічне обґрунтування систем дистанційної професійної підготовки майбутніх інженерів на основі каузального підходу; розроблення теоретичних й методичних основ професійної підготовки фахівців інших напрямів на засадах каузального підходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абульханова-Славская К.А. Деятельность и психология личности. Москва: Наука, 1980. 337 с.
2. Автоматизация электроэнергетических систем: учеб. пособ. для вузов / О.П. Алексеев и др.; ред. В.П. Морозкина и Д. Энгелаге. Москва: Энергоатомиздат, 1994. 448 с.
3. Автоматический синхронизатор для синхронных машин и систем переменного тока Synchrotact 5. Общая характеристика. URL: https://library.e.abb.com/public/7ed8b26474ede7efc1257788004cb3b9/3ВНТ4903_01_R01_C_O.pdf (дата звернення: 08.04.2017).
4. Агошкова О.В. Дифференцированный подход в контексте личностно-ориентированного образования. *Вестник Адыгейского государственного университета. Педагогика и психология*. 2008. №5. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/differentsirovannyy-podhod-v-kontekste-lichnostno-orientirovannogo-obrazovaniya> (дата звернення: 08.06.2017).
5. Алексеев П.В. История философии: учебник. Москва: Проспект, 2005. 240 с.
6. Алексеев П.В., Панин А.В. Теория познания и диалектика. Москва. Высшая школа, 1991. 383 с.
7. Алексеев П.В., Панин А.В. Философия: учебник. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2005. 608 с.
8. Алексеева Е.А., Хохлова В.В. Компетентностный подход в сфере образовательных услуг. *Актуальные вопросы развития науки*. 2014. №5. С. 6–11.
9. Алексеев М.О. Особистісно-орієнтоване навчання в школі. Ростов на Дону: Фенікс, 2006. 332 с.
10. Алексюк А.М. Педагогіка вищої освіти України. Київ: Либідь, 1998. 560 с.

11. Аль-Ани Н.М. Философия техники: очерки истории и теории. Санкт-Петербург: ООО «А-принт», 2001. 608 с.
12. Андреев В. И. Педагогика: учебный курс для творческого саморазвития. Казань: Центр инновационных технологий, 2012. 608 с.
13. Андреев В.И. Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1988. 238 с.
14. Андреев В.И. Интенсификация творческой деятельности студентов. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1990. 197 с.
15. Андрущенко В. Інноваційний розвиток освіти в стратегії «українського прориву». *Вища освіта України*. 2008. № 2. С. 10–18.
16. Андрущенко В., Олійник А. Інформаційні технології в системі інноваційної освіти. *Вища освіта України*. 2008. № 3. С. 5–15.
17. Андриющенко Т. К. Компетентнісний підхід як стратегічний напрям розвитку освіти в Україні: теоретичний аспект. *Педагогічна освіта: теорія і практика*. 2013. Вип. 13. С. 8–12.
18. Анисимов В.Е., Пантина Н.С. Методологические вопросы разработки модели специалиста. *Советская педагогика*. 1977. № 5. С. 100–108.
19. Анисимов Н.М. Технология обучения изобретательской и инновационной деятельности. Москва: Прометей, 1997. 142 с.
20. Анисимов О.С. Игровые формы обучения профессиональному мышлению. Москва: Знание, 1989. 54 с.
21. Анисимов О.С. Новые формы организации учебного процесса и педагогические технологии. *Методологические и психолого-педагогические аспекты образования*: сб. науч. трудов. Тверь, 1992. С. 8–15.
22. Артемов В. Ю. Особистісно-орієнтований підхід та модель світу інформаційного аналітика. *Педагогічний процес: теорія і практика*: зб. наук. праць. Київ: Видавництво П/П «ЕКМО», 2005. Випуск 2. С. 15-21.
23. Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. Москва: Высшая школа, 1980. 367 с.

24. Архипова Т. Межпредметные связи: в чем их актуальность. Киев: Учитель, 2001. 125 с.
25. Атанов Г. Деятельностный подход в обучении. *Образовательные технологии и общество*. 2001. №4. С. 48-55.
26. Атанов Г. О. Знання як засіб навчання. Киев: Кондор, 2008. 236 с.
27. Бабанский Ю.К. Избранные педагогические труды. Москва: Педагогика. 1989. 560 с.
28. Бабанский Ю.К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе. Москва: Просвещение, 1985. 208 с.
29. Бабанский Ю.К. Оптимизация процесса обучения (Общедидактический аспект). Москва: Педагогика, 1977. 256 с.
30. Бабанский Ю.К. Педагогика: учеб. пособ. для студ. Москва: Просвещение, 1983. 608 с.
31. Баженов В.М., Одегов М.М. Релейний захист електроустановок вузла навантаження. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Релейний захист» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 7.05070106 «Системи управління виробництвом та розподілом електроенергії» / Нац. техн. ун-т «ХПИ». Харків: НТУ «ХПИ», 2015. 48 с.
32. Баженов В.Н. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Релейная защита» для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 7.05070106 «Системы управления производством и распределением электроэнергии» / Нац. техн. ун-т «ХПИ». Харків: НТУ «ХПИ», 2015. 48 с.
33. Баженов В.Н. Современные технологии и методы построения систем релейной защиты и автоматики. Учебная программа, методические указания и контрольные задания для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 8.05070106 «Системы управления производством и распределением электроэнергии» / Нац. техн. ун-т «ХПИ». Харьков: НТУ «ХПИ», 2017. 84 с.

34. Байденко В.И. Выявление состава компетенций выпускников вузов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения : метод. пособ. Москва: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. 72 с.
35. Байденко В.И. Компетенции в профессиональном образовании (К усвоению компетентного подхода). *Высшее образование в России*. 2004. №11. С. 3–13.
36. Балл Г.О. Орієнтири сучасного гуманізму (в суспільній, освітній, психологічній сферах): наук. вид. Житомир : Волинь: Рута, 2008. 232 с.
37. Безрукова В.С. Интеграционные процессы в педагогической теории и практике. Екатеринбург: Гос. инж.- проект. ин-т, 1994. 152 с.
38. Беляева А.П. Методология и теория профессиональной педагогики. Санкт-Петербург: Институт профтехобразования РАО, 1999. 480 с.
39. Беркович М.А. Основы техники релейной защиты. Москва: Энергоатомиздат, 1984. 376 с.
40. Бермус А.Г. Проблемы и перспективы реализации компетентного подхода в образовании. *Интернет-журнал «Эйдос»*. 2005. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2005/0910-12.htm> (дата звернення: 20.01.2017).
41. Берьозкіна І.А. Формування професійної спрямованості майбутніх інженерів у процесі навчання математичних дисциплін : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Луган. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. Луганськ, 2010. 22с.
42. Беспалько В.П. О возможностях системного подхода в педагогике. *Советская педагогика*. 1990. №7. С. 59-60.
43. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем (Проблемы и методы психолого-педагогического обеспечения технических обучающих систем). Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1977. 304 с.

44. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. Москва: Педагогика, 1989. 192 с.
45. Бех І.Д. Особистісно зорієнтоване виховання: наук.-метод. посіб. Київ: ІЗМН, 1998. 203 с.
46. Бібік Н.М. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи*: колективна монографія / під заг. ред. О.В. Овчарук. Київ: К.І.С., 2004. С. 47-52.
47. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода. Москва: Изд-во «Наука», 1973. 269 с.
48. Богданов І.Т. Засоби зв'язку і комунікацій: історичний та педагогічний аспект. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки*. 2014. Вип.1. С.50-59.
49. Богданов І.Т. Методична система формування фізико-технічних знань у процесі фахової підготовки майбутніх учителів фізики: монографія. Донецьк: Юго-Восток, 2009. 272 с.
50. Богданов І.Т. Міжпредметні зв'язки фізики та спеціальних технічних дисциплін у вищих навчальних закладах I-II рівня акредитації. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. 2014. Вип.20. С.188-190.
51. Болотов В.А., Сериков В.В. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе. *Педагогика*. 2003. № 10. С. 8-14.
52. Бондар В.І. Дидактика. Київ: Либідь, 2005. 264с.
53. Бондаревська Є.В., Кульневич С.В. Парадигмальний підхід до розробки змісту ключових педагогічних компетенцій. *Педагогіка*. 2004. № 10. С. 23-31.
54. Бордовская Н.В., Реан А.А. Педагогика: учебник для вузов. Санкт-Петербург: Изд-во Питер, 2000. 304 с.
55. Боровских Т.А. Технологический подход к индивидуализации обучения. *Наука и школа*. 2010. №6. С. 81-84.

56. Боярова Е.В. Формирование профессиональных компетенций у студентов инженерных специальностей. *Среднее профессиональное образование*. 2014. № 12. С. 21
57. Броди Х., Собель Д. Системный подход к обучению людей. Нью-Хэвен: Йельский университет, 2004. 309 с.
58. Брюханова Н.О. Основи педагогічного проектування в інженерно-педагогічній освіті: монографія. Харків: УПА, НТМТ, 2010. 438 с.
59. Бугаева П.В. Профессиограмма как основа формирования профессиональной подготовки будущих инженеров-электриков *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. 2013. I(7), Issue 14. P. 100 – 102.
60. Будко В.В. Философия науки: учеб. пособ. Харьков: Консум, 2005. 268 с.
61. Букетов А.В. Впровадження та поетапна реалізація компетентнісного підходу на кафедрі експлуатації суднових енергетичних установок та загальноінженерної підготовки херсонської державної морської академії. URL: <http://kma.ks.ua/obrazovatelnye-struktury/fakultet-sudovoj-energetiki/keseutzp/ realizatsiya-ta-vprovadzhennya-kompetentnistnogo-pidkholdu> (дата звернення: 15.02.2017).
62. Бунге М. Причинность. Место принципа причинности в современной науке: пер. с англ. И.С. Шерн-Борисовой и С.Ф.Шушурина; общ. ред. Г.С. Васецкого. Москва: Изд-во ин. лит-ры, 1962. 512 с.
63. Быстрова И.Н. Компетентносный подход как средство повышения качества образования будущих специалистов в вузе. *Известия Южного федерального университета. Педагогические науки*. 2012. № 10. С. 121-126.
64. Вайнола Р.Х. Педагогічні засади особистісного розвитку майбутнього соціального педагога в процесі професійної підготовки:

автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Нац. пед. унів. ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2009. 46 с.

65. Василенко Н.В. Підготовка керівників загальноосвітніх навчальних закладів до інноваційної діяльності: монографія. Вінниця: ПП ТД «Едельвейс і К», 2010. 224 с.

66. Ващенко В. П. Инновационное образование: обусловленность и сущность. *Наука. Инновации. Образование*. 2006. Вып. 1. С. 219-226.

67. Введение в философию: учебник для вузов: в 2 ч. / И.Т. Фролов и др. Москва: Политиздат, 1989. Ч.2. 639 с.

68. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. Москва: Высшая школа, 1991. 207 с.

69. Вербицкий А.А. Компетентностный подход и теория контекстного обучения. Москва: ИЦ ПКПС. 2004. 84 с.

70. Вербицкий А.А., Ларионова О.Г. Личностный и компетентностный подходы в образовании: проблемы интеграции Москва: Логос, 2013. 336 с.

71. Вергасов В.М. Активизация мыслительной деятельности студентов в высшей школе. Киев: Вища школа, 1979. 215 с.

72. Взятышева В. Ф. Профессиональное образование в системе компетентностного подхода. Москва: Научное обозрение. 2004. 145 с.

73. Виленский В.Я., Образцов П.И., Уман А.И. Технологии профессионально-ориентированного обучения в высшей школе: учеб. пособ. / под ред. В.А. Сластенина. Москва: Педагогическое общество России, 2004. 192 с.

74. Вишневская Г.В. Технологический подход в педагогическом процессе высшей профессиональной школы. *Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского*. 2008. №10. С. 235-239.

75. Вишневський О.І. Теоретичні основи сучасної української педагогіки. Київ: Знання. 2008. 568 с.

76. Вища освіта України і Болонський процес: навч. посіб. / М.Ф. Степко та ін.; за ред. В.Г. Кременя. Київ: Освіта, 2004. 384 с.
77. Вознюк О.В. Проблема наукової й предметної інтеграції знань. *Вісник Глухівського державного педагогічного університету. (Серія: Педагогічні науки)*. 2010. Вип. 15. Ч. 2. С. 179-184.
78. Володарская И.А., Митина А.М. Проблема целей обучения в современной педагогике. Москва: Педагогика, 1989. 132 с.
79. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока: учебник для вузов. Санкт-Петербург: Изд-во Питер, 2008. 350 с.
80. Все о релейной защите. URL: <http://www.rza.org.ua> (дата звернення: 12.10.2016).
81. Выготский Л.С. Педагогическая психология / под ред. В.В. Давыдова. Москва: Педагогика, 1991. 480 с.
82. Выготский Л.С. Психология развития как феномен культуры. Москва: Изд-во «Институт психологии»; Воронеж: НПО «МОДЭК», 1996. 512 с.
83. Габай Т.В. Учебная деятельность и ее средства. Москва: Изд-во Московского университета, 1988. 255 с.
84. Габрусевич С.А., Зорин Г.А. От деловой игры – к профессиональному творчеству. Минск: Университетское знание, 1989. 125 с.
85. Галицких Е.О. Интегративный подход к профессиональному становлению учителя на этапе вузовской подготовки. *Вестник ВГПУ*. 1999. № 2. С. 34-38.
86. Галузяк В.М., Сметанський М.І., Шахов В.І. Педагогіка: навч. посіб. Вінниця: ДП «Державна картографічна фабрика», 2007. 400с.
87. Гальперин П.Я. Введение в психологию: учеб. пособ. для студентов вузов, обучающихся по гуманитарной спец. Москва: Книжный дом «Университет»: Высшая школа, 2002. 400 с.

88. Гаранина И.Ю. Личностно-ориентированный подход к профессионально-направленному обучению математике студентов учреждений среднего профессионального образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Калуж. госуд. пед. унив. им. К.Э. Циолковского. Калуга, 2010. 21 с.
89. Гарбер Е.И., Козача В.В. Методика профессиографии. Саратов: Изд-во СГУ, 1992. 196 с.
90. Герніченко І.І. Засоби представлення знань про предметну галузь технічних дисциплін. *Професійне становлення особистості: проблеми та перспективи*: тези доповідей міжнарод. наук.-практ. конф. (м. Хмельницький, 22-24 жовтня 2009 р.). Хмельницький, 2009. С. 160-163.
91. Гершунский Б.С. Философия образования для XXI века: в поисках практико-ориентированных образовательных концепций. Москва: Совершенство, 1998. 605 с.
92. Гладуш В. А. Лисенко Г. І. Педагогіка вищої школи: теорія, практика, історія : навч. посіб. Дніпро: ТОВ «Роял Принт», 2014. 416 с.
93. Глейзер Г.Д. Проблемы индивидуализации и дифференциации обучения в вечерней школе. Москва: НИИ ООВ, 1981. 91 с.
94. Головань М.С. Компетенція і компетентність: досвід теорії, теорія досвіду. *Вища освіта України*. 2008. №3. С. 23-30.
95. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах: навч. посіб. Київ: Вища школа, 2006. 367 с.
96. Гончаренко С.У. Зміст загальної освіти і її гуманітаризація: монографія / за ред. І.А. Зязюна. Київ: Віпол, 2000. 636 с.
97. Гончаренко С.У. Педагогічні закони, закономірності, принципи. Сучасне тлумачення. Рівне: Волинські обереги, 2012. 192 с.
98. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. Київ: Либідь, 1997. 374 с.
99. Громкова М. Т. Психология и педагогика профессиональной деятельности: учеб. пособ. для вузов. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 415 с.

100. Гузеев В.В. Лекции по педагогической технологии. Москва: Знание, 1992. 60 с.
101. Гук О.Ф. Гуманізація освітнього процесу у вищому навчальному закладі. *Актуальні проблеми соціології, психології, педагогіки*: зб. наук. пр. 2012. Вип.14. С. 179-186.
102. Гульчевская В.Г., Гульчевская Н.Е. Современные педагогические технологии. Модульное пособие для дистанционного обучения. Ростов на Дону: РО ИПК и ПРО 1999. 182 с.
103. Гура Т.В. Концептуальні підходи до формування управлінської компетентності майбутніх фахівців електромашинобудівних спеціальностей. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2009. №4. С. 104-108.
104. Гусинский Э.Н. Построение теории образования на основе междисциплинарного системного подхода. Москва: Школа, 1994. 144 с.
105. Данилов М.А. Процесс обучения в советской школе. Москва: Учпедгиз, 1960. 299 с.
106. Данилюк А.Я. Учебный предмет как интегрированная система. *Педагогика*. 1997. №4. С. 24-28.
107. Дегтярев С.Н. Компетентностный подход в образовании: от формирования познавательных стратегий к развитию способностей. *Сборник научных трудов Sworld*. 2014. Т. 14, №1. С. 76-80.
108. Делия В.П. Формирование и развитие инновационной образовательной среды гуманитарного вуза. Москва: ООО «Депо», 2008. 484 с.
109. Деревянко Е.В. Активные методы обучения в формировании профессиональной компетентности будущих горных инженеров. *Личность, семья и общество: вопросы педагогики и психологии*. 2014. № 36. С. 69-74.
110. Державна національна програма «Освіта» (Україна XXI століття). URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/896-93-п> (дата звернення: 25.12.2016).

111. Державні нормативні акти про охорону праці. Законодавча база. URL: <https://dnaop.com/398/2464> (дата звернення: 15.08.2017).
112. Державні стандарти професійної освіти: теорія і методика: монографія / за ред. Н.Г. Ничкало. Хмельницький: ТУП, 2002. 334 с.
113. Джонс Дж. К. Методы проектирования: пер. с англ. Т.П. Бурмистровой и И.Ф. Фриденберга; под. ред. В.Ф. Венды и В.М. Мунипова. Москва: Мир, 1986. 326 с.
114. Дитрих Я. Проектирование и конструирование: системный подход: **пер. с польск.** Москва: Мир, 1981. 456 с.
115. Дмитриева М.А., Крылов А.А., Нафтельев А.И. Психология труда и инженерная психология. Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1979. 220 с.
116. Дмитриенко Н. А. К вопросу о формировании компетентного специалиста. *Молодой ученый*. 2010. №4. С. 319-322.
117. Добрусин М.Е. Концептуальные основы гуманизации и гуманитаризации высшего технического образования. *Гуманізація і гуманітаризація вищої технічної освіти*: зб. наук. пр. всеук. наук.-метод. конф. Харків, 2000. С. 5-6.
118. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників, галузевий випуск № 62, частина 1 "Виробництво і розподілення електроенергії». URL: <https://jobs.ua/dkhp/vipusk-6> (дата звернення: 12.01.2015).
119. Долженко О. В., Шатуновский В. Л. Современные методы и технология обучения в техническом вузе. Москва: Высшая школа, 1990. 278 с.
120. Драчук П.Е. Роль образования в создании инновационной экономики. *Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области*. 2016. № 1 (12), том 1. С. 70-75.
121. Дружилов С.А. Освоение студентами модели профессии и профессиональной деятельности как необходимое условие

професіоналізації. *Образовательные технологии и общество (ОТО)*. 2010. Том 13, № 4. С. 299-318.

122. Дружилов С.А. Основы психологии профессиональной деятельности инженеров-электриков. Москва: Академия Естествознания. 2010. 119 с.

123. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування (ISO 14001:2015, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=64015 (дата звернення: 20.10.2017).

124. ДСТУ OHSAS 18001:2010. Системи управління гігієною та безпекою праці. URL: https://dnaop.com/html/34112/doc-ДСТУ_OHSAS_18001_2010 (дата звернення: 20.10.2017).

125. Дубова М.В. Компетентностный подход среди современных педагогических подходов в системе общего образования. *Интеграция образования*. 2010. № 1. С. 59-63.

126. Дьомін О.А. Використання наочності як засобу активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів аграрного вузу: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Нац. аграрний ун-т. Київ, 1997. 22 с.

127. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учеб. пособ. для вузов. Москва: Издательский дом МЭИ, 2008. 336 с.

128. Дьяченко В.К. Организационная структура учебного процесса и ее развитие. Москва: Педагогика, 1989. 160 с.

129. Дьяченко М.Д., Поднебенная С.К. Цифровая защита (аппаратное и алгоритмическое обеспечение): учеб. пособ. Мариуполь: ГВУЗ «ПГТУ», 2014. 204 с.

130. Енциклопедія освіти / гол. ред В. Г. Кремень. Київ: Юрінком Інтер, 2008. 1040 с.

131. Еремина Л.И., Нагорнова А.Ю., Нагорнов Ю.С. Технологии креативного развития студентов технических специальностей. *Фундаментальные исследования*. 2013. №1. С. 78-81.
132. Ефременко В.М., Отдельнова Г. В. Менеджмент и маркетинг в электроэнергетике: учебное пособие для студентов очной формы обучения специальности 140211 «Электроснабжение». Кемерово: КузГТУ, 2011. 239 с.
133. Євтух М.Б., Борисенко Л.Л. Науково-практичні підходи до проблеми формування науково-дослідної компетентності майбутніх економістів. *Духовність особистості: методологія, теорія і практика*. 2012. №5(52). С. 88-104.
134. Заблоцька О.С. Компетентнісний підхід як освітня інновація: порівняльний аналіз. *Вісник житомирського державного університету. Педагогічні науки*. 2008. Випуск 40. С. 63-68.
135. Загвязинский В.И. Теория обучения: Современная интерпретация. Москва: Академия, 2011. 192 с.
136. Загвязинский В.И., Атаханов Р. Методология и методы психолого-педагогического исследования. Москва: Академия, 2001. 2008 с.
137. Заенчик В.М., Карачев А.А., Шмелев В.Е. Основы творческо-конструкторской деятельности: Методы и организация. Москва: Издательський центр «Академия», 2004. 256 с.
138. Зайченко І. В. Педагогіка: навч. посіб. Київ: Освіта України, КНТ, 2008. 528 с.
139. Збаравська Л.Ю. Реалізація принципів фундаментальної та професійної спрямованості як методологічна основа концепції навчання фізики в аграрно-технічному навчальному закладу. *Наукові записки НДУ ім. М. Гоголя. Психолого-педагогічні науки*. 2011. №10. С. 36-40.
140. Зверев И.Д., Максимова В.Н. Межпредметные связи в современной школе. Москва: Педагогика, 1981. 160 с.

141. Здібності, творчість, обдарованість: теорія, методика, результати досліджень: монографія /за ред. В.О. Моляко та О.Л. Музики. Житомир: Видавництво Рута, 2006. 320 с.
142. Зеер Э. Ф. Компетентностный подход к образованию. *Образование и наука*. 2005. № 3(33). С. 27-34.
143. Зеер Э.Ф. Психология профессионального развития. Москва: «Академия», 2007. 240с.
144. Зеер Э.Ф. Психология профессий: учеб. пособ. для студ. вузов. Москва: Академический Проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2003. 336 с.
145. Зеер Э.Ф. Психология профессионального развития. Москва: «Академия», 2007. 240 с.
146. Зеер Э.Ф., Павлова А.М., Сыманюк Э.Э. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход. Москва: МПСИ, 2005. 216 с.
147. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования. *Высшее образование сегодня*. 2003. № 5. С. 34-42.
148. Зимняя И.А. Ключевые компетенции как результативно-целевая основа компетентного подхода в образовании. Авторская версия. Москва: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. 2004. 40 с.
149. Зимняя И.А. Компетентностный подход в образовании (методолого-теоретический аспект). *Проблемы качества образования: материалы XIV Всероссийского совещания* (г. Москва, 14 апреля). Москва, 2004. Кн. 2. С. 28- 30.
150. Зорина Л. Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. Москва, 1978. 128 с.
151. Зорина Л.Я. Дидактические аспекты естественно-научного образования: монография. Москва: Изд-во РАО, 1993. 163 с.
152. Зорина Л.Я. Системность — качество знаний. Москва, 1976. 64 с.

153. Зорина О.С. Формирование коммуникативных компетенций у будущих инженеров на основе интерактивных методов обучений. *Теория и практика общественного развития*. 2013. № 11. С. 196-199.
154. Зязюн І.А. Філософія поступу і прогнозу освітньої системи. *Педагогічна майстерність: проблеми, пошуки, перспективи*: монографія / ред. Н.Г.Ничкало. Київ – Глухів : РВВ ГДПУ, 2005. С. 10-18.
155. Ибрагимов Г.И. Компетентносный подход в профессиональном образовании. *Educational Technology & Society*. 2007. №10 (3). С. 361-365.
156. Иванов Д.А. Компетентности и компетентностный подход в современном образовании. Москва: Чистые пруды, 2007. 32 с.
157. Иванова А.В. Профессиограмма как эталонная модель специалиста. *Актуальные вопросы современной педагогики*: материалы III междунар. науч. конф., г. Уфа, 5 марта 2013 г. Уфа: Лето, 2013. С. 154-155.
158. Иванова Е.М. Психология профессиональной деятельности. Москва: ПЕР СЭ, 2006. 382 с.
159. Иванова Е.М. Психотехнология изучения человека в трудовой деятельности. Москва : Изд-во МГУ, 1992. 94 с.
160. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы. Санкт-Петербург: Питер, 2002. 512 с.
161. Ильина Т.А. Системно-структурный подход к организации обучения. Москва: Знание, 1972. 72 с.
162. Исаев В.А., Воротилов В.И. Образование взрослых: компетентностный подход: учеб.-метод. пособ. Санкт-Петербург: ГНУ ИОВ РАО. 2005. 92 с.
163. История философии: учеб. для вузов / под ред. В.В. Васильева, А. А. Кротова и Д.В. Бугая. Москва: Академический Проект, 2005. 680 с.
164. Иванова В. В. Креативний підхід до навчання як засіб формування креативної особистості майбутнього вчителя. *Збірник наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій Університету "Україна"*. 2011. № 4. С. 46-50.

165. Історія філософії України: підручник / М.Ф. Тарасенко та ін. Київ: Либідь, 1994. 416 с.
166. Каверіна О.Г. Цілі й завдання професійної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю в Україні в контексті інтеграції освіти. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. 2010. Вип. 9. С. 351-355.
167. Калашнікова С.А. Навчання дорослих на основі компетентнісно-орієнтованого підходу: навчально-методичні матеріали. Модуль 1. Київ: Проект «Рівний доступ до якісної освіти України», 2008. 57 с.
168. Кемпбелл Д. Модели экспериментов в социальной психологии и прикладных исследованиях. Санкт-Петербург: Социально-психологический центр, 1996. 392с.
169. Кирсанов А.А. Индивидуализация учебной деятельности как педагогическая проблема. Казань: Изд-во Казанского университета. 1982. 112 с.
170. Кларин М.В. Инновация в мировой педагогике: обучение на основе исследования, игры и дискуссии (Анализ зарубежного опыта). Рига, 1995. 176 с.
171. Климов Е.А. Введение в психологию труда: учебник. Москва: Изд-во «Академия», 2004. 304 с.
172. Климов Е.А. Психология профессионала. Москва: Издательство «Институт практической психологии», Воронеж: НПО «МО-ДЭК», 1996. 400 с.
173. Кнодель Л.В. Педагогіка вищої школи: навч. посіб. Київ: Вид-во Паливода А. В., 2008. 136 с.
174. Кодекс законів про працю України від 10.12.1971 р. № 322-VIII. Дата оновлення: 16.11.2017. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/322-08> (дата звернення: 15.08.2017).

175. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012р. № 5403-VI. Дата оновлення: 13.04.2017. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (дата звернення: 13.09.2017).

176. Козловська І.М. Теоретико-методологічні аспекти інтеграції знань учнів професійно-технічної школи: дидактичні основи. Львів, 1999. 302 с.

177. Комаров В.Ф. Управленческие имитационные игры. Новосибирск: Наука, 1989. 272 с.

178. Комарова Ю.А. Научно-исследовательская компетентность специалистов: функционально-содержательное описание. *Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена*. 2008. №68. С. 69 – 77.

179. Компетентнісний підхід в освіті: теоретичні засади і практика реалізації: матеріали методол. семінару (м. Київ, 3 квіт. 2014 р.): у 2 ч. / редкол. В.Г. Кремень, В.І. Луговий, О.І. Ляшенко та ін.; Нац. акад. пед. наук України. Київ: Ін-т обдарованої дитини НАПН, 2014. 292с.

180. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: бібліотека з освітньої політики / Н.М. Бібік та ін.; під заг. ред. О.В. Овчарук. Київ: К.І.С., 2004. 112 с.

181. Кононець Н.В. Дидактичні засади розробки електронного підручника як засобу індивідуалізації навчання студентів аграрних коледжів: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.09 / Ін-т педагогіки НАПН України. Київ, 2010. 22 с.

182. Конституція України: Закон України від 28.06.1996р. № 254к/96-вр. Дата оновлення: 15.03.2016. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр> (дата звернення: 13.09.2017).

183. Коробченко А.А. Проблеми особистісно-орієнтованого навчання у вищих навчальних закладах. *Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки*. № 4. Бердянськ: БДПУ, 2005. 210 с.

184. Королева Л. В., Королев М. Ю., Петрова Е. Б. Об интеграционных процессах в образовании. *Наука и школа*. 2009. № 5. С. 3-6.
185. Коротков В.Ф. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности в электроэнергетических системах: учеб. пособ. / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина». Иваново, 2010. 176 с.
186. Коротков В.Ф. Автоматическое управление напряжением и реактивной мощностью синхронных генератора и электрических станций: учебное пособие / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина». Иваново, 2008. 192 с.
187. Коршунова Л. А., Кузьмина Н. Г. Менеджмент в энергетике (Экономика и управление энергетическими предприятиями): учеб. пособ. / Томский политех. ун-т. Томск: Изд-во ТПУ, 2007. 188 с.
188. Коссов Б.Б. Личность: теория, диагностика и развитие. Москва: Академический Проект, 2000. 240 с.
189. Костенко М.П., Пиотровский Л.П. Электрические машины. Машины переменного тока: учебник для студентов высш. техн. учеб. заведений: у 2 ч. / 3-е изд., перераб. и допол. Ленинград: Энергия, 1973. 648 с.
190. Костюк Г. С. Навчально - виховний процес і психічний розвиток особистості / за ред. Л.М. Проколієнко. Київ: Рад. школа, 1989. 608 с.
191. Котелова Ю.В. Очерки по психологии труда. Москва: Изд-во Моск. ун-та 1986. 120 с.
192. Котов А. А. Каузальное мышление у экспертов и новичков. *Когнитивная психология: феномены и проблемы*: монография / под. ред. В. Ф. Спиридонова. Москва: ЛЕНАНД, 2014. Гл. 6. С. 87-107.
193. Краевский В. В. Общие основы педагогики: учеб. для студ. высш. пед. учеб. завед. Москва: Издательский центр «Академия», 2005. 256 с.
194. Краевский В.В. Проблемы научного обоснования обучения (Методологический анализ). Москва: Педагогика, 1977. 255с.

195. Краус Г. Введение в дифференциальную психологию учения. Москва: Педагогика, 1987. 176 с.
196. Креденец Н. Концептуальні засади формування професійної компетентності фахівців легкої промисловості. *Педагог професійної школи: зб. наук. пр.* Київ: Наук.Світ. 2002. Вип.VII. С. 170-178.
197. Круглик В.С., Осадчий В. В Аналіз змісту професійної підготовки інженерів-програмістів. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти.* 2016. С. 101– 110.
198. Круглик В.С., Осадчий В. В Структура професійної компетентності майбутнього інженера-програміста. *Педагогічний дискурс.* 2016. Вип. 21. С. 69–74.
199. Круковская Т.Ю. Системный синтез знания как условие профессиональной подготовки студентов. *Научный альманах.* 2016. № 5-2(19). С. 173-176.
200. Кузнецова А.Г. Развитие системного подхода в отечественной педагогике конца 60-х – 80-х годов XX века: авторефер. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01 / Хабаров. гос. пед. ун-т. Хабаровск, 2000. 45 с.
201. Кузьмин В.П. Гносеологические проблемы системного знания. Москва: Знание, 1983. 64 с.
202. Кукуев А.И., Шевченко В.А. Современные подходы в образовании. *Международный журнал экспериментального образования.* 2010. №3. С. 10-12.
203. Кулагин П. Г. Межпредметные связи в процессе обучения. Москва: Просвещение, 1981. 96 с.
204. Лаврентьев Г.В., Лаврентьева Н.Б. Инновационные обучающие технологии в профессиональной подготовке специалистов. Барнаул: Изд-во Алтайского государственного университета, 2002. 146 с.
205. Лазарев Н.И., Рудевич Н.В. Каузальное содержание профессиональной подготовки будущих инженеров по автоматизации

енергосистем. *Modern Science-Moderni věda*. Praha. Česká republika. Nemoros. 2017. № 1. P.68-76.

206. Лазарев М.І. Полісистемне моделювання змісту технологій навчання загальноінженерних дисциплін: монографія. Харків: Видавництво НФаУ, 2003. 356 с.

207. Лазарев М.І., Рудевич Н.В. Методи формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. 2017. Vol.58. Issue 133. P. 23-26.

208. Лазарев М.І., Шматков Д.І. Алгоритм методу навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів із використанням каузальних мереж. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2011. Вип. 32-33. С. 192-198.

209. Лазарев М.І., Шматков Д.І. Засоби навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів із використанням каузальних мереж. *Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Педагогічні науки*. 2012. №7 (232). С. 28-34.

210. Лазарев М.І., Шматков Д.І. Розробка каузальних мереж подання змісту навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2011. Вип. 30-31. С. 65-73.

211. Лазарева Т.А. Підготовка майбутніх інженерів-технологів харчової галузі до творчої професійної діяльності: монографія. Харків: Право, 2014. 528с.

212. Левин И.Л. Систематизация принципов креативного образования. *Интернет-журнал «Наукоедение»*. 2014. Выпуск 5 (24). URL: <http://naukovedenie.ru> (дата звернення: 02.12.2016).

213. Левина М.М. Технологии профессионального педагогического образования. Москва: Академия, 2001. 272 с.

214. Леднев В. С. Содержание образования. Москва: Высшая школа, 1989. 360 с.

215. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность: учеб. пособ. для студентов вузов по направлению и спец. «Психология», «Клиническая психология». Москва: Смысл: Academia, 2004. 345 с.
216. Лернер И. Я. Качества знаний учащихся. Какими они должны быть? Москва: Знание, 1978. 48 с.
217. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. Москва: Педагогика, 1981. 185 с.
218. Ломакина Т.Ю., Сергеева М.Г. Педагогические технологии в профессиональных учебных заведениях. Москва: Наука, 2008. 331 с.
219. Лошкарева Н. А. О понятии и видах межпредметных связей. *Советская педагогика*. 1972. № 6. С. 48-56.
220. Луговий В. І. Компетентності та компетенції: поняттєво-термінологічний дискурс. *Вища освіта України*. Додаток 1. 2009. № 3. С. 8- 14.
221. Луговий В. І., Слюсаренко О.М. Застосування системного підходу до визначення компетентностей як основи кваліфікацій. *Вища освіта України: теорет. та наук.-практ. часоп.* Київ - Запоріжжя: Класич. приват. ун-т. 2010. № 1. С. 151-159.
222. Лузан П.Г. Методи і форми організації навчання у вищій аграрній школі: навч. посіб. Київ: Аграрна освіта.2003. 224с.
223. Лузан П.Г. Реалізація компетентісного підходу в професійній освіті: технологічний аспект. *Науковий вісник інституту професійно-технічної освіти НАПН України. Професійна педагогіка: зб. наук. пр.* Київ: Вид-во ІПТО НАПН України, 2012. С. 5-12.
224. Лузан П.Г. Суть і дефініція поняття «Педагогічна технологія». *Науковий вісник інституту професійно-технічної освіти НАПН України. Професійна педагогіка*. Київ: ІПТО НАПН України, 2013. №6. С.12-18.
225. Любарська О.М. Інтеграційні процеси в освіті. *Психолого-педагогічні та лінгвістичні аспекти викладання мовознавчих дисциплін у*

вищій та середній школі: мат. наук. конф. Миколаїв: МФ НаУКМА, 1998. С. 20-24.

226. Максимова В.Н. Межпредметные связи в процессе обучения. Москва: Просвещение, 1988. 191 с.

227. Малафіїк І.В. Дидактика: навч. посіб. Київ: Кондор, 2005. 397 с.

228. Марков С.Л. Основні принципи творчої випереджаючої освіти. *Психолого-педагогічні проблеми підвищення якості підготовки педагогічних кадрів у ВНЗ: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф.* Чернівці: Рута, 2003. Вип. 185. С. 44-54.

229. Маркова А.К. Психология профессионализма. Москва: Международный гуманитарный фонд «Знание», 1996. 312 с.

230. Маркс К. Энгельс. Ф. Сочинения. Москва: Гос. Изд-во полит. Литературы, 1961. Т.23. 907с.

231. Матросов Д.Ш., Полев Д.М., Мельников Н.Н. Управление качеством образования на основе новых информационных технологий. Москва: Педагогическое об-во России, 1999. 96 с.

232. Махмутов М.И. Организация проблемного обучения. Москва: Педагогика, 1997. 240 с.

233. Мельник В.П. Філософія. Наука. Техніка: Методолого-світоглядний аналіз: монографія. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2010. 592 с.

234. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента / пер. с англ. М.А.Майорова и др.; общ. ред. Л.И.Евенко. Москва: «Дело», 1992. 702 с.

235. Микропроцессорный автоматический синхронизатор АС-МЗ. Официальный сайт производственного объединения «Укрспецкомплект». URL: <http://ukrsk.com.ua/contact.html> (дата звернення: 15.05.2017).

236. Минченко А.А., Яровой В.Н. Управление режимами энергосистем и вопросы автоматизации: учеб. пособ. Харьков: НТУ «ХПИ», 2009. 189 с.

237. Мицкевич А.А., Глинская Н.Е. История происхождения и становления понятия «технологий обучения» в отечественной и зарубежной педагогике. *Гуманитарные научные исследования*. 2011. № 2. URL: <http://human.snauka.ru/2011/10/104> (дата звернення: 05.05.2016).

238. Многофункциональное устройство защиты электрических машин SIPROTEC7UM62. Руководство по эксплуатации. URL: https://w5.siemens.com/web/ua/ru/em/Automation,_control_and_protection/Relay_Protection/Protection_of_rotating_machines/Documents/file_128_1.pdf (дата звернення: 05.03.2017).

239. Моделирование деятельности специалиста на основе комплексного исследования / под ред. Е.Э. Смирновой. Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1984. 176 с.

240. Мойсеюк Н. Є. Педагогіка: навч. посіб. Київ, 2007. 656 с.

241. Музальов О. О. Міжпредметні зв'язки як засіб підвищення педагогічної майстерності. *Педагогіка і психологія професійної освіти*. 2005. № 6. С. 7-16.

242. Навчальний план підготовки другого (магістерського) рівня в галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка» за спеціалізацією 141.03 «Системи управління виробництвом і розподілом електроенергії». Харків, 2017. 5 с.

243. Надеждин Е.Н., Смирнова Е.Е. Принципы семантического представления междисциплинарных знаний в интеллектуальных обучающих системах. *Электронное периодическое издание «Информационная среда образования и науки»*. 2012. Вып. 8. С. 81-87. URL: http://www.iiorao.ru/iio/pages/izdat/ison/publication/ison_2012/num_8_2012/ (дата звернення: 20.07.2016).

244. Надеждин Е.Н., Смирнова Е.Е. Идентификация междисциплинарных связей в системе управления дидактическими процессами. *Труды международной научно-практической конференции*

«Информатизация образования-2013». Ростов на Дону: Изд-во Южного федерального округа. 2013. С. 58-61.

245. Наумкина Е. Инновационность как ведущий принцип опережающего образования. *Вісник інституту розвитку дитини (Серія: Філософія, педагогіка, психологія)*. Київ: Видавництво Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова. 2009. Вип. 2. С. 27-33.

246. Національна доповідь про стан та перспективи розвитку освіти / за заг. ред. В.Г. Кременя. Київ: Пед. думка, 2011. 304с.

247. Національна рамка кваліфікацій: додаток до постанови Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1341. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-п> (дата звернення: 20.08.2017).

248. Національний класифікатор України: Класифікатор професій ДК 003-2010. URL : <http://www.dk003.com>. (дата звернення: 20.08.2015).

249. Національний освітній глосарій: вища освіта / за ред. Д.В. Табачника і В. Г. Кременя. Київ: ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2011. 100 с.

250. Нейтматов Я.М. Образование в XXI веке: тенденции и прогнозы. Москва: Алгоритм, 2002. 480 с.

251. Нісімчук А.С., Падалка О.С., Шпак О.Т. Сучасні педагогічні технології: навч. посіб. Київ: Видавн. цент «Просвіта», 2000. 368с.

252. Новиков А.М. Методология образования. Москва: Эгвес, 2006. 488 с.

253. Новые исследования в педагогических науках: научное издание. Вып. 2(58) / под ред. М. Н. Скаткина. Москва: Педагогика, 1991. 72 с.

254. Носкова О.Г. Психология труда: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. завед. / под ред. Е. А. Климова. Москва: Издательский центр «Академия», 2004. 384 с.

255. Образовательно ориентированный подход к профессиографии / В. Бажутин и др. Екатеринбург: УГППУ, 1997. 165 с.

256. Образцов П.И. Методы и методологии психолого-педагогического исследования. Санкт-Петербург: Питер, 2004. 268с.
257. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: учебник для вузов / под. ред. А.Ф. Дьякова. Москва: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. 504 с.
258. Овчаренко Н.И. Автоматика энергосистем: учебник для вузов / под. ред. А.Ф. Дьякова. Москва: Издательский дом МЭИ, 2009. 476 с.
259. Оконь В. Введение в дидактику / пер. с польск Л.Г. Кашуркевича и Г. Горина. Москва: Высшая школа, 1990. 382 с.
260. Організація роботи з персоналом підприємств електроенергетики: СОУ-НМПЕ 40.1.12.104:2005 від 11.02.2005. *Видання офіційне*. Київ: ОЕП «ГРІФРЕ», 2005. 35 с.
261. Орешников И.М. Философия техники и инженерной деятельности: учеб. пособ. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2008. 109 с.
262. Ортинський В.Л. Педагогіка вищої школи: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 472 с.
263. Осадчий В.В., Осадчая Е.П. Анализ проблемы профессиональной подготовки программиста и пути ее решения. *Образовательные технологии и общество*. 2014. Т. 17, №3. С.362-377.
264. Освітні технології: навч.-метод. посіб. / за заг. ред. О.М. Пехоти Київ: А.С.К., 2001. 255 с.
265. Освітньо-наукова програма другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Харків, 2017. 45 с.
266. Освітньо-професійна програма другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Харків, 2017. 45 с.
267. Осипов П.Н., Маршалова И.Н. Формирование исследовательской компетентности будущих инженеров в проектной деятельности. *Вестник Казанского технологического университета*. 2013. № 16. С. 194-197.

268. Осипова Н.В., Вінник М.О., Тарасіч Ю.Г. Модель формування дослідницької компетентності у майбутніх інженерів-програмістів. *Інформаційні технології в освіті*. 2012. № 20. С. 150-159.
269. Осипова С.И., Соловьева Т.В. Методическая система обучения и ее развитие в личностно ориентированном образовании. *Сибирский педагогический журнал*. 2010. №11. С. 46-57.
270. Основы педагогики высшей школы: учеб. пособ. / Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ и др. Харьков: НТУ «ХПИ», 2005. 600 с.
271. Падун Н.О. Проблема міжпредметних зв'язків та інтегрованого навчання у педагогіці. *Наукові записки НДУ ім.М Гоголя. Психолого-педагогічні науки*. 2008. №3. С. 26-29.
272. Паламарчук В.Ф. Школа учит мыслить. Москва: Высшая школа, 1987. 208 с.
273. Панферов В.Н. Интегративный подход в образовании. *Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена*. 2003. №6. С. 114-124.
274. Панфилова А.П. Инновационные педагогические технологии: Активное обучение. Москва: Академия, 2009. 192 с.
275. Папуткова Г.А. Технологические подходы в организации процесса профессионального экологического образования. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2006. № 6-1 (56). С. 32-37.
276. Педагогика : учеб. пособ. для студ. высш. пед. учеб. завед. / под ред. В.А. Слостенина. Москва: Издательский центр "Академия", 2013. 576 с.
277. Педагогика профессионального образования / под ред. В.А. Слостенина. Москва: Академия, 2004. 368 с.
278. Педагогика: педагогические теории, системы, технологии: учеб. пособ. для студ. высш. и сред. пед. учеб. завед. / под ред. С.А. Смирнова. Москва: Издательский центр «Академия», 2001. 512 с.
279. Педагогика: учеб. псоб. для студ. пед. ин-тов / под ред. Ю. К. Бабанского. Москва: Просвещение, 1988. 479 с.

280. Педагогика: учебн. пособ. для студ. пед. вузов и пед. колл. / под ред. П.И. Пидкасистого. Москва: Педагогическое общество России, 1998. 640 с.
281. Педагогика: учебник для студ. пед. учеб. завед. / под ред. П.И. Пидкасистого. Москва: Педагогическое общество России, 2006. 608 с.
282. Педагогіка вищої школи: навч. посіб. / за ред. З.Н. Курлянд. Київ: Знання, 2005. 399 с.
283. Петров Г. Н. Электрические машины. Асинхронные и синхронные машины: у 2 ч. / 2-е изд., перераб. и допол. Ленинград: Госэнергоиздат, 1963. Ч.2. 416 с.
284. Петрова В.Д. Компетентностный подход в формировании профессиональных навыков будущих специалистов. *Обучение и воспитание: методика и практика*. 2013. № 7. С. 170-173.
285. Петрунева Р.М. Модель специалиста-инженера: от деятельности к компетентности: монография. Волгоград: РПК «Политехник», 2007. 143 с.
286. Петрушенко В.Л. Філософія: навч. посіб. Львів: Новий Світ, 2012. 647 с.
287. Пехота О.М., Старева А.М. Особистісно орієнтоване навчання: підготовка вчителя: монографія. Київ: Іліон, 2007. 272 с.
288. Пиралова О.Ф. Оптимизация обучения профессиональным дисциплинам студентов инженерных вузов в условиях компетентностного подхода. Возможности реализации: монография. Москва: Изд. дом Академии естествознания, 2012. 136 с.
289. Пиралова О.Ф. Современное обучение инженеров профессиональным дисциплинам в условиях многоуровневой подготовки. Москва: Академия Естествознания, 2011. 87 с.
290. Пиралова О.Ф. Теоретические основы оптимизации обучения профессиональным дисциплинам в условиях современного технического ВУЗа: монография. Москва: Академия Естествознания, 2011. 195 с.

291. Писаренко В.И. Технологический поход в современной педагогике. *Известия Южного федерального университета. Технические науки*. 2012. №7(132). С. 240-247.

292. Підласий І.П. Практична педагогіка або три технології: інтерактивний підручник для педагогів ринкової системи освіти. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2004. 616 с.

293. Платонов К.К. Вопросы психологии труда. Москва: Медицина, 1970. 264 с.

294. Подбучкая Н.В. Анализ профессионально важных качеств будущих инженеров. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. 2015. III(32), Issue: 63. P. 81-84.

295. Подласый И.П. Педагогика. Новый курс: учебник для студ. пед. вузов: в 2 кн. Москва: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения. 576 с.

296. Подласый И.П. Педагогика: 100 вопросов - 100 ответов: учеб. пособ. для вузов. Москва: ВЛАДОС-пресс, 2004. 365 с.

297. Пометун О.І. Дискусія українських педагогів навколо питань запровадження компетентнісного підходу в українській освіті. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті. Світовий підхід на українські перспективи* / під заг. ред. О.В. Овчарук. Київ: Освіта, 2004. 111 с.

298. Пометун О.І. Стратегія розвитку компетентнісного підходу в освіті: порівняльний аспект. *Методичні рекомендації з реалізації компетентнісного підходу у змісті освіти та навчально-виховному процесі загальноосвітніх начальних закладів. Аналітичний звіт* / наук. ред. Н.М. Бібік. Київ, 2010. С. 12-29.

299. Попков В.А., Коржуев А.В. Дидактика высшей школы: учеб. пособ. для студ. высш. пед. учеб. Москва: Издательский центр «Академия», 2008. 224 с.

300. Правила безпечної експлуатації електроустановок. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0011-98> (дата звернення: 14.07.2017).

301. Правила улаштування електроустановок. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=222219 (дата звернення: 10.07.2017).

302. Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии / под. ред. А.А. Крылова, С.А. Маничева. Санкт-Петербург: Питер, 2003. 506с.

303. Приборный модуль релейной защиты и автоматики. Автоматика ликвидации асинхронного режима. Руководство по эксплуатации. URL: http://hartron-inkor.com/sites/default/files/pdf/109.06_re12_alar03.pdf (дата звернення: 08.06.2017).

304. Приборный модуль релейной защиты и автоматики. Основные защиты и автоматика генераторов. Руководство по эксплуатации. URL: <http://hartron-inkor.com/osnovnye-zashchity-i-avtomatika-generatorov> (дата звернення 25.03.2017).

305. Про авторське право і суміжні права: Закон України від 23.12.1993 р. № 3793-ХІІ. Дата оновлення: 23.03.2017. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3792-12> (дата звернення: 04.05.2017).

306. Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VII. Дата оновлення: 20.12.2017. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (дата звернення: 13.01.2017).

307. Про електроенергетику: Закон України від 16.10.1997 р. № 575/97-ВР. Дата оновлення: 13.04.2017. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/575/97-вр> (дата звернення: 15.05.2017).

308. Про інформацію: Закон України від 02.10.1992 р. № 2658-ХІІ. Дата оновлення: 06.12.2016. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2657-12> (дата звернення: 25.06.2017).

309. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2695-ХІІ. Дата оновлення: 12.02.2015. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 15.08.2017).

310. Прокоф'єва М. Системний підхід у підготовці майбутнього педагога до реалізації диференційованого навчання. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2011. №4 (Ч.2). С. 315–322.

311. Професійна освіта: словник: навч. посіб. / за ред. Н.Г. Ничкало. Київ: Вища школа. 2000. 380 с.

312. Професійна педагогічна освіта: компетентнісний підхід: монографія / за ред. О. А. Дубасенюк. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2011. 412 с.

313. Професійний стандарт на професійну назву роботи «Інженер-електрик в енергетичній сфері енергопостачальної компанії». URL: <http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/58/1383291735> (дата звернення: 25.09.2016).

314. Профессиональная педагогика / под ред. С.Я. Батышева. Москва: Профессиональное образование, 1999. 904 с.

315. Профессиональная педагогика: учеб. для студ., обучающихся по педагогическим специальностям и направлениям / под ред. С.Я. Батышева, А.М. Новикова. Москва: Изд-во ЭГВЕС, 2009. 456 с.

316. Прядеин В.П. Психодиагностика личности: Избранные психологические тесты: Практикум. Сургут: Сургутский гос. пед. ун-т., 2014. 215 с.

317. Пряжников Н.С., Пряжникова Е.Ю. Психология труда и человеческого достоинства. Москва: Академия, 2003. 480 с.

318. Психология труда / под. ред. А.В. Карпова. Москва: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. 352 с.

319. Психологічні аспекти гуманізації освіти: книга для вчителя / за ред. Г.О. Балла. Київ – Рівне, 1996. 128 с.

320. Равен Дж. Компетентность в современном обществе: выявление, развитие и реализация. Москва: Когито-Центр, 2002. 396 с.

321. Радкевич В. Принципи модернізації професійно-технічної освіти. *Модернізація професійної освіти і навчання: проблеми, пошуки і*

перспективи. Київ: Інститут професійно-технічної освіти НАПН України, 2011. Вип. 1. С. 7–23.

322. Ревенков А.В., Резчикова Е.В. Тория и практика решения технических задач. Москва: ФОРУМ, 2009. 384 с.

323. Регуш Л.А. Психология прогнозирования: успехи в познании будущего. Санкт-Петербург: Питер, 2003. 352с.

324. Рибалка В.В. Аксиологічні основи психологічної культури особистості. Київ: Ін-т пед. освіти і освіти дорослих, 2009. 326 с.

325. Рибалка В.В. Особистісний підхід у профільному навчання старшокласників: монографія / за ред. Г.О. Балла. Київ: Деміур, 1998. 160 с.

326. Рибалка В.В. Психологія розвитку творчої особистості. Київ: ІЗМН, 1996. 236 с.

327. Романовський О. Г. Підготовка майбутніх інженерів до управлінської діяльності: монографія. Харків: Основа, 2001. 312 с.

328. Романовський О.Г., Бутенко Т.О. Педагогічні умови формування комунікативної компетентності майбутніх інженерів. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2009. №3. С. 86–93.

329. Романовський О.Г., Квасник О.В. Підготовка висококваліфікованого інженера як одне з основних завдань вищої освіти (у контексті Болонського процесу). *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2009. №4. С. 3–11.

330. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. Санкт-Петербург: Питер Ком, 1998. 688 с.

331. Рудевіч Н.В. Визначення методології навчання майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2015. №2. С. 96–104.

332. Рудевіч Н.В. Визначення професійних компетентностей інженера-електрика. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2014. Вип. 44. С. 50–59.

333. Рудевіч Н.В. Визначення професійно важливих якостей інженерів-електриків. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2014. Вип. 45. С. 59–71.

334. Рудевіч Н.В. Засоби формування експлуатаційної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Професійна освіта: проблеми і перспективи*. Київ: ПІТО НАПН України, 2016. Випуск 10. С. 66–72.

335. Рудевіч Н.В. Засоби формування проектної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2016. Вип. 52-53. С. 309–319.

336. Рудевіч Н.В. Засоби формування управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Педагогічні науки*. Херсон: Херсон. держ. ун-т, 2016. Випуск LXXIV. Том 2. С. 164–167.

337. Рудевіч Н.В. Зміст навчання стратегій проектування систем управління майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2015. №. 48-49. С. 118 –127.

338. Рудевіч Н.В. Критерії та показники ефективності методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2017. №. 54-55. С. 301–309.

339. Рудевіч Н.В. Метод навчання для формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2015. Вип. 46. С. 137–145.

340. Рудевіч Н.В. Методика формування експлуатаційної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Інженерні та освітні технології*: електрон. наук. фахове вид. 2016. Вип. 2 (14). С. 8–16. URL: <http://eetecs.kdu.edu.ua> (дата звернення: 10.05.2017).

341. Рудевіч Н.В. Методика формування організаційно-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Професійна освіта: проблеми і перспективи. Київ: ІПТО НАПН України, 2016. Вип. 11. С. 87–91.

342. Рудевіч Н.В. Методика формування проектної компетентності з автоматизації нормальних режимів у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2016. №. 50-51. С. 254–267.

343. Рудевіч Н.В. Методика формування проектної компетентності з противарійної автоматизації у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Теорія і методика професійної освіти*: електрон. наук. фахове вид 2016. №9(1). URL: <http://tmpe.eor.by/index.php/editions/131-edition-9> (дата звернення: 12.04.2017).

344. Рудевіч Н.В. Методика формування проектної компетентності з релейного захисту у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Київ-Вінниця: ТОВ «Планер», 2016. Випуск 45. С. 325–331.

345. Рудевіч Н.В. Причинно-наслідкові моделі системи знань про об'єкти управління для навчання майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти*. Рівне-Київ: Міленіум, 2015. Вип. 12 (55). Ч. 2. С. 309–316.

346. Рудевіч Н.В. Професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання: монографія. Харків: Вид-во «Диса-плюс», 2017. 404 с.

347. Рудевіч Н.В. Психолого-педагогічні засади професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2017. №1. С. 11–19.

348. Рудевіч Н.В. Філософські основи каузального навчання майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Педагогічні науки*. Херсон: Херсон.держ.ун-т, 2017. Випуск LXXVII. Т 2. С.104–108.

349. Рудевіч Н.В. Формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. №1. С. 65–74.
350. Рудевіч Н.В. Формування організаційно-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. №. 2. С. 87–98.
351. Рудевіч Н.В. Формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2015. №47. С. 147–155.
352. Рудевіч Н.В., Гриб О.Г. Професійні задачі інженерної діяльності з автоматики енергосистем (на основі каузального навчання): навч.-метод. посіб. / Нац. техн. ун-т «ХПІ». Харків: НТУ «ХПІ», 2017. 122с.
353. Рудевіч Н.В., Гриб О.Г. Професійні задачі інженерної діяльності з релейного захисту енергосистем (на основі каузального навчання): навч.-метод. посіб. / Нац. техн. ун-т «ХПІ». Харків: НТУ «ХПІ», 2017. 94с.
354. Салов В.О. Основи педагогіки вищої школи: навч. посіб. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2003. 183 с.
355. Саранцев Г.И. Метод обучения как категория методики преподавания. *Педагогика*, 1998. №1. С. 61–63.
356. Селевко Г. Компетентности и их классификация. *Народное образование*. 2004. № 4. С. 138–143.
357. Семенюк Е.П., Мельник В.П. Філософія сучасної науки і техніки. Львів: Світ, 2006. 152 с.
358. Семеріков С.О. Теоретико-методичні основи фундаменталізації навчання інформативних дисциплін у вищих навчальних закладах : автореф. дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. унів. ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2009. 42 с.
359. Сериков В.В. Личностно-ориентированное образование – поиск новой парадигмы: монография. Москва: Логос, 1998. 180 с.

360. Сидоренко О. Проблеми гуманізації та гуманітаризації в освітній реформі в Україні. *Вища освіта України*. 2001. № 2. С. 63–67.
361. Сидорчук Л. А. Інтеграційні процеси в освіті: зарубіжні інтеграційно-педагогічні концепції. *Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка*. 2008. №14. С. 216–218.
362. Сисоєва С. Особистісно орієнтовані технології: сутність, специфіка, вимоги до проектування. *Професійна освіта: педагогіка і психологія*: пол.-укр. журн. / за ред. Т. Левовицького, І. Вільш, І. Зязюна, Н. Ничкало. 2003. Вип. 4. С. 153–165.
363. Сичивица О.М. Методы и формы научного познания. Москва: Высшая школа, 1993. 95с.
364. Скаткин М.Н. Проблемы современной дидактики. Москва: Педагогика, 1984. 95с.
365. Скляр П.П., Уманська Т.О. “Гуманізація” та “гуманітаризація”: поняття, співвідношення та шляхи впровадження в освіту. *Вісник Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”*. Серія: Філософія. Психологія. Педагогіка. 2007. № 1 (19). С. 92–101.
366. Сладкевич В.П., Чернявський А. Д. Сучасний менеджмент організацій: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Київ: МАУП, 2007. 488 с.
367. Слостенин В. А., Каширин В.П. Психологія і педагогіка: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. завед. / В. А.Слостенин. Москва: Издательский центр «Академия», 2001. 480 с.
368. Смирнов С.Д. Педагогіка і психологія вищого образования: от деятельности к личности: учеб. пособ. для студ. высш. пед. учеб. завед. Москва: Издательский центр "Академия", 2001. 304 с.
369. Смирнова Е.Е. Анализ междисциплинарных связей на основе семантических моделей. *Электронное периодическое издание «Информационная среда образования и науки»*. 2013. Вып. 16. С. 88–92.

URL: http://www.iiorao.ru/iio/pages/izdat/ison/publication/ison_2013/num_16_2013/Smirnova.pdf (дата звернення: 15.02.2017).

370. Смирнова Е.Е. Методика идентификации межкомпонентных связей дидактической модели обучения на основе системы взаимозависимых уравнений. *Педагогическая информатика*. 2012. №3. С. 104–113.

371. Собко Я. М. Теоретичні та методичні основи інтегративних курсів у професійно-технічній освіті: монографія / за ред. С.У. Гончаренка. Львів: Сполом, 2007. 332 с.

372. Спиркин А.Г. Основы философии: учеб. пособ. для вузов. Москва: Политиздат, 1988. 592 с.

373. Степанець Н.П. Компетентнісна парадигма в підготовці кадрів для сфери туризму. *Проблеми сучасної педагогічної освіти. Серія: Педагогіка і психологія*. Ялта: РВВ КГУ, 2013. Вип. 39. Ч. 3. С. 262–271.

374. Степанець Н.П. Поєднання сучасних дидактичних підходів як умова ефективної професійно-орієнтованої освіти. *Науковий часопис НПУ ім. М.П.Драгоманова. Серія 16: Творча особистість учителя: проблеми теорії і практики*. 2014. Вип. 23 (33). С. 35–38.

375. Субетто А.И. Системологические основы образовательных систем. Москва: Знание, 1994. 321 с.

376. Субетто А.И. Онтология и эпистемология компетентностного подхода, классификация и квалиметрия компетенций. Санкт-Петербург. Москва: Исследоват. центр проблем кач-ва под-ки спец-ов, 2006. 72 с.

377. Талызина Н. Ф. Теоретические основы разработки модели специалиста. Москва: Знание, 1986. 108 с.

378. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология. Москва: АCADEMIA, 2003. 288 с.

379. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. Москва: Изд-во моск. ун-та, 1984. 345 с.

380. Талызина Н.Ф., Печенок Н.Г., Хохловский Л.Б. Пути разработки профиля специалиста. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1987. 176 с.

381. Татур Ю.Г. Компетентность в структуре модели качества подготовки специалистов. *Высшее образование сегодня*. 2004. № 3. С. 20–26.
382. Теоретико-методологічні засади інтеграції змісту гуманітарної освіти у вищих навчальних закладах негуманітарного профілю: монографія / за заг. ред. Г.В. Онкович. Київ: Педагогічна думка, 2012. 336 с.
383. Технічне обслуговування мікропроцесорних пристроїв релейного захисту, протиаварійної автоматики, електроавтоматики, дистанційного керування та сигналізації електростанцій і підстанцій від 0,4 кВ до 750 кВ: Правила СОУ – Н ЕЕ35.514:2007. Видання офіційне. 2008. 79с.
384. Ткачева Т.М. Формирование и развитие профессиональных компетенций инженера: психолого-дидактическое обоснование. Москва: МАДИ, 2011. 119 с.
385. Токарева А.В. Интегративне навчання як один із перспективних напрямків розвитку сучасної вищої школи. *Вісник Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля. Педагогічні науки*. 2014. №2 (8). С. 184–187.
386. Толочек В.А. Современная психология труда: учеб. пособ. Санкт-Петербург: Питер, 2005. 479 с.
387. Томпсон М. Философия науки / пер. с англ. А. Гарькавого. Москва: ФАИР-ПРЕСС, 2003. 304 с.
388. Трайнев В.А. Деловые игры в учебном процессе: методология разработки и практики проведения. Москва: Дашков и Ко, 2002. 240 с.
389. Туник Е. Е. Лучшие тесты на креативность. Диагностика творческого мышления. Санкт-Петербург: Питер, 2013. 320 с.
390. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. Москва: Мысль, 1978. 272 с.
391. Унт И.Э. Индивидуализация и дифференциация обучения. Москва: Педагогика, 1990. 192 с.

392. Устройство автоматики ликвидации асинхронного режима «АЛАР –М». Рекомендации по применению КДРН. 402252.002.РП.М., 2008. 35 с.

393. Устройство защиты генератора REG670 версия 2.1. Руководство по продукту URL: https://library.e.abb.com/public/e1db23e44a884dafac05c7d8a5b1e0bc/1MRK502068-BRU_B_ru_REG670_2.1.pdf (дата звернення: 23.03.2017).

394. Устройство точной автоматической синхронизации «СПРИНТ-М». Руководство по эксплуатации. URL: http://www.rza.ru/catalog/zahita-i-avtomatika-stacionnogo-oborudovaniya/sprint-m.php?sphrase_id=30 (дата звернення: 21.04.2017).

395. Федорец Г.Ф. Межпредметные связи в процессе обучения. Ленинград: Изд-во государственного госпединститута А.И. Герцена, 1983. 88 с.

396. Федорова В.Н., Кирюшин Д.М. Межпредметные связи. Москва: Педагогика, 1972. 446 с.

397. Федосеев А. М., Федосеев М.А. Релейная защита электроэнергетических систем: учеб. для вузов. Москва: Энергоатомиздат, 1992. 528 с.

398. Фещенко Т.С. К вопросу о понятии «методическая система». *Молодой ученый*. 2013. №7. С. 432–435.

399. Философия: учебник / под ред. А.Ф. Зотова, В.В. Миронова, А.В. Разина. Москва: Академический Проект; Трикста, 2004. 688 с.

400. Философский энциклопедический словарь / под гл. ред. Л.Ф. Ильичева, П.Н. Федосеева, С.М. Ковалева, В.Г. Панова. Москва: Сов. Энциклопедия, 1983. 840 с.

401. Філософія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / за заг. ред. С. П. Щерби. Київ: МАУП, 2004. 216 с.

402. Філософський енциклопедичний словник / за ред. В.І. Шинкарука. Київ: Абрис, 2002. 743 с.

403. Фіцула М.М. Педагогіка: навч. посіб. Київ: ВЦ Академія, 2002. 544 с.
404. Фонарев А.Р. Психология становления личности профессионала: учеб. пособ. Москва: Моск. психол.-соц. институт; Воронеж : МОДЭК, 2005. 240 с.
405. Формирование системного мышления в обучении / под. ред. З.А. Решетовой. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. 344 с.
406. Фридман Л.М. Наглядность и моделирование в обучении. Москва: Знание, 1984. 80 с.
407. Хайбрахманова Д.Ф., Сечина Г.П. Технология совершенствования форм организации учебной деятельности в системе подготовки специалистов технического вуза. *Современные проблемы науки и образования*. 2006. № 1. С. 102–104.
408. Холмська Г.Д. Методика проектування програмно-педагогічних засобів з матеріалознавчих дисциплін: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Нац. акад. пед. наук України, Ін-т педагогіки НАПН України. Київ, 2011. 20 с.
409. Хуторской А.В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения. Москва: Изд-во МГУ, 2003. 416 с.
410. Хуторской А.В. Ключевые компетентности как компонент личностно ориентированной парадигмы образования. *Народное образование*. 2005. №2. С. 58–64.
411. Хуторской А.В. Ключевые компетенции и образовательные стандарты. *Интернет-журнал "Эйдос"*. 2002. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2002/0423.htm> (дата звернення: 12.07.2016).
412. Хуторской А.В. Современная дидактика: учеб. для вузов. Санкт-Петербург: Питер, 2001. 544 с.
413. Цифровая автоматика ликвидации асинхронного режима АЛАР-Ц. Руководство по эксплуатации ТИЯК.648229.001.РЭ. Санкт-Петербург, 2008. 38 с.

414. Чайка В.М. Основы дидактики. Київ: Академвидав, 2011. 240с.
415. Червинская К.Р., Щелкова О.Ю. Медицинская психодиагностика и инженерия знаний / под ред. Л.И. Вассермана. Санкт-Петербург: Ювента; Москва: Академия, 2002. 624с.
416. Чернецький І. С., Сліпучіна І. А. Технологічна компетентність майбутнього інженера: формування і розвиток у комп'ютерно інтегрованому лабораторному практикумі з фізики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2013. Т. 38, вип. 6. С. 83–95.
417. Чернилевский Д.В. Дидактические технологии в высшей школе. Москва: Юнити-Дана, 2002. 437 с.
418. Чернобровов Н.В. Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем: учеб. пособ. Москва: Энергоатомиздат, 1998. 800 с.
419. Чернова Ю.К., Щипанов В.В. Квалиметрическое проектирование образовательного процесса. Москва: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2002. 250 с.
420. Чумаков М.В. Развитие эмоционально-волевой сферы личности: учеб. пособ. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2012. 126 с.
421. Чус А.В., Данченко В.С. Основы технического творчества. Киев – Донецк: Вища школа. Головное издательство, 1983. 184с.
422. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей: монография. Санкт-Петербург: ПЭИПК, 2003. 350 с.
423. Шадриков В.Д. Новая модель специалиста: инновационная подготовка и компетентностный подход. *Высшее образование сегодня*, 2004. № 8. С. 26–31.
424. Шадриков В.Д. Проблемы системогенеза профессиональной деятельности. Москва: Изд-во «Наука», 1982. 185 с.
425. Шадриков В.Д. Профессиональные способности. Москва: Университетская книга, 2010. 320 с.
426. Шадриков В.Д. Психология деятельности и способностей

человека. Москва: Изд-во «Логос», 1996. 320 с.

427. Шапар В.Б. Сучасний тлумачний психологічний словник. Харків: Прапор, 2007. 640 с.

428. Шаполова В.В. Формування управлінської компетентності у студентів вищих технічних навчальних закладів. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2009. №4. С. 109–114.

429. Шапран О. Реалізація компетентнісного підходу в системі неперервної освіти. *Гуманітарний вісник Державного вищого навчального закладу Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди*. 2013. Вип. 28, Т. 1. С. 319–324.

430. Шегеда А.В. Менеджмент: підручник. Київ: Знання, 2004. 687с.

431. Шейнбаум В.С. Методология инженерной деятельности: учеб. пособ. Нижний Новгород: Изд-во РГУ Нефти и Газа, 2007. 360 с.

432. Шелехова Л.В. К вопросу о методической системе обучения. *Вестник адыгейского государственного университета*, 2005. №3. С. 152–156.

433. Шматков Д.І. Методика навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів з використанням каузальних мереж: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Укр. інж.-пед. акад. Харків, 2012. 20 с.

434. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита: произв.-практ. изд. Москва: Энергоатомиздат, 2007. 549 с.

435. Щедровицкий Г.П. Организационно-деятельностная игра. Москва: Наследие ММК, 2004. 285 с.

436. Щукина Г.И. Роль деятельности в учебном процессе: кн. для учителя. Москва: Просвещение, 1986. 144 с.

437. Эльконин Д.Б. Избранные психологические труды / под. ред. В.В. Давыдова, В.П. Зинченко. Москва: Педагогика, 1989. 554 с.

438. Энциклопедия профессионального образования: в 3-х т. / под. ред. С.Я. Батышева. Москва: Просвещение, 1999. Т.2. 383 с.

439. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений. Москва: Издательский центр «Академия», 2007. 160 с.
440. Юдин В.В. Технологическое проектирование педагогического процесса: монография. Москва: Университетская книга, 2008. 300 с.
441. Юдин Э.Г. Системный подход и принцип деятельности. Москва: Наука, 1978. 70 с.
442. Яблонко В.Я. Психолого-педагогічні основи формування особистості. Київ: Центр учбової літератури, 2008. 220 с.
443. Яголковский, С. Р. Психология креативности и инноваций: учеб. пособ. Москва: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2007. 157 с.
444. Ягупов В.В. Педагогіка. Київ: Либідь, 2002. 560 с.
445. Ягупов В.В. Становление понятийно-терминологического аппарата компетентнісного подхода к профессиональному образованию. *Науковий вісник Інститута професійно-технічної освіти НАПН України. Професійна педагогіка*. 2013. Вип. 6. С. 26–23.
446. Ягупов В.В., Свістун В.І. Компетентнісний підхід до підготовки фахівців у системі вищої освіти. *Наукові записки. Педагогічні, психологічні науки та соціальна робота*. 2007. Т.71. С. 3–8.
447. Якиманская И.С. Дифференцированное обучение: «Внешние» и «внутренние» формы. Директор школы. 1995. №3. С. 39–45.
448. Якиманская И.С. Технология личностно-ориентированного образования в современной школе. Москва: Сентябрь, 2000. 176 с.
449. Яндульский О.С., Стелюк А.О., Павловський В.В. Автоматизоване та автоматичне управління в енергосистемах. Автоматичне регулювання» до виконання лабораторного практикуму з дисципліни для студентів спеціальностей 7(8).090615 «Системи управління виробництвом та розподілом електроенергії» / Нац.техн. ун-т України «КПІ». Київ: НТУУ «КПІ», 2010. 56 с.

450. Яндульский О.С., Заболотный И.П., Кобзаев В.П. Автоматичне регулювання в електричних системах: підручник. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2010. 189 с.

451. Яценко С.Л. Сутнісні аспекти особистісно-орієнтованої освіти. *Проблеми освіти*. 2015. № 85. С. 116–122.

452. 333 современные профессии и специальности: 111 информационных профессиограмм / под. ред. М.В. Горбунова, Е.В. Кирилук. Ростов на Дону: Феникс, 2010. 443 с.

453. A theory of causal learning in children: causal maps and Bayes nets / A.Gopnik et al. *Psychological Review*, 2004. Vol.111. no.1. P. 1–31.

454. Aaron P. Blaisdell, Ralph R. Miller Causal Learning. *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. URL: <http://link.springer.com> (дата звернення: 14.01.2017).

455. Barbey A.K., Wolff P. Causal reasoning from forces. *Proceedings of the 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (Mahwah, USA, 20-21 Februry 2006). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Assocsates, Publishers. 2006. P. 315-316.

456. Barbey A.K., Wolff P. Learning causal structure from reasoning. *Proceedings of the 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (Mahwah, USA, 10-12 May 2007). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Assocsates, Publishers. 2007. P.213-215.

457. Bruce R. Joyce, Henriette M. Lahaderne, Elizabeth H. Joys. Causal reasoning in science. *Science Education*. Volume 52. Issue 3. P. 308–311.

458. Carl Haywood H. Educational Testing: A Competence-Based Approach by James Boyle and Stephen Fisher. *American journal of psychology*. 2014. №1. P. 132–133.

459. Causal leaning mechanisms in very young chldren: two-, three-, and four-year-olds infer causal relations from pattens of variation and covariation / A. Gopnik et al. *Developmental psychology*. 2001. Vol.37., no.5. P.620-629.

460. Danks D. Constraint-based human causal learning. *Proceedings of the 6th international conference on cognitive modeling*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 2004. P. 342-343.
461. Danks D., Griffiths T., Tenenbaum J. B. Dynamical causal learning. *Advances in neural information processing systems 15*. Cambridge, MAS: MIT Press. 2003. P. 67-74.
462. Danks D., Schwartz S. Causal learning from biased sequences. *Proceedings of the 27th annual meeting of the cognitive science society*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 2005. P. 542-547.
463. Frisch M. Causal Reasoning in Physics. URL: <https://www.cambridge.org/core/books/causal-reasoning-in-physics/8B1ED5AD32D837CC48E4EB4C9637966C> (дата звернення: 15.12.2017).
464. Goldvarg, E., Johnson-Laird, P.N. Naive causality: a mental model theory of causal meaning and reasoning. *Cognitive Science*. 2001. № 25. P. 565–610.
465. Gopnik A., Schulz L. Causal Learning: Psychology, Philosophy, and Computation. URL: <http://www.oxfordscholarship.com> (дата звернення: 14.02.2017).
466. Hutmacher W. Key competencies for Europe. *Council for Cultural Co-operation (CDCC) a Secondary Education for Europe: report of the Symposium (Berne, Switzerland, 27–30 March 1996)*. Strasburg, 1997. 72 p.
467. Inferring action structure and causal relationships in continuous sequences of human action / D. Buchsbaum et al. *Cognitive psychology*. 2015. №76. P. 30–77.
468. Kushnir T., Gopnik A., Lucas C., Schulz L. Inferring hidden causal structure. *Cognitive science*. 2010. №34 (1). P. 148–160.
469. Pearl J. Causality: Models, Reasoning, and Inference. URL: <http://bayes.cs.ucla.edu/BOOK-2K/> (дата звернення: 15.01.2017).
470. Rehder B. Independence and dependence in human causal reasoning. *Cognitive Psychology*. 2014. №72. P.54–107.

471. Rehder B. Causal-based property generalization. *Cognitive Science*. 2009. №33. P.301–343.

472. Rose D., Danks D. Causation: Empirical trends and future directions. *Philosophy Compass*. 2012. №7(9). P. 643–653.

473. Sperber D., Premack D., Premack A. Causal Cognition: A Multidisciplinary Debate. URL: <http://www.oxfordscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780198524021.001.0001/acprof-9780198524021> (дата звернення: 10.04.2017).

474. The Oxford Handbook of Causation / Helen Beebe, Christopher Hitchcock and Peter Menzies. URL: <http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780199279739.001.0001/oxfordhb-9780199279739> (дата звернення: 15.11.2017).

475. Waldmann M. The Oxford Handbook of Causal Reasoning. URL: <https://global.oup.com/academic/product/the-oxford-handbook-of-causal-reasoning-9780199399550?cc=ua&lang=en> (дата звернення: 15.11.2017).

476. Wolff P. Representing Causation. *Journal of Experimental Psychology: General*. 2007. №136. P. 82–111.

Додаток А

Таблиця А.1

Аналітична професіограма проектної компетентності професійної діяльності інженера з автоматизації енергосистем

Операційно-технологічна структура діяльності			Психологічна структура діяльності працівника		
Професійні види робіт	Професійні задачі	Нормативно-орієнтуючі ознаки виконання професійних задач	Цілі дій	Психологічна характеристика дій	ПВЯ, що забезпечують протікання психічних процесів
1	2	3	4	5	6
Проведення робіт з розроблення проектів на системи управління об'єктами енергосистем	Розроблення завдання на проектування, проектування, визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем	Норми та стандарти з проведення проектувальних робіт, нормативні документи щодо об'єктів енергосистем тощо	Пізнати, створити, виконати, визначити, зіставити, оцінити, проаналізувати	Мотиваційно-цільові когнітивні, емоційно-вольові	Зосередженість уваги, довгострокова та образна пам'ять, сприйняття зорове, здатність відчуття, здатність оперувати образами об'єктів, уява, прогнозуванням подій та їх наслідків, наочно-образне, словесно-логічне, продуктивне та репродуктивне мислення, обґрунтування своїх пропозицій та рішень, емоційна стійкість, самостійність, дисциплінованість, відповідальність, впевненість у собі, рішучість, старанність, самоконтроль, самокритичність, самоаналіз, прагнення до професійного розвитку й самонавчання, прагнення до успіху, лідерства та творчості, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність

Продовж. табл. А.1

1	2	3	4	5	6
Проведення розрахунків параметрів систем управління об'єктами енергосистем	Складання розрахунків щодо показників, визначення характеристик систем управління об'єктами енергосистем	Методики розрахунку параметрів, методики визначення характеристик тощо	Виконати, визначити, зіставити, оцінити, проаналізувати	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові	Зосередженість уваги, довгострокова та оперативна пам'ять, зорове сприйняття, прогнозування подій та їх наслідків, словесно-логічне, продуктивне та репродуктивне мислення, обґрунтування своїх пропозицій та рішень, самостійність, дисциплінованість, рішучість, впевненість у собі, відповідальність, старанність, самокритичність, самоконтроль, самоаналіз, прагнення до професійного розвитку й самонавчання, прагнення до успіху, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність
Розроблення технічної документації щодо систем управління об'єктами енергосистем	Розроблення та складання робочої документації, специфікацій, технічних інструкцій, технологічних карт на системи управління об'єктами енергосистем	Норми та стандарти розробку технічної документації, структурно-функціональні та принципові схеми тощо	Пізнати, виконати	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові	Зосередженість уваги, довгострокова пам'ять, зорове сприйняття, здатність відчуття, здатність оперувати образами, уява, словесно-логічне, репродуктивне та продуктивне мислення, обґрунтування своїх пропозицій та рішень, самостійність, дисциплінованість, рішучість, впевненістю у собі, відповідальність, старанність, самокритичність, самоконтроль, самоаналіз, прагнення до професійного розвитку й самонавчання, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність

Таблиця А.2

Аналітична професіограма експлуатаційної компетентності професійної діяльності інженера з автоматизації енергосистем

Операційно-технологічна структура діяльності			Психологічна структура діяльності працівника		
Професійні види робіт	Професійні задачі	Нормативно-орієнтуючі ознаки виконання професійних задач	Цілі дій	Психологічна характеристика дій	ПВЯ, що забезпечують протікання психічних процесів
1	2	3	4	5	6
Проведення технічної перевірки систем управління об'єктами енергосистем	Розроблення завдання на технічну перевірку, перевірка технічного стану, визначення параметрів функціонування систем управління об'єктами енергосистем	Нормативні документи з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем	Оцінити, розпізнати, здійснити, виконати, визначити, зіставити, проаналізувати	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові	Стійка увага, довгострокова та оперативна пам'ять, просторово-рухова координація, зорове та слухове сприйняття, здатність відчуття, спостережливість, здатність оперувати образами об'єктів, уява, прогнозування подій та їх наслідків, наочно-дієве, предметно-дієве, оперативне, репродуктивне та продуктивне мислення, емоційна стійкість, самостійність, дисциплінованість, рішучість, відповідальність, старанність, впевненість у собі, самокритичність, самоаналіз, самоконтроль, прагнення до професійного розвитку й самонавчання, прагнення до успіху, лідерства та творчості, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність

Продовж. табл. А.2

1	2	3	4	5	6
Проведення робіт з виявлення та усунення причин некоректної роботи систем управління об'єктами енергосистем	Зовнішній та внутрішній огляд, перевірка кіл зв'язку, заміна дефектних елементів, усунення несправностей в схемах підключення та налаштування систем управління об'єктами енергосистем	Методики налаштування, схеми підключення систем управління об'єктами енергосистем тощо	Виконати, визначити, зіставити, оцінити, проаналізувати	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові	Стійка та зосереджена увага, довгострокова та оперативна пам'ять, просторово-рухова координація, зорове та слухове сприйняття, здатність відчуття, спостережливість, здатність оперувати образами об'єктів, уява, прогнозування подій та їх наслідків наочно-дієве, предметно-дієве, оперативне, репродуктивне та продуктивне мислення, емоційна стійкість, самостійність, дисциплінованість, рішучість, відповідальність, старанність, впевненість у собі, самокритичність, самоаналіз, самоконтроль, прагнення до професійного розвитку й самонавчання, прагнення до успіху, лідерства та творчості, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність
Ведення технічної документації щодо систем управління об'єктами енергосистем	Запис до журналу проведених робіт, паспортів на системи управління об'єктами енергосистем	Норми та стандарти введення технічної документації на системи управління об'єктами енергосистем	Зафіксувати	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові,	Зосереджена увага, довгострокова пам'ять, зорове сприйняття, словесно-логічне та репродуктивне мислення; самостійність, дисциплінованість, старанність, відповідальність, уважність

Таблиця А.3

Аналітична професіограма науково-дослідної компетентності професійної діяльності інженера з автоматизації енергосистем

Операційно-технологічна структура діяльності			Психологічна структура діяльності працівника		
Професійні види робіт	Професійні задачі	Нормативно-орієнтуючі ознаки виконання професійних задач	Цілі дій	Психологічна характеристика дії	ПВЯ, що забезпечують протікання психічних процесів
1	2	3	4	5	6
Проведення науково-дослідних робіт щодо можливості розроблення, створення та впровадження конкурентно-здатних систем управління об'єктами енергосистем	Розроблення завдання на проведення пошукових наукових досліджень, проведення пошукових наукових досліджень, визначення параметрів функціонування щодо існуючих систем управління об'єктами енергосистем	Вимоги завдання на науково-дослідні роботи, особиста професійна зацікавленість тощо	Пізнати, визначити, вибрати, перетворити, розпізнати, зіставити, сформулювати думку, спрогнозувати	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові	Зосередженість уваги, довгострокова та образна пам'ять; зорове сприйняття, здатність оперувати образами об'єктів, уява, прогнозування подій та їх наслідків, наочно-образне, словесно-логічне, репродуктивне та продуктивне мислення, обґрунтування своїх пропозицій та рішень, самостійність, дисциплінованість, рішучість, впевненість у собі, відповідальність, старанність, самокритичність, самоконтроль, самоаналіз, прагнення до професійного розвитку та самонавчання, прагнення до успіху, лідерства та творчості, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність

Продовж. табл. А.3

1	2	3	4	5	6
Проведення науково-дослідних робіт з отримання нових знань щодо систем управління об'єктами енергосистем	Розроблення завдання на проведення наукових досліджень, проведення наукових досліджень, визначення параметрів функціонування щодо удосконалення (створення нових) систем управління об'єктами енергосистем	Вимоги завдання на науково-дослідні роботи, особистий професійний досвід, вимоги новизни тощо	Пізнати, зіставити, сформулювати думку, створити	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові	Зосередженість уваги, довгострокова та образна пам'ять, зорове сприйняття, здатність оперувати образами об'єктів, уява, прогнозування подій та їх наслідків, наочно-образне, словесно-логічне, репродуктивне та продуктивне мислення, обґрунтування своїх пропозицій та рішень, самостійність, дисциплінованість, рішучість, впевненість у собі, відповідальність, старанність, самокритичність, самоконтроль, самоаналіз, прагнення до професійного розвитку та самонавчання, прагнення до успіху, лідерства та творчості, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність
Оформлення та документування результатів науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем	Підготовка наукових публікацій, інформаційних оглядів, складання науково-технічних звітів, заявок на винаходи і промислові зразки, виступ на наукових нарадах, семінарах і конференціях	Норми та вимоги щодо подання наукових результатів	Донести до загалу	Мотиваційно-цільові, когнітивні, емоційно-вольові	Стійкість, зосередженість, перемикаюча та об'єм уваги, довгострокова, оперативна та образна пам'ять, зорове та слухове сприйняття, здатність оперувати образами об'єктів, уявою, прогнозування подій та їх наслідків, наочно-образне, словесно-логічне, оперативне, репродуктивне та продуктивне мислення, обґрунтування своїх пропозицій та рішень, емоційна стійкість, самостійність, дисциплінованість, рішучість, впевненість у собі, відповідальність, старанність, самокритичність, самоконтроль, самоаналіз, прагнення до професійного розвитку та самонавчання, прагнення до успіху, лідерства та творчості, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність

Таблиця А.4

Аналітична професіограма економічної компетентності професійної діяльності інженера з автоматизації енергосистем

Операційно-технологічна структура діяльності			Психологічна структура діяльності працівника		
Професійні види робіт	Професійні задачі	Нормативно-орієнтуючі ознаки виконання професійних задач	Цілі дій	Психологічна характеристика дії	ПВЯ, що забезпечують протікання психічних процесів
1	2	3	4	5	6
Проведення робіт з розроблення техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем	Розроблення завдання на проведення техніко-економічного обґрунтування, проведення техніко-економічного обґрунтування, визначення техніко-економічних показників систем управління об'єктами енергосистем	Норми, стандарти та вимоги завдання на техніко-економічне обґрунтування	Пізнати, визначити, зіставити, оцінити, проаналізувати, вибрати, сформувати думку, спрогнозувати	Мотиваційно-цільові когнітивні, емоційно-вольові	Зосередженість уваги, довгострокова та образна пам'ять, зорове сприйняття, здатність оперувати образами об'єктів, уява, прогнозування подій та їх наслідків, наочно-образне, словесно-логічне, репродуктивне та продуктивне мислення, обґрунтування своїх пропозицій та рішень, емоційна стійкість, самостійність, дисциплінованість, рішучість, впевненість у собі, відповідальність, старанність, самокритичність, самоконтроль, самоаналіз, прагнення до професійного розвитку та самонавчання, прагнення до успіху, лідерства та творчості, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність

Продовж. табл. А.4

1	2	3	4	5	6
Проведення робіт, що пов'язані з фінансовою стороною професійної діяльності	Забезпечення та розподіл фінансових ресурсів, регулювання та контроль використання фінансових ресурсів	Нормативні документи, що регламентують фінансово-економічну діяльність підприємства	Пізнати, здійснити, визначити, зіставити, оцінити, вибрати, сформулювати думку, спрогнозувати, проаналізувати	Мотиваційно-цільові когнітивні, емоційно-вольові	Зосередженість уваги, довгострокова та образна пам'ять, зорове сприйняття, здатність оперувати образами об'єктів, уява, прогнозування подій та їх наслідків, наочно-образне, словесно-логічне, репродуктивне та продуктивне мислення, обґрунтування своїх пропозицій та рішень, емоційна стійкість, самостійність, дисциплінованість, рішучість, впевненість у собі, відповідальність, старанність, самокритичність, самоконтроль, самоаналіз, прагнення до професійного розвитку та самонавчання, прагнення до успіху, лідерства та творчості, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність

Таблиця А.5

Аналітична професіограма соціально-управлінської компетентності професійної діяльності інженера з автоматизації енергосистем

Операційно-технологічна структура діяльності			Психологічна структура діяльності працівника		
Професійні види робіт	Професійні задачі	Нормативно-орієнтуючі ознаки виконання професійних задач	Цілі дій	Психологічна характеристика дій	ПВЯ, що забезпечують протікання психічних процесів
1	2	3	4	5	6
Проведення робіт з розроблення системи управління професійною діяльністю	Розроблення завдання на створення та визначення параметрів функціонування системи управління професійною діяльністю	Вимоги керівника, вимоги договору, нормативні вимоги, нормативи регламентуючі, внутрішні, законодавчі	Пізнати, спрогнозувати, спланувати, зафіксувати, створення	Мотиваційно – цільові когнітивні, емоційно-вольові	Розподіл, перемикання, вибірковість та зосередженість уваги, довгострокова, оперативна та образна пам'ять, зорове та слухове сприйняття, здатність відчуття, спостережливість, здатність оперувати образами об'єктів, уява, прогнозування подій та їх наслідків, наочно-дієве, наочно-образне, предметно-дієве, словесно-логічне оперативне, репродуктивне та продуктивне мислення, обґрунтування своїх пропозицій та рішень, емоційна стійкість, самостійність, дисциплінованість, рішучість, впевненість у собі, відповідальність, старанність, самокритичність, самоконтроль, самоаналіз, прагнення до професійного розвитку й самонавчання, прагнення до успіху, лідерства та творчості, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність

Продовж. табл. А.5

1	2	3	4	5	6
Керівництво персоналом	Організація, контроль та координація діяльністю персоналу згідно з планом, проведення інструктажу, мотивація персоналу та впровадження передових прийомів і методів праці, атестація персоналу та робочих місць, організація робіт з підвищення науково-технічних знань працівників	Посадові інструкції, вимоги керівника, нормативні документи з охорони праці та навколишнього середовища, протипожежної безпеки, радіаційної обстановки, плани, графіки	Інформувати, управляти, контролювати, перевіряти, координувати, організувати	Когнітивні, емоційно-вольові, мотиваційно-цільові, комунікативні-речові, організаційні	Розподіл, перемикання та вибірковість уваги, довгострокова та оперативна пам'ять, зорове та слухове сприйняття, здатність відчуття, спостережливість, зорово-рухова орієнтація та просторово-рухова координація, якості, а саме прогнозування подій та їх наслідків, наочно-дієве, наочно-образне, словесно-логічне, оперативне, репродуктивне та продуктивне мислення, обґрунтування своїх пропозицій та рішень, емоційна стійкість, самостійність, дисциплінованість, рішучість, впевненість у собі, відповідальність, старанність, самокритичність, самоконтроль, самоаналіз, прагнення до професійного розвитку й самонавчання, прагнення до успіху, лідерства та творчості, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність

Таблиця А.6

Аналітична професіограма правової компетентності професійної діяльності інженера з автоматизації енергосистем

Операційно-технологічна структура діяльності			Психологічна структура діяльності працівника		
Професійні види робіт	Професійні задачі	Нормативно-орієнтуючі ознаки виконання професійних задач	Цілі дій	Психологічна характеристика дій	ПВЯ, що забезпечують протікання психічних процесів
1	2	3	4	5	6
Виконання норм професійних законів, стандартів і правил	Проектні, експлуатаційні, науково-дослідні, економічні, управлінські	Нормативна документація в електроенергетиці	Пізнати, визначити, здійснити	Мотиваційно – цільові, когнітивні, емоційно-вольові	Зосередженість уваги, довгострокова та оперативна пам'ять, зорове сприйняття, здатність оперувати образами об'єктів, уява, прогнозування подій та їх наслідків, наочно-образне, словесно-логічне, продуктивне та репродуктивне мислення, обґрунтування своїх пропозицій та рішень, самостійність, дисциплінованість, рішучість, впевненість у собі, емоційна стійкість, відповідальність, старанність, самокритичність, самоконтроль, самоаналіз, прагнення до професійного розвитку й самонавчання, прагнення до успіху, лідерства, прагнення до творчості, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність

Продовж. табл. А.6

1	2	3	4	5	6
Виконання норм трудового законодавства та охорони праці й навколишнього середовища	Проектні, експлуатаційні, науково-дослідні, економічні, управлінські	Кодекс законів про працю, трудовий договір, посадові інструкції, нормативні документи з охорони праці та навколишнього середовища, протипожежної безпеки та радіаційної обстановки тощо	Пізнати, визначити, здійснити	Мотиваційно – цільові, когнітивні, емоційно-вольові	Розподіл, перемикання, вибірковість та зосередженість уваги, довгострокова та образна пам'ять, зорове та слухове сприйняття, здатність відчуття, спостережливність, зорово-рухова орієнтація та просторово-рухова координація, здатність оперувати образами об'єктів, уява, прогнозування подій та їх наслідків, наочно-дієве, наочно-образне, словесно-логічне, продуктивне та репродуктивне мислення, обґрунтування своїх пропозицій та рішень, емоційна стійкість, самостійність, дисциплінованість, рішучість, впевненість у собі, відповідальність, старанність, самокритичність, самоконтроль, самоаналіз, прагнення до професійного розвитку й самонавчання, прагнення до успіху, цілеспрямованість, наполегливість, ініціативність, уважність

Додаток Б

Методика формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів пристрою синхронізації синхронного генератора

1. Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проектування щодо всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{вим}$.

Елементом енергосистеми виступає синхронний генератор. Відповідно до конструкції та принципу дії синхронного генератора в нормальному режимі роботи виникають задачі з вмикання на паралельну роботу, регулювання напруги, реактивної потужності, частоти та активної потужності, що обумовлює необхідність застосування автоматики синхронізації, регулювання збудження та швидкості обертання [95]. Таким чином, можна бачити, що між принципом дії та задачами й видом автоматики нормального режиму синхронного генератора існує каузальний ланцюг знань. В такому разі засіб каузального навчання щодо формування знань з визначення задач та виду автоматики нормального режиму синхронного генератора буде мати вигляд, що представлений на рис. Б.1.

Під час експлуатації синхронного генератора у весь час виникає задача вмикання на паралельну роботу з енергосистемою, що супроводжується появою зрівняльного струму і зумовленого ним електромагнітного моменту на валу ротора. Дія цих явищ на генератор може бути неприпустимою, тому перед вмиканням необхідно виконати певні умови задля відсутності стрибка струму генератора [95]. Забезпечення цих умов доцільно здійснювати за допомогою мікропроцесорного автоматичного пристрою синхронізації, в

основу принципу дії якого буде закладено спосіб точної синхронізації з постійним кутом випередження, що дозволить забезпечити необхідну точність, швидкодію, виключити дію людського фактора. З урахуванням сказаного до пристрою синхронізації сформулюємо наступні вимоги: 1) у пристрої повинен бути закладений спосіб точної синхронізації з постійним кутом випередження, при $\delta_{\text{вип}} > 120^\circ$ робота пристрою повинна блокуватися, похибка при включенні не повинна перевищувати 5° за умови постійної та змінної частоти енергосистеми; 2) пристрій повинен бути автоматичний, виготовлений на мікропроцесорній елементній базі та мати функцію самоконтролю.

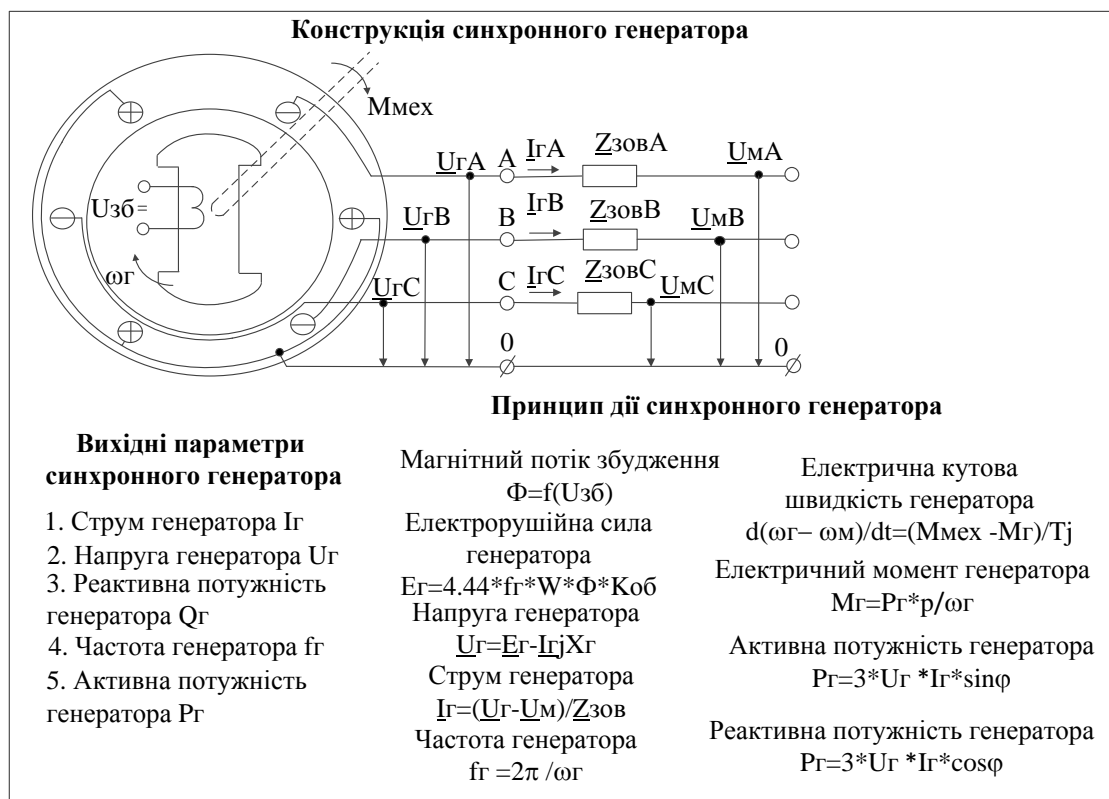


Рис. Б.1. Засіб каузального формування знань з визначення задач та виду автоматики нормального режиму синхронного генератора

В такому випадку засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування пристрою синхронізації синхронного генератора буде мати вигляд, що наведений на рис. Б.2.

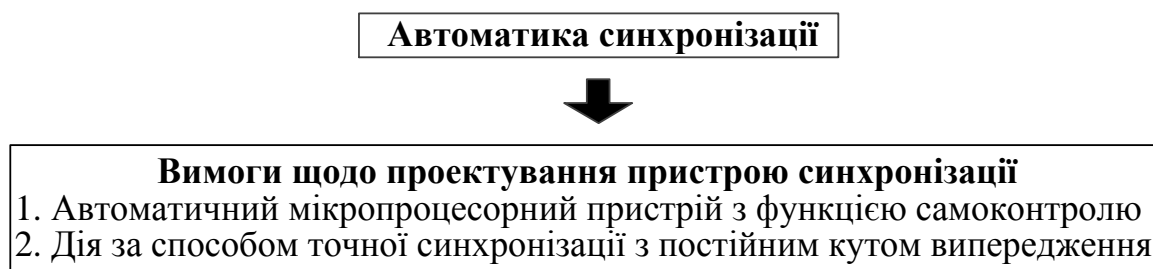


Рис. Б.2. Засіб каузального навчання щодо формування з визначення вимог щодо проектування пристрою синхронізації

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проектування принципу дії та структури всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{\text{вим}} \rightarrow D, S_{\text{стр}}$.*

Принцип дії пристрою синхронізації у першу чергу обумовлюється його призначенням, а саме формуванням дій за заданою програмою при виникненні команди персоналу, що обслуговує, на вмикання. Безпечне вмикання можливе у разі відсутності зрівняльного струму під час вмикання. Згідно із законом Ома вираз для визначення зрівняльного струму буде мати вигляд $I_{зр} = (\underline{U}_Г - \underline{U}_М) / \underline{Z}_{зв}$ ($\underline{U}_Г$ – вектор напруги генератора, $\underline{U}_М$ – вектор напруги мережі, $\underline{Z}_{зв}$ – вектор опору зв'язку між генератором та мережею). З виразу можна бачити, що струм буде дорівнювати нулю, коли різниця напруг генератора та мережі буде дорівнювати нулю. У зв'язку з тим, що напруги є синусоїдальними величинами, то для їх рівності необхідно, щоб дорівнювали їх амплітуди, фази та частоти. Згідно з цією обставиною витікають умови точної синхронізації: рівність амплітуд напруги генератора та мережі, рівність частот генератора та мережі, кут зсуву між векторами напруги генератора та мережі повинен дорівнювати нулю. При виконанні цих умов у пристрої

синхронізації повинна сформуватися команда на вмикання генераторного вимикача. Оскільки генераторний вимикач має власний час спрацьовування, то команда на вмикання вимикача повинна сформуватися з деяким випередженням до моменту, коли кут зсуву буде дорівнювати нулю. Обчислення кута випередження може здійснюватися або за формулою рівномірного або рівноприскореного руху. Наприклад, задля виконання вимоги щодо обмеження похибки включення, а саме не більше 5° , необхідно використовувати формулу рівноприскореного руху $\delta_{\text{вип}} = \omega_{s0} t_{\text{вип}} + a_s \frac{t_{\text{вип}}^2}{2}$ ($\delta_{\text{вип}}$ – кут випередження, ω_{s0} – початкова кутова швидкість ковзання, $t_{\text{вип}}$ – час випередження, a_s – прискорення ковзання). У разі якщо не виконуються вимоги щодо рівності напруг і частот генератора та мережі в принцип дії пристрою синхронізації повинна бути закладена функція формування команди на автоматичний регулятор збудження та швидкості синхронного генератора щодо корекції зазначених параметрів.

Згідно до зазначеного принципу дії структура програмного забезпечення пристрою синхронізації буде складатися з функції запуску, функції визначення напруги, функції визначення частоти, функції спрацьовування, а структура апаратного забезпечення буде складатися з вимірювально-перетворювальної, обчислювальної та виконавчої частин. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення всього пристрою синхронізації буде мати вигляд, що представлений на рис. Б.3.

3. Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проектування й проектування принципу дії та структури складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{\text{вим}} \rightarrow D, \text{Стр}$.

Вимоги до функції запуску визначаються на підставі загальних вимог та принципу дії пристрою синхронізації та передбачають формування

команди на дозвіл спрацьовування за умовою запуску пристрою. Отже, структура програмного забезпечення функції запуску буде складатися з: функції введення в роботу пристрою, функції тестування працездатності пристрою, функції формування вихідних сигналів щодо запуску пристрою. В свою чергу структура апаратного забезпечення функції запуску, враховуючи структуру її програмного забезпечення, повинна складатися з цифрового обчислювача, електронних реле вихідного та вхідного дискретних сигналів, клавіатури та цифрового індикатора. Враховуючи вище сказане засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування, принципу дії та структури програмного й апаратного забезпечення функції запуску пристрою синхронізації буде мати вигляд, що представлений на рис. Б.4.

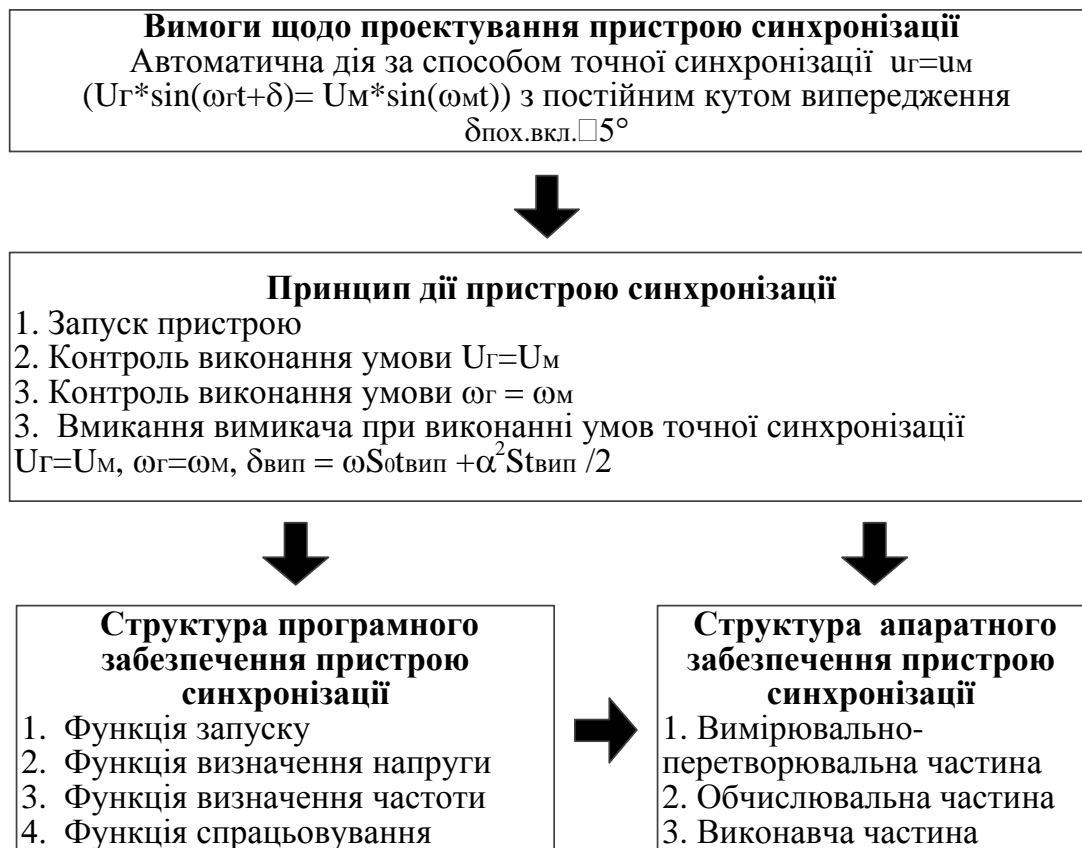


Рис. Б.3. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення всього пристрою синхронізації



Рис. Б.4. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування, принципу дії та структури програмного й апаратного забезпечення функції запуску пристрою синхронізації

Вимоги до функції визначення напруги обумовлюються загальними вимогами та принципом дії пристрою синхронізації та передбачають контроль виконання умови синхронізації за напругою. В такому випадку принципом дії функції визначення напруги є формування команди на дозвіл спрацювання за умовою $U_T = U_M$ та формування команди на корекцію за умовою $U_T \neq U_M$. Отже, структура програмного забезпечення функції визначення напруги буде складатися з: функції обчислення різниці напруг, функції порівняння різниці напруг, функції корекції різниці напруг, функції формування вихідних сигналів щодо визначення напруги. В свою чергу структура апаратного забезпечення функції визначення напруги, враховуючи структуру програмного забезпечення, повинна складатися з цифрового обчислювача, електронних реле вихідних сигналів, вимірювальних перетворювачів напруги, аналого-цифрового перетворювача, мультіплектора.

Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування, принципу дії та структури програмного й апаратного

забезпечення функції визначення напруги пристрою синхронізації буде мати вид (рис. Б.5)



Рис. Б.5. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування, принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення функції визначення напруги пристрою синхронізації

Вимоги до функції визначення частоти обумовлюються загальними вимогами та принципом дії пристрою синхронізації та передбачають контроль виконання умови синхронізації за частотою. В такому випадку принципом дії функції визначення частоти є формування команди на дозвіл спрацювання за умовою $\omega_T = \omega_M$ та формування команди на корекцію за умовою $\omega_T \neq \omega_M$. Отже, структура програмного забезпечення функції визначення частоти буде складатися з: функції обчислення різниці частот, функції порівняння різниці частот, функції корекції різниці частот, функції формування вихідних сигналів щодо визначення частоти. В свою чергу структура апаратного забезпечення функції визначення частоти, враховуючи структуру програмного забезпечення, повинна складатися з цифрового обчислювача, електронних реле вихідних дискретних сигналів, вимірювальних перетворювачів напруги, аналого-цифрового перетворювача, мультиплексора.

Враховуючи вище сказане, засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування, принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення функції визначення частоти пристрою синхронізації буде мати вигляд (рис. Б.6)

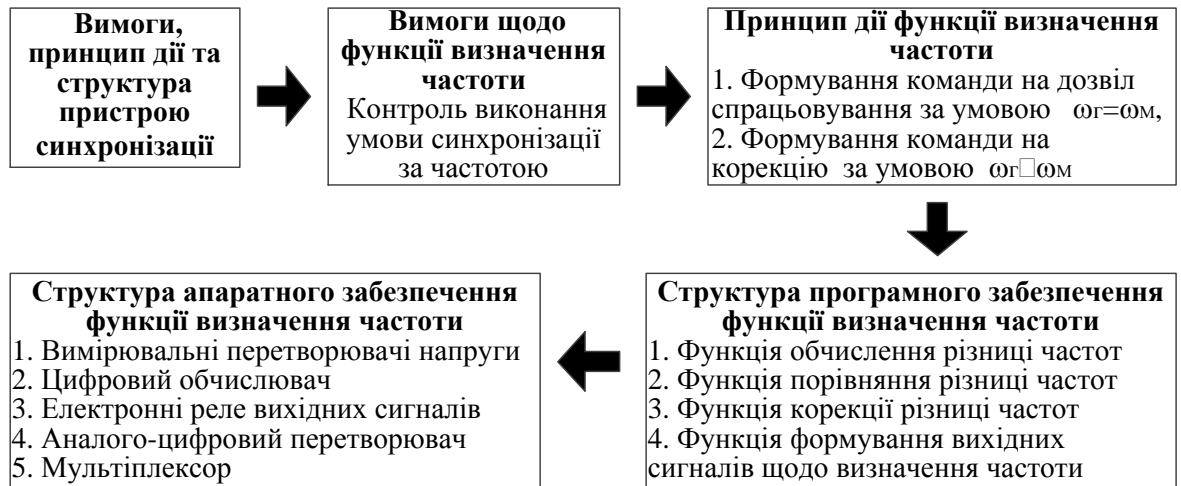


Рис. Б.6. Засіб каузального формування знань визначення вимог щодо проектування, принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення функції визначення частоти пристрою синхронізації

Вимоги до функції спрацьовування пристрою синхронізації визначаються на підставі загальних вимог та принципу дії пристрою синхронізації та передбачають формування команди на вмикання вимикача при виконанні умов точної синхронізації. Отже, принципом дії цієї функції є формування команди на вмикання вимикача при виконанні умов: запуск пристрою, $U_r = U_m$, $\omega_r = \omega_m$, $\delta_{\text{вип}} = \omega_{s0} t_{\text{вип}} + a_s \frac{t_{\text{вип}}^2}{2}$. В такому разі структура програмного забезпечення функції спрацьовування буде складатися з: функції обчислення кута випередження, функції порівняння кута випередження, функції контролю виконання умов синхронізації, функції формування вихідних сигналів щодо спрацьовування пристрою. В свою чергу структура апаратного забезпечення функції спрацьовування, враховуючи структуру програмного забезпечення, повинна складатися з вимірювальних перетворювачів напруги, аналого-цифрового перетворювача,

цифрового обчислювача, електронних реле вихідних дискретних сигналів, мультіплексора, цифрового індикатора. Враховуючи вище сказане засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування, принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення функції спрацьовування пристрою синхронізації буде мати вигляд (рис. Б.7)

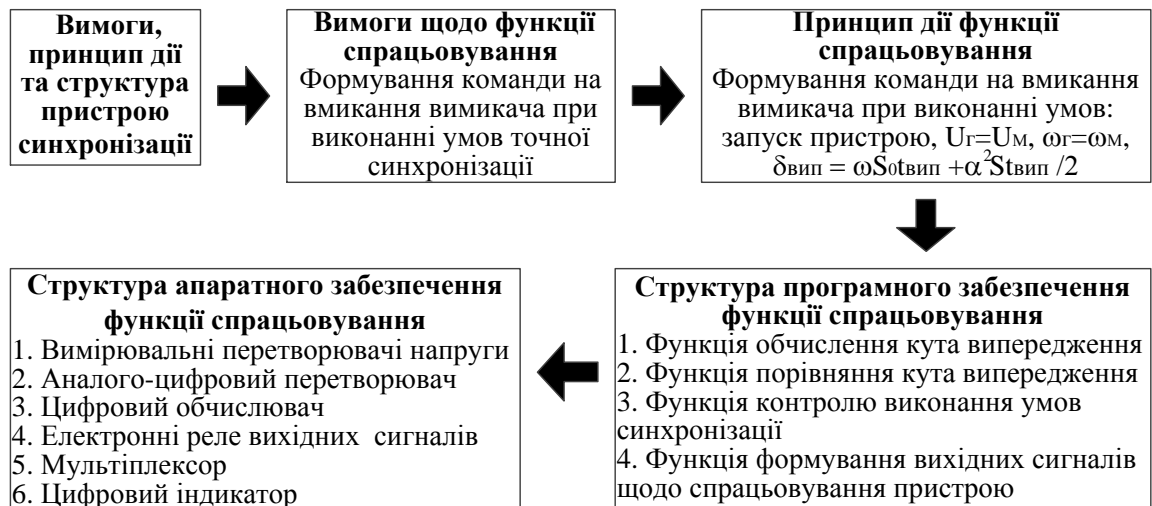


Рис. Б.7. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування, принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення функції спрацьовування пристрою синхронізації

4. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проектування реалізації й визначення показників функціонування складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $S_{\text{стр}} \rightarrow S_{\text{реал}} \rightarrow \text{Ндійс}$.*

Спроекуємо програмну та апаратну реалізацію функцій визначення напруги й частоти та функцій запуску й спрацьовування пристрою синхронізації.

Функція запуску пристрою синхронізації. Після включення пристрою синхронізації функцією введення в роботу повинно відбуватися тестування працездатності пристрою відповідною функцією. У разі задовільного проходження тестів функцією формування вихідних сигналів щодо запуску пристрою формується логічний сигнал «запуск пристрою синхронізації».

Відповідно до реалізації програмного забезпечення функції запуску пристрою синхронізації параметром настроювання буде виступати введення в роботу пристрою. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів настроювання функції запуску пристрою синхронізації буде мати вигляд (рис. Б.8)

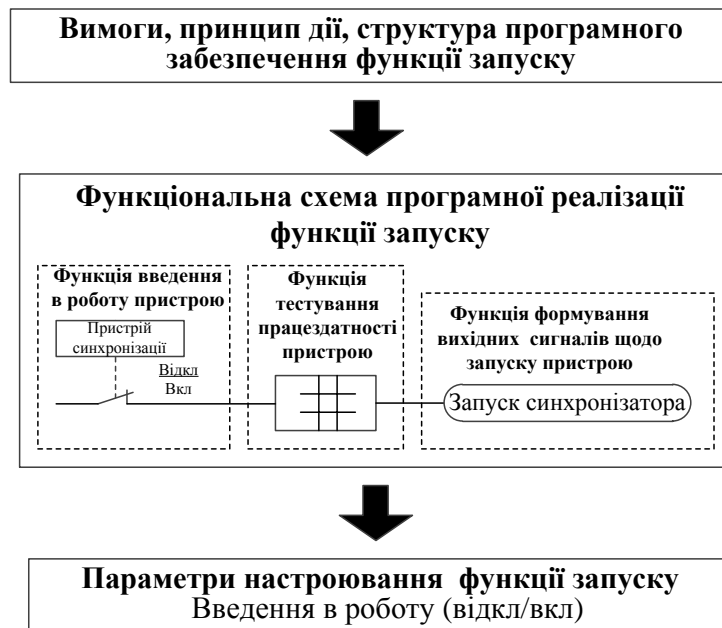


Рис. Б.8. Засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів настроювання функції запуску пристрою синхронізації

Функція визначення напруги пристрою синхронізації. Реалізація функції обчислення різниці напруг повинна бути здійснена за формулою $\Delta U = U_{\Gamma} - U_{\text{м}}$. Функція порівняння різниці напруг здійснює порівняння значення обчисленої різниці напруг із заданим і у разі не перевищення останнього функція формування вихідних сигналів формує логічний сигнал на дозвіл спрацьовування за умовою $U_{\Gamma} = U_{\text{м}}$. У разі перевищення різниці напруг заданого значення функція корекції різниці напруг визначає знак відхилення, відповідно до якого функція формування вихідних сигналів формує вихідний логічний сигнал на «зменшення» або на «збільшення»

напруги. Відповідно до реалізації програмного забезпечення функції визначення напруги параметром настроювання буде виступати максимальна різниця напруг. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів настроювання функції визначення напруги пристрою синхронізації буде мати вигляд (рис. Б.9)



Рис. Б.9. Засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів настроювання функції визначення напруги пристрою синхронізації

Функція визначення частоти пристрою синхронізації. Реалізація функції обчислення різниці частот повинна бути здійснена за формулою $\Delta\omega = \omega_G - \omega_M$. Функція порівняння різниці частот здійснює порівняння значення обчисленої різниці частот із заданим і у разі не перевищення останнього формує логічний сигнал на дозвіл спрацьовування за умовою $\omega_G = \omega_M$. У разі перевищення різниці частот заданого значення функція корекції різниці частот визначає знак відхилення, відповідно до якого функція формування вихідних сигналів формує вихідний логічний сигнал на «зменшення» або на

«збільшення» частоти. Відповідно до реалізації програмного забезпечення функції визначення частоти параметром настроювання буде виступати максимальна різниця частот. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів настроювання функції визначення частоти пристрою синхронізації буде мати вигляд (рис. Б.10)



Рис. Б.10. Засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів настроювання функції визначення частоти пристрою синхронізації

Функція спрацьовування пристрою синхронізації. Реалізація функції обчислення кута випередження повинна бути здійснена за формулою $\delta_{\text{вип}} = \omega_{s0} t_{\text{вип}} + a_s \frac{t_{\text{вип}}^2}{2}$. Функція порівняння кута випередження здійснює порівняння значення обчисленого кута із заданим і у разі перевищення останнього функція формування вихідних сигналів формує вихідний логічний сигнал на заборону спрацьовування пристрою. Функція контролю виконання умов контролює логічні сигнали, що сформовані функціями

визначення частоти, напруги та запуску пристрою, а також сигнал, що формується функцією порівняння кута. У разі виконання усіх вимог повинні формуватися вихідні логічні сигнали «синхронізація» та «вмикання генератора» функцією формування вихідних сигналів щодо спрацьовування пристрою. Відповідно до реалізації програмного забезпечення функції спрацьовування пристрою параметрами настроювання будуть виступати максимальний кут випередження та час випередження, видача керуючих сигналів (вивед. / введ.). З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів настроювання функції спрацьовування пристрою синхронізації буде мати вигляд представлений на рис. Б.11.



Рис. Б.11. Засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів настроювання функції спрацьовування пристрою синхронізації

Визначимо апаратну реалізацію пристрою синхронізації, що буде складатися з апаратної реалізації функцій, що входять до її складу. Структура апаратного забезпечення функції запуску пристрою складається з цифрового обчислювача, електронних реле вихідного та вхідного дискретних сигналів, цифрового індикатора та клавіатури. Структура апаратного забезпечення функцій визначення напруги та частоти передбачає наявність цифрового обчислювача, електронних реле вихідних дискретних сигналів, вимірювальних перетворювачів напруги, аналого-цифрового перетворювача та мультіплектора. Структура апаратного забезпечення функції спрацьовування пристрою потребує вимірювальних перетворювачів напруги, аналого-цифрових перетворювачів, мультіплектора, цифрового обчислювача, електронних реле вихідних дискретних сигналів, цифрового індикатора.

Отже, аналогові вимірювальні перетворювачі напруги (ВПН), аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) та мультіплексор (МПЛ) будуть складати вимірювально-перетворювальну частину (ВПЧ), цифровий обчислювач – обчислювальну частину (ОЧ), електронні реле вихідних (РДВ) і вхідних (РДВх) дискретних сигналів, цифровий індикатор (ЦІ) та клавіатура (К) – виконавчу частину (ВЧ) апаратної реалізації пристрою синхронізації. Цифровий обчислювач для мікропроцесорних пристроїв зазвичай складається з центрального процесора (ЦП), запам'ятовувального пристрою (ЗП), елементів оптичної розв'язки різних каналів зв'язку (RS-485-opto, RS-232-opto), системної шини [127, 258].

Технічні параметри пристрою синхронізації, що залежать від його апаратної реалізації будуть обумовлюватися характеристиками електронних компонентів, які використані при реалізації функцій. В даному випадку це буде мінімальний час спрацьовування пристрою синхронізації, надійність та точність спрацьовування. З урахування сказаного засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми апаратної реалізації та

технічних параметрів пристрою синхронізації буде мати вигляд, що наведений на рис. Б.12.

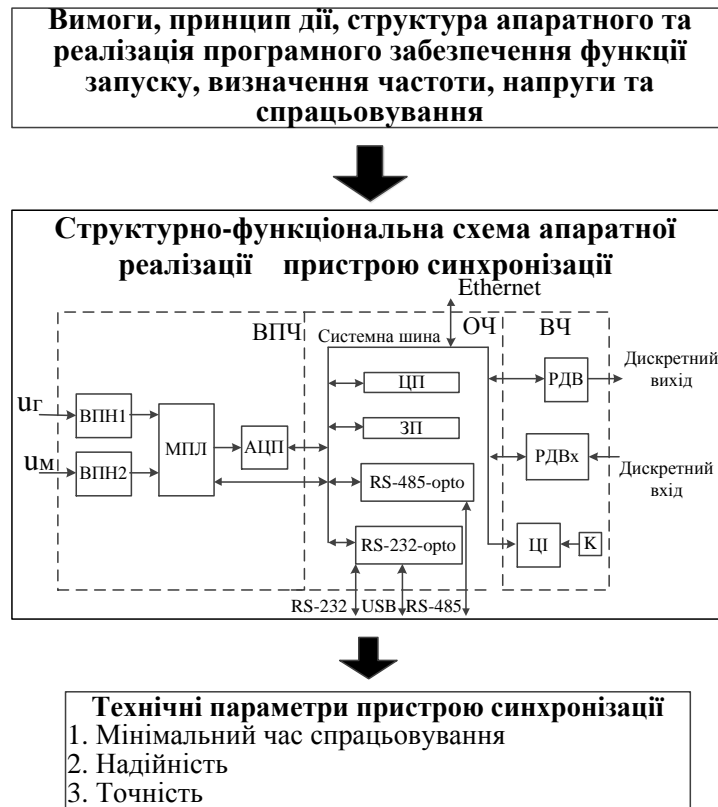


Рис. Б.12. Засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми апаратної реалізації та технічних параметрів пристрою синхронізації

Програмна й апаратна реалізація, а також параметри функцій визначення напруги, частоти, запуску та спрацьовування пристрою синхронізації будуть визначати інтегральні параметри пристрою синхронізації. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення параметрів пристрою синхронізації буде мати вигляд, що представлений на рис. Б.13.



Рис. Б.13. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів пристрою синхронізації

5. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$.*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач повинні передбачати самостійне проектування інших пристроїв автоматики нормальних режимів синхронних генераторів. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між спроектованою структурою та функціональною реалізацією і визначеними параметрами та сформульованими вимогами щодо функцій пристрою синхронізації синхронного генератора згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами проектувальних задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань,

умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу або кроку методики, на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування проектної компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів пристроїв автоматики нормальних режимів інших об'єктів управління в дисциплінах «Автоматика енергосистем» та «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці».

Методика формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи

1. Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проектування щодо всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{вим}$.

Об'єктом управління виступає електрична система, під якою розуміється умовно виділена частина електроенергетичної системи в якій генерується, передається та розподіляється електрична енергія. До ненормальних режимів електричної системи відносяться підвищення або зниження напруги й частоти, гойдання та асинхронний режим. Попри оснащення електричних систем автоматикою запобігання порушення стійкості, синхронна паралельна робота потужних електростанцій та окремих частин енергосистеми часто не зберігається, унаслідок чого настає асинхронний режим. Асинхронний режим зазвичай настає унаслідок неповної відповідності дозировки протиаварійних керуючих впливів тяжкості збурень, тобто недостатньої ефективності автоматики запобігання

порушення стійкості та автоматики запобігання неприпустимих змін режимних параметрів і навіть відмов окремих автоматичних пристроїв протиаварійного керування. Допустимий, хоча і небажаний для синхронних генераторів, асинхронний режим становить серйозну небезпеку для електричної системи. Він супроводжується періодично змінюваними зниженнями напруги, що може призвести до зниження продуктивності й зупинці обладнання власних потреб електричних станцій, і у кінцевому випадку до загальносистемної аварії [95]. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення задач та виду протиаварійної автоматики електричної системи буде мати вигляд (рис. Б.14)



Рис. Б.14. Засіб каузального формування знань з визначення задач та виду протиаварійної автоматики електричної системи

Отже, під час роботи електричних систем виникає необхідність швидкодіючого виявлення та інтенсивного протиаварійного керування щодо

усунення асинхронного режиму, що може бути реалізовано автоматичним пристроєм ліквідації асинхронного режиму.

Проведемо навчальне проектування пристрою ліквідації асинхронного режиму для електричної системи, що має просту конфігурацію (рис. Б.14), і в якій допустимий короткочасний асинхронний режим. В якості заходів, що можуть бути використані при протиаварійному керуванні у наведеній електричній системі, приймемо зміну регульовальної потужності шляхом дії на регулятори швидкості генераторів та відключення лінії електропередач вимикачами Q_1 та Q_2 .

Для електричної системи, що розглядається, у разі підключення пристрою автоматики до напруги \underline{U}_1 вирази для обчислення комплексів електрорушійних сил згідно з другим законом Кірхгофа будуть мати вигляд $\underline{E}_{\text{екв2}} = \underline{U}_1 - \underline{I}(\underline{Z}_{\text{екв2}} + \underline{Z}_{\text{ЛЕП}})$ та $\underline{E}_{\text{екв1}} = \underline{U}_1 + \underline{I}\underline{Z}_{\text{екв1}}$ ($\underline{E}_{\text{екв1}}, \underline{E}_{\text{екв2}}$ – вектори еквівалентних електрорушійних сил генераторів частин електричної системи, $\underline{Z}_{\text{екв1}}, \underline{Z}_{\text{екв2}}$ – вектори еквівалентних повних опорів частин електричної системи, $\underline{Z}_{\text{ЛЕП}}$ – вектор повного опору лінії електропередач, що об'єднує частини електричної системи, \underline{U}_1 – вектор напруги на шинах першої частини електричної системи, \underline{I} – вектор струму, що протікає між частинами електричної системи). При коротких замиканнях, при синхронних коливаннях та інших ненормальних режимах, які супроводжуються зниженням напруги у вузлах системи, пристрій автоматики ліквідації асинхронного ходу не повинен діяти, що може бути забезпечено, наприклад, заборонаю його дії за дискретними зменшеннями напруги. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи буде мати вигляд, що представлений на рис. Б.15.

Автоматика ліквідації асинхронного режиму електричної системи



Вимоги щодо проектування пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи

1. Мікропроцесорна елементна база
2. Блокування роботи пристрою при ненормальних режимах
3. Використання дії на регулятори швидкості генераторів та відключення лінії електропередач вимикачами Q_1 і Q_2 в залежності від тривалості асинхронного режиму

Рис. Б.15. Засіб каузального формування знань між видом протиаварійної автоматики та вимогами щодо проектування пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи

2. Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проектування принципу дії та структури всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $H_{вим} \rightarrow D, S_{стр}$.

Визначимо принцип дії пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи. У нормальному режимі еквівалентні генератори, що ввімкнені на паралельну роботу, мають однакову частоту і відповідно їх електрорушійні сили ($\underline{E}_{екв1}$ та $\underline{E}_{екв2}$) обертаються з однаковою кутовою швидкістю. У разі виникнення асинхронного режиму відбувається періодичне змінення кута між несинхронними електрорушійними силами від 0 до 360° з частотою ковзання, періодичне змінення напруги (\underline{U}_1 та \underline{U}_2) і струму (\underline{I}) з частотою ковзання та періодичне змінення з подвоєною частотою ковзання активної потужності. У результаті чого в якості інформативних параметрів можна прийняти зміну кута між електрорушійними силами генератора, швидкість зміни добутків та відношень комплексних напруг та струмів, цикли асинхронного режиму та зміну фазного струму. Для даного прикладу в основу принципу дії пристрою покладемо спосіб виявлення асинхронного режиму, що заснований на обчисленні кута зсуву фаз між електрорушійними силами та циклів асинхронного режиму.

У випадку, що розглядається, в електричній системі асинхронний режим може бути допустимим короткочасно. Тому ліквідація асинхронного режиму може бути здійснена або за допомогою формування керуючих впливів на синхронний генератор, в тому числі ресинхронізація, або за допомогою діленням електричної системи на несинхронні працюючі частини. З урахуванням сказаного до принципу дії пристрою ліквідації асинхронного режиму повинна бути закладена можливість: формування керуючих впливів при виникненні ознак порушення синхронізму або на протязі першого циклу асинхронного режиму (зміна кута між електрорушійними силами двох генератора біль ніж на 360°); здійснення ресинхронізації синхронних генераторів після декількох циклів асинхронного режиму або ділення системи при асинхронному режимі тривалістю більше ніж 10-20 секунд. З урахуванням сказаного в пристрої доцільно передбачити три ступеня спрацьовування. Дія першого ступеня буде передбачена на початковій стадії розвитку асинхронного режиму з формуванням керуючих впливів на змінення швидкості обертання генератора. Другий ступінь набере чинності після двох циклів асинхронного режиму, спрацьовування якої призведе до формування додаткових керуючих впливів на зміну швидкості обертання генератора. Дія третього ступеня буде дозволена через 10 секунд після спрацьовування другого ступеня з формуванням команди на ділення системи.

Згідно з обраного принципу дії структура програмного забезпечення пристрою ліквідації асинхронного режиму буде складатися з функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів, що обумовить структуру апаратного забезпечення, а саме наявність в пристрої вимірювально-перетворювальної, обчислювальної та виконавчої частин. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення принципу дії, структури програмного та апаратного забезпечення пристрою ліквідації асинхронного режиму буде мати вигляд, що представлений на рис. Б.16.

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проектування й проектування принципу дії та структури складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{вим} \rightarrow D, S_{стр}$.*

Розглянемо функції спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів пристрою ліквідації асинхронного режиму. Згідно із загальних вимог, робота пристрою повинна блокуватися при синхронних коливаннях, коротких замиканнях та інших ненормальних режимах, а отже, пуск I-го ступеня може бути можливий за наявності дозвільного логічного сигналу на пуск ступені. Пуск II-го та III-го ступенів може бути можливий за умови спрацьовування I-го та II-го ступенів відповідно.

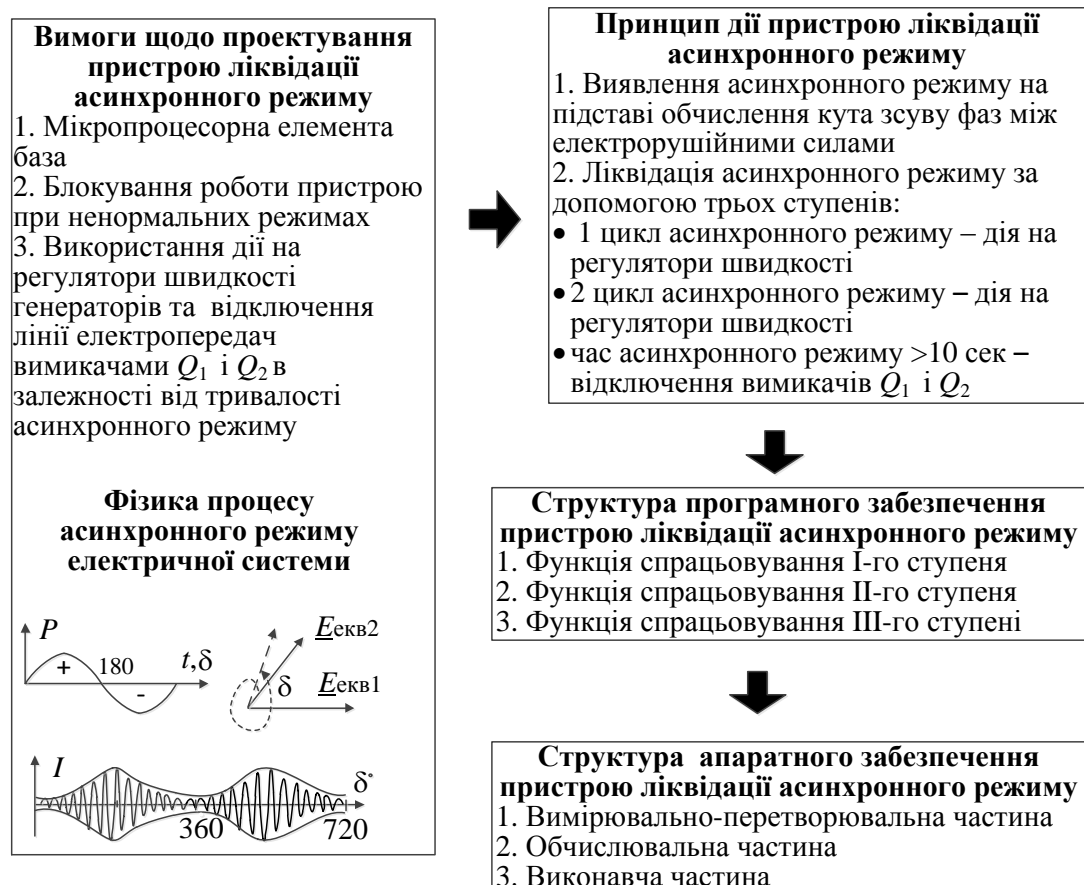


Рис. Б.16. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії, структури програмного та апаратного забезпечення пристрою ліквідації асинхронного режиму

Спрацьовування I-го ступеня повинно відбуватися при умові $\delta > 360^\circ$ (1 цикл асинхронного ходу), спрацьовування II-го ступеня повинно відбуватися при умові $\delta > 720^\circ$ (2 цикл асинхронного ходу), спрацьовування III-го ступеня повинно відбуватися при умові $\delta > 3600^\circ$ (більш ніж 10 секунд асинхронного ходу). Також повинна бути передбачена можливість зміни тривалості видачі сигналів на відключення ступенів. Отже, структура програмного забезпечення функцій спрацьовування I-го, II-го та III-го ступенів буде складатися з функції пуску ступені, функції обчислення кута зсуву фаз ступені, функції дозволу на спрацьовування ступені, функції зміни тривалості видачі сигналу відключення ступеня, функції обчислення ковзання, функції формування вихідних сигналів щодо спрацьовування ступені.

Структура апаратного забезпечення функції спрацьовування I-го, II-го та III-го ступенів пристрою ліквідації асинхронного режиму, враховуючи структуру програмного забезпечення, повинна складатися з вимірювальних перетворювачів струму та напруги, аналого-цифрового перетворювача, цифрового обчислювача, електронних реле вихідних та вхідних дискретних сигналів, цифрового індикатора та клавіатури. Враховуючи вище сказане засоби каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування, принципу дії та структури програмного та апаратного забезпечення функцій спрацьовування I-го, II-го та III-го ступенів пристрою ліквідації асинхронного режиму будуть відповідно мати вигляди (рис. Б.17-Б.19)



Рис. Б.17. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування, принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення функції спрацьовування I-го ступеня пристрою

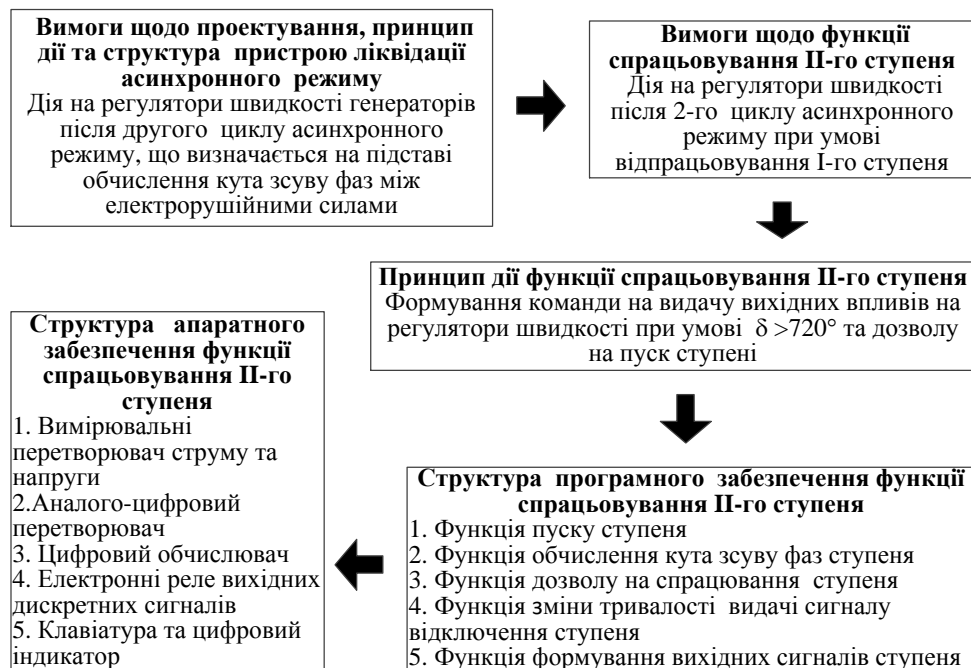


Рис. Б.18. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування, принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення функції спрацьовування II-го ступеня пристрою



Рис. Б.19. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо проектування, принципу дії й структури програмного та апаратного забезпечення функції спрацьовування III-го ступеня пристрою

4. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проектування реалізації й визначення показників функціонування складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $S_{стр} \rightarrow S_{реал} \rightarrow Ндійс$.*

Спроекуємо програмну та апаратну реалізацію функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів пристрою ліквідації асинхронного режиму. Функція дозволу на спрацьовування ступеня повинна передбачати контроль циклів асинхронного режиму та контроль команди щодо пуску ступені, виконання яких можливо реалізувати за допомогою логічного елемента «І» (&). У разі відсутності забороняючих сигналів на логічному елементі формується сигнал дозволу спрацьовування ступеня. Далі повинна формуватися тривалість видачі сигналу відключення ступеня за допомогою відповідної функції. Через те, що асинхронний режим для генераторів

станції може супроводжуватися негативним або позитивними ковзанням (функція обчислення ковзання), в функції формування вихідних сигналів повинна бути передбачена можливість формування прискорювального керуючого вихідного логічного сигналу, гальмівного керуючого вихідного логічного сигналу та логічного сигналу, що відповідає відсутності ковзання, а також вихідного логічного сигналу «спрацьовування ступеня за кутом». З урахуванням визначеної реалізації програмного забезпечення функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів пристрою ліквідації асинхронного режиму параметрами настроювання є кількість циклів асинхронного режиму ступеня, тривалість видачі сигналу відключення ступеня, видача вихідних сигналів щодо спрацьовування ступеня. З урахуванням сказаного засоби каузального навчання щодо формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів настроювання функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів пристрою ліквідації асинхронного режиму відповідно будуть мати вигляд (рис. Б.20-Б.22)



Рис. Б.20. Засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів настроювання функції спрацьовування I-го ступеня пристрою ліквідації асинхронного режиму



Рис. Б.21. Засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів налаштування функції спрацювання II-го ступеня пристрою ліквідації асинхронного режиму



Рис. Б.22. Засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми програмної реалізації та параметрів налаштування функції спрацювання III-го ступеня пристрою ліквідації асинхронного режиму

Визначимо реалізацію апаратного забезпечення функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів пристрою ліквідації асинхронного режиму, що буде складатися з апаратної реалізації функцій, що входять до її складу. Функції пуску ступеня та обчислення кута зсуву фаз передбачають наявність вимірювальних перетворювачів струму та напруги, аналого-цифрового перетворювача та цифрового обчислювача. В якості апаратної реалізації функцій дозволу спрацьовування та зміни тривалості сигналу буде виступати цифровий обчислювач. Структура апаратного забезпечення функції формування вихідних сигналів передбачає наявність цифрового обчислювача та електронних реле вихідних і вхідних дискретних сигналів. Отже, цифровий обчислювач буде представляти обчислювальну частину (ОЧ). Цифровий обчислювач для мікропроцесорних пристроїв зазвичай складається з центрального процесора (ЦП), запам'ятовувального пристрою (ЗП), елементів оптичної розв'язки різних каналів зв'язку (RS-485-opto, RS-232-opto), системної шини. Для виконавчої частини в даному випадку характерні реле дискретних виходів (РДВ), реле дискретних входів (РДВх), цифровий індикатор (ЦІ) та клавіатура (К). Вимірювально-перетворювальна частина складається з вимірювального перетворювача струму та напруги (ВПСН) та аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) [116, 240].

Технічні параметри функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів пристрою ліквідації асинхронного режиму, що залежать від її апаратної реалізації будуть обумовлюватись характеристиками електронних комплектуючих, що використані при реалізації функцій, в даному випадку швидкість та надійність функції спрацьовування. З урахування сказаного засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми апаратної реалізації та параметрів настроювання функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів пристрою ліквідації асинхронного режиму буде мати вигляд (рис. Б.23)

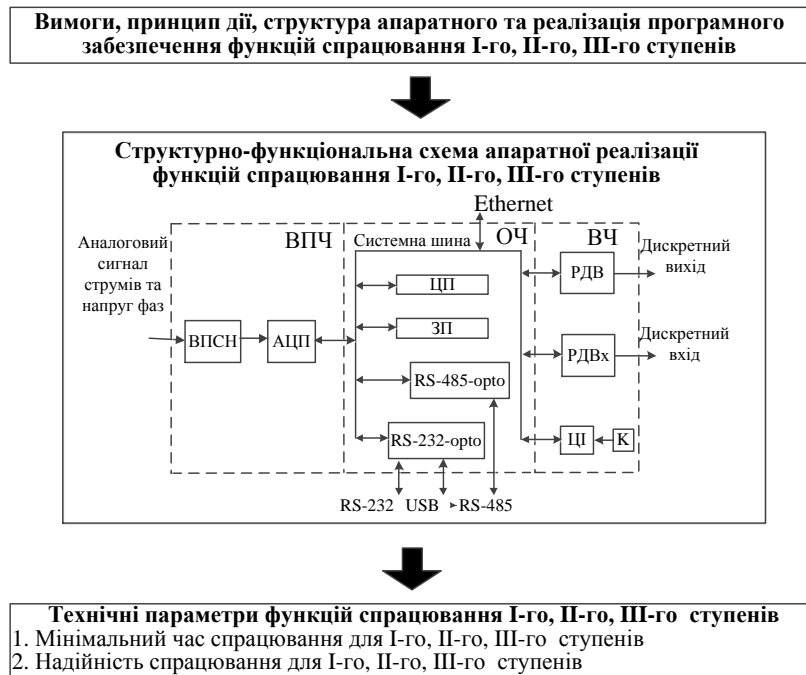


Рис. Б.23. Засіб каузального формування знань з визначення функціональної схеми апаратної реалізації та технічних параметрів функції спрацювання I-го, II-го, III-го ступенів пристрою ліквідації асинхронного режиму

Програмна та апаратна реалізація, а також параметри функцій спрацювання I-го, II-го, III-го ступенів визначають інтегральні параметри пристрою ліквідації асинхронного режиму (рис. Б.24)

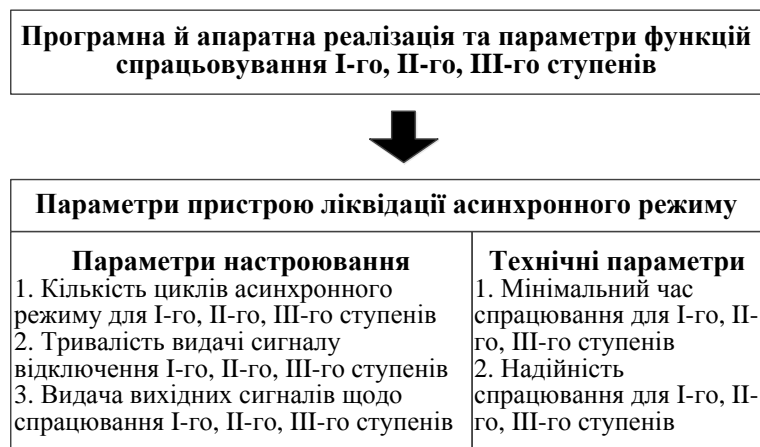


Рис. Б.24. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів пристрою ліквідації асинхронного режиму

5. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{вим} \rightarrow D, S \rightarrow N_{дійс}$.*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач повинні передбачати самостійне проектування функції ліквідації асинхронного режиму за опором пристрою ліквідації асинхронного режиму. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між спроектованою структурою і функціональною реалізацією та визначеними параметрами та сформульованими вимогами щодо функцій пристрою ліквідації асинхронного режиму згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення проектувальних задач.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами проектувальних задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу або кроку методики, на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування проектної компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів інших пристроїв протиаварійної автоматики електричної системи в дисциплінах «Автоматика енергосистем» та «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці».

Додаток В

Методика формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів пристрою синхронізації синхронного генератора

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на технічну перевірку системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду МО → Нвим*

Пристрій синхронізації синхронного генератора призначений для використання в електромережах змінного струму з частотою 50 Гц в якості мікропроцесорного пристрою для автоматичного включення синхронних машин на паралельну роботу. Для здійснення технічної перевірки пристрою синхронізації перш за все необхідно вивчення структурної схеми, схеми зовнішніх підключень, габаритно-інсталяційного креслення, технічних характеристик пристрою [394] (рис. В.1. - В.4).

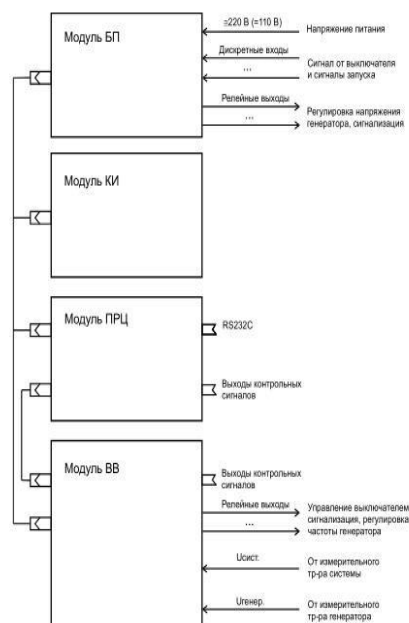


Рис. В.1. Структурна схема пристрою синхронізації



Рис. В.2. Зовнішній вигляд панелі управління пристрою синхронізації

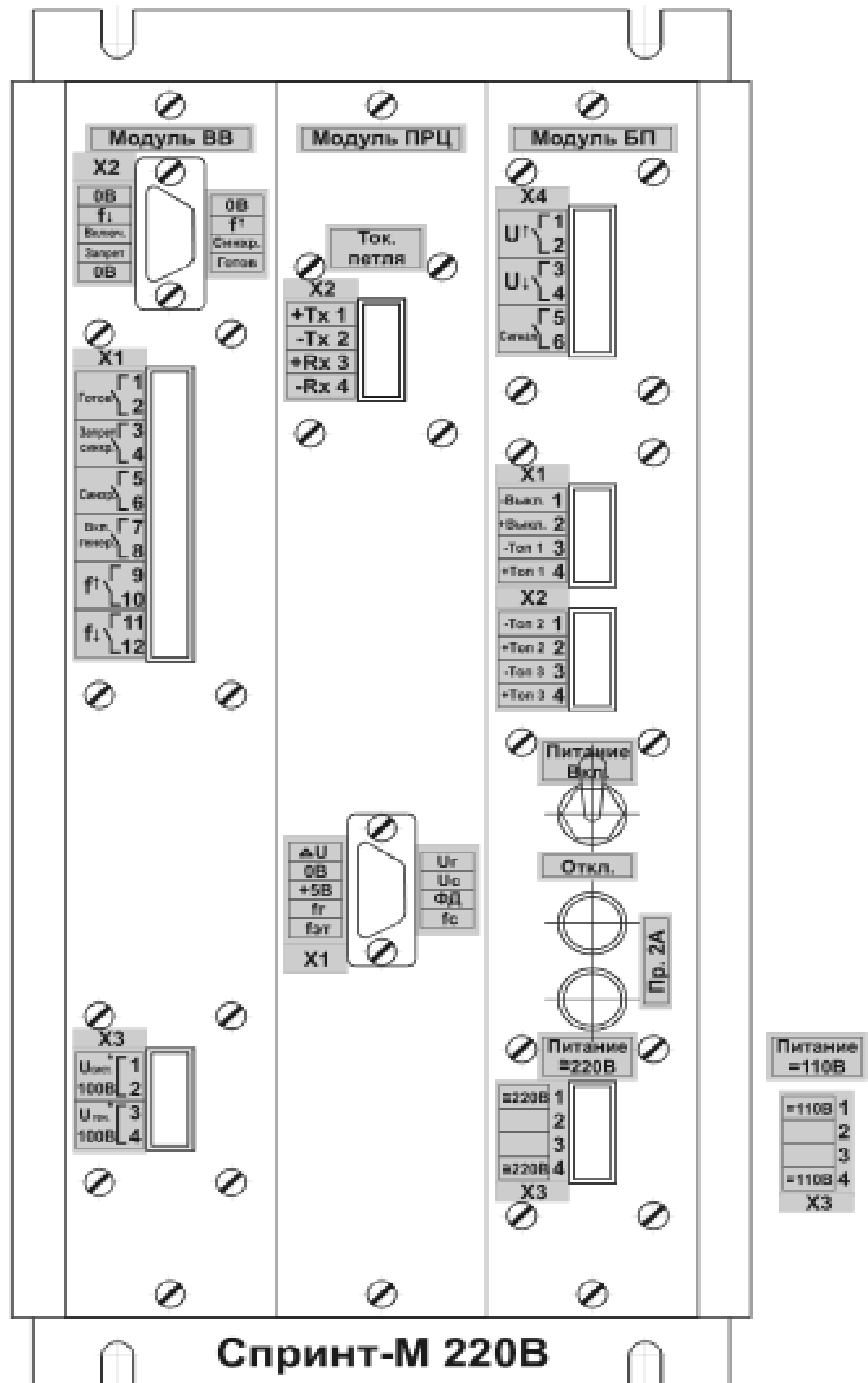


Рис. В.3. Зовнішній вигляд пристрою синхронізації (вид ззаду)

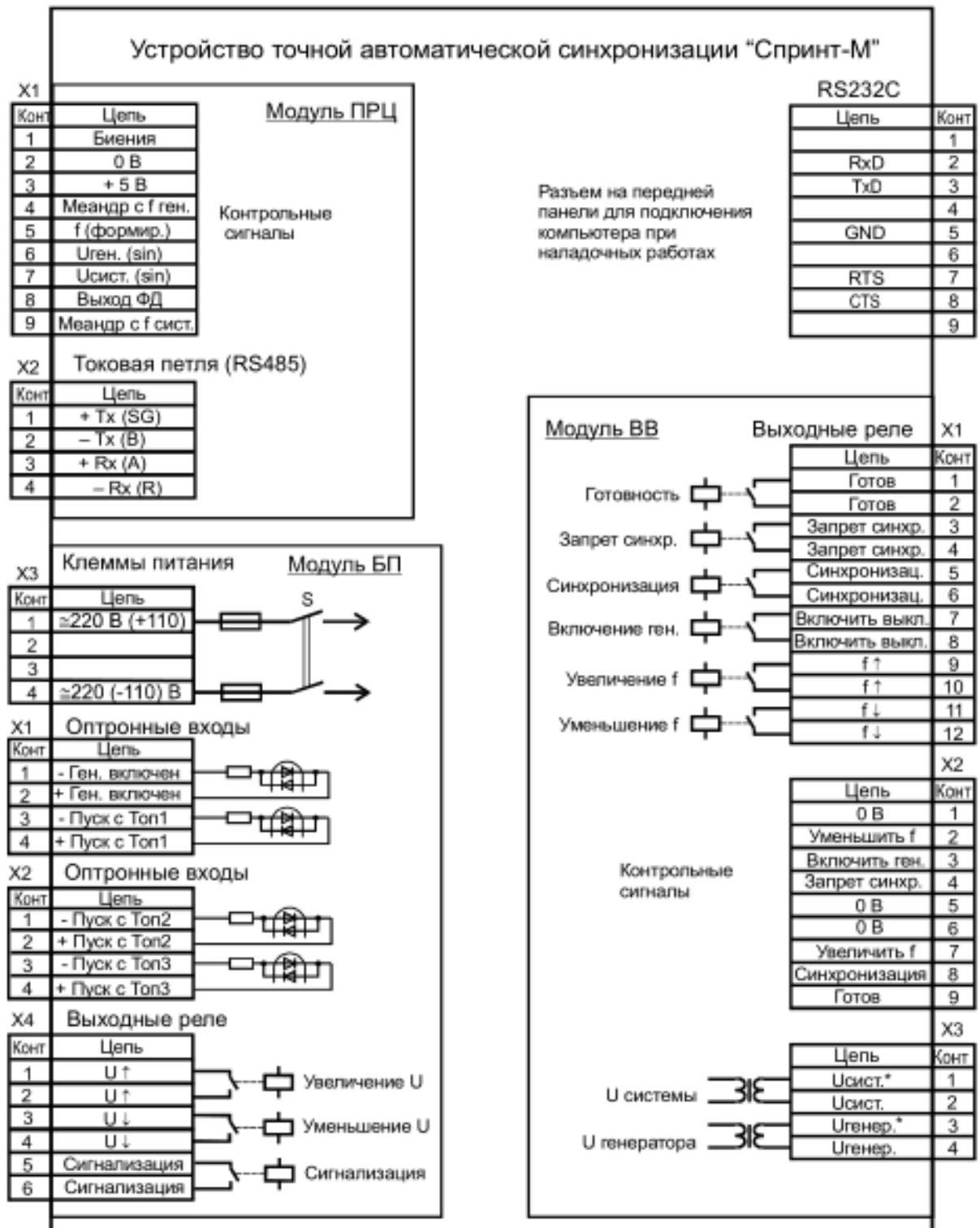


Рис. В.4. Схема зовнішніх підключень пристрою синхронізації

До принципу дії пристрою синхронізації закладена функція точної синхронізації з постійним кутом випередження [394]. Програмна та апаратна реалізація обумовлюють певні параметри та характеристики пристрою. Згідно із зазначеним принципом дії та побудовою пристрою синхронізації, контрольованими параметрами виступають напруга генератора та мережі (2 входи), до експлуатаційних параметрів відносяться уставки функцій точної синхронізації. Параметрами дискретних виходів виступають 9 виходів з постійною напругою 264 В та комутованим струмом 8 А, параметрами дискретних входів є 4 входи з постійною напругою 264 В. Вище названі параметри є параметрами, що потребують перевірки, з урахуванням цього засіб каузального навчання щодо формування знань з визначення вимог щодо перевірки пристрою синхронізації має вигляд (рис. В.5)

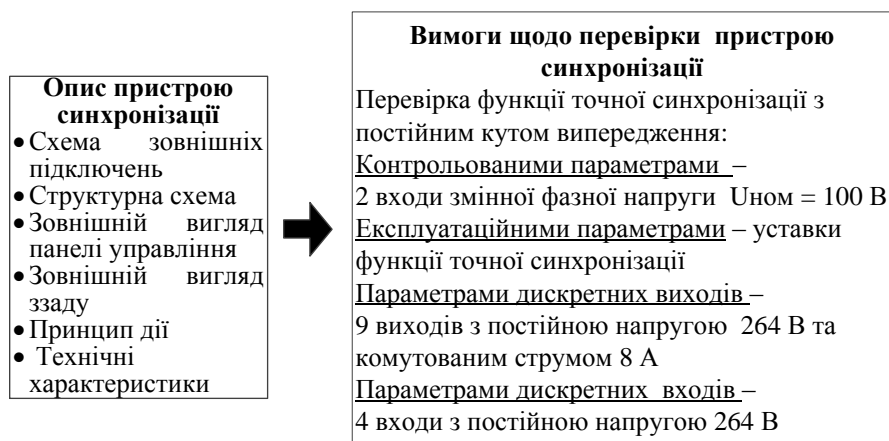


Рис. В.5. Засіб каузального навчання щодо формування знань з визначення вимог щодо перевірки пристрою синхронізації

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з перевірки технічного стану всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $H_{вим} \rightarrow D, S$*

Здійснимо перевірку функції точної синхронізації з постійним кутом випередження. Згідно із загальних вимог щодо перевірки пристрою

синхронізації до функцій точної синхронізації з постійним кутом випередження відносяться: функція запуску визначення напруги, визначення частоти, функція спрацьовування.

Апаратна реалізація функції точної синхронізації з постійним кутом випередження забезпечується модулем вводу-виводу (МВВ), модулем блоку живлення (МБЖ), модулем процесора центрального (МПЦ), контактними колодками - роз'ємами (X1, X2, X3 модуля вводу-виводу, X1, X2, X3, X4 модуля блоку живлення). Отже, на даному етапі засіб каузального формування знань щодо визначення принципу дії та побудови функції точної синхронізації з постійним кутом випередження має вигляд (рис. В.6)

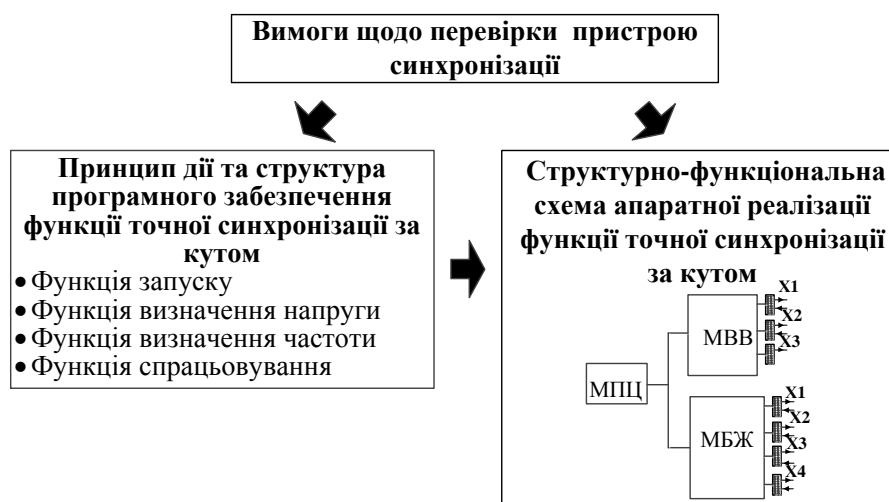


Рис. В.6. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови функції точної синхронізації за кутом

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на технічну перевірку, перевірки технічного стану та встановлення показників функціонування складових системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow H_{\text{дійс}}$.*

На підставі загальних вимог щодо функції запуску пристрою синхронізації експлуатаційним параметром виступає керуючий сигнал на включення. А, отже, принципом дії зазначеної функції буде формування

команди на дозвіл спрацьовування за умовою дозволу запуску. На підставі закладеного принципу дії програмна реалізація функції спрацьовування буде складатися з функцій вмикання, тестування працездатності та формування вихідного сигналу.

Перевірка функції запуску пристрою синхронізації передбачає подачу до роз'ємів X1 модуля блоку живлення керуючого сигналу (ланцюги X2/1-X2/2 та X2/3-X2/4). Вихідними ланцюгами функції запуску пристрою синхронізації є дискретні сигнали, а, отже, для їх виміру потрібно до відповідних роз'ємів підключити контрольно-перевірочну апаратуру. Згідно із функціональної схеми програмної реалізації функції запуску пристрою синхронізації, структурної схеми та схеми зовнішніх підключень пристрою синхронізації дискретний вихідний сигнал у разі перевірки функції запуску повинен з'явитися в ланцюзі роз'ємів X1/1-X1/2 – готовність до синхронізації або в ланцюзі роз'ємів X1/3-X1/4 – заборона щодо синхронізації. У разі правильної дії функції запуску значення сигналу в кожному ланцюзі повинно дорівнювати 264 В постійного струму. З урахування сказаного засоби каузального формування знань з визначення вимог, принципу дії, побудови та параметрів функції запуску пристрою синхронізації мають вигляд (рис. В.7, В.8)

Згідно із загальних вимог щодо функції визначення напруги контрольованими параметрами виступають напруга генератора та мережі. А, отже, принципом дії зазначеної функції буде формування команди на дозвіл спрацьовування за умовою $U_{Г} = U_{М}$ та формування команди на корекцію за умовою $U_{Г} \neq U_{М}$. На підставі закладеного принципу дії програмна реалізація функції визначення напруги буде складатися з функції обчислення різниці напруг, функції порівняння різниці напруг, функції формування вихідних сигналів. Перевірка функції визначення напруги передбачає підключення до відповідних роз'ємів модуля вводу виводу джерела змінної напруги мережі

та генератора (ланцюг X3/1-X3/2 та X3/3-X3/4), лінійне діюче значення якого не повинно перевищувати 100 В.

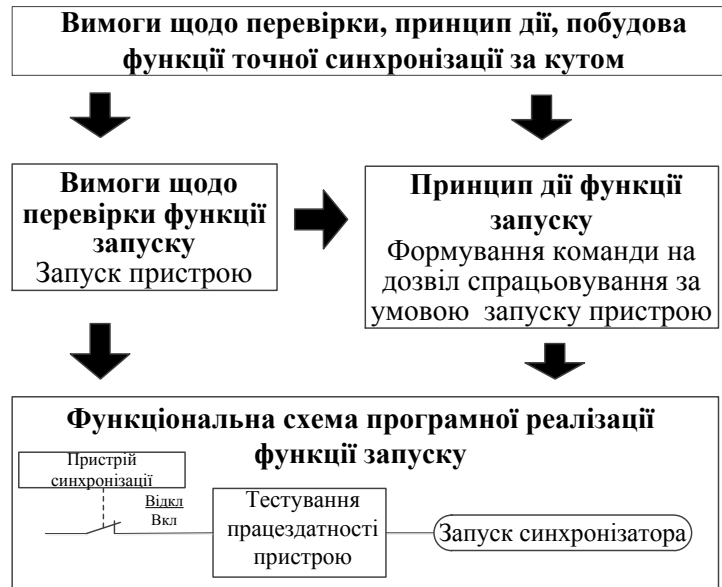


Рис. В.7. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови функції запуску пристрою синхронізації

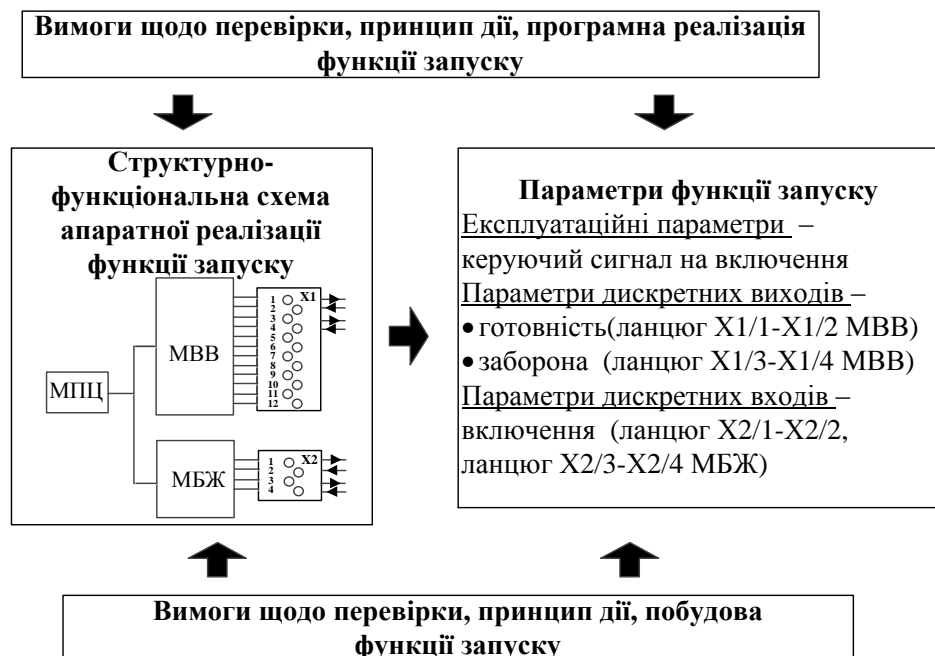


Рис. В.8. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції запуску пристрою синхронізації

Вихідними ланцюгами пристрою синхронізації є дискретні сигнали, а, отже для їх виміру потрібно до відповідних роз'ємів підключити контрольно-перевірочну апаратуру. Згідно із функціональної схеми програмної реалізації функції точної синхронізації за кутом, структурної схеми та схеми зовнішніх підключень пристрою синхронізації дискретний вихідний сигнал у разі перевірки функції визначення напруги повинен з'явитися в ланцюзі роз'ємів X4/3-X4/4 – зменшення напруги генератора або в ланцюзі роз'ємів X4/1-X4/2 – збільшення напруги генератора та в ланцюзі роз'ємів X4/5-X4/6 – сигналізація. У разі правильної дії функції визначення напруги при певних значеннях контрольованих параметрів та параметрів настроювання (експлуатаційні параметри) значення сигналу в кожному ланцюзі повинно дорівнювати 264 В постійного струму. З урахування сказаного каузальні засоби формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови, параметрів функції визначення напруги мають вигляд, що представлений на рис. В.9, В.10.

Загальні вимоги функції точної синхронізації за кутом передбачають такі контрольовані параметри щодо функції визначення частоти – частота генератора та мережі. З урахуванням цього принципом дії функції визначення частоти буде формування команди на дозвіл спрацьовування за умовою $\omega_r = \omega_m$ та формування команди на корекцію за умовою $\omega_r \neq \omega_m$. На підставі закладеного принципу дії програмна реалізація функції визначення частоти буде складатися з функції обчислення різниці частот, функції порівняння різниці частот, функції формування вихідних сигналів.

Перевірка функції визначення частоти передбачає підключення до відповідних роз'ємів модуля вводу виводу джерела змінної напруги мережі та генератора (ланцюг X3/1-X3/2 та X3/3-X3/4), лінійне діюче значення якого не повинно перевищувати 100В.

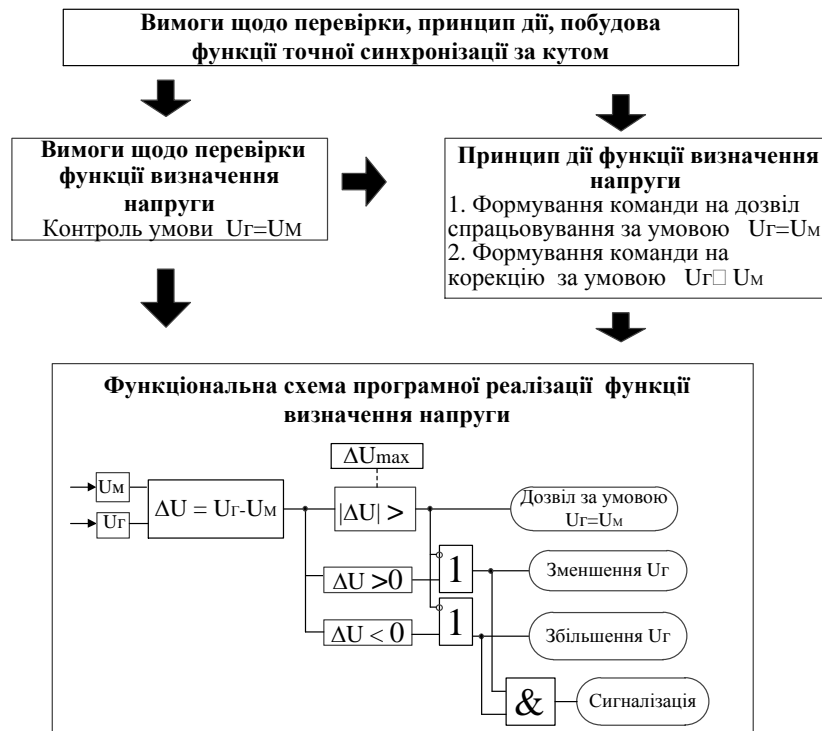


Рис. В.9. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови функції визначення напруги пристрою синхронізації

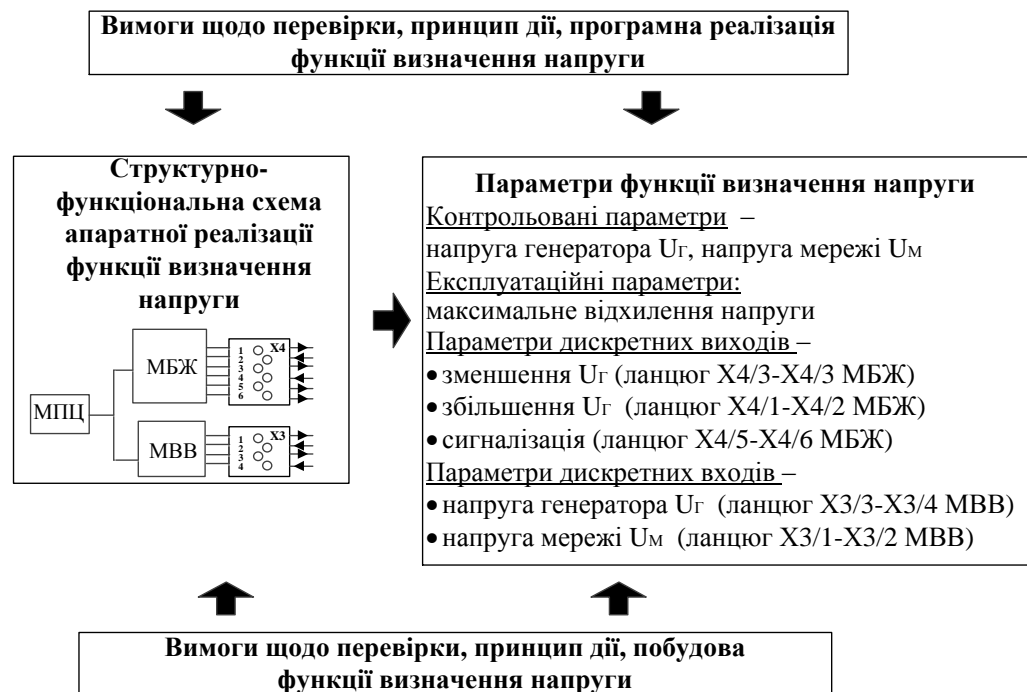


Рис. В.10. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції визначення напруги пристрою синхронізації

Вихідними ланцюгами пристрою синхронізації є дискретні сигнали, а, отже, для їх виміру потрібно до відповідних роз'ємів підключити контрольно-перевірочну апаратуру. Згідно із функціональної схеми програмної реалізації функції точної синхронізації за кутом, структурної схеми та схеми зовнішніх підключень пристрою синхронізації дискретний вихідний сигнал у разі перевірки функції визначення частоти повинен з'явитися в ланцюзі роз'ємів модуля вводу-виводу X1/11-X1/12 – зменшення частоти генератора або в ланцюзі роз'ємів X1/9-X1/10 – збільшення частоти генератора. У разі правильної дії функції визначення частоти при певних значеннях контрольованих параметрів та параметрів налаштування (експлуатаційні параметри) значення сигналу в кожному ланцюзі повинно дорівнювати 264 В постійного струму. З урахування сказаного засоби каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови, параметрів функції визначення частоти мають вигляд (рис. В.11, В.12)

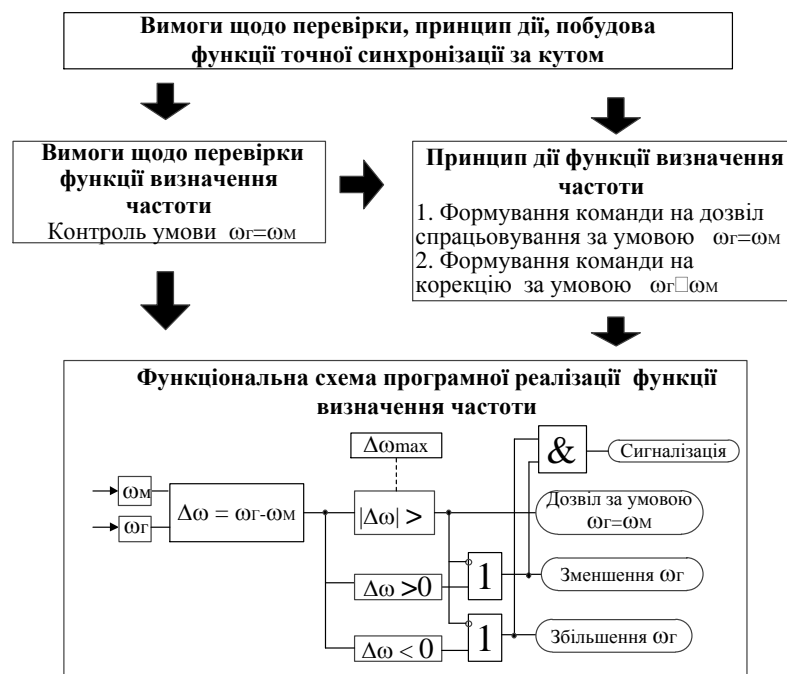


Рис. В.11. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови функції визначення частоти пристрою синхронізації



Рис. В.12. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції визначення частоти пристрою синхронізації

Згідно із загальних вимог щодо функції спрацьовування пристрою синхронізації контрольованими параметрами виступають виконання умов точної синхронізації. А, отже, принципом дії зазначеної функції буде формування команди на вмикання вимикача при виконанні умов: запуск пристрою $U_G = U_M$, $\omega_G = \omega_M$, $\delta_{\text{вип}} = \omega_{s0} t_{\text{вип}} + a_s \frac{t_{\text{вип}}^2}{2}$. На підставі закладеного принципу дії програмна реалізація функції спрацьовування буде складатися з функції обчислення кута випередження, функції порівняння кута випередження, функції контролю пристрою, функції формування вихідних сигналів.

Перевірка функції спрацьовування пристрою синхронізації передбачає залучення функцій визначення частоти, напруги та запуску пристрою. Згідно з апаратної реалізації зазначених функцій слід до відповідних роз'ємів модуля вводу виводу під'єднати джерело змінної напруги генератора та мережі (ланцюг X3/1-X3/2 та X3/3-X3/4), лінійне діюче значення якого не повинно перевищувати 100 В. Вихідними ланцюгами пристрою

синхронізації є дискретні сигнали, а, отже для їх виміру потрібно до відповідних роз'ємів підключити контрольно-перевірочну апаратуру. Згідно із функціональної схеми програмної реалізації функції точної синхронізації за кутом, структурної схеми та схеми зовнішніх підключень пристрою синхронізації дискретний вихідний сигнал у разі перевірки функції спрацьовування повинен з'явитися в ланцюзі роз'ємів X1/5-X1/6 – синхронізація та в ланцюзі роз'ємів X1/7-X1/8 – вмикання генератора. У разі правильної дії функції спрацьовування при певних значеннях контрольованих параметрів та параметрів настроювання (експлуатаційні параметри) значення сигналу в кожному ланцюзі повинно дорівнювати 264 В постійного струму. З урахування сказаного засоби каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови, параметрів функції спрацьовування пристрою синхронізації мають вигляд, що наведений на рис. В.13 та В.14.

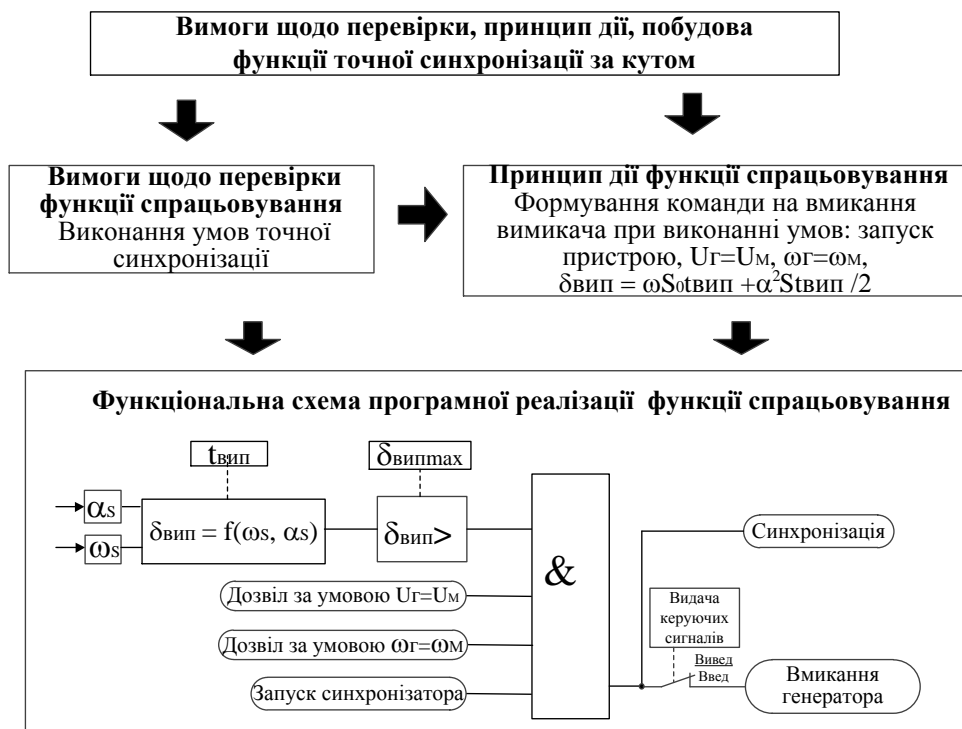


Рис. В.13. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії, побудови функції спрацьовування пристрою синхронізації

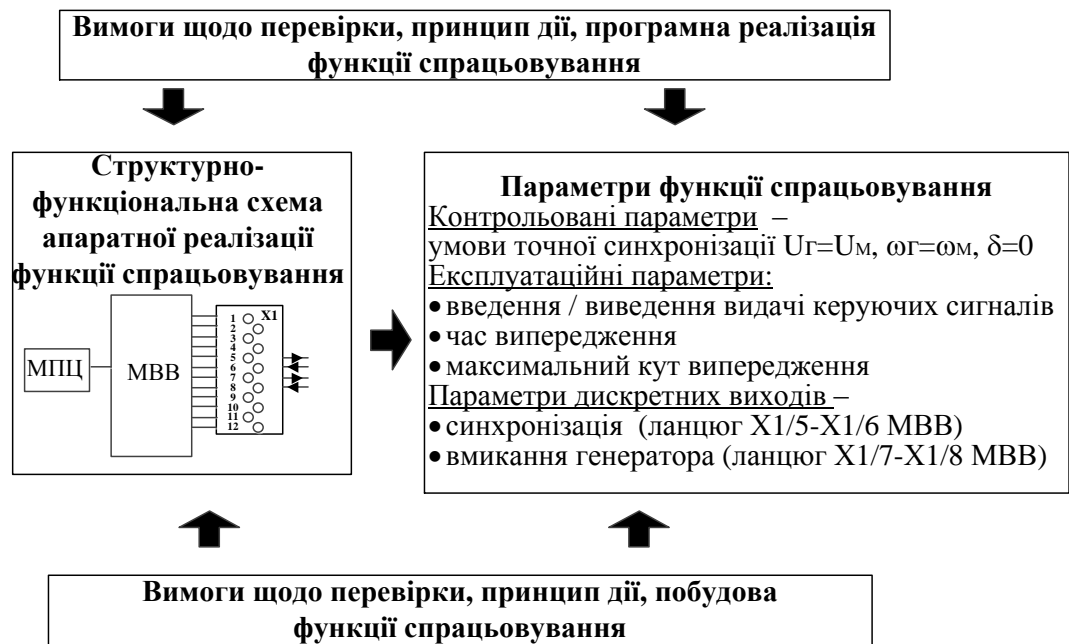


Рис. В.14. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції спрацювання пристрою синхронізації

У разі якщо при перевірці зазначених функцій сигнал на будь-якому роз'ємі не буде відповідати нормі або буде зовсім відсутній, це потребує визначення причин некоректної роботи. Перш за все при визначенні несправностей перевіряють наявність живлення, що передбачає вимір рівня постійної напруги на вході елемента, наприклад, за допомогою вольтметра. Далі якщо живлення забезпечене для всіх елементів схеми, перевіряють цілісність зв'язків між елементами, наприклад, за допомогою омметра. Наступним кроком є перевірка по черзі параметрів (характеристик) послідовно з'єднаних елементів, що потребує наявності опису та технічних даних для кожного елемента.

У зв'язку з тим, що обчислювальна частина являє собою інтелектуальний елемент, перевірка, що характерна для інших елементів пристрою не є прийнятною для неї. Несправність в обчислювальній частині найпростіше може бути виявлена тільки шляхом виключення. У випадку якщо перевірка показала апаратну справність усіх елементів (окрім

обчислювальної частини), причинами некоректної роботи може бути апаратний або програмний збій центрального процесора або апаратний збій системної шини. Після виявлення причин некоректної роботи інженер повинен або замінити несправний модуль у разі наявності запасних частин або демонтувати та відправити фірмі-виробнику з указівкою несправних елементів (каналів). Після заміни несправного модуля необхідно знову провести перевірку необхідних функцій та пристрою в цілому.

4. Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач щодо складових I-N рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{вим} \rightarrow D, S \rightarrow H_{дійс}$.

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач повинні передбачати самостійне проведення технічної перевірки інших функціональних складових пристрою синхронізації. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними параметрами та сформульованими вимогами щодо функцій захисту, автоматики та управління вимикачем I-N рівнів ієрархії та всього приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач. У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами експлуатаційних задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того кроку методики, на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування експлуатаційної компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з

автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів пристроїв автоматики нормальних режимів синхронних генераторів, а також інших об'єктів управління в дисциплінах «Автоматика енергосистем» та «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці».

Методика формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на технічну перевірку всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow Nvim$*

Пристрій ліквідації асинхронного режиму електричної системи призначений для використання в електромережах змінного струму з частотою 50 Гц в якості мікропроцесорного пристрою протиаварійної автоматики електричної системи. Для здійснення технічної перевірки пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи перш за все необхідно вивчення структурної схеми, схеми зовнішніх підключень, габаритно-інсталяційного креслення та технічних характеристик пристрою (рис. В.15 – В.17) [303]. На рис. В.17 прийняті наступні позначення: ЦП – центральний процесор, LCD – матричний рідкокристалічний індикатор, КР – клавіатура, АЦП – аналого-цифровий перетворювач, ПСН – перетворювач сигналів напруги, ПСТ – перетворювач сигналів струму, ЭНЗУ – енергонезалежний запам'ятовуючий пристрій, ФМ – формувач магістралі, БЭК – блок гальванічно розв'язаних силових електронних комутаторів та реле, ДО – блок гальванічно розв'язаних силових електронних комутаторів дискретних вихідних сигналів, ДІ – блок гальванічно розв'язаних дискретних

вхідних сигналів, RS232-opto – елемент оптичної розв'язки каналів RS-232 та USB, RS485-opto – перетворювач RS-232 в RS-485.

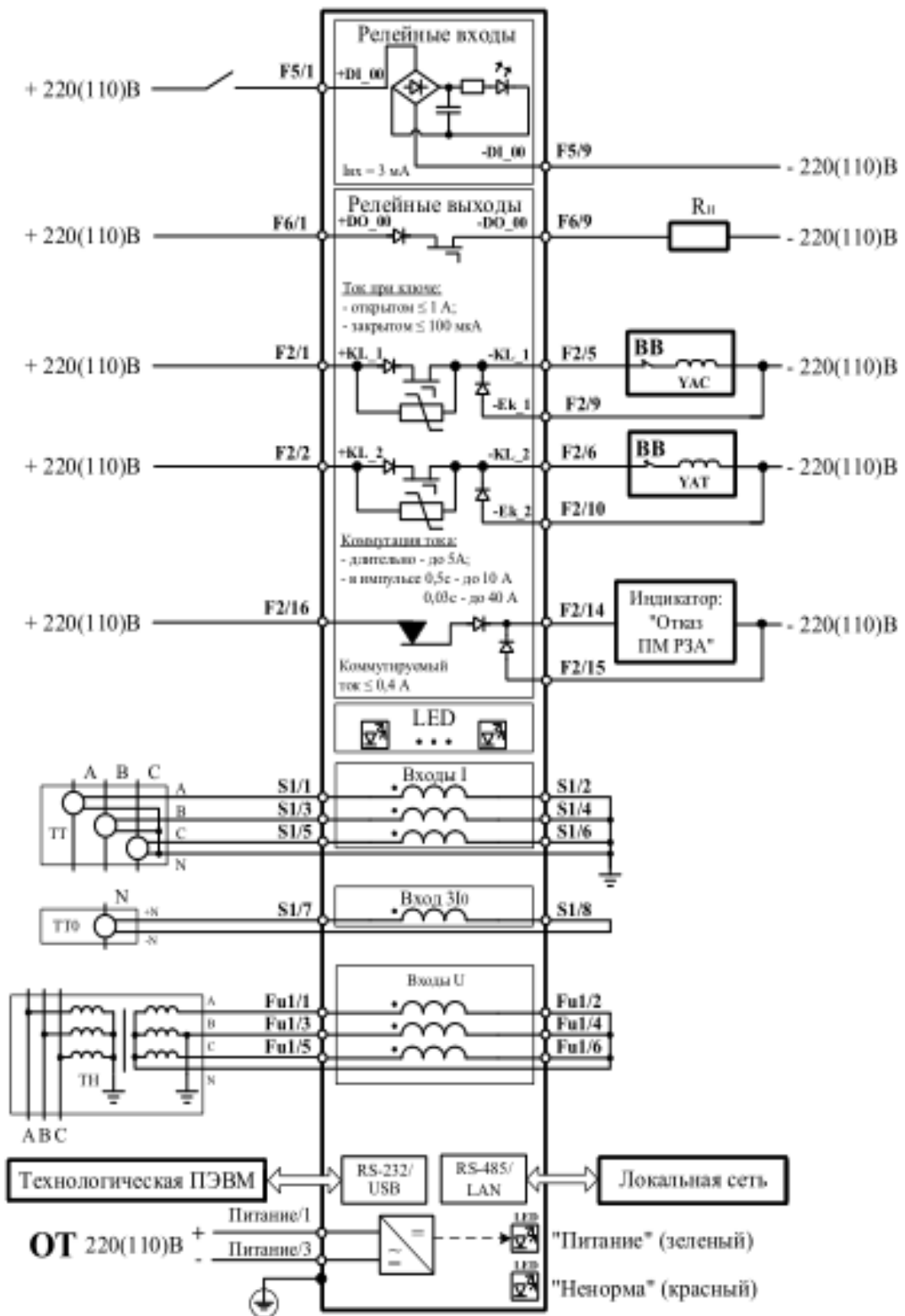


Рис. В.15. Схема зовнішніх підключень пристрою ліквідації асинхронного режиму

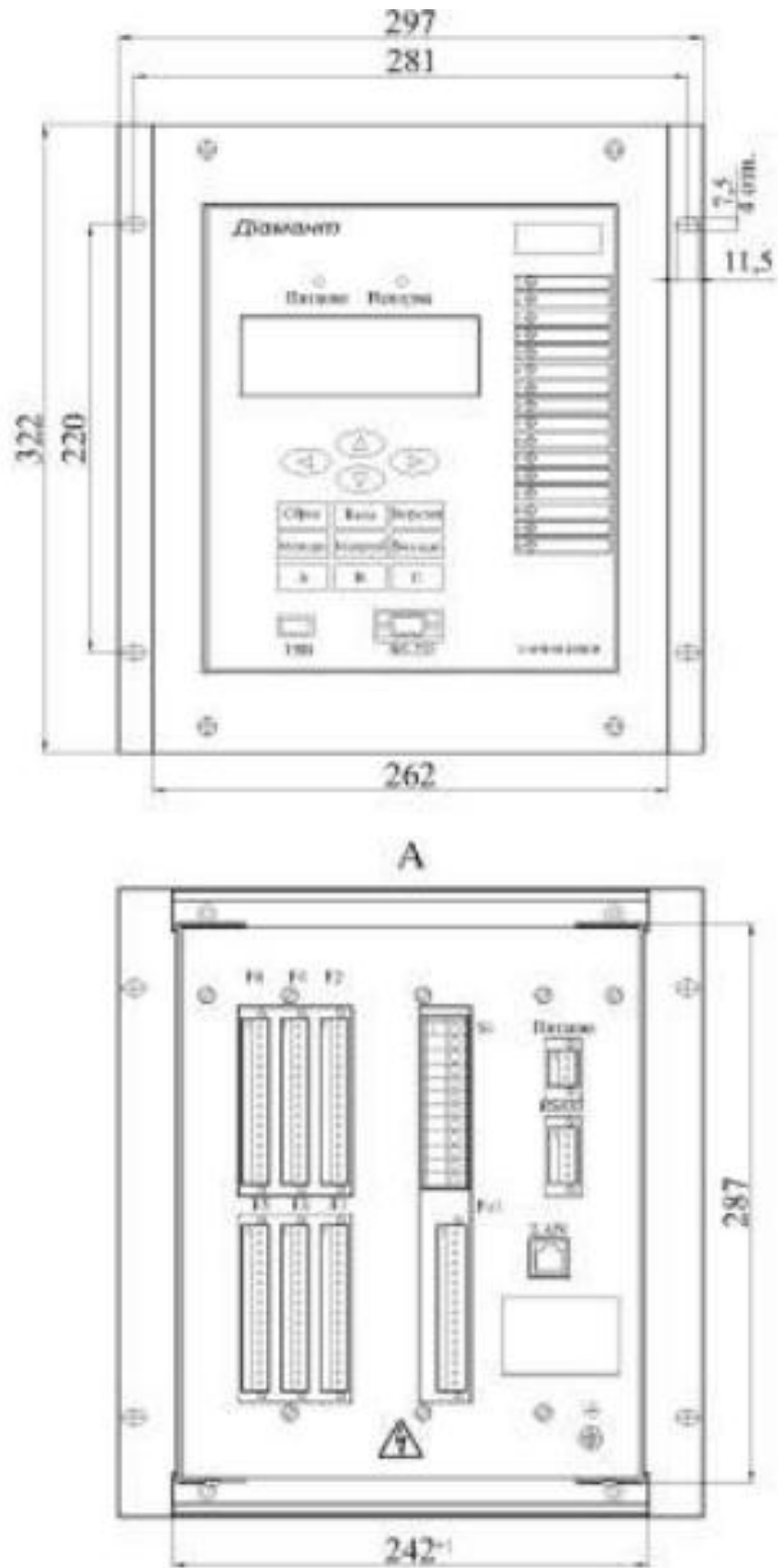


Рис. В.16. Габаритно-інсталяційне креслення пристрою ліквідації асинхронного режиму

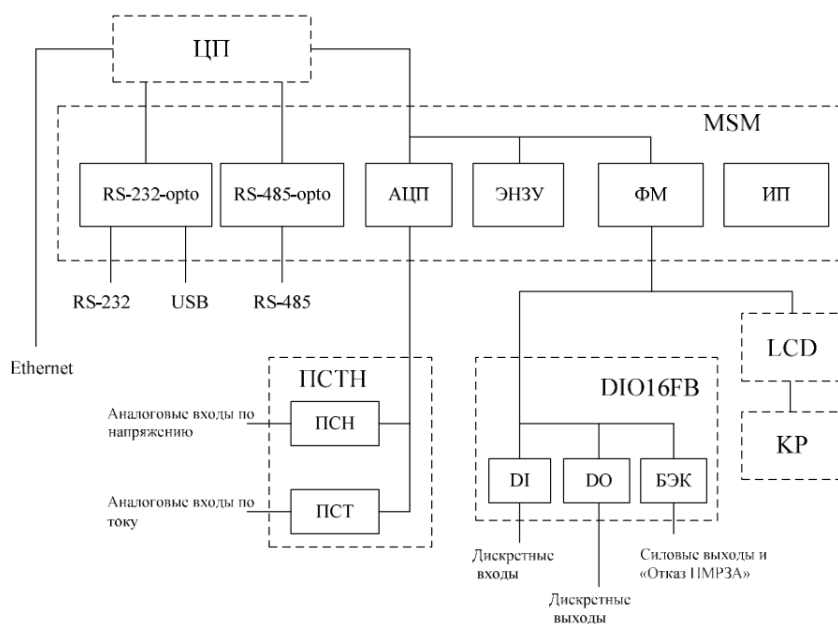


Рис. В.17. Структурна схема пристрою ліквідації асинхронного режиму

До принципу дії пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи відноситься ліквідація асинхронного режиму, захист від неповнофазного режиму, контроль ланцюгів напруги за симетричними параметрами [303].

Програмна та апаратна реалізація функціональних складових обумовлюють певні параметри та характеристики пристрою. Згідно із зазначеними функціями та побудовою пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи, контрольованими параметрами виступають струм з чотирма входами та напруга з трьома входами, до експлуатаційних параметрів відносяться уставки та настройки функцій автоматики та захисту. Параметрами дискретних виходів виступають 16 виходів з постійною напругою 220 В та тривало комутованим струмом до 1 А, параметрами дискретних входів є 16 входів з постійною напругою, параметрами силових виходів – 4 виходи з постійною напругою 220 В та тривало комутованим струмом до 5 А. Вище названі параметри є параметрами, що потребують перевірки, з урахуванням цього засіб каузального формування знань з

визначення вимог щодо перевірки пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи має вигляд (рис. В.18)

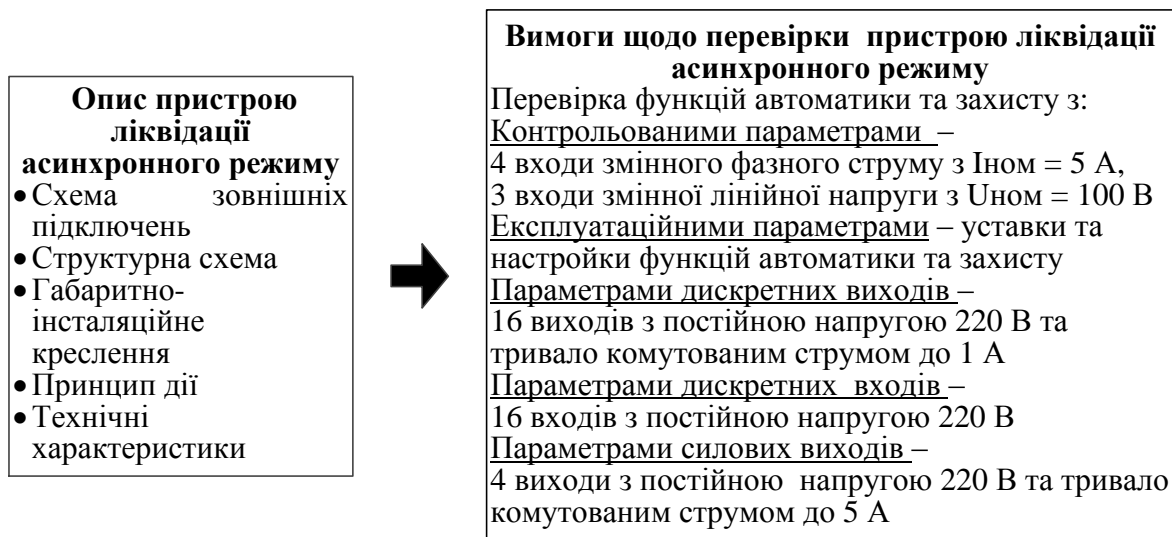


Рис. В.18. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки пристрою ліквідації асинхронного режиму

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з перевірки технічного стану всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{вим} \rightarrow D, S$*

Згідно із загальних вимог щодо перевірки пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи до функцій автоматики, які треба перевірити відносяться: ліквідація асинхронного режиму за опором та ліквідація асинхронного режиму за кутом.

Апаратна реалізація зазначених функцій автоматики згідно із загальної побудови пристрою забезпечується вимірювальним перетворювачем струму та напруги (ВПСН), аналогово-цифровим перетворювачем (АЦП), обчислювальною частиною (ОЧ), комплектом вихідних реле (КВР), контактними колодками - роз'ємами (S1, Fu1, F1, F2, F3, F4, F5, F6). Отже, на даному етапі засіб каузального формування знань з визначення принципу дії

та побудови функцій ліквідації асинхронного режиму пристрою має вигляд (рис. В.19)

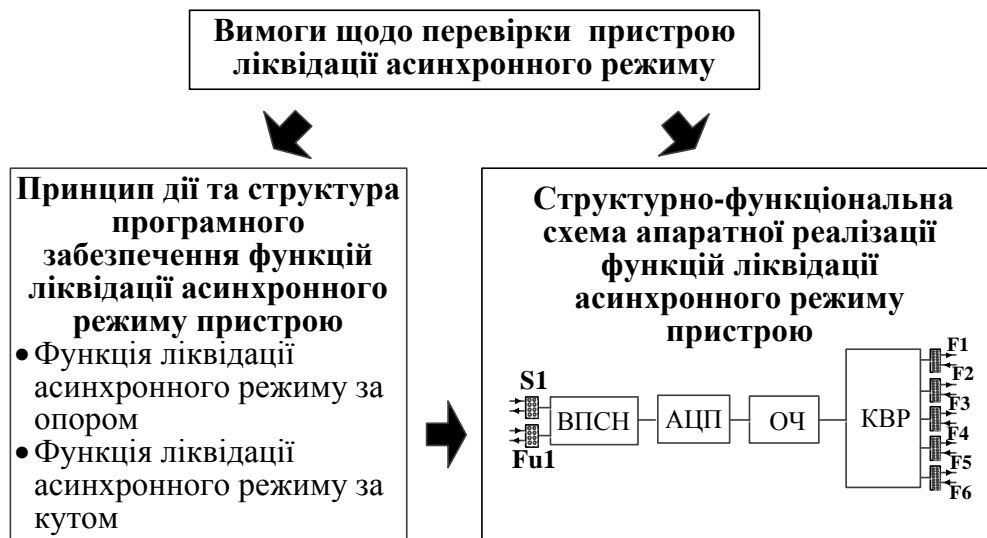


Рис. В.19. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови функцій ліквідації асинхронного режиму пристрою

Аналогічним чином можна визначити принцип дії та побудову функцій захисту від неповнофазного режиму та контролю ланцюгів напруги за симетричними параметрами.

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на технічну перевірку, перевірки технічного стану та визначення показників функціонування складових системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{вим} \rightarrow D, S \rightarrow N_{дійс}$.*

В якості прикладу здійснимо перевірку функції ліквідації асинхронного режиму за кутом в пристрої, що розглядається.

Згідно із загальних вимог щодо функції ліквідації асинхронного режиму за кутом контрольованим параметром виступає кут зсуву фаз між електрорушійними силами частин електричної системи. А, отже, принципом дії зазначеної функції буде виступати виявлення та ліквідація асинхронного режиму на підставі обчислення кута зсуву фаз за допомогою трьох ступенів

спрацьовування. На підставі закладеного принципу дії програмна реалізація функції ліквідації асинхронного режиму буде складатися з функції спрацьовування I-го ступеня, функцій спрацьовування II-го, функції спрацьовування III-го ступеня.

Відповідно до схеми зовнішніх підключень пристрою ліквідації асинхронного режиму до роз'ємів S1/1-S1/2, S1/3-S1/4, S1/5-S1/6 вимірювального перетворювача струму та напруги повинні підключатися вторинні обмотки трансформаторів струму, що встановлені на початку лінії електропередач електричної системи. Відповідно до роз'ємів Fu1/1- Fu1/2, Fu1/3- Fu1/4, Fu1/5 - Fu 1/6 вимірювального перетворювача струму та напруги повинні підключатися вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів напруги, що встановлені на початку лінії електропередач електричної системи. З урахуванням сказаного засіб каузального навчання щодо формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії та побудови функції ліквідації асинхронного режиму за кутом буде мати вигляд, що наведений на рис. В.20.

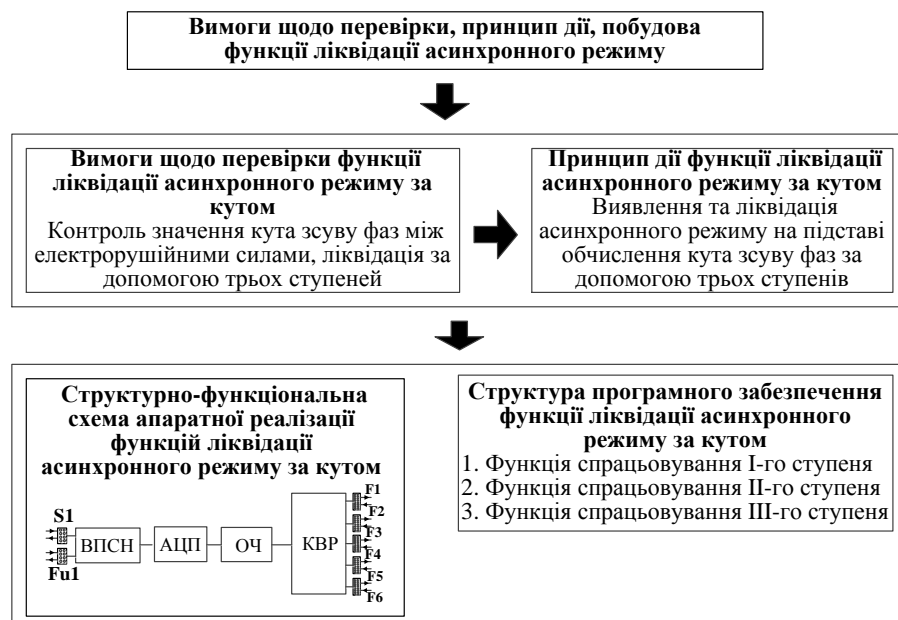


Рис. В.20. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії та побудови функції ліквідації асинхронного режиму за кутом

Отже, для перевірки параметрів функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів необхідно до вказаних роз'ємів під'єднати трифазне джерело змінного струму, діюче значення якого не повинно перевищувати 5А. Вихідними ланцюгами пристрою ліквідації асинхронного режиму є дискретні слабкострумові та силові сигнали, а, отже для їх виміру потрібно до відповідних роз'ємів під'єднати контрольно-перевірочну апаратуру.

Згідно із функціональної схеми програмної реалізації функції спрацьовування I-го ступеня, структурної схеми та схеми зовнішніх підключень пристрою ліквідації асинхронного режиму визначимо ланцюги дискретних слабкострумових та силових сигналів, на виводах яких повинен з'являтися сигнал при введенні в роботу I-го ступеня: роз'єм F6/8-F6/16 – дискретний сигнал спрацьовування I-го ступеня з прискоренням (логічний вихід 19), з гальмуванням (логічний вихід 20), без ковзання (логічний вихід 21); роз'єм F2 контакт 1, 5, 9 – силовий сигнал спрацьовування з прискоренням та контакт 3, 7, 11 – силовий сигнал спрацьовування з гальмуванням [8].

Згідно із функціональної схеми програмної реалізації функції спрацьовування II-го ступеня, структурної схеми та схеми зовнішніх підключень пристрою ліквідації асинхронного режиму визначимо ланцюги, дискретних слабкострумових та силових сигналів, на виводах яких повинен з'являтися сигнал при введенні в роботу II-го ступеня: роз'єм F6/8-F6/16 – дискретний сигнал спрацьовування II-го ступеня з прискоренням (логічний вихід 19), з гальмуванням (логічний вихід 20), без ковзання (логічний вихід 21); роз'єм F2 контакт 1, 5, 9 – силовий сигнал спрацьовування з прискоренням та контакт 3, 7, 11 – силовий сигнал спрацьовування з гальмуванням [303].

Згідно із функціональної схеми програмної реалізації функції спрацьовування III-го ступеня, структурної схеми та схеми зовнішніх підключень приладового модуля автоматики ліквідації асинхронного режиму

визначимо ланцюги, дискретних слабкострумових та силових сигналів, на виводах яких повинен з'являтися сигнал при введенні в роботу III-го ступеня: роз'єм F6/8-F6/16 – дискретний сигнал спрацьовування III-го ступеня з прискоренням (логічний вихід 19), з гальмуванням (логічний вихід 20), без ковзання (логічний вихід 21); роз'єм F2 контакт 1, 5, 9 – силовий сигнал спрацьовування з прискоренням та контакт 3, 7, 11 – силовий сигнал спрацьовування з гальмуванням [303].

У разі справності пристрою при певних значеннях контролюваного параметра та параметрів настроювання (експлуатаційні параметри) значення сигналу в кожному ланцюзі повинно дорівнювати 220 В постійного струму. З урахування сказаного засоби каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії та побудови, параметрів функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступеня мають вигляд, що наведений на рис. В.21- В.326.

Приймемо, що значення вхідних параметрів, а саме струм та напруга, відповідають асинхронному режиму з позитивним ковзанням, при цьому повинна спрацювати I-а ступень за кутом пристрою ліквідації асинхронного режиму, а, отже, повинен з'являтися вихідний дискретний сигнал на роз'ємах F6/8-F6/16. Припустимо, що сигнал буде відсутній або не буде відповідати нормі, що потребує визначення причин некоректної роботи. Так, відповідно до схеми апаратної реалізації функції спрацьовування I-го ступеня перевірки потребує вимірювальний перетворювач струму, аналогово-цифровий перетворювач, обчислювальна частина, комплект вихідних реле та роз'єми F10/2-F10/10. Перш за все при визначенні несправностей перевіряють наявність живлення, що передбачає вимір рівня постійної напруги на вході елемента, наприклад, за допомогою вольтметра. Далі якщо живлення забезпечене для всіх елементів схеми, перевіряють цілісність зв'язків між елементами, наприклад, за допомогою омметра. Наступним кроком є перевірка по черзі параметрів (характеристик) послідовно

з'єднаних елементів, що потребує наявності опису та технічних даних для кожного елемента.

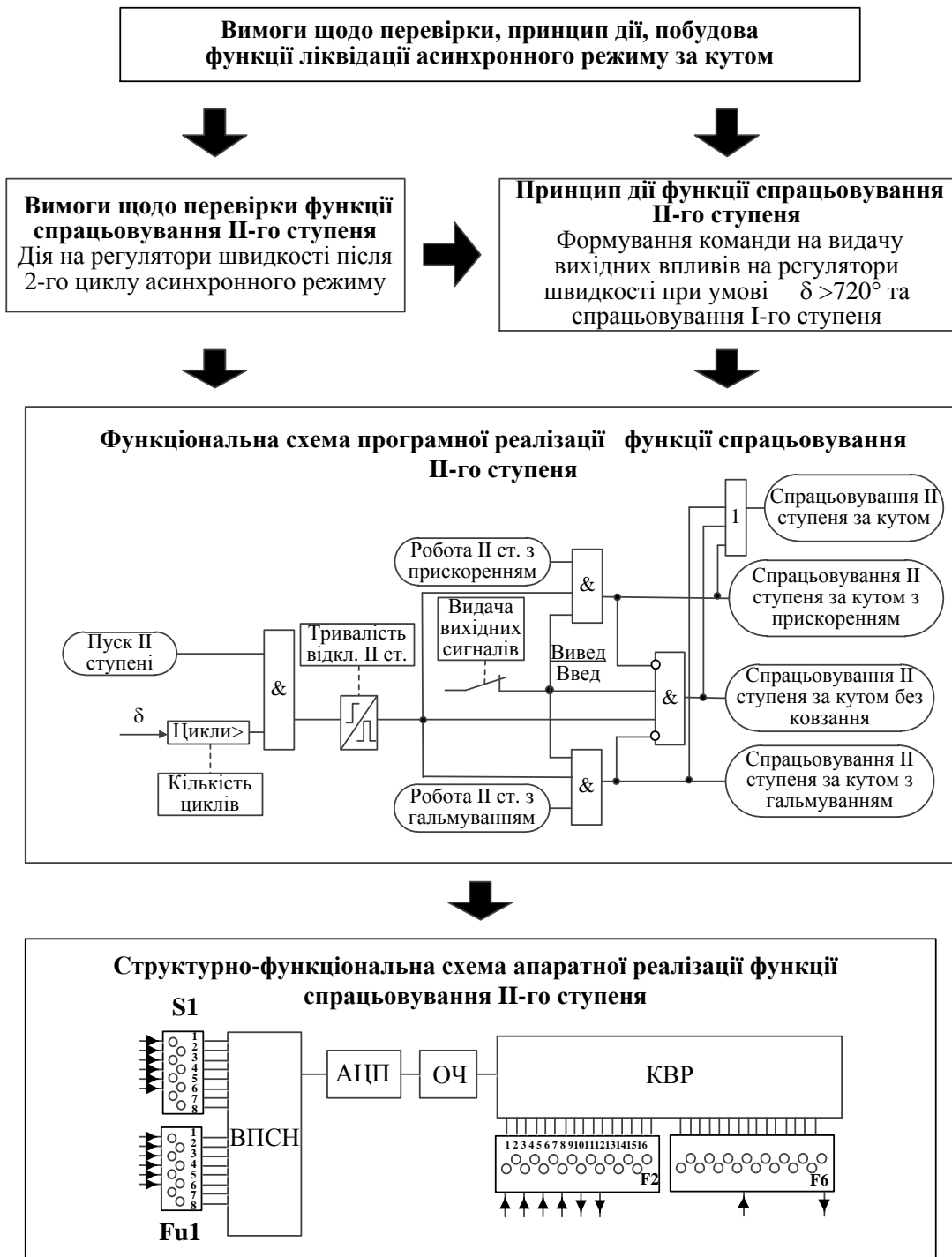


Рис. В.21. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії та побудови функції спрацьовування II-го ступеня пристрою ліквідації асинхронного режиму

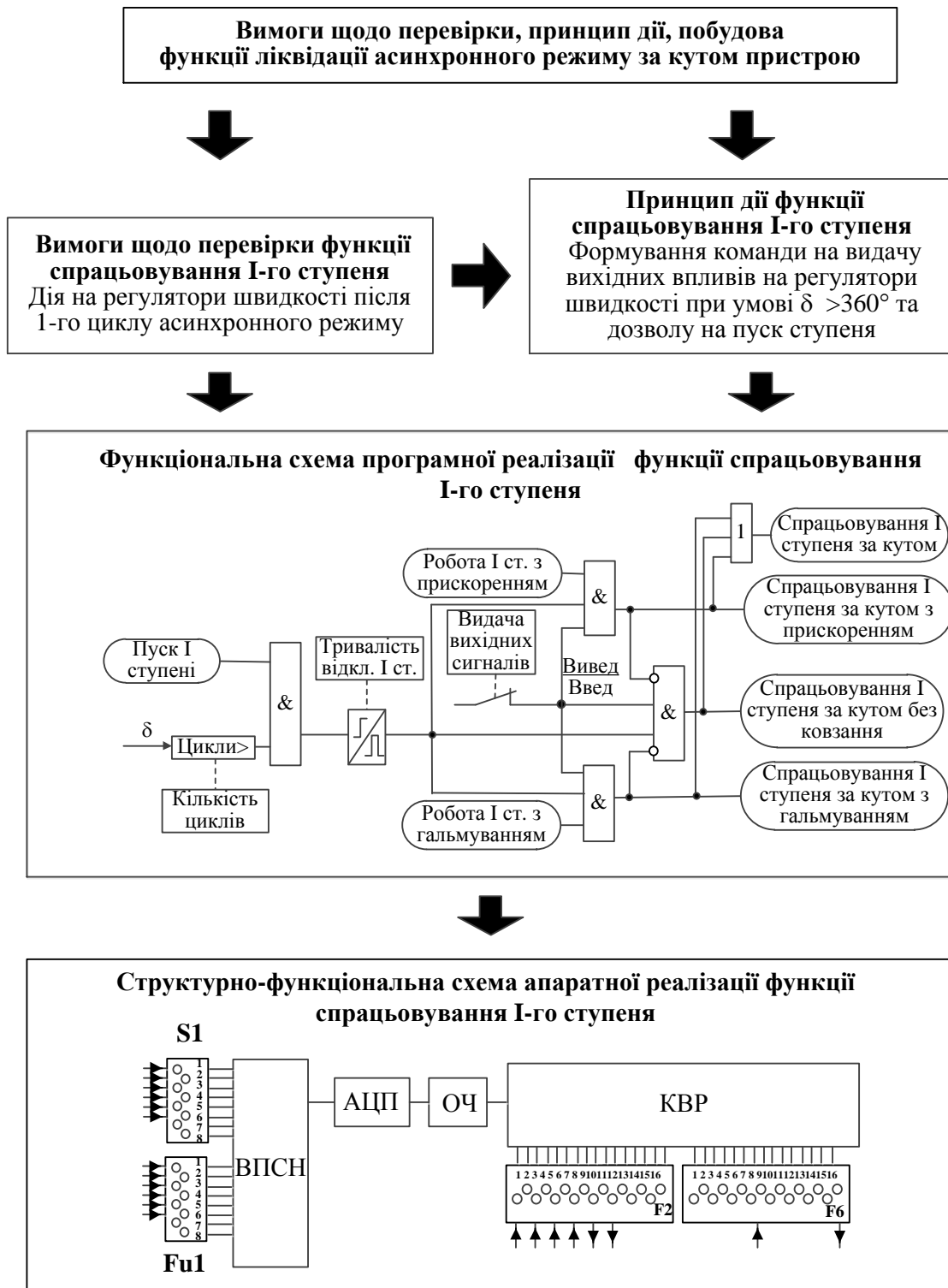


Рис. В.22. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії та побудови функції спрацьовування I-го ступеня пристрою ліквідації асинхронного режиму

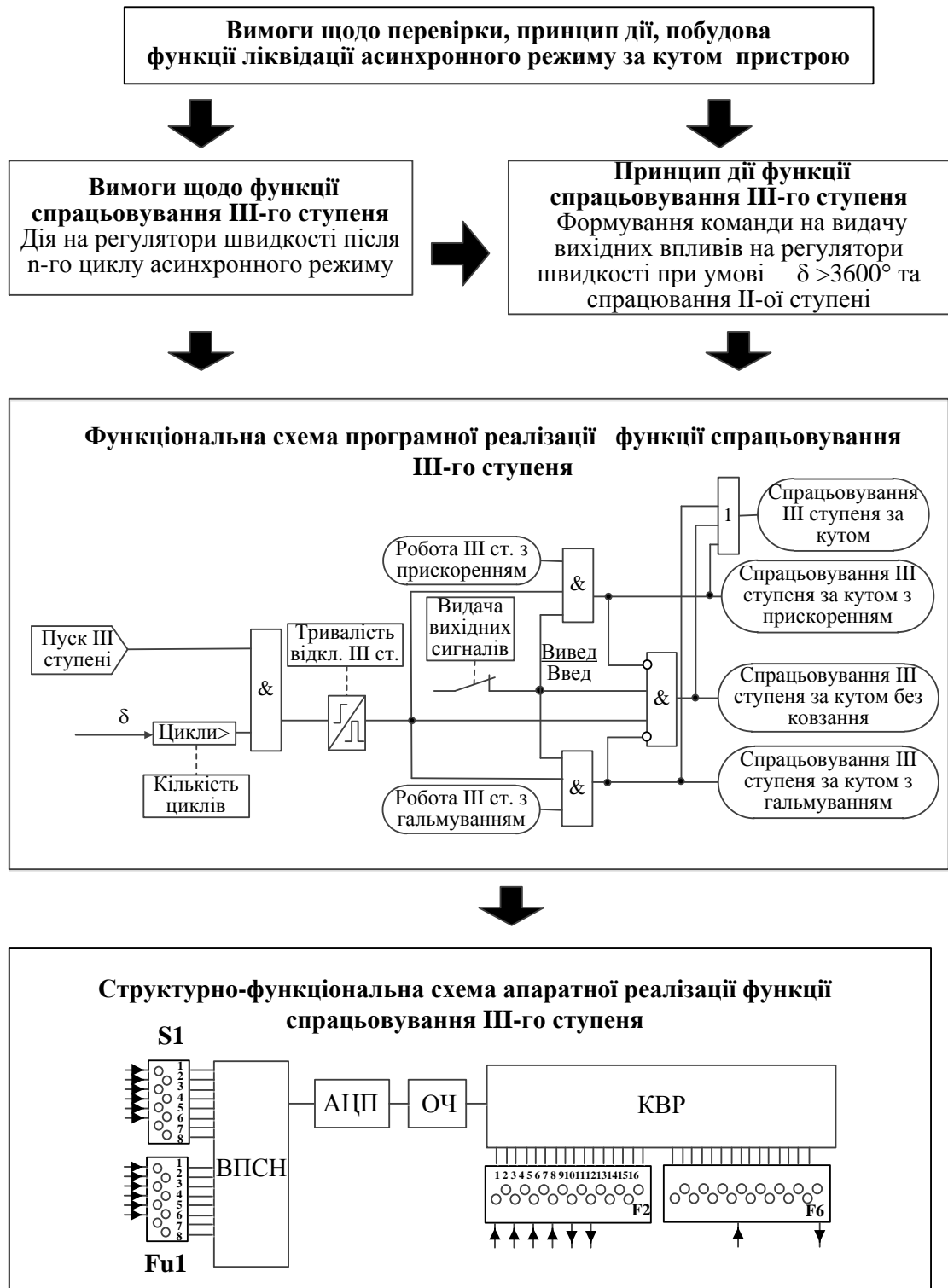


Рис. В.23. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії та побудови функції спрацювання III-го ступеня пристрою ліквідації асинхронного режиму

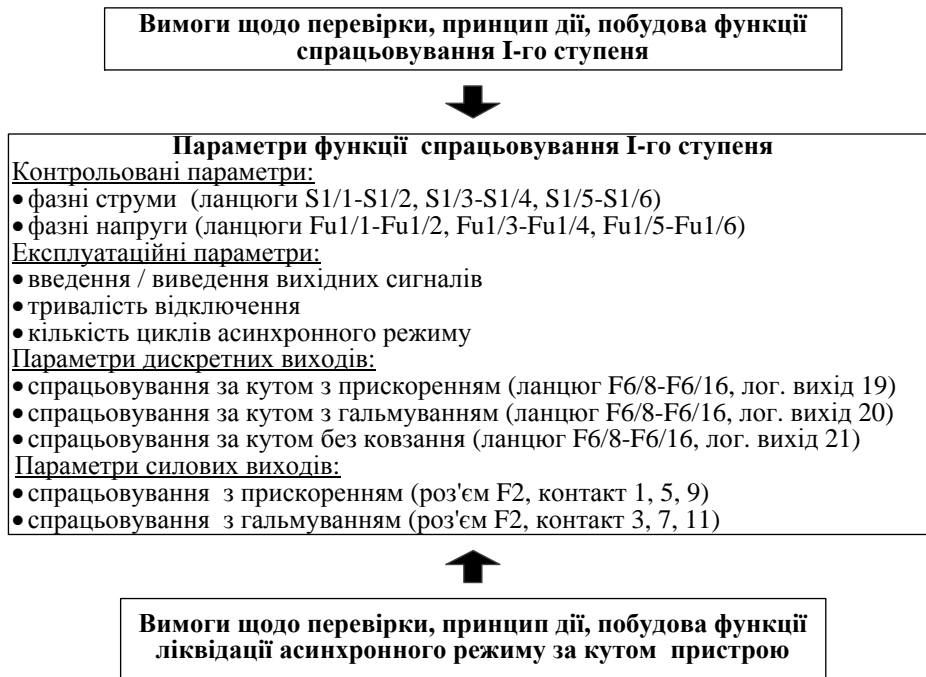


Рис. В.24. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції спрацьовування I-го ступеня пристрою ліквідації асинхронного режиму

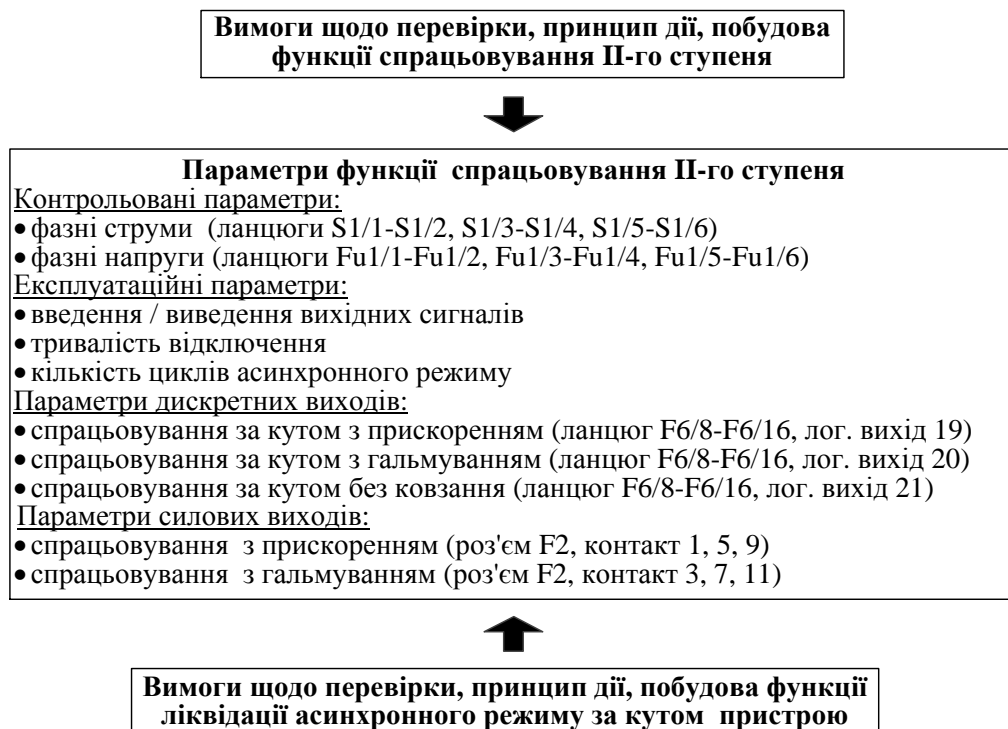


Рис. В.25. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції спрацьовування II-го ступеня пристрою ліквідації асинхронного режиму

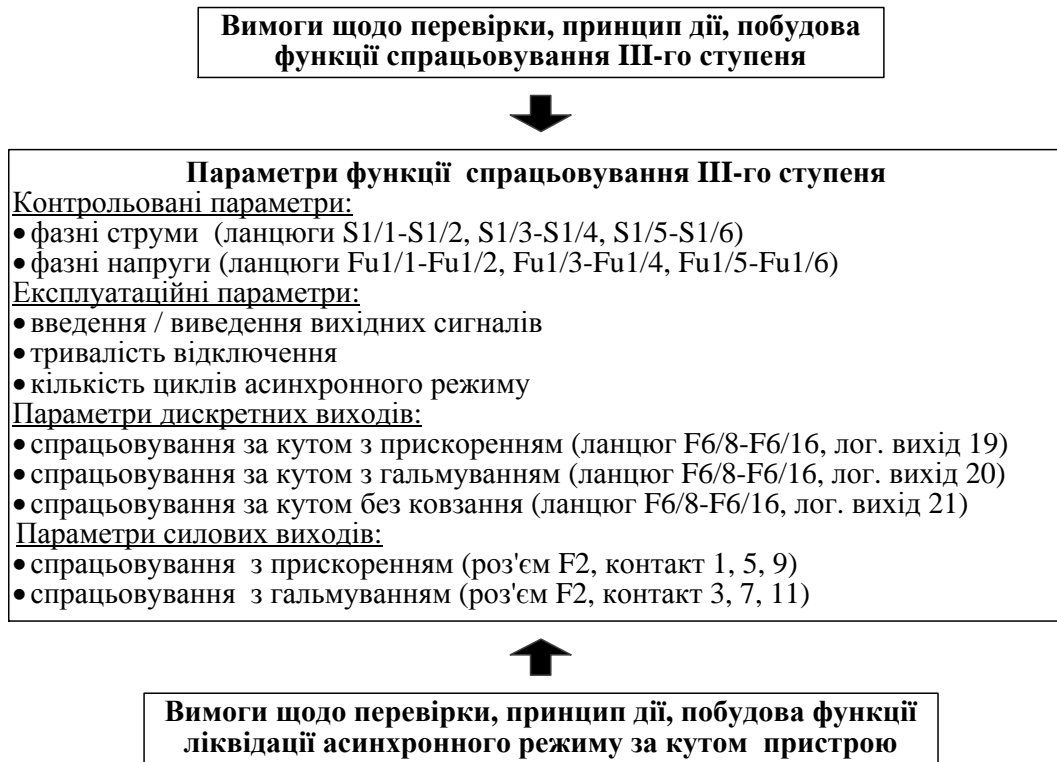


Рис. В.26. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції спрацьовування III-го ступеня пристрою ліквідації асинхронного режиму

Аналогічним чином може бути здійснена перевірка функції ліквідації асинхронного режиму за опором пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи.

4. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистемі на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$.*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач повинні передбачати самостійне проведення технічної перевірки інших функціональних складових приладового модуля автоматики ліквідації асинхронного режиму синхронного генератора. Контроль правильності

вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними параметрами та сформульованими вимогами щодо функцій автоматики I-N рівнів ієрархії та всього приладового модуля автоматики ліквідації асинхронного режиму синхронного генератора згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення експлуатаційних задач.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами експлуатаційних задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того кроку методики, на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування експлуатаційної компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів інших видів протиаварійної автоматики електричної системи в дисциплінах «Автоматика енергосистем» та «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці».

Додаток Г

Методика формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі навчання студентів пристрою синхронізації синхронного генератора

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проведення наукових досліджень щодо всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{вим}$.*

Для будь-якого виду діяльності чи то проектування, чи то експлуатація, чи то наукова робота загальною задачею наукових досліджень щодо системи управління може виступати задача проведення пошукових науково-дослідних робіт з вивчення сучасного стану розвитку мікропроцесорних пристроїв синхронізації об'єктів енергосистеми. А, отже, в навчальних цілях задачею наукового дослідження приймемо проведення пошукових науково-дослідних робіт з виявлення функціональних можливостей мікропроцесорних пристроїв синхронізації різних виробників. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення задач наукових досліджень щодо пристроїв синхронізації буде мати вигляд (рис. Г.1)

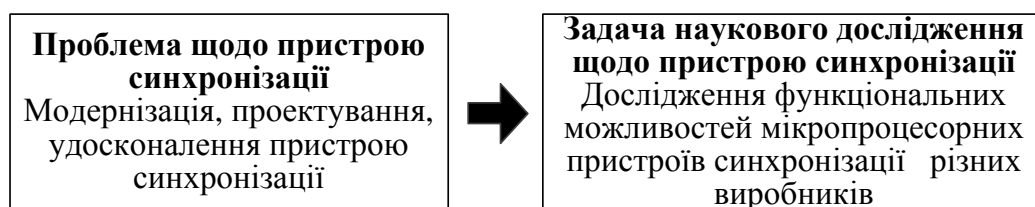


Рис. Г.1. Засіб каузального формування знань з визначення задач наукового дослідження щодо пристрою синхронізації

При розробленні сучасних мікропроцесорних пристроїв синхронізації з'являється можливість передбачити усі функції керування, що необхідні для успішної синхронізації генератора з мережею. А, отже, в одному пристрої синхронізації можуть бути передбачені функції точної синхронізації генератора з мережею, функція регулювання напруги та частоти генератора. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження пристрою синхронізації буде мати вигляд (рис. Г.2)



Рис. Г.2. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження пристрою синхронізації

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проведення наукових досліджень щодо всієї системи управління на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{\text{вим}} \rightarrow D, S$.*

Найбільш розповсюдженими мікропроцесорними пристроями синхронізації на ринку систем управління об'єктами енергосистем виступають: мікропроцесорний автоматичний синхронізатор АС-МЗ виробничого об'єднання «Укрспецкомплект» (м. Київ, Україна) [235]; пристрій точної автоматичної синхронізації Спринт-М закритого акціонерного товариства «Радіус-автоматика» (м. Москва, Росія) [16]; автоматичний синхронізатор для синхронних машин та систем змінного струму Sychrotact 5 компанії АВВ (Швеція - Швейцарія) [3]. Дослідимо функціональні можливості названих пристроїв синхронізації щодо реалізації функції точної синхронізації генератора з мережею, функцій регулювання частоти та напруги генератора. Засіб каузального формування знань з

визначення принципу дії синхронізатора АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact 5 наведено на рис. Г.3.

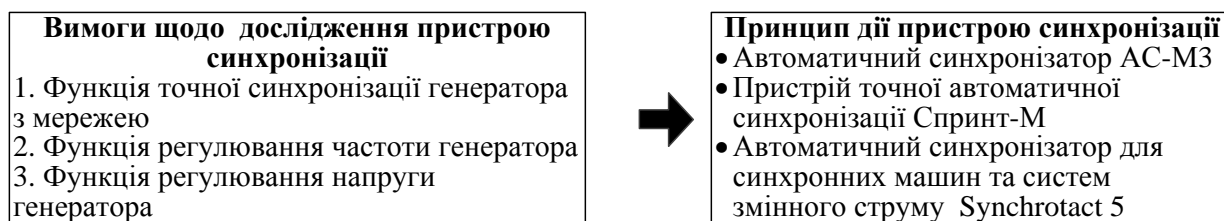


Рис. Г.3. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії пристроїв синхронізації АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact5

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проведення наукових досліджень, проведення наукових досліджень щодо складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{вим} \rightarrow D$.*

В якості прикладу дослідимо реалізацію функції точної синхронізації генератора з мережею в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact 5, що зазвичай складається з функції визначення кута випередження, функції визначення напруги, функції визначення частоти, функції спрацьовування [95]. Дослідження побудови функції точної синхронізації генератора з мережею в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact 5 показав, що в усіх вибраних пристроях передбачені усі названі функції [3, 235, 394]. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції точної синхронізації генератора з мережею в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact 5 має вигляд, що наведений на рис. Г.4.

Дослідимо складові функції точної синхронізації генератора з мережею, що присутні в вибраних пристроях, а саме функції визначення напруги, частоти та кута випередження.



Рис. Г.4. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції точної синхронізації генератора з мережею в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact 5

Алгоритми реалізації зазначених функцій в першу чергу повинні включати функції обчислення й порівняння напруги (частоти) та функцію обчислення й порівняння кута випередження. В пристроях, що досліджуються, передбачені усі названі функції [3, 235, 394]. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функцій визначення напруги, частоти та кута випередження в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact 5 має вигляд, що наведений на рис. Г.5.

4. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з визначення показників функціонування щодо складових I-N рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $D, S \rightarrow \text{Ндійс}$*

Визначимо параметри функції визначення напруги, частоти та кута випередження в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact 5.

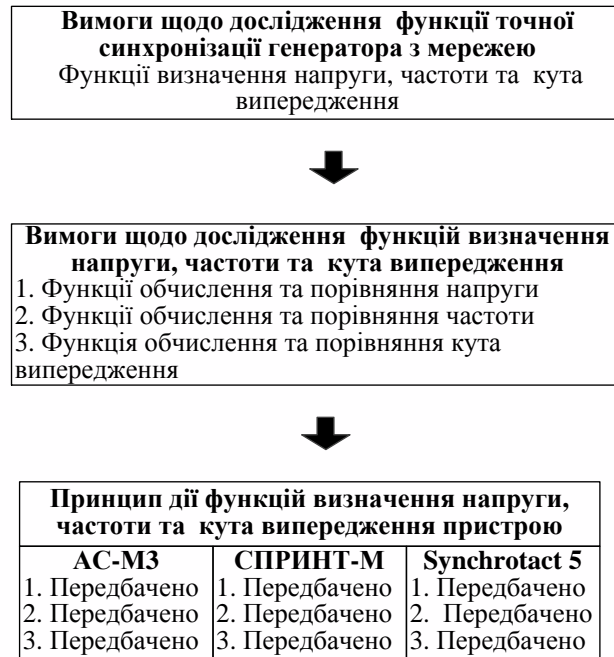


Рис. Г.5. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функцій визначення напруги, частоти та кута випередження в пристроях АС-МЗ, СПРИНТ-М, Synchrotact 5

Функція регулювання напруги, що є складовою функції визначення напруги в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact 5 реалізована за принципом формування часоімпульсних керуючих впливів на автоматичний регулятор збудження генератора. Функція регулювання частоти, що є складовою функції визначення частоти в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact 5 реалізована за принципом формування часоімпульсних керуючих впливів на автоматичний регулятор швидкості генератора. Функція обчислення кута випередження, що є складовою функції визначення кута випередження в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact 5 реалізована за принципом закону рівноприскореного обертання [3, 235, 394]. З урахуванням сказаного параметрами названих функцій будуть виступати: 1. Максимальна різниця напруг генератора та мережі: АС-МЗ – діапазон змінення $1 \div 10\%$, Спринт-М – діапазон змінення $1 \div 20\%$, Synchrotact 5 – діапазон змінення $1 \div 30\%$ та дискретністю 1 для всіх пристроїв. 2. Максимальна різниця частот

генератора та мережі: АС-МЗ – діапазон змінення $0,05 \div 0,5$ Гц та дискретність $0,05$ Гц, Спринт-М – діапазон змінення $0,1 \div 0,8$ Гц та дискретність $0,01$ Гц, Synchronact 5 – діапазон змінення $0,1 \div 1$ Гц та дискретність $0,01$ Гц. 3. Час випередження вимкнення вимикача: АС-МЗ, Synchronact 5 – діапазон змінення $0,01 \div 1$ секунда, Спринт-М – діапазон змінення $0,05 \div 1$ секунда та дискретністю $0,001$ секунда для усіх пристроїв. 4. Максимальний кут випередження: АС-МЗ – діапазон змінення $20 \div 50$ градусів, Спринт-М – діапазон змінення $20 \div 150$ градусів, Synchronact 5 – діапазон змінення $20 \div 120$ градусів та дискретністю 1 градус для усіх пристроїв. 5. Максимальна кутова похибка: АС-МЗ – 3 градуси; Спринт-М – 5 градусів; Synchronact 5 – 4 градуси. В такому разі засоби каузального формування знань з визначення параметрів функцій визначення напруги, частоти та кута випередження в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronact 5 будуть мати відповідно вигляди (рис. Г.6 – Г.8)

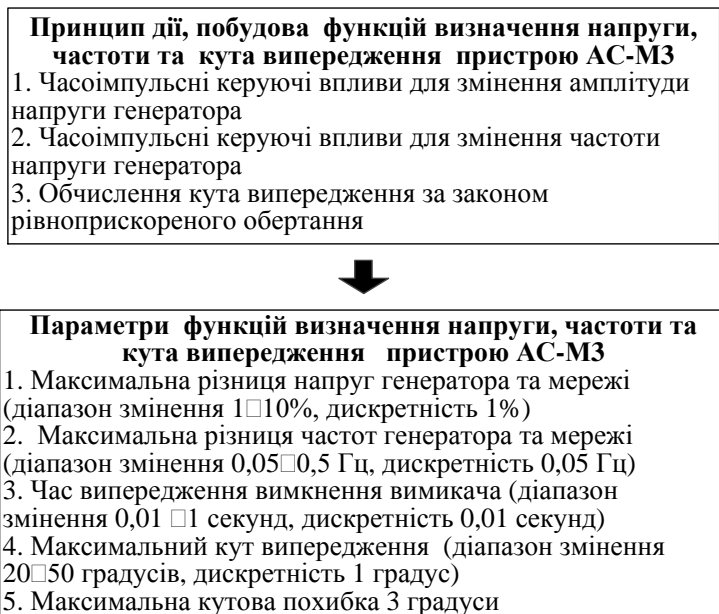


Рис. Г.6. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функцій визначення напруги, частоти та кута випередження пристрою АС-МЗ

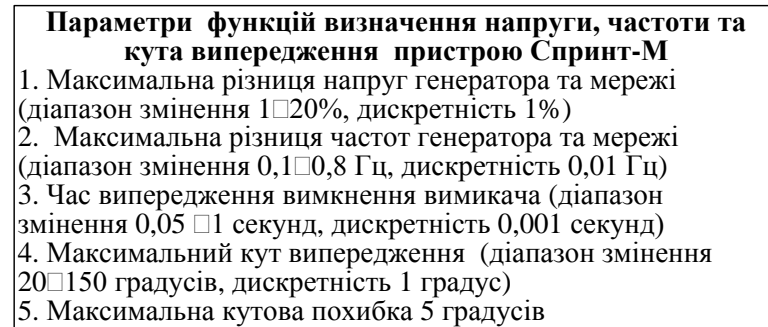
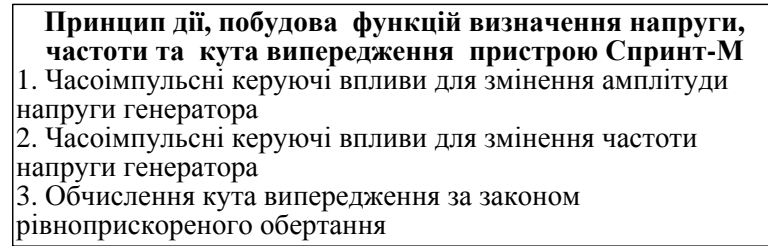


Рис. Г.7. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функцій визначення напруги, частоти та кута випередження пристрою Спринт-М

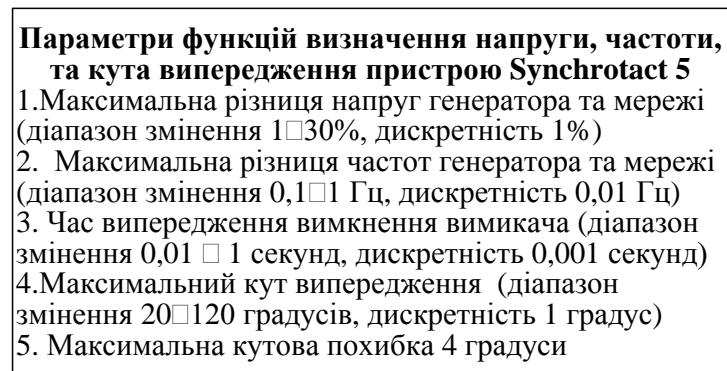
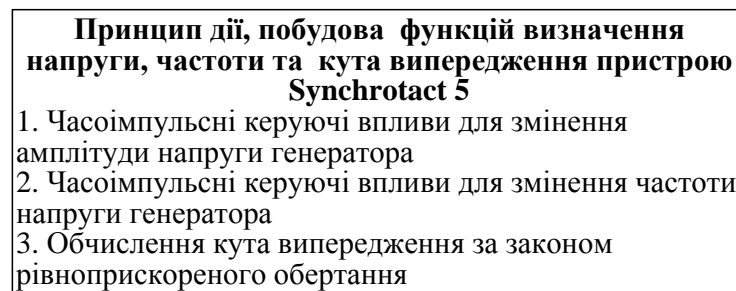


Рис. Г.8. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функцій визначення напруги, частоти та кута випередження пристрою Synchronact 5

Принцип дії, побудова та параметри функцій визначення напруги, частоти та кута випередження будуть визначати інтегральну характеристику функції точної синхронізації генератора з мережею. Так, функція точної синхронізації генератора з мережею, що реалізована в пристрої АС-МЗ, обумовлює наступні характеристики: можливість синхронізації тільки одного генератора, робота тільки за одним каналом, перелік уставок, а також максимальну кутову похибку в 3 електричні градуси. Принцип дії, побудова та параметри функцій визначення напруги, частоти та кута випередження пристрою Спринт-М обумовлюють наступні характеристики функції точної синхронізації генератора з мережею: можливість синхронізації тільки одного генератора, робота тільки за одним каналом, перелік уставок, а також максимальну кутову похибку в 5 електричних градусів. До характеристик функції точної синхронізації генератора з мережею пристрою Synchronact 5 можна віднести: можливість почергової синхронізації до семи генераторів, робота за двома каналами, перелік уставок, а також максимальну кутову похибку в 4 електричні градуси. На підставі сказаного засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції точної синхронізації генератора з електромережею в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronact 5 буде мати вигляд, що наведений на рис. Г.9.

5. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow \text{Ндійс.}$*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач повинні передбачати самостійне дослідження функції точної синхронізації двох енергосистем та функції контролю ручної точної синхронізації в пристроях АС-МЗ, СПРИНТ-М, Synchronact 5.

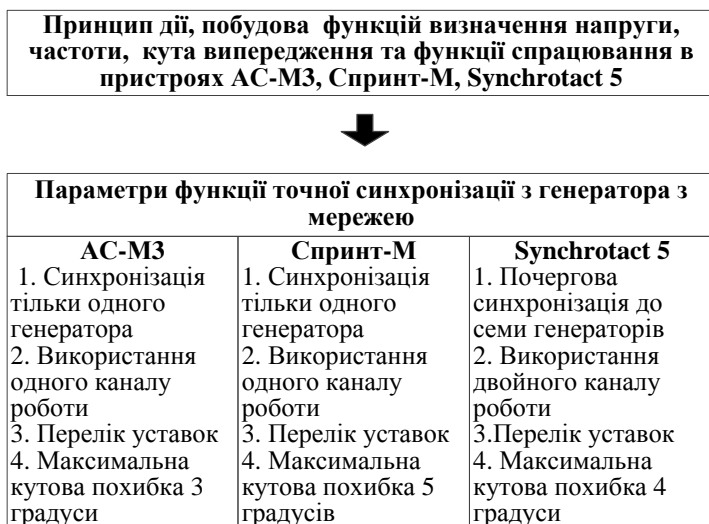


Рис. Г.9. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції точної синхронізації генератора з мережею в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronact 5

Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними характеристиками й сформульованими вимогами щодо показників функціональних складових І-Н рівнів ієрархії та всього пристрою синхронізації згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач. У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами науково-дослідних задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу або кроку методики, на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування науково-дослідної компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів інших видів автоматики нормальних режимів в дисциплінах «Сучасні технології та способи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень».

Методика формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів пристрою ліквідації асинхронного режиму електричної системи

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проведення наукових досліджень щодо всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{вим}$.*

Для будь-якого виду діяльності чи то проектування, чи то експлуатація, чи то наукова робота загальною задачею наукових досліджень щодо систем управління може виступати задача проведення пошукових науково-дослідних робіт з вивчення сучасного стану розвитку мікропроцесорних пристроїв протиаварійної автоматики електричної системи. А, отже, в навчальних цілях задачею наукового дослідження приймемо проведення пошукових науково-дослідних робіт з виявлення функціональних можливостей мікропроцесорного пристрою ліквідації асинхронного режиму різних виробників. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення задач наукового дослідження щодо протиаварійної автоматики електричної системи буде мати вигляд (рис. Г.10)

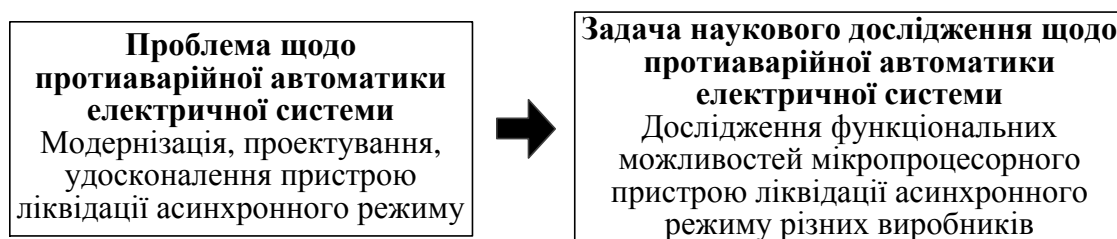


Рис. Г.10. Засіб каузального формування знань з визначення задач наукового дослідження щодо протиаварійної автоматики електричної системи

При розробленні сучасних мікропроцесорних пристроїв ліквідації асинхронного режиму електричної системи з'являється можливість передбачити різні алгоритми (функції) ліквідації асинхронного режиму. А, отже, в одному пристрої автоматики можуть бути передбачені функції ліквідації асинхронного режиму як за кутом, так і за іншими параметрами. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження пристрою ліквідації асинхронного режиму буде мати вигляд (рис. Г.11)

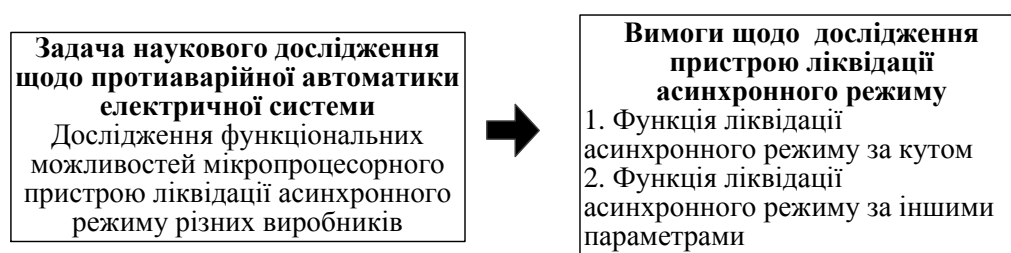


Рис. Г.11. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження пристрою ліквідації асинхронного режиму

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проведення наукових досліджень щодо всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $H_{вим} \rightarrow D, S$.*

Найбільш розповсюдженими мікропроцесорними пристроями автоматики ліквідації асинхронного режиму на пострадянському просторі виступають приладовий модуль АLAR03 науково-виробничого підприємства «Хартрон-Інкор» [303], пристрій автоматики АЛАР-М відкритого акціонерного товариства «Інститут «Енергомережпроект» і товариства з обмеженою відповідальністю «Енерговимірювач» [392] та АЛАР-Ц науково-виробничого підприємства «Модус» і відкритого акціонерного товариства «Науково-дослідний інститут з передачі електроенергії постійним струмом високої напруги» [413]. Дослідимо функціональні можливості названих пристроїв щодо реалізації функцій ліквідації асинхронного режиму за кутом.

Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії пристроїв ліквідації асинхронного режиму АLAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц представимо як (рис. Г.12)

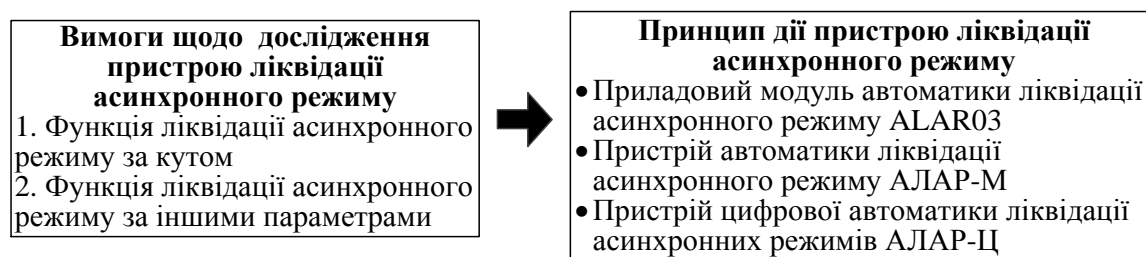


Рис. Г.12. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії пристроїв ліквідації асинхронного режиму АLAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проведення наукових досліджень, проведення наукових досліджень щодо складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{вим} \rightarrow D, S$.*

Отже, дослідимо реалізацію функції ліквідації асинхронного режиму за кутом в пристроях АLAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц, що зазвичай складається з функції спрацьовування I-го, II-го та III-го ступенів [257]. Дослідження побудови функції ліквідації асинхронного режиму за кутом в пристроях АLAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц показали, що в приладовому модулі АLAR03 та пристрої АЛАР-М передбачені усі функції спрацьовування, а в пристрої АЛАР-Ц передбачені функції спрацьовування тільки I-го та II-го ступенів [303, 392, 413]. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції ліквідації асинхронного режиму за кутом в пристроях АLAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц має вигляд, що представлений на рис. Г.13.

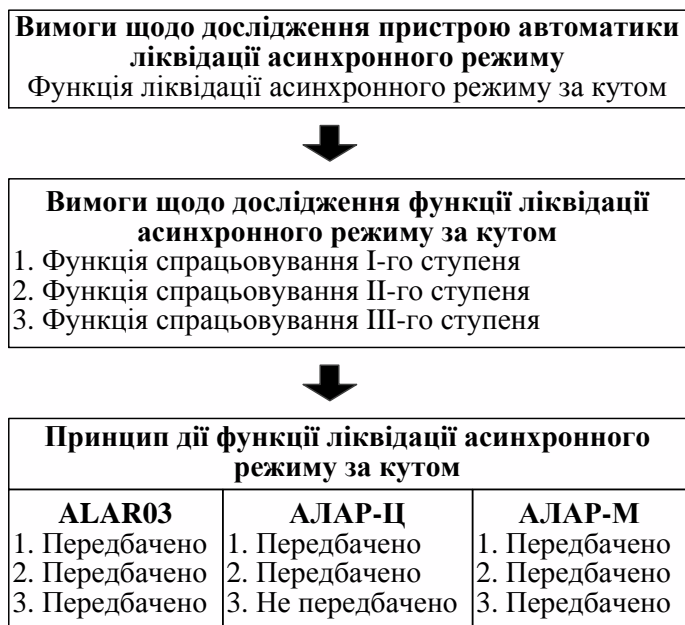


Рис. Г.13. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції ліквідації асинхронного режиму за кутом в пристроях ALAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц

Дослідимо складові функції ліквідації асинхронного режиму за кутом, що присутні в вибраних пристроях, а саме функції спрацьовування I-го ступеня, функції спрацьовування II-го ступеня, функції спрацьовування III-го ступеня.

Зазвичай робота всіх ступенів однотипна, ступені працюють по черзі починаючи з першої [257]. Алгоритм роботи кожної ступені передбачає контроль зміни кута між векторами напруги на кінцях контрольованої зони, при чому асинхронні провороти фіксуються з врахуванням напрямку зміни кута за фактом переходу значення $+180^\circ$ або -180° , та контроль електричного центру гойдання за допомогою розрахунку мінімуму напруги в межах контрольованої зони. В пристроях, що досліджуються, передбачені як функція контролю зміни кута, так і функція контролю електричного центру гойдання [303, 392, 413]. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функцій

спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристроях АLAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц має вигляд (рис. Г.14)

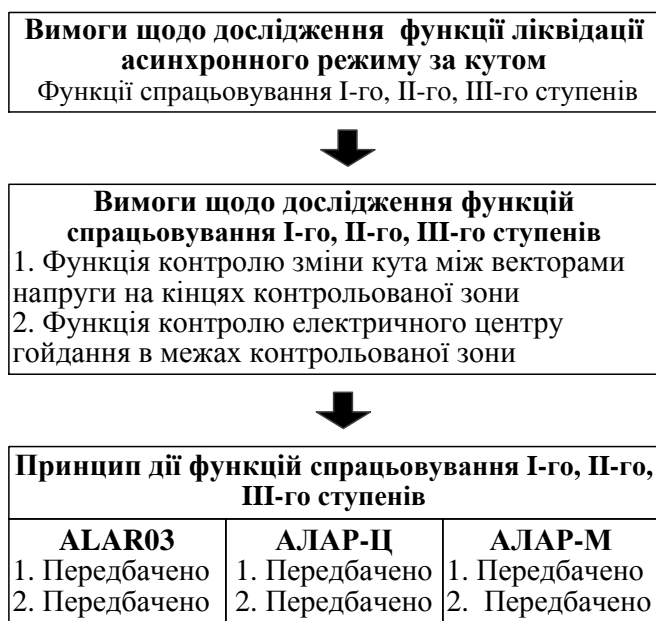


Рис. Г.14. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристроях АLAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц

4. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з визначення показників функціонування щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $D, S \rightarrow N$ дійс.*

Визначимо показники функціонування функції спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристроях АLAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц.

Функції спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої АLAR03 реалізовані за принципом контролю зміни кута та електричного центру гойдання в контрольованій зоні [303]. З урахуванням цього характеристиками названих функцій будуть виступати: уставка за кутом I-го, II-го ступенів – $0 \div 360$ градусів; дискретність уставки за кутом I-го, II-го, III-го ступенів – 1 градус; дискретність часу провороту одного циклу I-го, II-го, III-го ступенів – 0,01 секунди; кількість циклів I-го, II-го, III-го ступенів – $1 \div 10$; дискретність кількості циклів I-го, II-го, III-го ступенів – 0,1 секунди; затримка часу I-го, II-го, III-го ступенів – $0 \div 20$ секунд;

дискретність затримки часу I-го, II-го, III-го ступенів – 0,01 секунди; тривалість відключення I-го, II-го, III-го ступенів – 0÷20 секунд; дискретність тривалості відключення I-го, II-го, III-го ступенів – 0,01 секунди. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення параметрів функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої ALAR03 буде мати вигляд (рис. Г.15)

Принцип дії, побудова функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої ALAR03

1. Асинхронні провороти фіксуються з врахуванням напрямку зміни кута за фактом переходу через значення $+180^\circ$ або -180°
2. Електричний центр гойдання виявляється шляхом розрахунку мінімуму напруги на контрольованій зоні



Параметри функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої ALAR03

1. Уставка за кутом I-го, II-го ступенів – $0 \div 360$ градусів
2. Дискретність уставки за кутом I-го, II-го, III-го ступенів – 1 градус
3. Дискретність часу провороту одного циклу I-го, II-го, III-го ступенів – 0,01 секунди
4. Кількість циклів I-го, II-го, III-го ступенів – $1 \div 10$
5. Дискретність кількості циклів I-го, II-го, III-го ступенів – 0,1 секунди
6. Затримка часу I-го, II-го, III-го ступенів – $0 \div 20$ секунд
7. Дискретність затримки часу I-го, II-го, III-го ступенів – 0,01 секунди
8. Тривалість відключення I-го, II-го, III-го ступенів – $0 \div 20$ секунди
9. Дискретність тривалості відключення I-го, II-го, III-го ступенів – 0,01 секунди

Рис. Г.15. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої ALAR03

Функції спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої АЛАР-М реалізовані за принципом контролю зміни кута та електричного центру гойдання зони, що може складатися з пари суміжних ліній (основної та додаткової) або в якій відбувається значний відбір потужності [392]. В такому разі характеристиками функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів будуть виступати: встановлена кількість асинхронних проворотів від 1 до 10 з дискретністю 1; контрольний час очікування наступного асинхронного провороту від 10 до 60 секунд з дискретністю 0,1 секунди; пауза після спрацьовування ступені з можливим діапазоном змінення від 0 до 3 секунд з дискретністю в 0,1 секунди. З урахуванням сказаного засіб

каузального формування знань з визначення параметрів функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої АЛАР-М буде мати вигляд (рис. Г.16)

Принцип дії, побудова функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої АЛАР-М

1. Асинхронні провороти фіксуються з врахуванням напрямку зміни кута за фактом переходу через значення $+180^\circ$ або -180°
2. Електричний центр гойдання виявляється шляхом розрахунку мінімуму напруги на контрольованій зоні (з парою суміжних ліній чи в узлі зі значним відбором потужності)



Параметри функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої АЛАР-М

1. N_{st} – встановлена кількість асинхронних проворотів (діапазон змінення $1 \leq 10$, дискретність 1)
2. T_{wait} - контрольний час очікування наступного асинхронного провороту (діапазон змінення $0 \leq 60$ секунд, дискретність 0,1 секунди)
3. T_{pst} – пауза після спрацьовування ступеня (діапазон змінення $0 \leq 3$ секунд, дискретність 0,1 секунди)

Рис. Г.16. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої АЛАР-М

В пристрої АЛАР-Ц ліквідація синхронного режиму за кутом побудована за допомогою двох ступенів: перша ступень прогнозує виникнення асинхронного режиму та спрацьовує до 1-го асинхронного провороту; друга ступень вже працює при кількості проворотів більше одиниці в одній з двох можливих контрольованих зон [413]. При цьому характеристиками функції спрацьовування II-го ступені є: уставка спрацьовування для позитивних значень лічильника асинхронних проворотів з діапазоном змінення від 1 до 10 та дискретністю 1; уставка спрацьовування для негативних значень лічильника асинхронних проворотів з діапазоном змінення від 1 до 10 та дискретністю 1; номер чергового циклу асинхронних проворотів, що характеризується зростанням кута в контрольованій зоні, при досягненні якого спрацьовує ступень, якщо в цьому асинхронному провороті

електричний центр гойдання знаходиться в зоні 1 або 2; номер чергового циклу асинхронних проворотів, що характеризується зменшенням кута в контрольованій зоні, при досягненні якого спрацює ступень, якщо в цьому асинхронному провороті електричний центр гойдання знаходиться в зоні 1 або 2. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції спрацьовування II-го ступеня в пристрої АЛАР-Ц буде мати вигляд (рис. Г.17)

Принцип дії, побудова функцій спрацьовування II-го ступеня в пристрої АЛАР-Ц

1. Асинхронні провороти фіксуються з врахуванням напряму зміни кута за фактом переходу через значення $+180^\circ$ або -180°
2. Електричний центр гойдання виявляється шляхом розрахунку мінімуму напруги на контрольованих зонах (2 зони)



Параметри функції спрацьовування II-го ступеня в пристрої АЛАР-Ц

1. Уставка спрацьовування для позитивних значень лічильника асинхронних проворотів (діапазон змінення $1 \square 10$, дискретність 1)
2. Уставка спрацьовування для негативних значень лічильника асинхронних проворотів (діапазон змінення $1 \square 10$, дискретність 1)
3. Номер чергового циклу асинхронних проворотів зі збільшенням кута, при якому спрацює пристрій, при умові, що в цьому провороті електричний центр гойдання знаходиться в контрольованій зоні, що задається уставкою 1 або 2
4. Номер чергового циклу асинхронних проворотів зі зменшенням кута, при якому спрацює пристрій, при умові, що в цьому провороті електричний центр гойдання знаходиться в контрольованій зоні, що задається уставкою 1 або 2

Рис. Г.17. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції спрацьовування II-го ступеня в пристрої АЛАР-Ц

Принцип дії, побудова та характеристики функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів будуть визначати інтегральну характеристику функції ліквідації асинхронного режиму за кутом. Так, функція ліквідації асинхронного режиму за кутом, що реалізована в пристрої АЛАР03, обумовлює наступні характеристики: необхідність у попередньому аналізі роботи контрольованої зони; контрольована зона може складатися тільки з однієї частини; робота з фіксованим значенням відбору потужності в

контрольованій зоні. Принцип дії, побудова та характеристики функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів пристрою АЛАР-М обумовлюють наступні характеристики функції ліквідації асинхронного режиму за кутом: необхідність у попередньому аналізі роботи контрольованої зони; контрольована зона може складатися тільки з двох частин; робота з фіксованим значенням відбору потужності в контрольованій зоні. До характеристик функції ліквідації асинхронного режиму за кутом пристрою АЛАР-М можна віднести: використання тільки електричних характеристик контрольованої зони; контрольована зона може складатися з пари суміжних ліній; робота з довільним значенням відбору потужності в контрольованій зоні. На підставі сказаного засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції ліквідації асинхронного режиму за кутом в пристроях АЛАР03, АЛАР-Ц, АЛАР-М буде мати вигляд (рис. Г.18)

Принцип дії, побудова, параметри функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів пристроях АЛАР03, АЛАР-Ц, АЛАР-М



Параметри функції ліквідації асинхронного режиму за кутом		
АЛАР03	АЛАР-Ц	АЛАР-М
1. Необхідність у попередньому аналізі роботи контрольованої зони 2. Контроль зони, що складається з однієї частини 3. Контроль зони з фіксованою величиною проміжного відбору потужності	1. Необхідність у попередньому аналізі роботи контрольованої зони 2. Контроль зони, що складається з двох частин 3. Контроль зони з фіксованою величиною проміжного відбору потужності	1. Використання тільки електричних характеристик контрольованої зони 2. Контроль зони, що складається з пари суміжних ліній 3. Контроль зони з довільною величиною проміжного відбору потужності

Рис. Г.18. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції ліквідації асинхронного режиму за кутом в пристроях АЛАР03, АЛАР-Ц, АЛАР-М

5. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow \text{Ндійс.}$*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач повинні передбачати самостійне дослідження функції ліквідації асинхронного режиму за опором АLAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц.

Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними характеристиками й сформульованими вимогами щодо показників функціональних складових I-N рівнів ієрархії та всього пристрою автоматики ліквідації асинхронного режиму згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами науково-дослідних задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу або кроку методики, на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування науково-дослідної компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів інших видів протиаварійної автоматики електричної системи в дисциплінах «Сучасні технології та способи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень».

Методика формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів мікропроцесорного пристрою релейного захисту синхронного генератора

1. Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проведення наукових досліджень щодо всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{вим}$.

Характер проблеми щодо системи релейного захисту елементу енергосистеми визначається видом діяльності інженера. Для експлуатаційної діяльності характерною проблемою є моральна та фізична застарілість систем релейного захисту, які використовуються, що потребує їх подальшої модернізації. Проектувальна діяльність передбачає розроблення нових конкурентоздатних систем релейного захисту, що призводить до необхідності вирішення проблем, які пов'язані з визначенням принципів дії та побудови, параметрів та характеристик сучасних систем релейного захисту. Наукова діяльність направлена на створення нових або удосконалення існуючих принципів функціонування (побудови) систем релейного захисту, що також потребує вирішення проблем з визначенням принципів дії та побудови, параметрів та характеристик сучасних систем релейного захисту елементів енергосистеми. Отже, для будь-якого виду діяльності чи то проектування, експлуатація або наукова робота загальною задачею наукових досліджень щодо систем релейного захисту елементів енергосистеми може виступати задача проведення пошукових науково-дослідних робіт щодо вивчення сучасного стану розвитку мікропроцесорного релейного захисту. З урахуванням сказаного в навчальних цілях задачею наукового дослідження приймемо проведення пошукових науково-дослідних робіт з виявлення функціональних можливостей мікропроцесорних систем

релейного захисту синхронного генератора, що виготовляються різними виробниками. В даному випадку засіб каузального формування знань з визначення задач наукових досліджень щодо системи релейного захисту синхронного генератора буде мати вигляд, що зображений на рис. Г.19.



Рис. Г.19. Засіб каузального формування знань з визначення задач наукового дослідження щодо системи релейного захисту синхронного генератора

При розробленні сучасних мікропроцесорних захисних пристроїв синхронних генераторів з'являється можливість передбачити функції захисту від усіх можливих аварійних та ненормальних режимів синхронного генератора. А, отже, в одному захисному пристрої повинні бути передбачені функції захисту як від аварійних режимів, так і від ненормальних режимів. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження системи релейного захисту синхронного генератора буде мати вигляд (рис. Г.20)

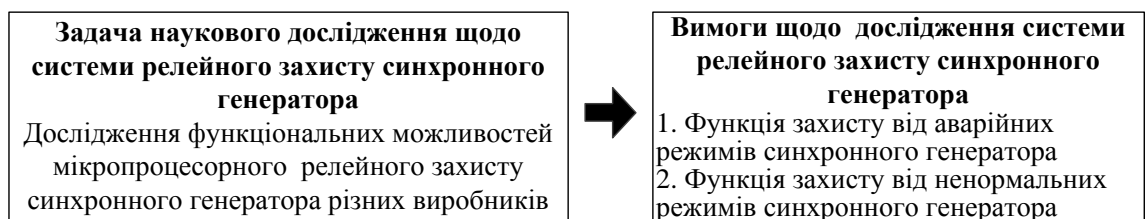


Рис. Г.20. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження системи релейного захисту синхронного генератора

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проведення наукових досліджень щодо всієї системи управління*

об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $H_{\text{вим}} \rightarrow D, S$.

Світові лідери у виробництві пристроїв релейного захисту та автоматики є європейські компанії ABB, SIEMENS, ALSTOM, SCHNEIDER ELECTRIC, до вітчизняних виробників відносяться науково-виробниче підприємство (НВП) «ХАРТРОН-ІНКОР», науково-виробниче підприємство «РЕЛСіС», виробниче об'єднання «КІЇВПРИЛАД» [80]. Зокрема пристрої релейного захисту синхронного генератора представлені серед лінійки продукції науково-виробничого підприємства «ХАРТРОН-ІНКОР» як приладовий модуль релейного захисту та автоматики синхронного генератора «Діамант» G010, компанії ABB як пристрій захисту генератора REG670, концерну SIEMENS як багатофункціональний пристрій захисту синхронних машин SIPROTEC 7UM62 [238, 304, 393]. Через те, що функціональні можливості названих пристроїв передбачають забезпечення захисту від аварійних та ненормальних режимів синхронного генератора, їх буде досліджено детально. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії системи релейного захисту синхронного генератора науково-виробничого підприємства «ХАРТРОН-ІНКОР», компанії ABB та концерну SIEMENS наведено на рис. Г.21.

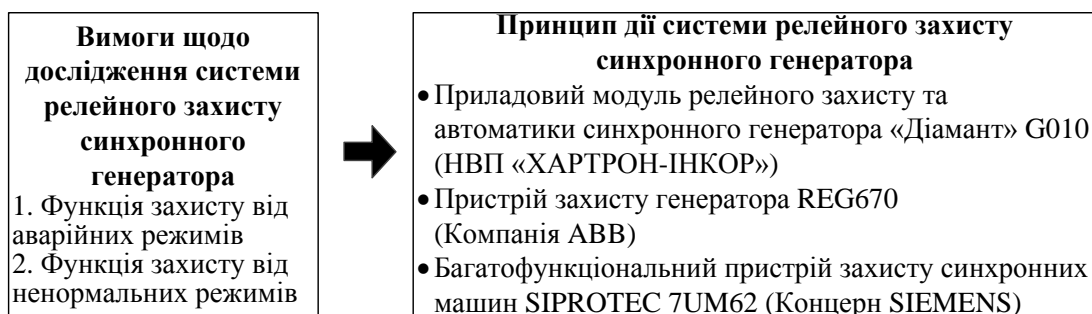


Рис. Г.21. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії системи релейного захисту синхронного захисту НВП «ХАРТРОН-ІНКОР», компанії ABB та концерну SIEMENS

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проведення наукових досліджень, проведення наукових досліджень щодо складових I-N рівнів ієрархії системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{вим} \rightarrow D$.*

В якості прикладу дослідимо реалізацію функції захисту від аварійних режимів в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62, що повинна складатися з функції захисту від багатофазних коротких замикань, функції захисту від міжвиткових коротких замикань в обмотці статора, функції від замикань на землю в обмотці ротора, функції від замикань на землю в обмотці статора [39].

Дослідження побудови функції захисту від аварійних режимів в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62 показав, що в приладовому модулі G010 передбачені усі названі функції окрім функції від замикань в обмотці ротора, в пристроях REG670 та SIPROTEC7UM62 передбачені усі названі функції окрім функції захисту від міжвиткових коротких замикань в обмотці статора [238, 304, 393]. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції захисту від аварійних режимів в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62 має вигляд, що представлений на рис. Г.22.

Дослідимо складові функції захисту від аварійних режимів, що присутні в усіх вибраних пристроях, а саме функцію захисту від багатофазних коротких замикань та функцію від замикань на землю в обмотці статора.

Функція захисту від багатофазних коротких замикань найбільш ефективно може бути реалізована за допомогою диференціального принципу та принципу максимальної дії [39]. В пристроях, що досліджуються, передбачені як функція захисту за принципом максимальної дії, так і функція захисту за диференціальним принципом задля реалізації функції захисту від

багатофазних коротких замикань [238, 304, 393]. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції захисту від багатофазних коротких замикань в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62 має вигляд, що представлений на рис. Г.23.

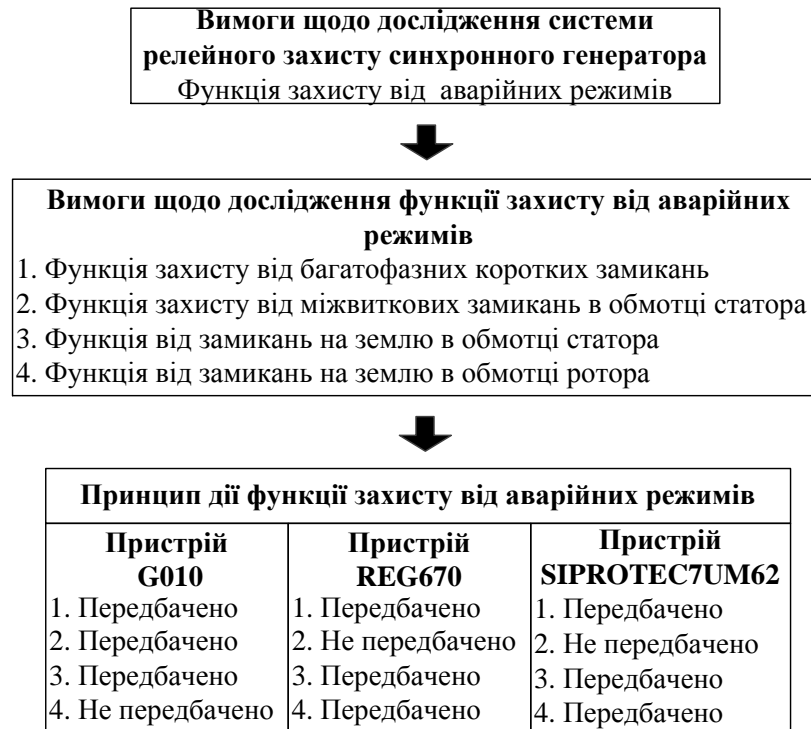


Рис. Г.22. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції захисту від аварійних режимів в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62

Відомими принципами реалізації функції від замикань на землю в обмотці статора є принцип накладання напруги та принцип наявності напруги зсуву [2, 39].

В пристрої G010 передбачений захист від замикань на землю в обмотці статора за принципом наявності напруги зсуву. В пристроях REG670 та SIPROTEC7UM62 реалізується функцію від замикань на землю в обмотці статора як за допомогою принципу накладання, так і принципу наявності напруги зсуву [238, 304, 393]. В такому разі засіб каузального формування

знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції захисту від замикань на землю в обмотці статора в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62 має вигляд, що представлений на рис. Г.24.

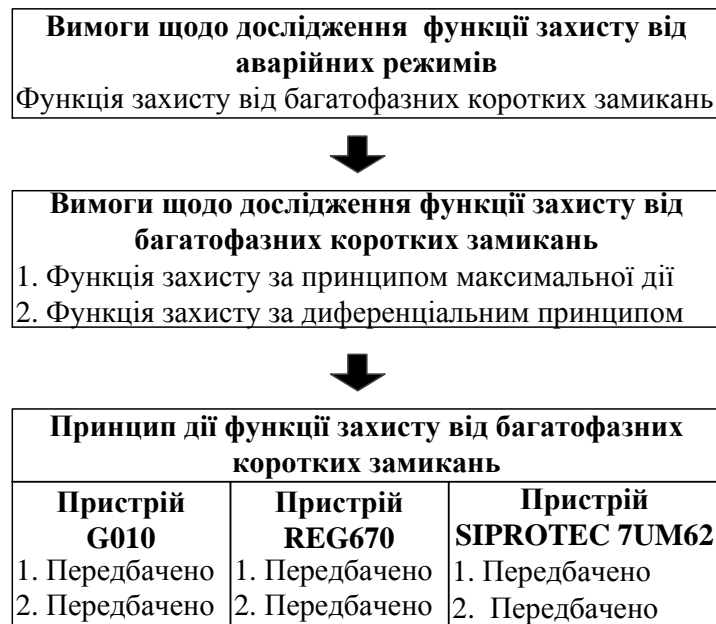


Рис. Г.23. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції захисту від багатофазних коротких замикань в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62

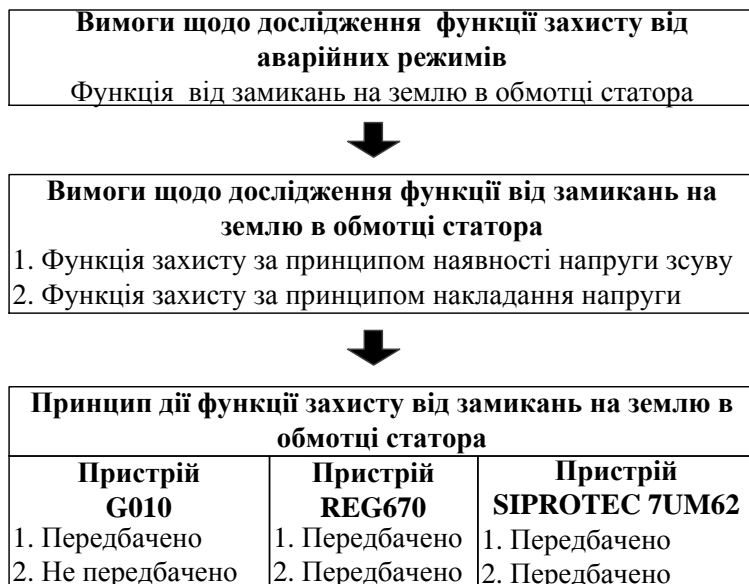


Рис. Г.24. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції захисту від замикань на землю в обмотці статора в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62

4. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з визначення показників функціонування щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $D, S \rightarrow H$ дійс*

Визначимо показники функціонування функції захисту від багатофазних коротких замикань та функції від замикань на землю в обмотці статора, що реалізовані в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62.

Функція захисту від багатофазних коротких замикань в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62 реалізована в тому числі за принципом максимальної дії [238, 304, 393]. В пристрої G010 максимальний струмовий захист має мінімальний час спрацьовування 0,01 – 0,03 секунди та побудований за допомогою трьох ступенів: перша з незалежною часострумовою характеристикою, при чому час затримки визначається часом уставки; друга та третя з пуском за напругою та можливістю вибору часострумової характеристики, а саме крутої чи пологої. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції від багатофазних коротких замикань за принципом максимальної дії в пристрої G010 буде мати вигляд (рис. Г.25) [281]

Принцип дії, побудова функції захисту від багатофазних замикань за принципом максимальної дії в пристрої G010

1. Перша ступень максимального струмового захисту з незалежною часострумовою характеристикою
2. Друга, третя ступень максимального струмового захисту з пуском за напругою та можливістю вибору часострумової характеристики



Характеристики функції захисту від багатофазних замикань за принципом максимальної дії в пристрої G010

1. Незалежна характеристики – час затримки визначається значенням часу уставки
2. Залежна характеристика – крута чи полого
3. Мінімальний час спрацьовування 0,01□ 0,03 секунди

Рис. Г.25. Засіб каузального формування знань з визначення показників функції від багатофазних коротких замикань за принципом максимальної дії в пристрої G010

Максимальний струмовий захист в пристрої SIPROTEC7UM62 має мінімальний час спрацьовування $0,01 \div 0,02$ секунди та реалізований за допомогою трьох ступенів: перша з незалежною характеристикою з пуском за напругою, друга з незалежною характеристикою з визначенням напрямку короткого замикання, при цьому час затримки визначається значенням часу уставки, третя зі зворотнозалежною характеристикою з контролем напруги або гальмуванням напруги [238]. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції від багатозазних коротких замикань за принципом максимальної дії в пристрої SIPROTEC 7UM62 буде мати вигляд (рис. Г.26)

Принцип дії, побудова функції захисту від багатозазних замикань за принципом максимальної дії в пристрої SIPROTEC 7UM62

1. Ступінь максимального струмового захисту з незалежною характеристикою з пуском за напругою
2. Ступінь максимального струмового захисту з незалежною характеристикою з визначенням напрямку короткого замикання
3. Ступінь максимального струмового захисту зі зворотнозалежною характеристикою



Характеристики функції захисту від багатозазних замикань за принципом максимальної дії в пристрої SIPROTEC 7UM62

1. Незалежна характеристики – час затримки визначається значенням часу уставки
2. Зворотнозалежна характеристика – з контролем напруги або гальмуванням напруги
3. Мінімальний час спрацьовування $0,01 \div 0,02$ секунди

Рис. Г.26. Засіб каузального формування знань з визначення показників функції від багатозазних коротких замикань за принципом максимальної дії в пристрої SIPROTEC7UM62

В пристрої REG670 максимальний струмовий захист має мінімальний час спрацьовування $0,01$ секунди та побудований за допомогою двох ступенів: одна з незалежною часострумовою характеристикою з пуском за напругою, при чому час затримки визначається часом уставки; друга зі зворотнозалежною характеристикою з пуском за напругою та можливістю здійснення гальмування за напругою [238]. З урахуванням сказаного засіб

каузального формування знань з визначення показників функції від багатофазних коротких замикань за принципом максимальної дії в пристрої REG670 буде мати вигляд, що представлений на рис. Г.27.

Принцип дії, побудова функції захисту від багатофазних замикань за принципом максимальної дії в пристрої REG670

1. Ступінь максимального струмового захисту з незалежною характеристикою з пуском за напругою
2. Ступінь максимального струмового захисту зі зворотнозалежною характеристикою з пуском за напругою



Характеристики функції захисту від багатофазних замикань за принципом максимальної дії в пристрої REG670

1. Незалежна характеристики – час затримки визначається значенням часу уставки
2. Зворотнозалежна характеристика – з гальмуванням напруги
3. Мінімальний час спрацювання 0,01 секунди

Рис. Г.27. Засіб каузального формування знань з визначення показників функції від багатофазних коротких замикань за принципом максимальної дії в пристрої REG670

Функція захисту від багатофазних коротких замикань за диференціальним принципом в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62 реалізована однаково [238, 304, 393]. Повздожній диференціальний захист в зазначених пристроях реалізований за допомогою диференціальної відсічки, що представляє грубу ступень без гальмування і блокувань, та диференціальним захистом з гальмуванням, що представляє чуттєву ступень з гальмуванням від наскрізних коротких замикань та блокуванням за вищими гармоніками. При цьому час спрацювання повздожнього диференціального захисту в пристроях, що розглядаються, не перевищує 0,02 секунди. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення показників функції від багатофазних коротких замикань за диференціальним принципом максимальної дії в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62 буде мати вигляд, що наведений на рис. Г.28.

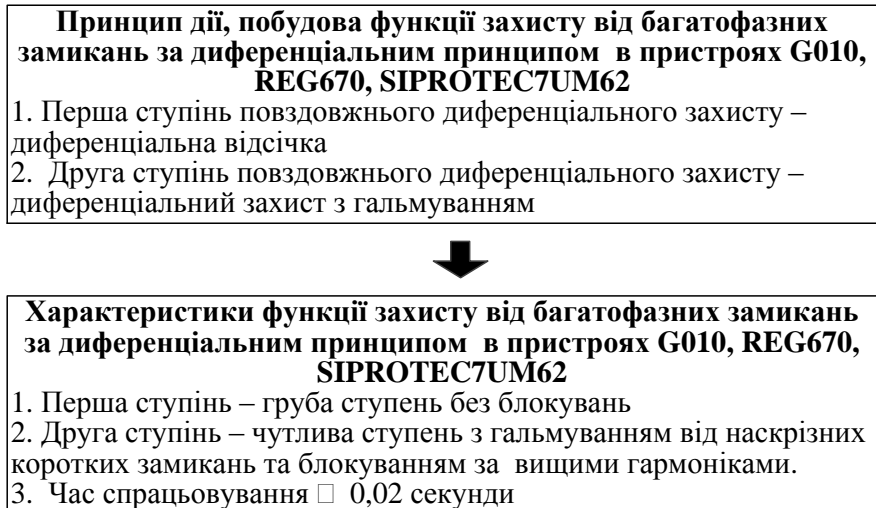


Рис. Г.28. Засіб каузального навчання щодо формування знань з визначення показників функції від багатофазних коротких замикань за диференціальним принципом максимальної дії в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62

Функція захисту від замикань на землю в обмотці статора в пристроях G010, SIPROTEC7UM62, REG670 реалізована за принципом наявності напруги зсуву. Захист 90-95% довжини обмотки статора дає даний принцип у разі контролю першої гармоніки нульової послідовності з боку виводів генератора і 100% захист у разі паралельного контролю третьої гармоніки напруги нульової послідовності з боку виводів і нейтралі генератора в пристрої G010 [304]. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення показників функції від замикань на землю в обмотці статора за принципом наявності напруги зсуву в пристрої G010 буде мати вигляд, що наведений на рис. Г.29.

В пристрої SIPROTEC7UM62 у разі блочної схеми з'єднання генератора принцип функції захисту від замикань на землю в обмотці статора реалізовано за контролем першої гармоніки напруги нульової послідовності, у разі роботи генераторів на збірні шини – за контролем першої гармоніки напруги нульової послідовності, величиною та напрямом струму замикання

на землю, що забезпечує захист 90-95% довжини обмотки статора, також в пристрої передбачено можливість контролю третьої гармоніки напруги нульової послідовності в нейтралі генератора, що забезпечить захист 100% довжини обмотки статора [238]. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення показників функції від замикань на землю в обмотці статора за принципом наявності напруги зсуву в пристрої SIPROTEC7UM62 буде мати вигляд, що зображений на рис. Г.30.

Принцип дії, побудова функції захисту від замикань на землю в статорі за принципом наявності напруги зсуву в пристрої G010

1. Робота за першою гармонікою напруги нульової послідовності з боку виводів генератора
2. Робота за третьою гармонікою напруги нульової послідовності з боку виводів і нейтралі генератора



Характеристики функції захисту від замикань на землю в статорі за принципом наявності напруги зсуву в пристрої G010

1. За першою гармонікою захист 90-95% довжини обмотки статора
2. За третьою гармонікою захист 100% довжини обмотки статора

Рис. Г.29. Засіб каузального формування знань з визначення показників функції від замикань на землю в обмотці статора за принципом наявності напруги зсуву в пристрої G010

Принцип дії, побудова функції захисту від замикань на землю в статорі за принципом наявності напруги зсуву в пристрої SIPROTEC7UM62

1. Робота за першою гармонікою напруги нульової послідовності у разі блочної схеми з'єднання генератора
2. Робота за першою гармонікою напруги нульової послідовності, величини та напрямку струму замикання на землю у разі з'єднання генераторів на збірні шини
3. Робота за третьою гармонікою напруги нульової послідовності в нейтралі генератора



Характеристики функції захисту від замикань на землю в статорі за принципом наявності напруги зсуву в пристрої SIPROTEC 7UM62

1. Захист 90-95% довжини обмотки статора за першою гармонікою
2. Захист 100 % довжини обмотки статора за третьою гармонікою

Рис. Г.30. Засіб каузального формування знань з визначення показників функції від замикань на землю в обмотці статора за принципом наявності напруги зсуву в пристрої SIPROTEC7UM62

Функція захисту від замикань на землю в обмотці статора пристрою REG670 реалізована за принципом наявності зсуву напруги [393]. Захист 90-95% довжини обмотки статора забезпечується контролем першої гармоніки напруги нульової послідовності. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення показників функції від замикань на землю в обмотці статора за принципом наявності напруги зсуву в пристрої REG670 буде мати вигляд (рис. Г.31)

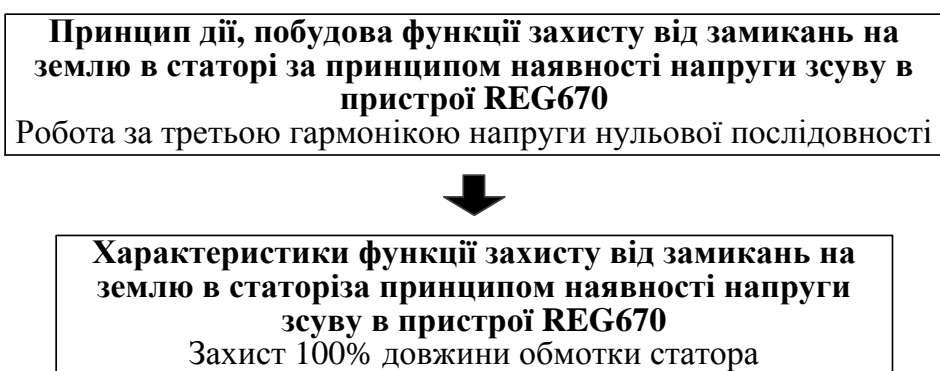


Рис. Г.31. Засіб каузального формування знань з визначення показників функції від замикань на землю в обмотці статора за принципом наявності напруги зсуву в пристрої REG670

Функція захисту від замикань на землю в обмотці статора пристроїв REG670, SIPROTEC 7UM62 також може бути реалізована за принципом накладання напруги [238, 304, 393]. Принцип накладання напруги реалізує 100% захист обмотки статора за допомогою вимірювання напруги накладання з частотою відмінною від промислової на вторинній стороні трансформатора напруги нейтралі генератора та струму накладання на резистивному шунті, обчислення опору обмотки статора відносно землі та порівняння значення активного опору з попереджувальним рівнем опору пошкодження. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з визначення показників функціонування функції від замикань на землю в обмотці статора за принципом накладання напруги в пристроях REG670, SIPROTEC 7UM62 буде мати вигляд, що наведений на рис. Г.32.

Принцип дії, побудова функції захисту від замикань на землю в статорі за принципом накладання напруги в пристроях REG670, SIPROTEC7UM62

1. Вимірювання напруги накладання на вторинній стороні трансформатора напруги нейтралі генератора та струму накладання на резистивному шунті
2. Обчислення опору обмотки статора відносно землі
3. Порівняння значення активного опору з попереджувальним рівнем опору пошкодження



Характеристики функції захисту від замикань на землю в статорі за принципом накладання напруги в пристроях REG670, SIPROTEC7UM62
Захист 100% довжини обмотки статора

Рис. Г.32. Засіб каузального формування знань з визначення показників функції від замикань на землю в обмотці статора за принципом накладання напруги в пристроях REG670, SIPROTEC7UM62

З проведеного аналізу реалізації функції захисту від аварійних режимів синхронного генератора в пристроях G010, REG670, SIPROTEC7UM62 можна бачити, що вона найбільш повно представлена в пристрої SIPROTEC7UM62 концерну SIEMENS. Функція від аварійних режимів в пристрої SIPROTEC7UM62 має в своєму складі: функцію захисту від багатофазних коротких замикань, що може бути реалізована за принципом максимальної дії з трьома ступенями спрацьовування та диференціальним принципом з двома ступенями спрацьовування; функцію від замикань на землю в обмотці статора, що може бути реалізована за принципом наявності напруги зсуву за першою або третьою гармонікою напруги нульової послідовності та принципом накладання напруги; функцію від замикань на землю в обмотці ротора. З урахуванням сказаного пристрій SIPROTEC7UM62 концерну SIEMENS може бути покладений в основу модернізації, проектування або удосконалення релейного захисту синхронного генератора.

5. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow H_{\text{дійс}}$.*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач повинні передбачати самостійне дослідження функцій захисту від ненормальних режимів пристроїв релейного захисту REG670, SIPROTEC7UM62, G010. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними характеристиками й сформульованими вимогами щодо показників функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всього пристрою релейного захисту синхронного генератора згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення науково-дослідних задач.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами науково-дослідних задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу або кроку методики, на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування науково-дослідної компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів пристроїв релейного захисту та автоматики інших об'єктів управління в дисциплінах «Сучасні технології та способи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень».

Методика формування економічної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів системи релейного захисту ділянки електричної мережі

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на проведення техніко-економічного обґрунтування всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow Nvim$*

Визначимо економічний ефект, що отримає електромережеве підприємство від використання цифрової системи релейного захисту для ділянки мережі, що складається з дев'яти комірок шляхом збереження середньорічних витрат при профілактичному обслуговуванні [422]. В такому випадку засоби каузального формування знань з визначення задач та вимог щодо техніко-економічного обґрунтування системи релейного захисту ділянки електромережі (СРЗДЕ) будуть мати відповідно вигляди, що наведені на рис. Г.33 та Г.34.

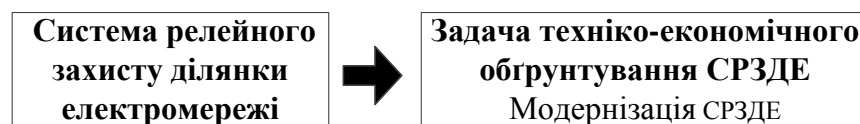


Рис. Г.33. Засіб каузального формування знань з визначення задач техніко-економічного обґрунтування системи релейного захисту ділянки електромережі

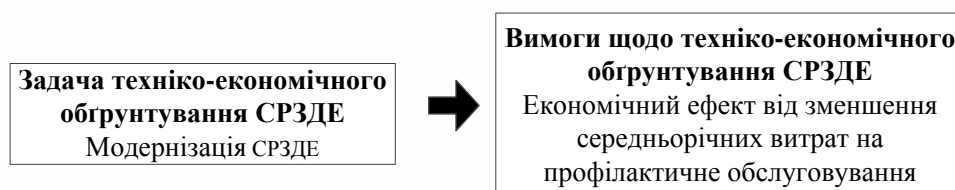


Рис. Г.34. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо техніко-економічного обґрунтування системи релейного захисту ділянки електромережі

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з проведення техніко-економічного обґрунтування всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $H_{вим} \rightarrow D, S$.*

В якості існуючого захисту ділянки електромережі використовують комплекти електромеханічних реле типу РТ-40, що реалізують максимальний струмовий захист. Планується замінити на мікропроцесорні реле типу РС40М, що реалізують максимальний струмовий захист та струмову відсічку. Отже, в такому разі засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови всієї системи релейного захисту ділянки електромережі повинен мати вигляд (рис. Г.35)

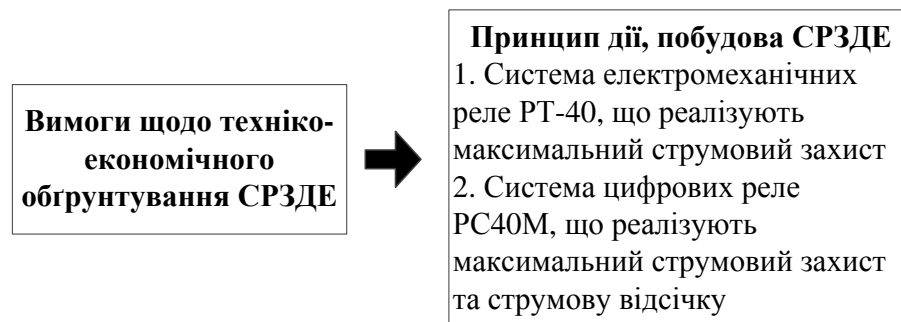


Рис. Г.35. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови всієї системи релейного захисту ділянки електромережі

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на техніко-економічне обґрунтування, проведення техніко-економічного обґрунтування та визначення техніко-економічних показників складових і всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{вим} \rightarrow D, S \rightarrow H_{су}$*

Зазвичай витрати при профілактичному обслуговуванні всієї системи захисту складаються з витрат на перевірку та витрат на ремонт. Як витрати на перевірку, так і витрати на ремонт можуть бути обчислені на підставі

визначення витрат на технічне обслуговування кожної зі структурних складових системи релейного захисту ділянки електромережі. Для системи релейного захисту, що реалізована на електромеханічних реле структурними складовими I рівня ієрархії є 11 комплектів електромеханічних реле та пристрій перемикачів уставок. У свою чергу I рівень ієрархії мікропроцесорної системи релейного захисту складається з 9 комплектів цифрових реле. З урахуванням сказаного засіб каузального формування знань з вимог щодо обґрунтування, принципу дії та побудови складових I рівня ієрархії системи релейного захисту ділянки електромережі буде мати вигляд (рис. Г.36)

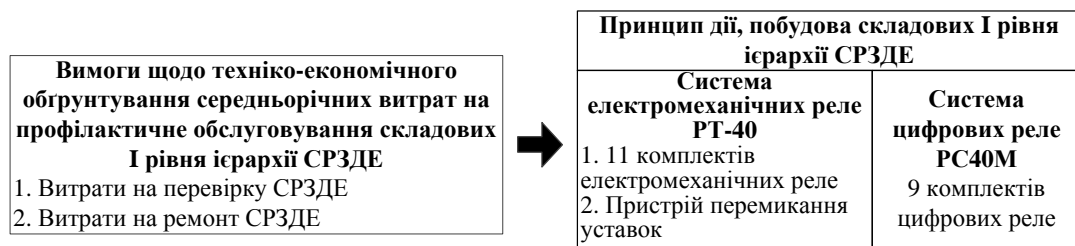


Рис. Г.36. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови вимог щодо обґрунтування, принципу дії та побудови складових I рівня ієрархії системи релейного захисту ділянки електромережі

Середньорічні витрати на перевірку всієї системи релейного захисту ділянки електромережі будуть залежати від витрат на перевірку складових різних рівнів ієрархії системи захисту. У випадку, що розглядається, для електромеханічної системи релейного захисту перевірки потребує кожен з 11 комплектів електромеханічних реле та пристрій перемикачів уставок, що вимагає витрат в 10 та 5 тисяч гривень в рік відповідно. В свою чергу 1 комплект цифрових реле, що є складовою мікропроцесорної системи релейного захисту ділянки електромережі, потребує витрат на перевірку в розмірі 3 тисячі гривень на рік. В такому випадку засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо обґрунтування, принципу дії, побудови та показників витрат на перевірку складових II рівня ієрархії

системи релейного захисту ділянки електромережі має вигляд, що наведений на рис. Г.37.

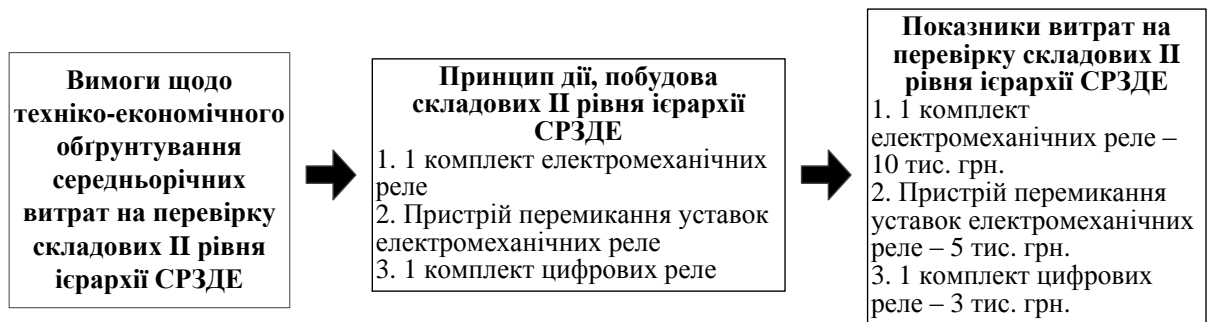


Рис. Г.37. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії, побудови та показників витрат на перевірку складових II рівня ієрархії електромеханічної системи релейного захисту ділянки електромережі

Середньорічні витрати на ремонт всієї системи релейного захисту ділянки електромережі також будуть залежати від витрат на ремонт складових різних рівнів ієрархії системи захисту. Так для електромеханічної системи релейного захисту ремонту може потребувати кожен з 11 комплектів електромеханічних реле та пристрій перемикання уставок, що потребує витрат в 20 та 7 тисяч гривень в рік відповідно. При цьому 1 комплект цифрових реле мікропроцесорної системи релейного захисту ділянки електромережі, вимагає витрат на ремонт в розмірі 3 тисячі гривень на рік. В такому випадку засіб каузального формування знань з визначення принципу дії, побудови та показників витрат на ремонт складових II рівня ієрархії системи релейного захисту ділянки електромережі має вигляд, що представлений на рис. Г.38.

Середньорічні витрати на профілактичне обслуговування всієї системи релейного захисту ділянки електромережі будуть обумовлюватися витратами на ремонт та перевірку складових I рівня ієрархії, які в свою чергу залежать від витрат на ремонт та перевірку складових II рівня ієрархії системи захисту. Так для електромеханічної системи релейного захисту ділянки електромережі середньорічні витрати на профілактичне обслуговування

складуть $110+220+5+7=342$ тисячі гривень. У випадку обслуговування цифрової системи релейного захисту ділянки електромережі витрати визначаються як $27+9=36$ тисячі гривень. При цьому економічний ефект складе $342-36=306$ тисяч гривень на рік. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення техніко-економічних показників всієї системи релейного захисту ділянки електромережі буде мати вигляд, що представлений на рис. Г.39.

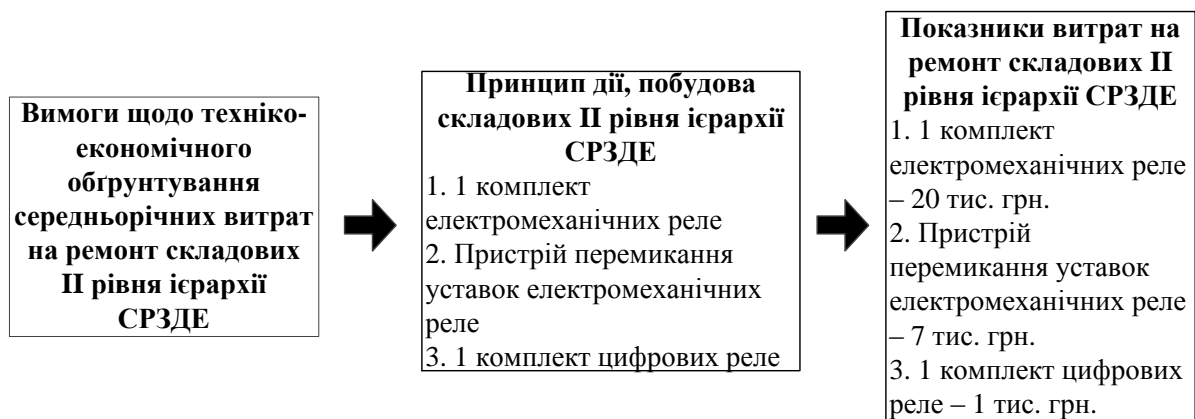


Рис. Г.38. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії, побудови та показників витрат на ремонт складових II рівня ієрархії електромеханічної системи релейного захисту ділянки електромережі

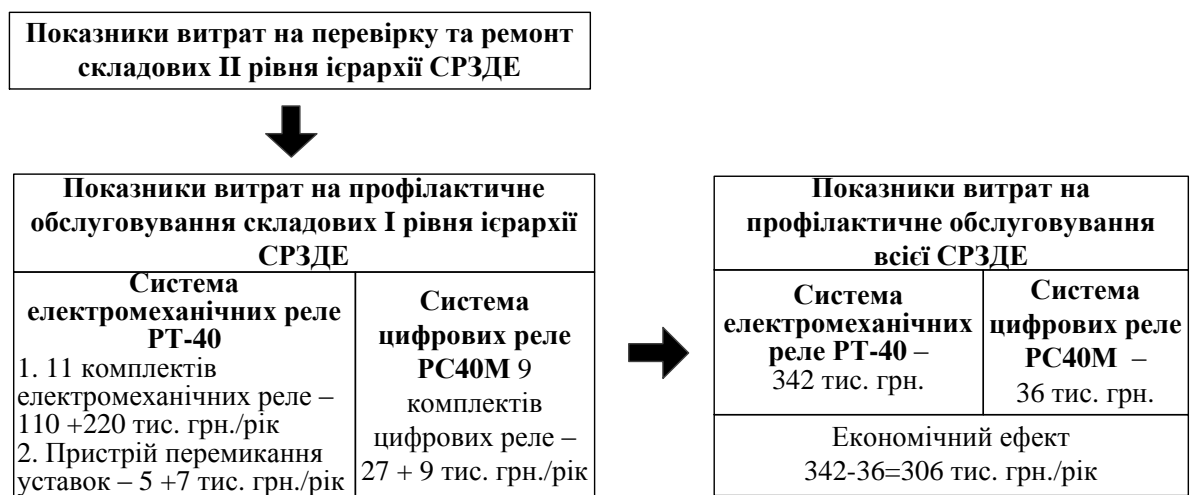


Рис. Г.39. Засіб каузального формування знань з визначення техніко-економічних показників всієї системи релейного захисту ділянки електромережі

4. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення техніко-економічних задач щодо складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow H_{\text{дійс}}$.*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення техніко-економічних задач повинні передбачати самостійне обґрунтування середньорічних витрат при розслідуванні аварій, що пов'язані з неправильною дією релейного захисту; на ремонт пошкодженого первинного обладнання; на збір, обробку та запис інформації про режими та події; на пошук місця пошкодження на лінії. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними техніко-економічними показниками й сформульованими вимогами щодо техніко-економічного обґрунтування складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління об'єктом енергосистеми згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення техніко-економічних задач.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами техніко-економічних задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того кроку методики, на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування економічної компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування економічної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів техніко-економічного обґрунтування впровадження, розроблення та удосконалення інших мікропроцесорних систем релейного захисту та автоматики в дисциплінах «Проектування електроенергетичних та електромеханічних систем та пристроїв» «Надійність та діагностика», «Автоматика

енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці», «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень».

Додаток Д

**Методика формування соціально-управлінської компетентності
майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального
навчання в процесі вивчення студентів системи управління проектною
діяльністю**

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на створення системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow Nvim$.*

Проектна діяльність інженерів з автоматики енергосистем у першу чергу пов'язана з розробленням систем управління об'єктами енергосистем. Загалом, усі роботи, що пов'язані з проектуванням систем управління об'єктами енергосистем умовно можна поділити на три види: розробка технічного завдання, технічного проекту та робочого проекту. В якості прикладу зімітуємо організацію робіт, що пов'язані з розробленням технічного проекту на систему автоматики об'єктом енергосистеми (САОЕ). При цьому засіб каузального формування знань з визначення задач щодо управління проектною діяльністю буде мати вигляд (рис. Д.1)

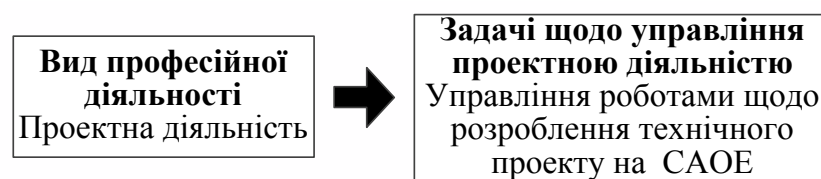


Рис. Д.1. Засіб каузального формування знань з визначення задач щодо управління проектною діяльністю

Зазвичай підставою для розроблення систем управління об'єктами енергосистем є укладені договори, в яких прописані вихідні технічні вимоги та строки виконання. Прийmemo, що згідно з вимог договору, в якості

предмета розроблення виступає автоматизована система управління технологічним процесом підстанції (АСУТПП), що повинна включати такі підсистеми: інформаційну; оперативного управління; автоматичного управління; передачі й прийому інформації; зв'язку; релейного захисту; протиаварійної автоматики, діагностики стану основного електрообладнання; автоматизації та контролю власних потреб. Загальний строк виконання проекту два роки, при цьому розроблення технічного проекту повинно бути зроблено за один рік. Отже, вимогами щодо створення системи управління проектною діяльністю, а саме розроблення технічного проекту на автоматизовану систему управління технологічним процесом підстанції є виконання робіт за один рік відділом релейного захисту та автоматики, відділом протиаварійної автоматики, відділом інформації та зв'язку та відділом автоматичного управління умовної проектною організацією. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо створення системи управління проектною діяльністю (СУПД) має вигляд (рис. Д.2)

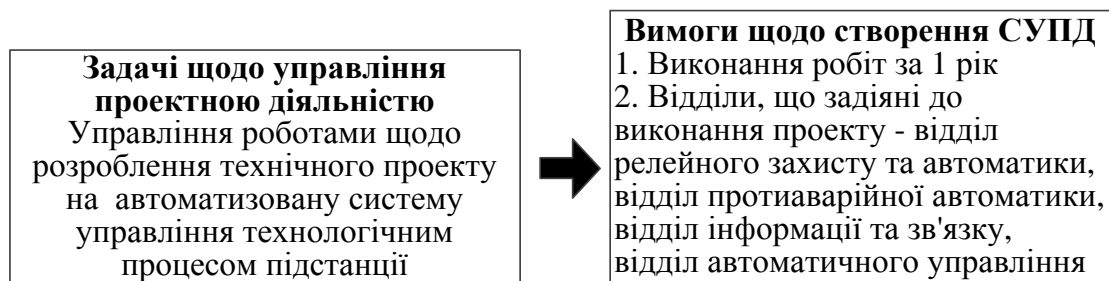


Рис. Д.2. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо створення системи управління проектною діяльністю

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей зі створення всієї системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{вим} \rightarrow D, S$.*

Згідно із визначених вимог принцип управління та структура системи управління проектною діяльністю передбачають наявність таких функціональних складових як планування, організація, контроль та

координація діяльності відділу релейного захисту та автоматики, відділу протиаварійної автоматики, відділу інформації та зв'язку, відділу автоматичного управління. З урахування сказаного засіб каузального формування знань з визначення принципу управління та структури системи управління проектною діяльністю має вигляд (рис. Д.3)

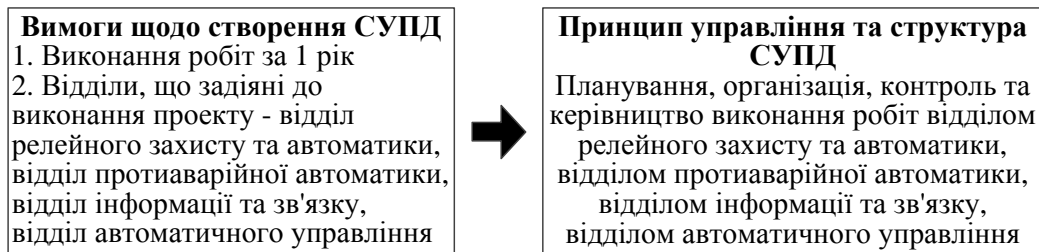


Рис. Д.3. Засіб каузального формування знань з визначення принципу та структури управління всієї системи управління проектною діяльністю

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на створення та створення функціональних складових I-N рівнів ієрархії системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального ланцюга знань $MO \rightarrow N_{вим} \rightarrow D, S$.*

Саме строки виконання проекту на автоматизовану систему управління технологічним процесом підстанції та вихідні технічні вимоги, що прописані у договорі, будуть визначати мету і завдання з планування. Отже, видом планування буде виступати середньострокове планування. З урахуванням сказаного змістом плану може бути: розроблення проектного та технічного завдання на систему управління об'єктом енергосистеми - 3 місяці, розроблення технічного проекту на систему управління об'єктом енергосистеми - 1 рік, розроблення робочого проекту на систему управління об'єктом енергосистеми - 5 місяців. Зокрема змістом плану щодо розроблення технічного проекту може бути короткострокове планування: розроблення повних схем - 5 місяців, розроблення алгоритмів функціонування - 5 місяців.

При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури планування I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю має вигляд (рис. Д.4)



Рис. Д.4. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу функціонування та структури планування I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю

Згідно з поставлених цілей при плануванні та враховуючи структуру проектувальної організації формою організації праці буде виступати колективна форма, що обумовлює використання функціональної структури управління. При цьому розроблення підсистеми релейного захисту, діагностики стану основного електрообладнання, автоматизації та контролю власних потреб буде займатися відділ релейного захисту та автоматики; підсистеми протиаварійної автоматики – відділ протиаварійної автоматики; інформаційної підсистеми, підсистеми передачі й прийому інформації та зв'язку – відділ інформації та зв'язку; підсистеми оперативного управління, автоматичного управління – відділ автоматичного управління. З метою забезпечення високого рівня мотивації у випадку, що розглядається, необхідно використати матеріальний спосіб мотивації. У разі своєчасного виконання проекту на кожен відділ буде передбачено виділення щомісячної премії. У свою чергу кожен функціональний керівник розподілить ці премії між працівниками згідно з особистим внеском у розроблення проекту.

При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури організації I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю має вигляд (рис. Д.5)



Рис. Д.5. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури організації I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю

Контроль діяльності у першу чергу пов'язаний з перевіркою процесу виконання робіт. При функціональній структурі управління проектною діяльністю в підпорядкуванні керівника знаходяться тільки функціональні керівники, тобто контроль доцільно здійснювати щомісячно за ієрархічною схемою щодо сутності завдання впродовж року. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури контролю I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю має вигляд (рис. Д.6)



Рис. Д.6. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу функціонування та структури функції контролю I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю

З метою запобігання та усунення відхилень у роботі з розроблення технічного проекту на систему управління об'єктом енергосистеми доцільно задіяти оперативний вид регулювання, що направлений на згладжування відхилень від необхідних показників. Найефективнішим способом з координації діяльності є проведення нарад з керівниками відділів, а у разі необхідності й безпосередньо з виконавцями проекту. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу функціонування та структури функції керівництва I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю має вигляд (рис. Д.7)

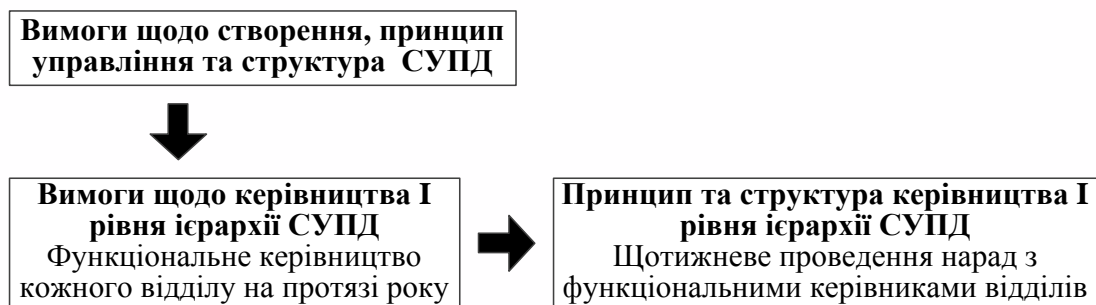


Рис. Д.7. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури керівництва I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю

Можливий і подальший ієрархічний розподіл функцій планування, організації, контролю та керівництва роботами щодо розроблення технічного проекту на автоматизовану систему управління технологічним процесом підстанції.

4. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з визначення показників функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $D, S \rightarrow H$ дійс.*

Параметром функції керівництва відповідно до принципу та структури керівництва I рівнів ієрархії виступає оперативне ув'язування робіт виконавців відділів у часі та просторі. При цьому засіб каузального

формування знань з визначення параметрів функції керівництва має вигляд (рис. Д.8)



Рис. Д.8. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції керівництва системи управління проектною діяльністю

Параметрами функції контролю відповідно до принципу та структури контролю I рівня ієрархії є розроблення технічного проекту на автоматизовану систему управління технологічним процесом підстанції за один рік. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції контролю має вигляд (рис. Д.9)

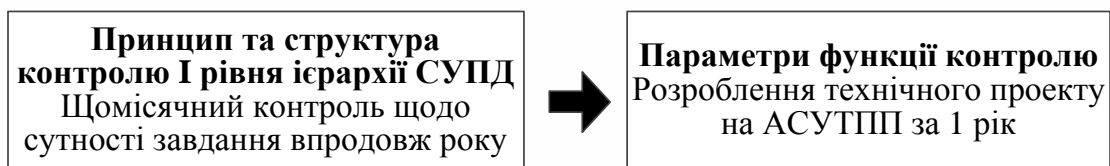


Рис. Д.9. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції контролю системи управління проектною діяльністю

Параметрами функції організації відповідно до принципу та структури організації I рівня ієрархії є спеціалізація, надійність та складність організації. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції організації має вигляд (рис. Д.10)

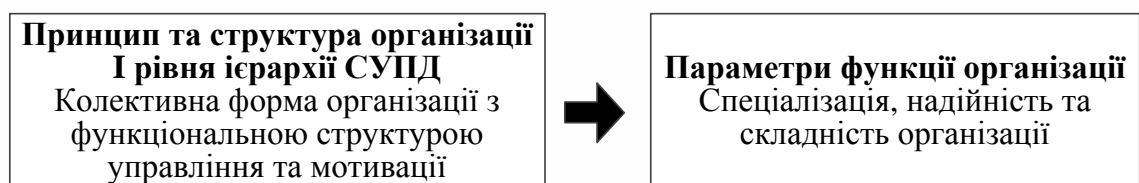


Рис. Д.10. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції організації системи управління проектною діяльністю

Параметрами функції планування відповідно до принципу та структури планування I рівня ієрархії є повний технічний проект на автоматизовану систему управління технологічним процесом підстанції за один рік, що включає розроблення повних схем та алгоритмів функціонування. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції планування має вигляд (рис. Д.11)

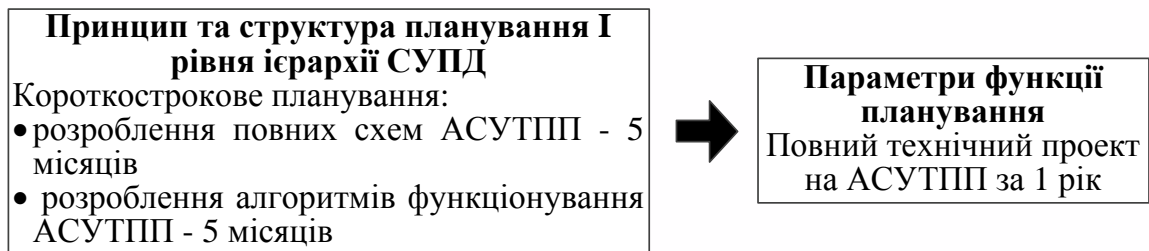


Рис. Д.11. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції планування системи управління проектною діяльністю

Параметри всієї системи управління проектною діяльністю визначаються параметрами функцій планування, організації, контролю та керівництва, зокрема це буде оперативність, продуктивність та професіоналізм щодо розроблення технічного проекту на автоматизовану систему управління технологічним процесом підстанції за один рік. При цьому засіб каузального формування знань з визначення параметрів всієї системи управління проектною діяльністю буде мати вигляд (рис. Д.12)

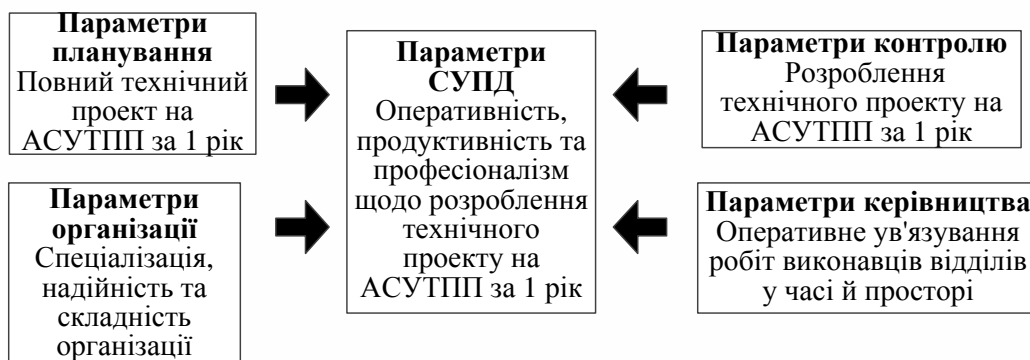


Рис. Д.12. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів всієї системи управління проектною діяльністю

5. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач щодо функціональних складових N -I рівнів ієрархії та всієї системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow Нвим \rightarrow D, S \rightarrow Ндійс.$*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач повинні передбачати самостійне створення системи управління проектною діяльністю щодо інших видів робіт. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними параметрами й сформульованими вимогами щодо показників функціональних складових I-N рівнів ієрархії та всієї системи управління проектною діяльністю згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами управлінських задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу або кроку методики, на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування соціально-управлінської компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування соціально-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів систем управління проектними роботами при різних вихідних умовах в дисциплінах «Проектування електроенергетичних і електромеханічних систем та пристроїв», «Автоматика енергосистем» та «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці».

**Методика формування соціально-управлінської компетентності
майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального
навчання в процесі вивчення студентів системи управління науково-
дослідною діяльністю**

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на створення системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{вим}$.*

Науково-дослідна діяльність майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем пов'язана зі створенням нових або удосконаленням існуючих принципів функціонування або побудови систем управління об'єктами енергосистем. Видами науково-дослідних робіт в галузі автоматизації енергосистем виступають пошукові та прикладні роботи. В якості прикладу зімітуємо управлінську діяльність, що пов'язана з проведенням прикладних науково-дослідних робіт щодо удосконалення системи автоматизації об'єктом енергосистеми. При цьому засіб каузального формування знань з визначення задач щодо управління науково-дослідною діяльністю буде мати вигляд (рис. Д.13)

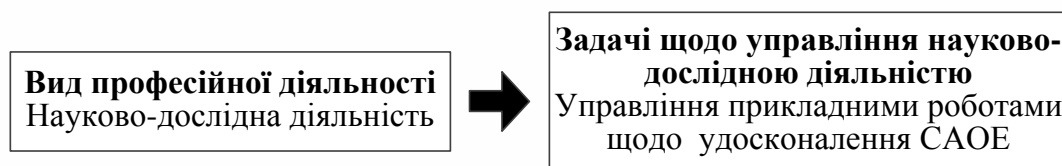


Рис. Д.13. Засіб каузального формування знань з визначення задач
щодо управління науково-дослідною діяльністю

Зазвичай підставою для проведення науково-дослідних робіт щодо системи управління об'єктом енергосистеми є укладені договори або наукове передбачення. Припустимо, що згідно з укладеного договору з науковим колективом, що складається з п'яти працівників, необхідно удосконалити

принцип дії системи автоматики об'єктом енергосистеми, тобто провести прикладні науково-дослідні роботи. Фінансовий бюджет на дослідження складає 500 тисяч гривень, термін виконання роботи один рік, кінцевий результат – заявка на винахід. Отже, вимогами щодо створення системи управління науково-дослідною діяльністю, а саме роботами, що пов'язані з удосконаленням принципу дії певної системи автоматики об'єктом енергосистем, є виконання робіт колективом з п'яти працівників з бюджетом 500 тисяч гривень на протязі одного року. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо створення системи управління науково-дослідною діяльністю має вигляд (рис. Д.14)



Рис. Д.14. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо створення системи управління науково-дослідною діяльністю

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей зі створення всієї системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду Нвим $\rightarrow D, S$.*

Згідно із визначених вимог принцип управління та структура системи управління науково-дослідною діяльністю передбачають наявність таких функціональних складових як планування, організація, контроль та керівництво виконання прикладних науково-дослідних робіт. З урахування сказаного засіб каузального формування знань з визначення принципу управління та структури системи управління проектною діяльністю має вигляд (рис. Д.15)

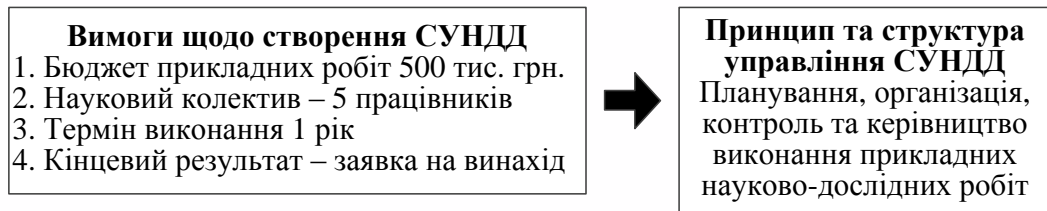


Рис. Д.15. Засіб каузального формування знань з визначення принципу та структури управління всієї системи управління науково-дослідною діяльністю

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на створення та створення функціональних складових I-N рівнів ієрархії системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S$.*

Саме строки виконання та бюджет дослідження щодо удосконалення системи автоматички об'єктом енергосистеми, що прописані у договорі, будуть визначати мету і завдання з планування. Згідно з поставленою задачею та вимогами може бути задіяне короткострокове планування до 1 року. З урахуванням сказаного заплануємо: на розроблення технічного завдання приблизно 30 тисяч гривень (до 1 місяця), на вибір напрямку дослідження 60 тисяч гривень (до 2 місяців), на проведення теоретичних та експериментальних досліджень з бюджетом у 300 тисяч гривень (до 6 місяців), на узагальнення та оцінку результатів досліджень 60 тисяч гривень (до 2 місяців). На непередбачені розходи планується залишити 50 тисяч гривень. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури планування I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю має вигляд (рис. Д.16)

З урахуванням поставлених цілей та інтелектуальних можливостей працівників наукового колективу, доцільно в якості форми організації праці прийняти змішану форму, тобто три працівники будуть об'єднані в групу зі

своїм куратором, а два працівники будуть безпосередньо виконувати доручення керівника.

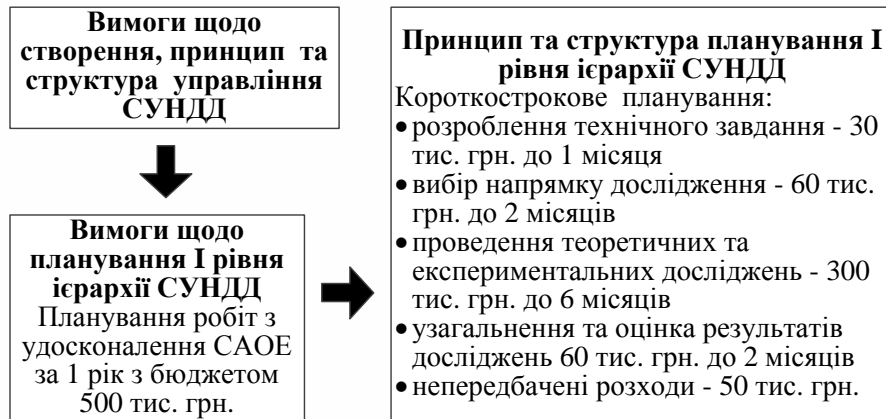


Рис. Д.16. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу функціонування та структури планування I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю

В даному випадку мотивацією виступає виконання роботи за заздалегідь оговорену та узгоджену плату. Отже, будемо мати змішану форму організації зі змішаною структурою управління. Основним показником організації повинна виступати економічність, тобто відповідність витрат можливостям фінансового бюджету. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури організації I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю має вигляд, що представлений на рис. Д.17.

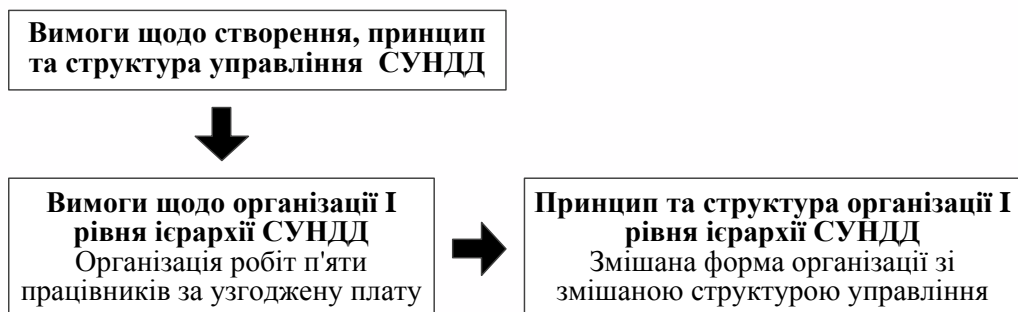


Рис. Д.17. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури організації I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю

Для випадку, що розглядається, видом управлінського контролю доцільно прийняти контроль за змістом, а саме контроль ресурсів та контроль процесів. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури контролю I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю має вигляд, що представлений на рис. Д.18.



Рис. Д.18. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу функціонування та структури функції контролю I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю

З метою регулювання та координації дій працівників, що виконують поставлені завдання щодо удосконалення системи автоматики об'єктом енергосистеми, слід застосувати як оперативне, так і випереджаюче регулювання. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу функціонування та структури функції керівництва I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю має вигляд, що наведений на рис. Д.19.

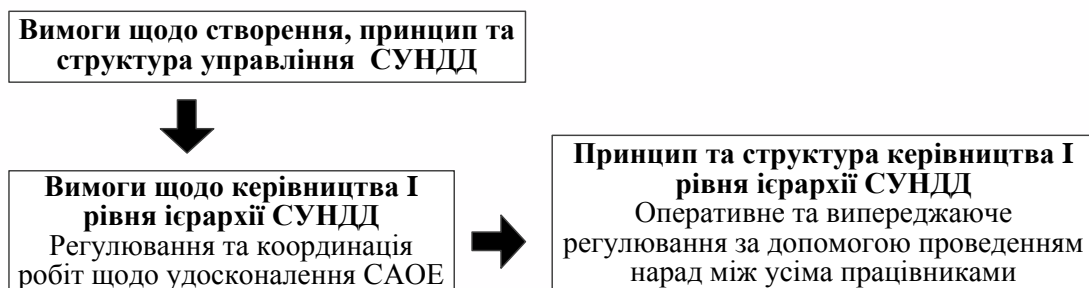


Рис. Д.19. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури керівництва I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю

Можливий і подальший ієрархічний розподіл функцій планування, організації, контролю та керівництва науково-дослідними роботами щодо удосконалення принципу дії системи автоматичного об'єктом енергосистеми.

4. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з визначення показників функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $D, S \rightarrow H$ дійс.*

Параметром функції керівництва відповідно до принципу та структури керівництва I рівні ієрархії виступають коригувальні заходи щодо перерозподілу фінансових та інтелектуальних ресурсів. При цьому засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції керівництва має вигляд (рис. Д.20)

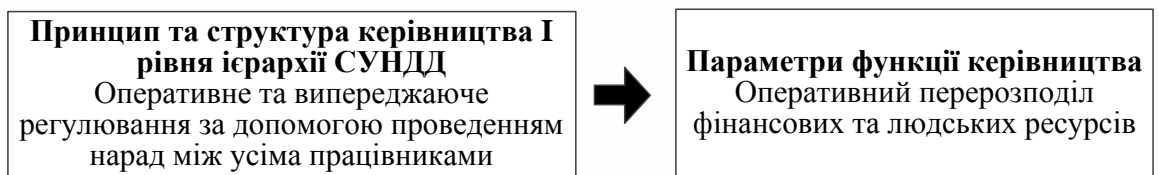


Рис. Д.20. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції керівництва системи управління науково-дослідною діяльністю

Параметрами функції контролю відповідно до принципу та структури контролю I рівня ієрархії є виконані роботи згідно з фінансовим бюджетом та очікуваних результатів. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції контролю має вигляд (рис. Д.21)

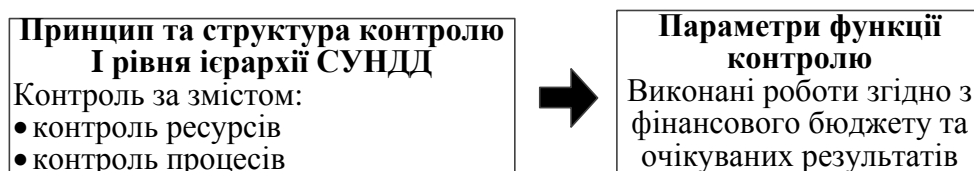


Рис. Д.21. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції контролю системи управління науково-дослідною діяльністю

Параметрами функції організації відповідно до принципу та структури організації I рівня ієрархії є економічність організації та продуктивність праці. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції організації має вигляд (рис. Д.22)

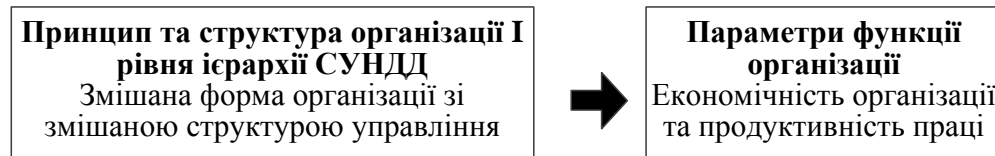


Рис. Д.22. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції організації системи управління науково-дослідною діяльністю

Параметрами функції планування відповідно до принципу та структури планування I рівня ієрархії є удосконалення принципу дії системи автоматизації за рік з бюджетом в 500 тисяч гривень у вигляді заявки на результат інтелектуальної діяльності. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції планування має вигляд, що наведений на рис. Д.23.

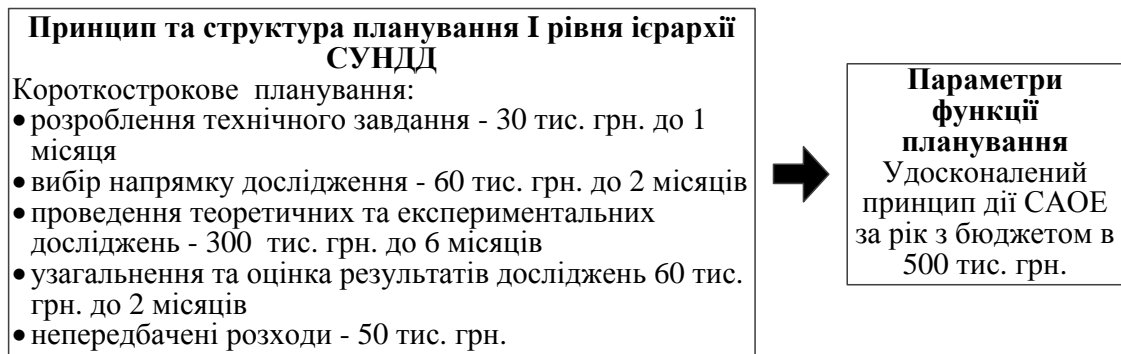


Рис. Д.23. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції планування системи управління науково-дослідною діяльністю

Параметри всієї системи управління науково-дослідною діяльністю визначаються параметрами функцій планування, організації, контролю та керівництва, це буде оперативність, продуктивність та економічність щодо проведення робіт з удосконалення принципу дії системи автоматизації об'єктом

енергосистеми за один рік з бюджетом в 500 тис. грн. При цьому засіб каузального формування знань з визначення параметрів всієї системи управління науково-дослідною діяльністю буде мати вигляд, що наведений на рис. Д.24.

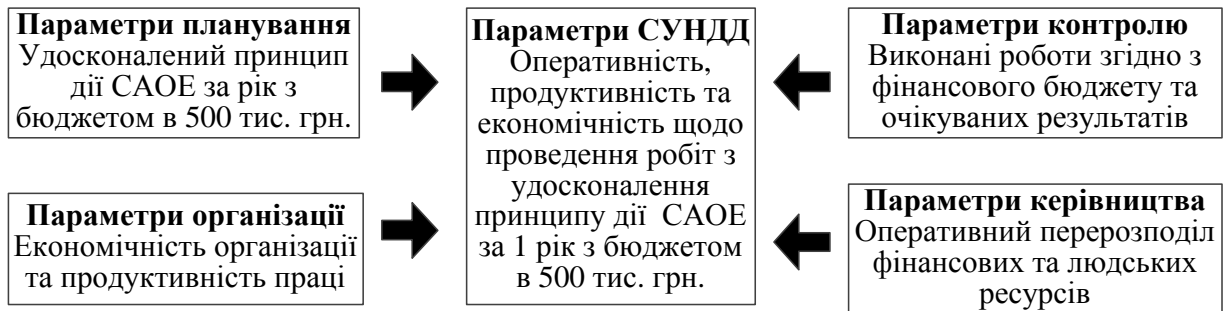


Рис. Д.24. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів всієї системи управління науково-дослідною діяльністю

5. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач щодо функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow N_{\text{дійс}}$.*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач повинні передбачати самостійне створення системи управління науково-дослідною діяльністю щодо інших видів робіт. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними параметрами й сформульованими вимогами щодо показників функціональних складових I-N рівнів ієрархії та всієї системи управління науково-дослідною діяльністю згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами управлінських задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу або кроку методики, на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування соціально-управлінської компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування соціально-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів систем управління науково-дослідними роботами при різних вихідних умовах в дисциплінах «Сучасні технології та способи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень».

**Методика формування соціально-управлінської компетентності
майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального
навчання в процесі вивчення студентів системи управління
експлуатаційною діяльністю**

1. Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на створення системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}}$.

Для експлуатаційної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем характерними видами робіт з технічної перевірки мікропроцесорних систем управління об'єктами енергосистем є нове увімкнення (налагодження), профілактичний контроль, профілактичне відновлення, технічний огляд, зчитування інформації з мікропроцесорної системи управління тощо.

В якості прикладу зімітуємо організацію робіт, що пов'язані з новим увімкненням системи управління об'єктом енергосистеми. При цьому засіб

каузального формування знань з визначення задач щодо управління експлуатаційною діяльністю буде мати вигляд, що зображений на рис. Д.25.

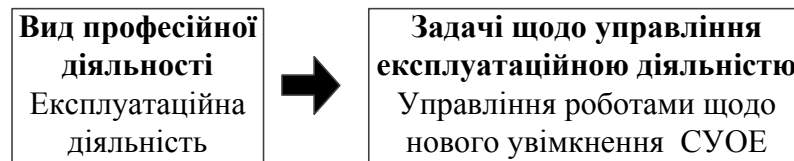


Рис. Д.25. Засіб каузального формування знань з визначення задач щодо управління експлуатаційною діяльністю

Прийmemo виконання повного об'єму робіт щодо нового увімкнення системи управління об'єктом енергосистеми чітко за 2 місяці з можливістю виконання робіт лише двома працівниками, для яких характерна висока ступень актуальності матеріальних благ. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо створення системи управління експлуатаційною діяльністю (СУЕД) має вигляд, що представлений на рис. Д.26.

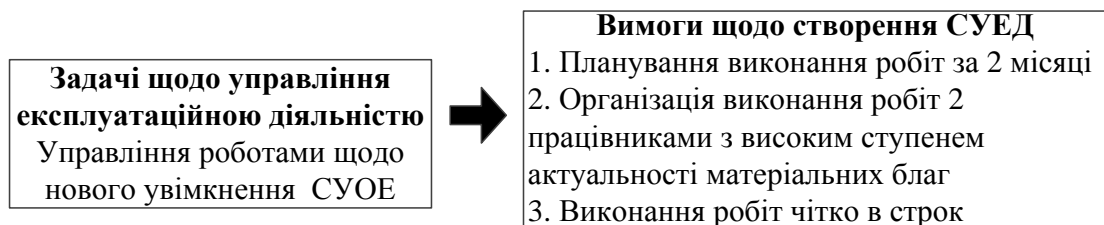


Рис. Д.26. Засіб каузального формування знань з визначення вимог щодо створення системи управління експлуатаційною діяльністю

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей зі створення всієї системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{вим} \rightarrow D, S$.*

Згідно із визначених вимог принцип управління та структура системи управління експлуатаційною діяльністю передбачають наявність таких функціональних складових як планування, організація, контроль та координація діяльності. З урахування сказаного засіб каузального

формування знань з визначення принципу та структури управління системи управління експлуатаційною діяльністю має вигляд (рис. Д.27)

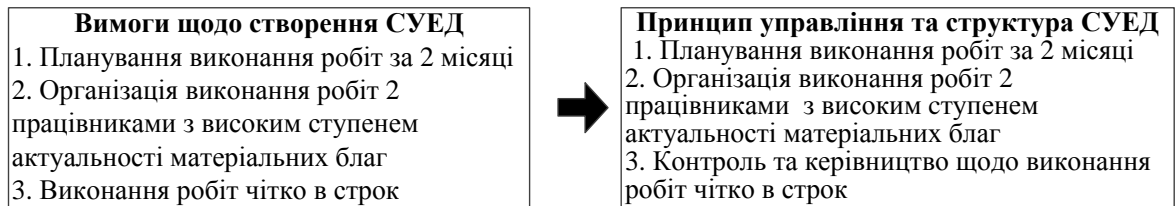


Рис. Д.27. Засіб каузального формування знань з визначення принципу та структури управління всієї системи управління експлуатаційною діяльністю

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на створення та створення функціональних складових I-N рівнів ієрархії системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S$.*

Метою та завданням планування для випадку, що розглядається, є планування робіт з нового увімкненням технічної системи управління об'єктом енергосистеми. Вихідними вимогами щодо планування є забезпечення планових показників. В якості планового показника згідно із загальних вимог виступає виконання повного обсягу робіт щодо налагодження технічної системи управління за 2 місяці. Згідно з поставленого завдання та вимог необхідно залучити короткострокове планування. Короткострокове планування буде передбачати виконання двох груп заходів: підготовчі роботи з лабораторної перевірки дієздатності технічної системи управління – 1 місяць; повна перевірка технічної системи управління в проектній схемі на штатному робочому місці – 1 місяць. При цьому Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури планування I рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю має вигляд (рис. Д.28)



Рис. Д.28. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури планування I рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю

Зміст плану визначиться як завданням, так і видом планування. Так, змістом проведення робіт з лабораторної перевірки дієздатності технічної системи управління може виступати: підготовка документації з експлуатації системи управління та ознайомлення з нею (2 дні); перевірка відповідності технічних характеристик трансформаторів струму, напруги та джерел живлення кіл оперативного струму, до яких передбачається приєднання системи управління, вимогам фірм-виробників (3 дні); підготовка необхідної випробувальної апаратури (3 дні); підготовка системи управління до лабораторної перевірки (2 дні); завантаження в систему управління необхідних параметрів (2 дні); перевірка дієздатності функцій системи управління (3 дні); встановлення системи управління на штатному робочому місці (10 днів).

Зміст робіт з повної перевірки системи управління в проектній схемі на штатному робочому місці може складатися з: проведення зовнішнього огляду системи (2 дні); перевірки на відповідність проекту монтажу системи управління у цілому (2 дні); проведення внутрішнього огляду системи управління (1 день); перевірки опору ізоляції системи управління (1 день); перевірки електричних характеристик елементів системи управління (2 дні); перевірки внутрішньої та зовнішньої взаємодії системи управління (5 днів);

перевірки вхідних кіл системи управління (2 дні); перевірки та вимірювання виставлених в системі управління уставок (3 дні); перевірки системи управління під навантаженням робочим струмом та напругою (5 днів); проведення підготовки та введення системи управління в роботу (4 дні). Отже, виконання робіт згідно з планом дозволить підготувати та ввести в роботу систему управління за 2 місяці. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури планування II рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю має вигляд, що представлений на рис. Д.29.

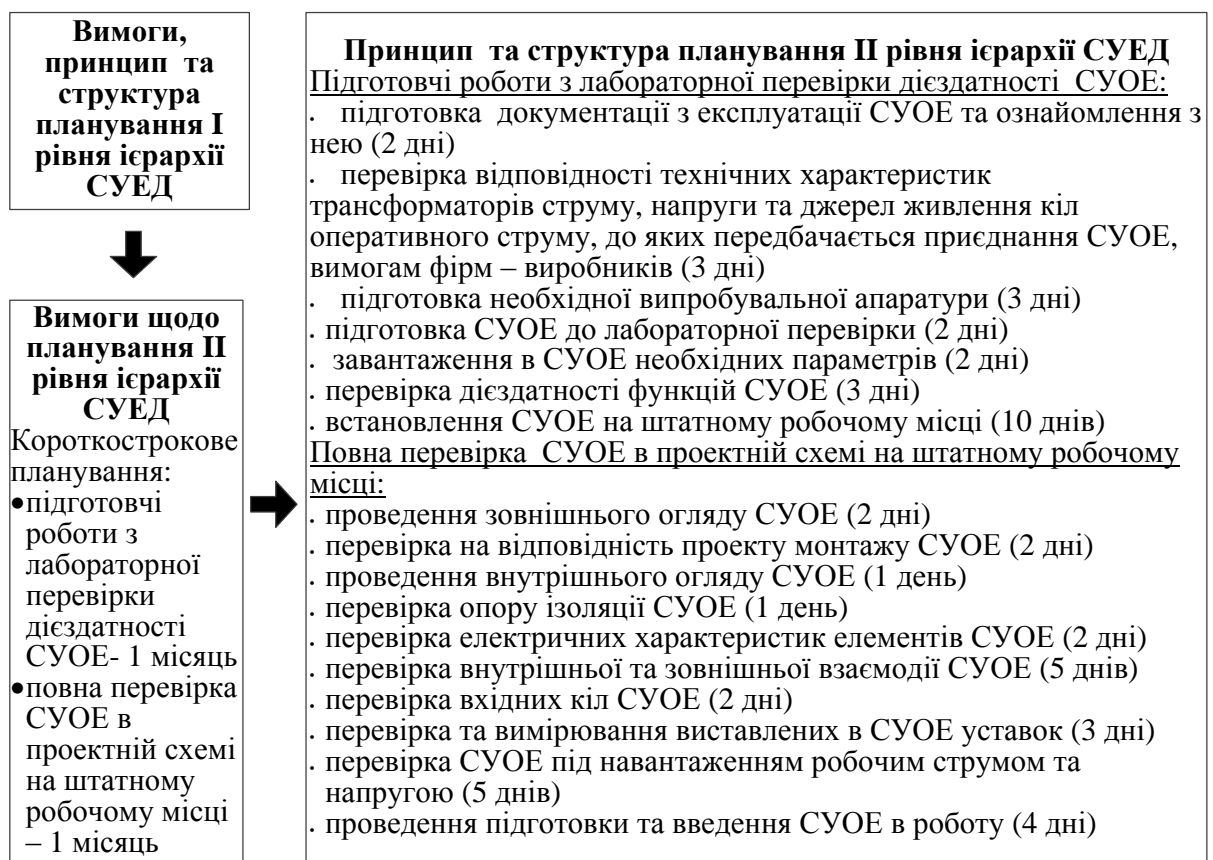


Рис. Д.29. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури планування II рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю

Організація праці визначається поставленими цілями при плануванні з урахуванням наявності технічних та людських ресурсів. Отже, вимогами

організації є забезпечення виконання плану з нового увімкнення технічної системи управління двома працівниками, що можуть проводити подібного роду роботи. Згідно з поставленими вимогами формою організації праці буде виступати індивідуальна форма, де кожен з двох працівників підпорядковується одному бригадиру (лінійна структура управління).

Мотивації під час організації перш за все пов'язана з розроблення заходів щодо стимулювання працівників до виконання розподілених між ними завданнями. Зазвичай роботи з нового увімкнення технічної системи управління робляться не менш як за три місяці, але згідно з планом їх треба виконати за два місяці, що потребує індивідуальної мотивації працівників. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури організації I рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю має вигляд, що наведений на рис. Д.30.

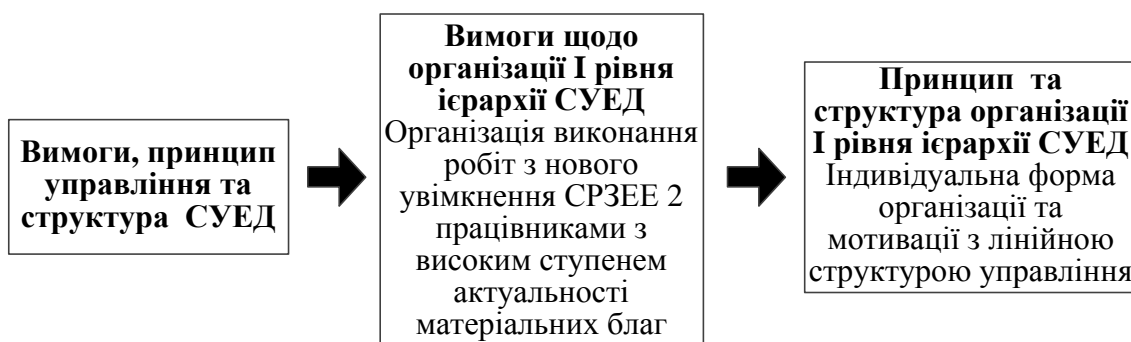


Рис. Д.30. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури організації I рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю

Розробимо індивідуальні завдання для кожного працівника. Для умовно першого працівника необхідно:

- виконати роботи з підготовки документації з експлуатації технічної системи управління та ознайомитися з нею;
- перевірити відповідність технічних характеристик трансформаторів струму, напруги та джерел живлення кіл оперативного

струму, до яких передбачається приєднання системи управління, вимогам фірм-виробників;

- встановити систему управління на штатному робочому місці, підготувати необхідну випробувальну апаратуру, а саме портативний комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням, тестер релейного захисту та автоматики «РЕТОМ», мегометр, багатофункціональний тестер та інше.

Для умовно другого працівника необхідно:

- ознайомитися з документацією щодо експлуатації технічної системи управління;
- підготувати систему управління до лабораторної перевірки;
- завантажити в систему управління необхідні параметри;
- перевірити дієздатність функцій системи управління;
- провести зовнішній огляд системи управління;
- перевірити на відповідність проекту монтажу системи управління в цілому; провести внутрішній огляд системи управління;
- перевірити опір ізоляції системи управління;
- перевірити електричні характеристики елементів системи управління;
- перевірити наявність внутрішньої та зовнішньої взаємодії системи управління;
- перевірити вхідні кола системи управління; перевірити та виміряти виставлені в системі управління уставки;
- перевірити систему управління під навантаженням робочим струмом та напругою;
- провести підготовку і введення систему управління в роботу.

Виходячи з психології кожного з двох працівників пріоритетним для них є матеріальні блага та почуття власної значущості, а, отже, в якості способів стимулювання слід застосувати поєднання матеріального та

нематеріального способу. У якості матеріальної нагороди найочевидніше може виступати одноразова премія, а нематеріальна нагорода може виражатися у вигляді подяки. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури організації II рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю має вигляд, що представлений на рис. Д.31.

Контроль діяльності у першу чергу пов'язаний з перевіркою процесу виконання робіт. Прийmemo, що показником контролю виступає виконання робіт згідно з запланованими строками, для цього слід провести попередній, поточний та заключний контроль. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури контролю I рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю має вигляд, що представлений на рис. Д.32.

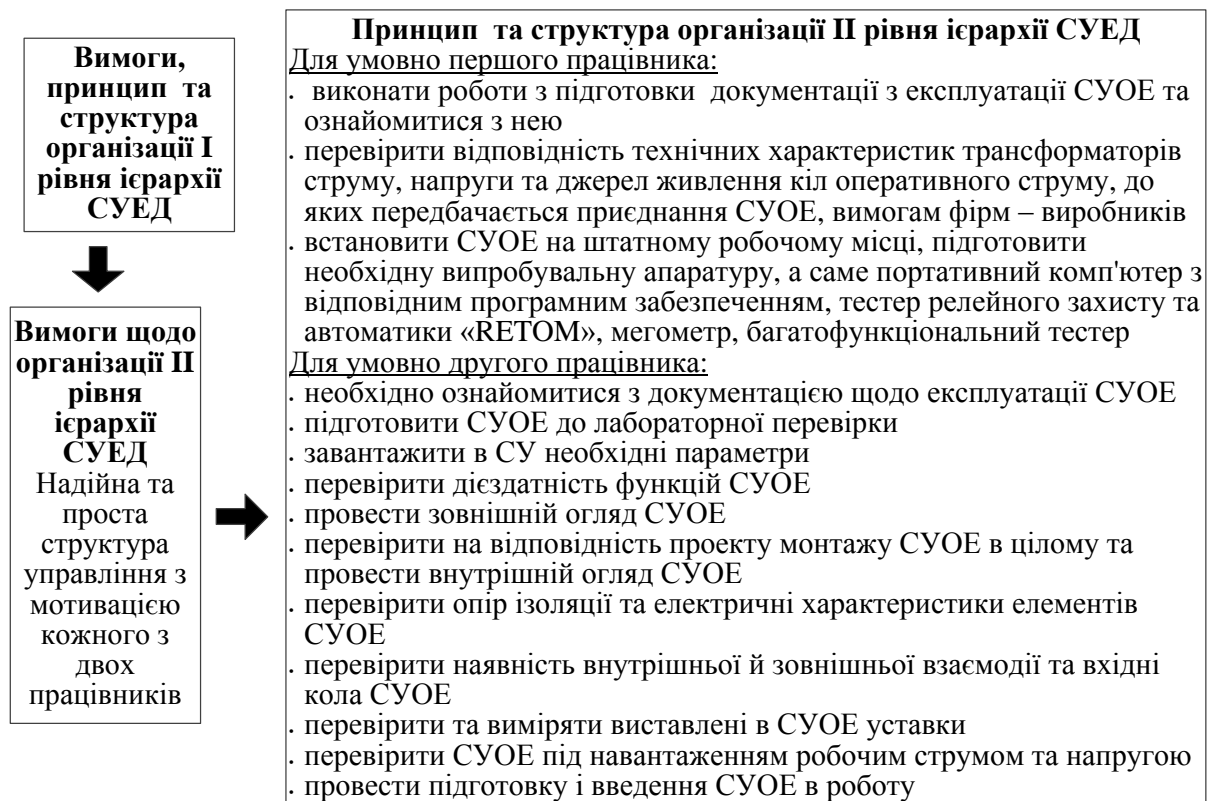


Рис. Д.31. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу функціонування та структури організації II рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю

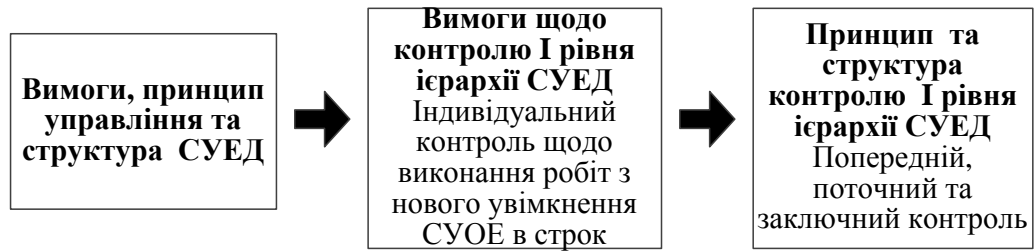


Рис. Д.32. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури контролю I рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю

Так, попередній контроль буде включати перевірку підготовленості робочого місця, наявності виконання правил техніки безпеки. Під час поточного контролю буде здійснена перевірка виконання проміжних робіт з лабораторної перевірки дієдатності технічної системи управління та робіт з повної перевірки системи управління в проектній схемі на штатному робочому місці. Заключний контроль передбачає прийняття в експлуатацію технічної системи управління в запланований строк та перевірку технічної документації на систему управління. При цьому засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури контролю II рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю має вигляд, що представлений на рис. Д.33.

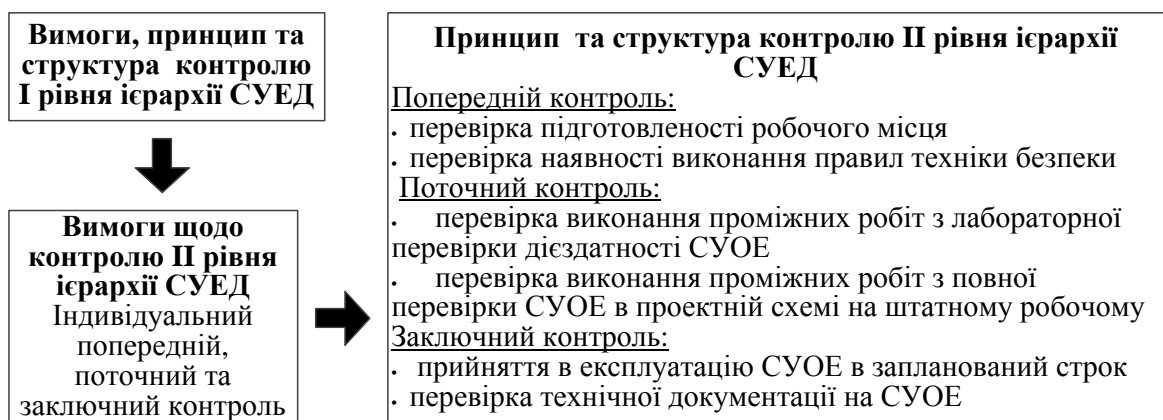


Рис. Д.33. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури контролю II рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю

Головною функцією процесу управління діяльністю є регулювання та координація дій персоналу щодо досягнення поставленої мети. З урахуванням специфіки задачі, що розглядається, актуальним є індивідуальне керівництво та оперативне регулювання, що спрямоване на усунення проблем під час виконання робіт щодо нового увімкнення технічної системи управління. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури керівництва I рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю має вигляд, що зображений на рис. Д.34.



Рис. Д.34. Засіб каузального формування знань з визначення вимог, принципу та структури керівництва I рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю

Наприклад, у разі виявлення невиконання підготовчих робіт першим працівником у заплановані строки, змістом регулювання може виступати перерозподіл обов'язків між двома працівниками, що може призвести до зміни графіку виконання робіт.

4. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з визначення показників функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $D, S \rightarrow H$ дійс.*

Параметром керівництва відповідно до принципу та структури керівництва I рівня ієрархії системи управління експлуатаційною діяльністю

виступає оперативність. При цьому засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції керівництва системи управління експлуатаційною діяльністю має вигляд (рис. Д.35)

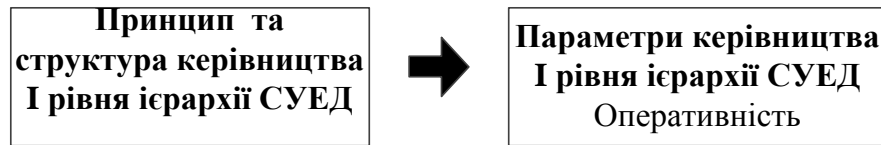


Рис. Д.35. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції керівництва системи управління експлуатаційною діяльністю

Параметрами контролю відповідно до принципу та структури контролю II рівня ієрархії є поточний контроль через один місяць та заключний контроль через 2 місяці. Відповідно до параметрів контролю II рівня ієрархії параметром функції контролю виступає виконання нового увімкнення системи управління об'єктом енергосистеми за два місяці. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції контролю керівництва системи управління експлуатаційною діяльністю має вигляд (рис. Д.36)

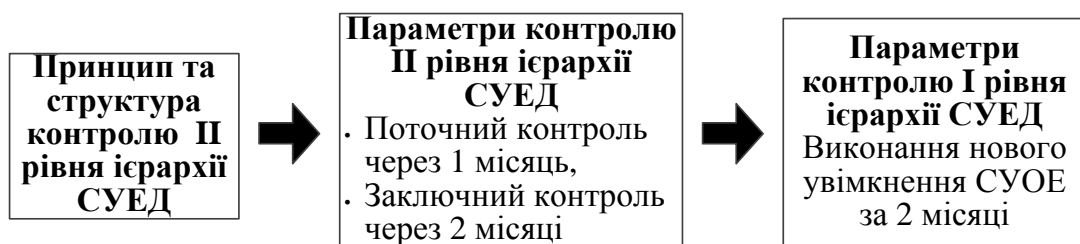


Рис. Д.36. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції контролю системи управління експлуатаційною діяльністю

Параметрами організації відповідно до принципу та структури організації II рівня ієрархії є високий рівень мотивації, надійність та простота організації. Відповідно до параметрів організації II рівня ієрархії параметром функції організації виступає продуктивність праці. В такому разі засіб

каузального формування знань з визначення параметрів функції організації системи управління експлуатаційною діяльністю має вигляд (рис. Д.37)

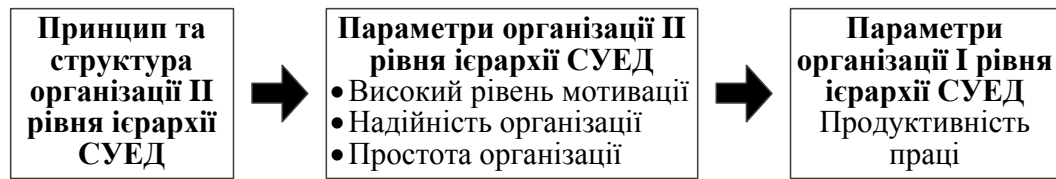


Рис. Д.37. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції організації системи управління експлуатаційною діяльністю

Параметрами планування відповідно до принципу та структури планування II рівня ієрархії є проведення підготовчих робіт з лабораторної перевірки дієздатності системи управління об'єктом енергосистеми за один місяць та повна перевірка системи управління об'єктом енергосистеми в проектній схемі на штатному робочому місці за 1 місяць. Відповідно до параметрів планування II рівня ієрархії параметром функції планування виступає нове увімкнення за два місяці. В такому разі засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції планування системи управління експлуатаційною діяльністю має вигляд, що представлений на рис. Д.38.

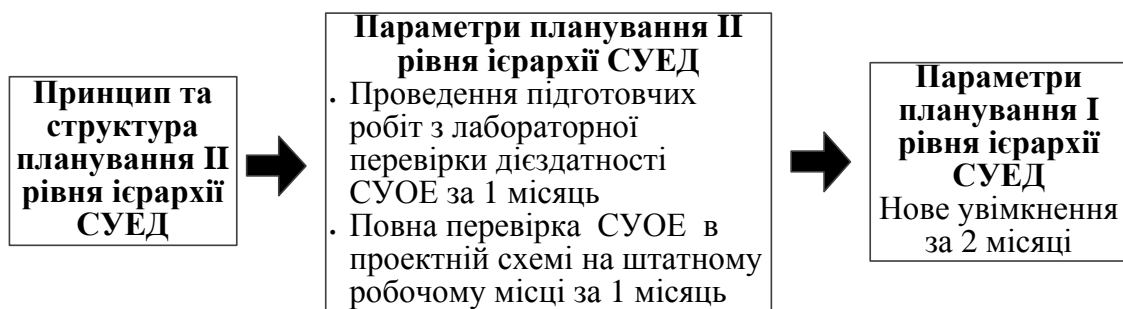


Рис. Д.38. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів функції планування системи управління експлуатаційною діяльністю

Параметри всієї системи управління експлуатаційною діяльністю визначаються параметрами функцій планування, організації, контролю та

керівництва, це буде оперативність та продуктивність щодо нового увімкнення системи управління об'єктом енергосистеми за два місяці. При цьому засіб каузального формування знань з визначення параметрів всієї системи управління експлуатаційною діяльністю буде мати вигляд, що зображений на рис. Д.39.

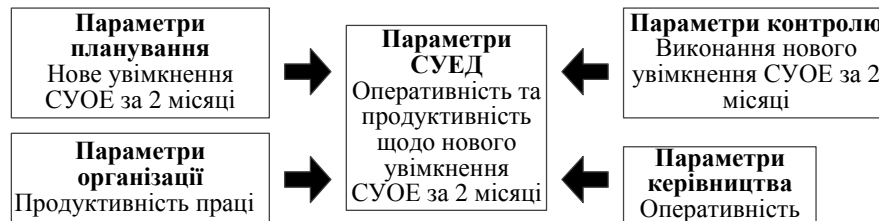


Рис. Д.39. Засіб каузального формування знань з визначення параметрів всієї системи управління експлуатаційною діяльністю

5. *Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач щодо функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління професійною діяльністю на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}} \rightarrow D, S \rightarrow \text{Ндійс.}$*

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач повинні передбачати самостійне створення системи управління експлуатаційною діяльністю щодо інших видів робіт. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між визначеними параметрами й сформульованими вимогами щодо показників функціональних складових N-I рівнів ієрархії та всієї системи управління експлуатаційною діяльністю згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення управлінських задач.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами управлінських задач, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того етапу або кроку методики, на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування соціально-управлінської компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування соціально-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів систем управління експлуатаційною діяльністю при різних вихідних умовах в дисциплінах «Надійність та діагностика», «Автоматика енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці».

Методика формування правової компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процесі вивчення студентів норм правил улаштування електроустановок під час проектування системи управління увімкненням синхронного генератора

1. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з розроблення завдання на вирішення професійної задачі щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) у межах правового поля на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $MO \rightarrow N_{\text{вим}}$.*

Визначимо вимоги правил улаштування електроустановок щодо проектування системи управління вмиканням генератора. Згідно з цих правил спосіб точної автоматичної синхронізації є основним способом увімкнення на паралельну роботу генератора за нормальними режимами, всі генератори мають бути обладнаними пристроями, що дають змогу в необхідних випадках проводити ручну точну синхронізацію з блокуванням від несинхронних включень [301]. В такому випадку засоби каузального

формування знань з визначення виду професійної задачі та вимог правил улаштування електроустановок (ПУЕ) щодо проектування системи управління вмиканням генератора (СУВГ) будуть мати відповідно вигляди, що наведені на рис. Д.40 та Д.41.

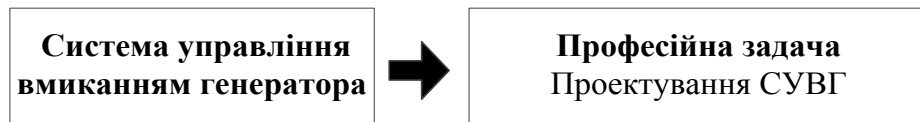


Рис. Д.40. Засіб каузального формування знань з визначення виду професійної задачі



Рис. Д.41. Засіб каузального формування знань з визначення вимог правил улаштування електроустановок щодо проектування системи управління вмиканням генератора

Вимоги правил улаштування електроустановок щодо проектування системи управління вмиканням генератора обумовлюють відповідно вимоги щодо її ручної та автоматичної синхронізації (рис. Д.42 та рис. Д.43).

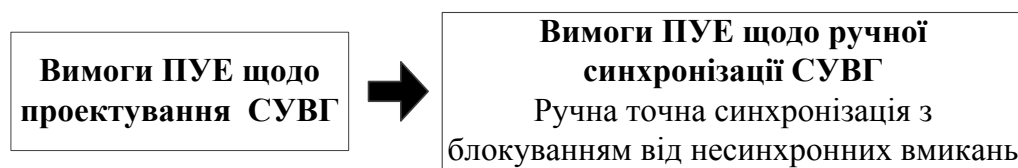


Рис. Д.42. Засіб каузального формування знань з визначення вимог правил улаштування електроустановок щодо ручної синхронізації системи управління вмиканням генератора



Рис. Д.43. Засіб каузального формування знань з визначення вимог правил улаштування електроустановок щодо автоматичної синхронізації системи управління вмиканням генератора

2. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійної задачі щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) у межах правового поля на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $N_{вим} \rightarrow D, S$.*

Вирішення задачі проектування системи управління вмиканням генератора в першу чергу пов'язано з вибором такого принципу дії та побудови, які будуть забезпечувати виконання вимог правил улаштування електроустановок. Так, згідно з висунутих вимог складовими частинами системи управління вмиканням вимикача повинні виступати модулі ручної та автоматичної синхронізації. Отже, в такому разі засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови всієї системи управління вмиканням генератора повинен мати вигляд (рис. Д.44.)

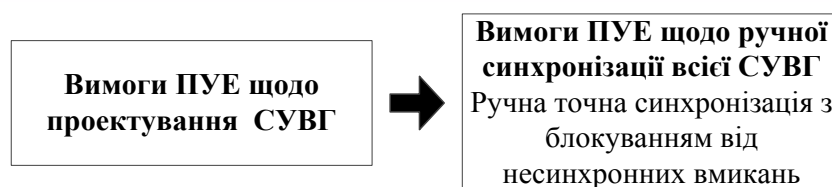


Рис. Д.44. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови всієї системи управління вмиканням генератора

Вимоги правил улаштування електроустановок до ручної та автоматичної синхронізації обумовлюють певний принцип дії та побудови відповідних модулів системи управління вмиканням генератора. Модуль ручної синхронізації повинен складатися з: модуля контролю параметрів

мережі та модуля блокування від несинхронних вмикань. Складовими модуль автоматичної синхронізації повинні виступати: модуль підгонки параметрів мережі та модуль виконання умов точної синхронізації. При цьому засоби каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови модулів ручної і автоматичної синхронізації відповідно будуть мати вигляд (рис. Д.45, Д.46)

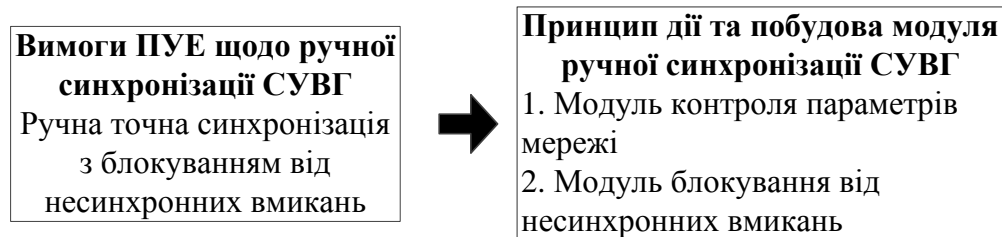


Рис. Д.45. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови модуля ручної синхронізації системи управління вмиканням генератора

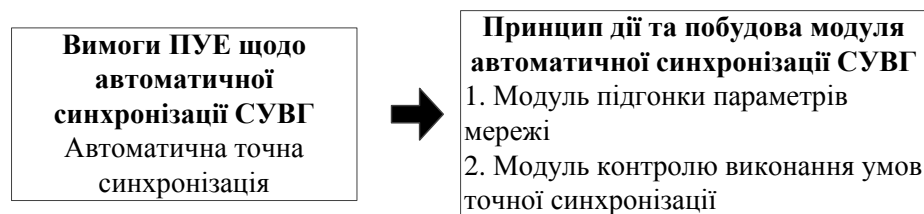


Рис. Д.46. Засіб каузального формування знань з визначення принципу дії та побудови модуля автоматичної синхронізації системи управління вмиканням генератора

3. *Етап формування знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з визначення показників вирішеної професійної задачі щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) у межах правового поля на основі узагальненого каузального зв'язку знань виду $S \rightarrow H$ дійс.*

Визначені принципи дії та побудови модулів ручної та автоматичної синхронізації системи управління вмиканням генератора обумовлюють їх

певні характеристики, а саме: модуль ручної синхронізації забезпечує ввімкнення генератора за участю людини, модуль автоматичної синхронізації – без участі людини. Характеристики модулів ручної та точної синхронізації визначають показники та наслідки вирішення проектувальних робіт щодо системи управління ввімкненням генератора. У випадку, що розглядається, наявність модуля ручної синхронізації в системі управління вмиканням генератора забезпечить можливість ввімкнення генератора в аварійних режимах, а модуля автоматичної синхронізації – в нормальних режимах. З урахуванням сказаного засоби каузального формування знань з визначення показників та наслідків проектування модулів ручної та автоматичної синхронізації системи управління вмиканням генератора будуть мати відповідно вигляди (рис. Д.47, Д.48)

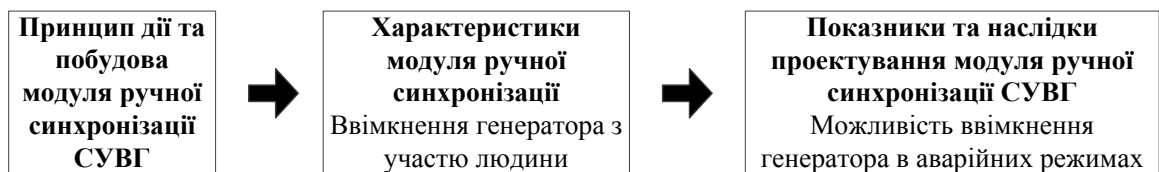


Рис. Д.47. Засіб каузального формування знань з визначення показників та наслідків проектування модуля ручної синхронізації системи управління вмиканням генератора

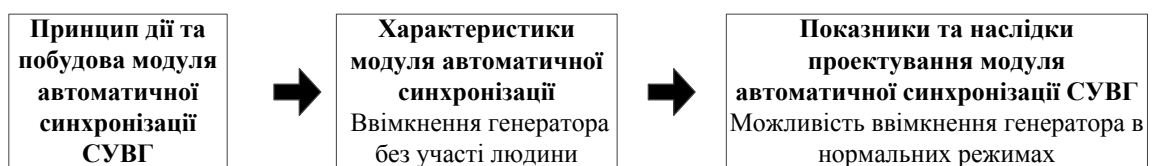


Рис. Д.48. Засіб каузального формування знань з визначення показників та наслідків проектування модуля автоматичної синхронізації системи управління вмиканням генератора

4. Етап контролю знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач щодо системи управління об'єктом

енергосистеми (професійною діяльністю) у межах правового поля на основі узагальненого каузального ланцюга знань виду $MO \rightarrow H\text{вим} \rightarrow D, S \rightarrow H\text{дійс}$.

Контрольні заходи щодо перевірки сформованості знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей з вирішення професійних задач щодо системи управління об'єктом енергосистеми (професійною діяльністю) з урахуванням нормативно-правових норм повинні передбачати самостійне вирішення інших професійних задач, що вивчаються в різних дисциплінах.. Контроль правильності вирішення поставлених перед студентами задач необхідно здійснювати за допомогою встановлення контрольних зв'язків між отриманими показниками та наслідками вирішення професійної задачі й сформульованими нормативно-правовими вимогами щодо вирішення професійної задачі згідно загальної структури каузальної перевірки сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей з вирішення професійних задач з урахуванням нормативно-правових вимог.

У разі неправильного вирішення поставлених перед студентами професійних задач з урахуванням нормативно-правових вимог, а, отже, і незадовільного рівня сформованості знань, умінь, навичок, професійно важливих якостей, слід повернутися до того кроку методики, на якому виникли помилки.

Аналогічним чином згідно структури методики формування правової компетентності на основі каузального навчання побудовано методики формування правової компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в процесі вивчення студентів вирішення професійних задач у межах правового поля в дисциплінах «Проектування електроенергетичних та електромеханічних систем та пристроїв» «Надійність та діагностика», «Автоматика енергосистем», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці», «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень».

*Додаток Е***Тести для визначення рівня сформованості професійних знань з проектування систем управління об'єктами енергосистем**

1. Що з нижче наведеного відноситься до пошкоджень електричного обладнання:
 - а) обрив;
 - б) перенавантаження;
 - в) коротке замикання;
 - г) несиметрія.
2. Що з нижче наведеного не відноситься до ненормальних режимів електричного обладнання:
 - а) несиметричний режим;
 - б) режим перенавантаження;
 - в) режим підвищеної напруги;
 - г) режим короткого замикання.
3. Які види короткого замикання характерні як для мереж з заземленою, так і ізольованою нейтраллю:
 - а) трифазні;
 - б) двофазні;
 - в) двофазні на землю;
 - г) однофазні.
4. Розрахунок уставок релейного захисту електрообладнання здійснюється на підставі розрахованого струму:
 - а) трифазного короткого замикання;
 - б) двофазного замикання;
 - в) двофазного замикання на землю;
 - г) однофазного замикання на землю.

5. Основними видами коротких замикань в трифазній мережі з заземленою нейтраллю є _____.
6. До характерних ушкоджень обмотки статора синхронного генератора відноситься _____.
7. До характерних ушкоджень обмотки ротора синхронного генератора _____.
8. До ненормальних режимів синхронного генератора відноситься _____.
9. Для захисту від багатofазних коротких замикань в обмотці статора синхронного генератора використовують _____.
10. Для захисту синхронного генератора, що має дві паралельні гілки і більше, застосовується:
- а) повздовжній диференціальний захист;
 - б) поперечний диференціальний захисту;
 - в) максимальний струмовий захист;
 - г) дистанційний захист.
11. Струмовий захист зворотної послідовності на синхронних генераторах встановлюють для захисту від внутрішніх чи від зовнішніх несиметричних коротких замикань?
12. З метою захисту від перенавантаження на синхронних генераторах встановлюють _____.
13. Дистанційний захист на синхронних генераторах встановлюють з метою _____.
14. Захист від втрати збудження та захист від асинхронного режиму це один і той же захист?
15. Захист від асинхронного режиму в синхронному генераторі передбачений для _____.
16. Чи повинен бути передбачений для синхронного генератора захист від замикань на землю в обмотці статора?

17. Чи повинен бути передбачений для синхронного генератора захист мінімальної частоти?

18. Чи повинна бути передбачена для синхронного генератора функція контролю ланцюгів напруги?

19. В синхронному генераторі повинен здійснюватися контроль ланцюгів напруги _____.

20. Який вид максимального струмового захисту не використовується на силових трансформаторах:

- а) максимальний струмовий захист;
- б) максимальний струмовий направлений захист;
- в) максимальний струмовий захист з пуском мінімальної напруги;
- г) максимальний струмовий захист з пуском максимальної напруги.

21. Який вид захисту не використовується на силових трансформаторах:

- а) максимальний струмовий захист;
- б) диференціальний струмовий захист;
- в) газовий захист;
- г) дистанційний захист;
- д) струмова відсічка.

22. Диференціальний захист на силових трансформаторах використовується для захисту при пошкодженні _____.

23. Струмова відсічка на силових трансформаторах використовується для захисту при пошкодженні _____.

24. До ненормальних режимів силового трансформатора відноситься _____.

25. Відмикання трансформатора від пошкодженої частини електроустановки при проходженні через нього надструмів необхідно забезпечити усіх випадках окрім:

- а) пошкодження шин;
- б) пошкодження іншого обладнання, що з ним пов'язано;

- в) відмови інших захистів або вимикачів;
- г) внутрішнього пошкодження трансформатора.

26. У разі перенавантаження, виділення газу із масла, зниженням рівня масла або підвищенням його температури діями захисту силового трансформатора є _____.

27. Зазвичай струмовий захист нульової послідовності використовується в якості основного чи резервного захисту силового трансформатора?

28. Захист від перенавантаження силового трансформатора виконується з витримкою чи без витримки часу?

29. Автоматичне включення резерву на силових трансформаторах передбачено для автоматичного перемикачів споживачів знеструмленої секції шин низької чи високої напруги на резервне живлення?

30. Який захист не встановлюють для ліній з однобічним живленням:

- а) максимальний струмовий захист;
- б) струмова відсічка;
- в) струмовий поперечний диференціальний захист паралельних ліній;
- г) високочастотний захист.

31. Максимальний струмовий захист головним чином використовується для:

- а) для радіальних ліній з живленням з одного боку;
- б) кільцевих мереж;
- в) для ліній з двостороннім живленням.

32. Для реалізації повздовжнього диференціального захисту з обох сторін лінії повинні бути встановлені:

- а) трансформатори струму з різними коефіцієнтами трансформації;
- б) трансформатори струму з однаковими коефіцієнтами трансформації;
- в) трансформатори напруги з різними коефіцієнтами трансформації;
- г) трансформатори напруги з однаковими коефіцієнтами трансформації;

33. До пошкоджень ліній електропередач відноситься _____.
34. Для паралельних ліній, що приєднанні до шин через самостійні вимикачі, повинен бути передбачений захист _____.
35. Чи використовується дистанційний захист для захисту ліній електропередач?
36. До пошкоджень асинхронних двигунів відносяться _____.
37. До ненормальних режимів асинхронних двигунів відносяться _____.
38. Для захисту електродвигунів від багатофазних коротких замикань зазвичай використовують _____.
39. Для захисту електродвигунів від перенавантаження зазвичай використовують _____.
40. Чи може бути передбачений дуговий захист для електродвигуна?

Задачі для визначення рівня сформованості професійних умінь з проектування систем управління об'єктами енергосистем

1. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції поперечного диференціального захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.
2. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції повздовжнього диференціального захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.
3. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції максимального струмового захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

4. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від симетричних перенавантажень I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

5. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції струмового захисту зворотної послідовності I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

6. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від підвищення напруги I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

7. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від зниження напруги I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

8. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від підвищення частоти I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

9. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від зниження частоти I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

10. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від асинхронного режиму I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

11. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від зворотної

потужності I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

12. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від коротких замикань в роторі I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

13. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції контролю ланцюгів напруги I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

14. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції диференціально-фазного високочастотного I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

15. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції контролю ланцюгів напруги високовольтної лінії 110 кВ.

16. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції визначення місця пошкодження I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

17. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції автоматичного повторного включення I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

18. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції резервування відмови вимикача I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

19. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції керування високовольтним вимикачем I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

20. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції повздовжнього диференціального захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

21. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції максимального струмового захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

22. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції газового захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

23. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції струмового захисту нульової послідовності I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

24. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від перенавантажень I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

25. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції дугового захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

26. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції автоматичного

вмикання резерву I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

27. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції автоматичного повторного включення I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

28. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції резервування відмови вимикача I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

29. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції керування високовольтним вимикачем I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

30. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції максимального струмового захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

31. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від однофазних замикань на землю I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

32. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від перенавантаження I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

33. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції дугового захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

34. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту мінімального струму I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

35. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від несиметричних режимів I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

36. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції ідентифікації пуску I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

37. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від затяжного пуску I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

38. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від частих пусків I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до 2500 кВт.

39. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції контролю активної потужності I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

40. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту мінімальної напруги I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

41. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції захисту від обриву

фаз живлячого фідеру I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

42. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції резервування відмови вимикача I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

43. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції керування високовольтним вимикачем I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

44. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції автоматичного повторного вмикання I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до 2500 кВт.

45. Визначити вимоги щодо проектування, принципу дії, програмної й апаратної структури і реалізації та параметрів функції повздовжнього диференціального захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна вище 2500 кВт.

*Додаток Ж***Тести для визначення рівня сформованості професійних знань з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем**

1. Вхідним аналоговим сигналом за струмом для систем управління об'єктами енергосистем може бути:

- а) струм з діючим значенням 1 А;
- б) струм з діючим значенням 2 А;
- в) струм з діючим значенням 4 А;
- г) струм з діючим значенням 5 А.

2. Вхідним аналоговим сигналом за напругою для систем управління об'єктами енергосистем може бути:

- а) фазна напруга з діючим значенням 57 В;
- б) фазна напруга з діючим значенням 100 В;
- в) лінійна напруга з діючим значенням 57В;
- г) лінійна напруга з діючим значенням 100В.

3. Усі системи управління об'єктами енергосистем підключаються до _____.

4. Що представляє собою вимірювальний перетворювач струму:

а) електронний пристрій, що перетворює аналоговий сигнал струму одного рівня в аналоговий сигнал струму іншого рівня;

б) електричний пристрій, що перетворює аналоговий сигнал струму в аналоговий сигнал напруги;

в) електричний пристрій, що перетворює аналоговий сигнал струму в цифровий сигнал напруги.

5. Що представляє собою вимірювальний перетворювач напруги:

а) електронний пристрій, що перетворює аналоговий сигнал напруги одного рівня в аналоговий сигнал напруги іншого рівня;

б) електричний пристрій, що перетворює аналоговий сигнал напруги в аналоговий сигнал струму;

в) електричний пристрій, що перетворює аналоговий сигнал напруги в цифровий сигнал напруги.

6. Центральний процесор мікропроцесорного пристрою не забезпечує:

а) обробку даних;

в) виконання обчислювальних операцій;

г) гальванічну розв'язку;

д) комунікаційний обмін інформацією.

7. Центральний процесор в мікропроцесорному пристрої автоматики виконує функцію _____.

8. Аналого-цифровий перетворювач – це _____.

9. Цифро-аналоговий перетворювач – це _____.

10. RS 232 – це послідовний порт, що забезпечує передачу даних між терміналом та комунікаційним пристроєм на відстань:

а) до 30 метрів;

б) до 15 метрів;

в) до 1200 метрів;

г) до 500 метрів.

11. RS 485 – це послідовний порт, що забезпечує передачу даних між терміналом та комунікаційним пристроєм на відстань:

а) до 30 метрів;

б) до 15 метрів;

в) до 1200 метрів;

г) до 500 метрів.

12. Системна шина в мікропроцесорному пристрої релейного захисту виконує функцію _____.

13. Запам'ятовуючий елемент в мікропроцесорному пристрої релейного захисту виконує функцію _____.

14. Зазвичай напруга дискретних входів мікропроцесорних пристроїв захисту та автоматики має значення:

- а) 220 В постійної напруги;
- б) 220 В змінної напруги;
- в) 110 В постійної напруги;
- г) 110 В змінної напруги.

15. Зазвичай напруга дискретних виходів мікропроцесорних пристроїв захисту та автоматики має значення:

- а) 220 В постійної напруги;
- б) 220 В змінної напруги;
- в) 110 В постійної напруги;
- г) 110 В змінної напруги.

16. До явних несправностей мікропроцесорних пристроїв захисту та автоматики відноситься:

17. Що не відноситься до основних структурних частин мікропроцесорних пристроїв:

- а) вимірювально-перетворювальна частина;
- б) обчислювальна частина;
- в) виконавча частина;
- г) підсилююча частина.

18. Типовим складом вимірювально-перетворювальної частини мікропроцесорної системи управління об'єктом енергосистеми є _____.

19. Типовим складом обчислювальної частини мікропроцесорної системи управління об'єктом енергосистеми є _____.

20. Типовим складом виконавчої частини мікропроцесорної системи управління об'єктом енергосистеми є _____.

21. Чи треба при проведенні перевірки опору та електричної міцності ізоляції від'єднувати провід «земля» від заземлюючого болта пристрою?

22. Причинами некоректної роботи центрального процесора може бути:

- а) апаратний збій;
- б) програмний збій;
- в) апаратний та програмний збій.

23. Який елемент мікропроцесорного пристрою захисту та автоматики здійснює гальванічну розв'язку вхідних ланцюгів від процесора:

- а) вимірювальний перетворювач;
- б) аналого-цифровий перетворювач;
- в) мультиплексор;
- д) цифрово-аналоговий перетворювач.

24. Зазвичай реле дискретних виходів в мікропроцесорному пристрої захисту та автоматики забезпечують_____.

25. Електрообладнання напругою 6-36 кВ відноситься до мереж:

- а) з ізольованою нейтраллю;
- б) з глухозаземленою нейтраллю;
- в) з компенсованою нейтраллю;
- г) з ефективно-заземленою нейтраллю.

26. Електрообладнання напругою до 1 кВ відноситься до мереж:

- а) з ізольованою нейтраллю;
- б) з глухозаземленою нейтраллю;
- в) з компенсованою нейтраллю;
- г) з ефективно-заземленою нейтраллю.

27. Електрообладнання напругою 110 кВ та вище відноситься до мереж:

- а) з ізольованою нейтраллю;
- б) з глухозаземленою нейтраллю;
- в) з компенсованою нейтраллю;
- г) з ефективно-заземленою нейтраллю.

28. Уставка спрацювання захисту від підвищення напруги турбогенератора встановлюється на рівні:

- а) $1,2 U_{ном}$;

б) $1,1 U_{\text{НОМ}}$;

в) $1,5 U_{\text{НОМ}}$;

г) $1,7 U_{\text{НОМ}}$.

29. Уставка спрацювання захисту від підвищення напруги гідрогенератора встановлюється на рівні:

а) $1,1 \div 1,2 U_{\text{НОМ}}$;

б) $1,2 \div 1,3 U_{\text{НОМ}}$;

в) $1,3 \div 1,4 U_{\text{НОМ}}$;

г) $1,5 \div 1,7 U_{\text{НОМ}}$.

30. Газовий захист є основним видом захисту для масляних чи сухих трансформаторів?

31. При пошкодженні 2-х обмоткового силового трансформатора захист повинен виконувати функцію:

а) відмикання трансформатора з високої сторони від мережі;

б) відмикання трансформатора з низької сторони від мережі;

в) відмикання трансформатора від усіх джерел живлення;

г) подачі попереджувального сигналу черговому персоналу енергооб'єкту.

32. При пошкодженні синхронного генератора його захист повинен _____.

33. При пошкодженні ліній електропередач її захист повинен _____.

34. При пошкодженні двигуна його захист повинен _____.

Задачі для визначення рівня сформованості професійних знань з експлуатації систем управління об'єктами енергосистем

1. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції повздовжнього диференціального захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

2. Побудувати каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції максимального струмового захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

3. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від симетричних перенавантажень приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

4. Побудувати каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції струмового захисту зворотної послідовності приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

5. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від підвищення напруги приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

6. Побудувати каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від втрати збудження асинхронного режиму приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

7. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від зворотної потужності приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

8. Побудувати каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від коротких

замикань в роторі приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

9. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від зниження частоти приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

10. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції контролю ланцюгів напруги приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

11. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції диференціально-фазного високочастотного захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

12. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції контролю ланцюгів напруги приладового модуля релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

13. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції визначення місця пошкодження приладового модуля релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

14. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції автоматичного повторного включення приладового модуля релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

15. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції резервування відмови вимикача приладового модуля релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

16. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції керування високовольтним вимикачем приладового модуля релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

17. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції повздовжнього диференціального захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

18. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції максимального струмового захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

19. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції газового захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

20. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції струмового захисту нульової послідовності приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

21. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від перенавантажень приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

22. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції дугового захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

23. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції автоматичного вмикання резерву приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

24. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції автоматичного повторного включення приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

25. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції резервування відмови вимикача приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

26. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції резервування відмови вимикача приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

27. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції керування високовольтним вимикачем приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

28. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції максимального струмового захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

29. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від однофазних замикань на землю асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

30. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від перенавантаження приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

31. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції дугового захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

32. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту мінімального струму приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

33. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від несиметричних режимів приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

34. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції ідентифікації пуску приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

35. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від зтяжного пуску приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

36. Встановити каузальний ланцюг знань вимог щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від частих пусків приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до 2500 кВт.

37. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції контролю активної потужності приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

38. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту мінімальної напруги приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

39. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції захисту від обриву фаз живлячого фідеру приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

40. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції резервування відмови вимикача приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

41. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції керування високовольтним вимикачем приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

42. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції автоматичного повторного вмикання приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до 2500 кВт.

43. Визначити вимоги щодо перевірки, принципу дії побудови та параметрів функції повздовжнього диференціального захисту приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна вище 2500 кВт.

Додаток 3

**Контрольні питання для визначення рівня сформованості
професійних знань з науково-дослідних робіт щодо систем управління
об'єктами енергосистем**

1. Функція захисту від аварійних режимів системи релейного захисту синхронного генератора передбачає _____.
2. Функція захисту від ненормальних режимів системи релейного захисту синхронного генератора передбачає _____.
3. До автоматика нормального режиму синхронного генератора відноситься _____.
4. Функція захисту від аварійних режимів системи релейного захисту силового трансформатора повинна передбачати _____.
5. Видами захисту силових трансформаторів можуть бути _____.
6. Функція захисту від ненормальних режимів системи релейного захисту силового трансформатора повинна передбачати _____.
7. Для силового трансформатора повинні бути передбачені наступні види автоматики _____.
8. Для ліній електропередач з одностороннім живленням може бути передбачений захист _____.
9. Для ліній електропередач з двостороннім живленням може бути передбачений захист _____.
10. Для лінії електропередач може бути передбачена автоматика _____.
11. Функція захисту від аварійних режимів системи релейного захисту електродвигуна повинна здійснювати захист від _____.
12. Захист від пошкоджень для електродвигуна передбачає _____.

13. Захист від ненормальних режимів для електродвигуна передбачає _____.
14. Для асинхронних електродвигунів може бути передбачена автоматика _____.
15. Диференціальний принцип захисту заснований на _____.
16. Максимальний струмовий захист заснований на принципі _____.
17. Захист від втрати збудження та асинхронного режиму синхронного генератора може бути реалізований за принципом _____.
18. Захист від зворотної потужності синхронного генератора може бути виконаний за принципом контролю _____.
19. Захист від замикань в обмотці статора синхронного генератора може бути виконаний за принципом _____.
20. Контроль ланцюгів напруги для синхронного генератора може бути реалізований за принципом _____.
21. Для захисту від переходу роботи генератора до рухового режиму або помилкового підключення зупиненого генератора до мережі використовують _____.
22. Дистанційний захист лінії електропередач заснований на принципі:
23. Функція контролю ізоляції силового трансформатора зазвичай реалізована за принципом _____.
24. До світових лідерів у виробництві пристроїв релейного захисту та автоматики відносяться _____.
25. До вітчизняних лідерів у виробництві пристроїв релейного захисту та автоматики відносяться _____.

**Задачі для визначення рівня сформованості професійних умінь з
науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами
енергосистем**

1. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції поперечного диференціального захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.
2. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції повздовжнього диференціального захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.
3. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції максимального струмового захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.
4. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від симетричних перенавантажень I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.
5. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції струмового захисту зворотної послідовності I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.
6. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від підвищення напруги I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.
7. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від зниження напруги I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.
8. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від підвищення частоти I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

9. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від зниження частоти I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

10. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від асинхронного режиму I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

11. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від зворотної потужності I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

12. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від коротких замикань в роторі I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

13. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції контролю ланцюгів напруги I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора.

14. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції диференціально-фазного високочастотного I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

15. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції контролю ланцюгів напруги високовольтної лінії 110 кВ.

16. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції визначення місця пошкодження I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

17. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції автоматичного повторного включення I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

18. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції резервування відмови вимикача I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

19. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції керування високовольтним вимикачем I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики високовольтної лінії 110 кВ.

20. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції повздовжнього диференціального захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

21. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції максимального струмового захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

22. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції газового захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

23. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції струмового захисту нульової послідовності I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

24. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від перенавантажень I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

25. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції дугового захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

26. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції автоматичного вмикання резерву I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

27. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції автоматичного повторного включення I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

28. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції резервування відмови вимикача I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

29. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції керування високовольтним вимикачем I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора.

30. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції максимального струмового захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

31. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від однофазних замикань на землю I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

32. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від перенавантаження I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

33. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції дугового захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

34. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту мінімального струму I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

35. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від несиметричних режимів I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

36. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції ідентифікації пуску I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

37. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від затяжного пуску I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

38. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від частих пусків I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до 2500 кВт.

39. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції контролю активної потужності I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

40. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту мінімальної напруги I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

41. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції захисту від обриву фаз живлячого фідеру I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

42. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції резервування відмови вимикача I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

43. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції керування високовольтним вимикачем I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до (вище) 2500 кВт.

44. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції автоматичного повторного вмикання I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна до 2500 кВт.

45. Визначити вимоги щодо дослідження, принцип дії, побудову та характеристики функції повздовжнього диференціального захисту I-N рівнів ієрархії системи релейного захисту та автоматики асинхронного двигуна вище 2500 кВт.

Додаток И

**Контрольні питання для визначення рівня сформованості
професійних знань з техніко-економічного обґрунтування систем
управління об'єктами енергосистем**

1. Під техніко-економічним обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем розуміється _____.
2. Витрати на обслуговування системи управління об'єктом енергосистеми визначаються _____.
3. Витрати на ремонт системи управління об'єктом енергосистеми визначаються _____.
4. Економічними категоріями надійності електропостачання є _____.
5. Виразом, що зв'язує величину витрат на автоматизацію з економічним ефектом від запобігання збитків у споживачів унаслідок автоматизації є _____.
6. Для зменшення збитків у споживачів доцільно використовувати наступні засоби автоматизації _____.
7. Значення питомих збитків при перерві живлення на 1 час для комунально-побутового сектору складає _____.
8. Значення питомих збитків при перерві живлення на 1 час для нафтопереробного заводу складає _____.
9. Значення питомих збитків при перерві живлення на 1 час для металургійного комбінату складає _____.
10. Значення питомих збитків при перерві живлення на 1 час для сільського господарства складає _____.
11. Середнє значення збитку у споживачів визначається _____.

12. Під модернізацією системи управління об'єктом енергосистеми розуміється _____.

13. Економічний ефектом від модернізації системи управління об'єктом енергосистеми визначається як _____.

14. Економічний ефект від заміни електромеханічного релейного захисту та автоматики на цифрові засоби автоматизації може бути отриманий за рахунок зниження наступних витрат _____.

15. Техніко-економічними показниками якісно нового технічного рівня системи управління об'єктом енергосистеми є _____.

16. Техніко-економічне обґрунтування створення системи управління об'єктом енергосистеми здійснюється за наступними показниками _____.

17. Техніко-економічне обґрунтування впровадження системи управління об'єктом енергосистеми здійснюється за наступними показниками _____.

**Задачі для визначення рівня сформованості професійних умінь з
техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами
енергосистем**

1. Визначити вимоги щодо техніко-економічного обґрунтування модернізації системи релейного захисту високовольтної лінії електропередач 35 кВ.

2. Визначити вимоги щодо техніко-економічного обґрунтування модернізації системи релейного захисту високовольтної лінії електропередач 110 кВ.

3. Визначити вимоги щодо техніко-економічного обґрунтування модернізації системи релейного захисту високовольтної лінії електропередач 220 кВ.

4. Визначити вимоги щодо техніко-економічного обґрунтування модернізації системи релейного захисту високовольтної лінії електропередач 330 кВ.

5. Визначити вимоги щодо техніко-економічного обґрунтування модернізації системи релейного захисту 2-х обмоткового трансформатора.

6. Визначити вимоги щодо техніко-економічного обґрунтування модернізації системи релейного захисту 3-х обмоткового трансформатора.

7. Визначити вимоги щодо техніко-економічного обґрунтування модернізації системи релейного захисту автотрансформатора.

8. Визначити вимоги щодо техніко-економічного обґрунтування модернізації системи релейного захисту синхронного генератора.

9. Визначити принцип дії та побудову модернізованої системи релейного захисту високовольтної лінії електропередач 35 кВ на підставі вимог щодо її техніко-економічного обґрунтування.

10. Визначити принцип дії та побудову модернізованої системи релейного захисту високовольтної лінії електропередач 110 кВ на підставі вимог щодо її техніко-економічного обґрунтування.

11. Визначити принцип дії та побудову модернізованої системи релейного захисту високовольтної лінії електропередач 220 кВ на підставі вимог щодо її техніко-економічного обґрунтування.

12. Визначити принцип дії та побудову модернізованої системи релейного захисту високовольтної лінії електропередач 330 кВ на підставі вимог щодо її техніко-економічного обґрунтування.

13. Визначити принцип дії та побудову модернізованої системи релейного захисту 2-х трансформатора на підставі вимог щодо її техніко-економічного обґрунтування.

14. Визначити принцип дії та побудову модернізованої системи релейного захисту 3-х трансформатора на підставі вимог щодо її техніко-економічного обґрунтування

15. Визначити принцип дії та побудову модернізованої системи релейного захисту автотрансформатора на підставі вимог щодо її техніко-економічного обґрунтування.

16. Визначити принцип дії та побудову модернізованої системи релейного захисту синхронного генератора на підставі вимог щодо її техніко-економічного обґрунтування.

17. Визначити техніко-економічні показники модернізованої системи релейного захисту високовольної лінії електропередач 35 кВ та розрахувати економічний ефект.

18. Визначити техніко-економічні показники модернізованої системи релейного захисту високовольної лінії електропередач 110 кВ та розрахувати економічний ефект.

19. Визначити техніко-економічні показники модернізованої системи релейного захисту високовольної лінії електропередач 220 кВ та розрахувати економічний ефект.

20. Визначити техніко-економічні показники модернізованої системи релейного захисту високовольної лінії електропередач 330 кВ та розрахувати економічний ефект.

21. Визначити техніко-економічні показники модернізованої системи релейного захисту 2-х трансформатора та розрахувати економічний ефект.

22. Визначити техніко-економічні показники модернізованої системи релейного захисту 3-х трансформатора та розрахувати економічний ефект.

23. Визначити техніко-економічні показники модернізованої системи релейного захисту автотрансформатора та розрахувати економічний ефект.

24. Визначити техніко-економічні показники модернізованої системи релейного захисту синхронного генератора та розрахувати економічний ефект.

*Додаток К***Тести для визначення рівня сформованості професійних знань з управління професійною діяльністю**

1. Управління якими видами робіт передбачає професійна діяльність інженерів з автоматизації енергосистем:
 - а) проектними;
 - б) експлуатаційним;
 - в) науково-дослідними;
 - г) технологічними.
2. При реалізації функції контролю треба дати відповідь на питання:
 - а) Все йде так і туди, куди і як заплановано?
 - б) Що зробити, щоб виконавці зробили те, що я їх прошу?
 - в) Чого хочу?
 - г) Які сучасні досягнення треба використовувати щоб з мінімальними витратами максимально швидко досягти мети?
3. При реалізації функції мотивації треба дати відповідь на питання:
 - а) Все йде так і туди, куди і як заплановано?
 - б) Що зробити, щоб виконавці зробили те, що я їх прошу?
 - в) Де що розташоване і як це все взаємопов'язано?
 - г) Які сучасні досягнення треба використовувати щоб з мінімальними витратами максимально швидко досягти мети?
4. При реалізації функції організації треба дати відповідь на питання:
 - а) Все йде так і туди, куди і як заплановано?
 - б) Що зробити, щоб виконавці зробили те, що я їх прошу?
 - в) Де що розташоване і як це все взаємопов'язано?
 - г) Які сучасні досягнення треба використовувати щоб з мінімальними витратами максимально швидко досягти мети?

5. Реалізація функції планування повинна забезпечити:

- а) загальний результат;
- б) поетапний опис кроків досягнення цілі;
- в) формулювання цілі.
- г) стимулювання працівників.

6. Залежно від спрямованості, масштабності та характеру вирішуваних завдань при плануванні можна задіяти довгострокове планування? Так.

7. Залежно від спрямованості, масштабності та характеру вирішуваних завдань при плануванні можна задіяти середньострокове планування? Так.

8. Залежно від спрямованості, масштабності та характеру вирішуваних завдань при плануванні можна задіяти короткострокове планування? Так.

9. Які строки передбачає довгострокове планування:

- а) 1÷2 роки;
- б) 3÷4 роки;
- в) 2÷3 роки;
- г) 2÷5 роки.

10. Які строки передбачає середньострокове планування:

- а) 1÷2 роки;
- б) 3÷4 роки;
- в) 2÷3 роки;
- г) до року.

11. Які строки передбачає короткострокове планування:

- а) 1÷2 роки;
- б) 3÷4 місяці;
- в) 7÷8 місяців.
- г) до року.

12. При колективній формі організації праці виробниче завдання встановлюється в цілому для якого-небудь підрозділу, сектору, групи? Так.

13. При індивідуальній формі організації праці виробниче завдання встановлюється кожному робітнику окремо? Так.

14. Чи можлива змішана форма організації праці? Так.

15. Що характерне лінійній структурі управління:

а) кожен підлеглий має тільки одного керівника;

б) у підпорядкуванні керівника знаходяться тільки функціональні керівники;

в) у підпорядкуванні керівника знаходяться і окремі підлеглі і функціональні керівники.

16. Що характерне функціональній структурі управління:

а) кожен підлеглий має тільки одного керівника;

б) у підпорядкуванні керівника знаходяться тільки функціональні керівники;

в) у підпорядкуванні керівника знаходяться і окремі підлеглі і функціональні керівники.

17. Що характерне змішаній структурі управління:

а) кожен підлеглий має тільки одного керівника;

б) у підпорядкуванні керівника знаходяться тільки функціональні керівники;

в) у підпорядкуванні керівника знаходяться і окремі підлеглі і функціональні керівники.

18. Управлінський контроль за сферами перевірки може бути:

а) контроль стану матеріально-технічного забезпечення;

б) контроль виробництва;

в) контроль ресурсів;

г) контроль процесів.

19. Управлінський контроль за змістом може бути:

а) контроль стану матеріально-технічного забезпечення;

- б) контроль виробництва;
- в) контроль ресурсів;
- г) контроль процесів.

20. Управлінський контроль за часом здійснення може бути:

- а) попередній;
- б) поточний;
- в) остаточний;
- г) оперативний.

21. Управлінський контроль за сутністю завдання може бути:

- а) лінійний;
- б) функціональний;
- в) операційний;
- г) оперативний.

22. Управлінський контроль за спланованістю проведення може бути:

- а) плановий;
- б) раптовий;
- в) остаточний;
- г) оперативний.

23. Управлінський контроль за ступенем охоплення може бути:

- а) частковий;
- б) повний;
- в) комбінований;
- г) відкритий;
- д) закритий.

24. Управлінський контроль за ступенем відкритості може бути:

- а) частковий;
- б) повний;
- г) відкритий;
- д) прихований.

25. Управлінський контроль за ступенем доцільності може бути:

- а) частковий;
- б) недостатній;
- г) оптимальний;
- д) надмірний.

26. Оперативне регулювання може застосовується коли не досягнуті необхідні показники або усіх можливих випадках?

27. Випереджальне регулювання може застосовується коли проблема розглядається як потенційна можливість або усіх можливих випадках?

28. Планування – це функція менеджменту, яка _____.

29. Організація – це функція менеджменту, яка _____.

30. Керівництво – це функція менеджменту, яка _____.

31. Мотивація – це функція менеджменту, яка _____.

32. Контроль – це функція менеджменту, яка _____.

33. Видами планування є _____.

34. Формами організації праці є _____.

35. Видами структур управління є _____.

36. Видами контролю є _____.

37. Видами регулювання є _____.

38. Способами мотивації є _____.

Задачі для визначення рівня сформованості професійних умінь з управління професійною діяльністю

1. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора за 2 місяці.

2. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора за 3 тижні.

3. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля релейного захисту та автоматики 3-х обмоткового трансформатора за 3 тижні.

4. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля релейного захисту та автоматики блочного трансформатора за 3 тижні.

5. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля резервного захисту сторони ВН за 1 тиждень.

6. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки

приладового модуля резервних захистів та автоматики високовольтної лінії електропередач 110 кВ за 2 тижні.

7. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля резервних захистів та автоматики високовольтної лінії 220 кВ за 2 тижні.

8. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля резервних захистів та автоматики високовольтної лінії 330 кВ за 2 тижні.

9. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля основних захистів високовольтної лінії електропередач 110 кВ за 1 тиждень.

10. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля основних захистів високовольтної лінії 220 кВ за 1 тиждень.

11. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля основних захистів високовольтної лінії 330 кВ за 1 тиждень.

12. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки

приладового модуля захисту та автоматики високовольтної лінії 35 кВ за 1 тиждень.

13. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля захисту та автоматики високовольтної лінії 6-10 кВ за 1 тиждень.

14. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля захисту вимірювального трансформатора 330 кВ за 4 дні.

15. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля релейного захисту вимірювального трансформатора 6/10 кВ за 4 дні.

16. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля диференціального захисту шин 110-330 кВ за 10 днів.

17. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля диференціального захисту шин 35 кВ за 8 днів.

18. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля релейного захисту ошиновки за 3 дні.

19. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного електродвигуна ≤ 2500 кВт за 12 днів.

20. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного електродвигуна > 2500 кВт за 12 днів.

21. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю задля проведення технічної перевірки приладового модуля автоматики розвантаження станції за 20 днів.

22. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора за 3 місяці.

23. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора за 4 тижні.

24. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля релейного захисту та автоматики 3-х обмоткового трансформатора за 4 тижні.

25. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-

дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля релейного захисту та автоматики блочного трансформатора за 4 тижні.

26. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля резервного захисту сторони ВН за 2 тижні.

27. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля резервних захистів та автоматики високовольтної лінії електропередач 110 кВ за 3 тижні.

28. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля резервних захистів та автоматики високовольтної лінії 220 кВ за 3 тижні.

29. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля резервних захистів та автоматики високовольтної лінії 330 кВ за 3 тижні.

30. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля основних захистів високовольтної лінії електропередач 110 кВ за 2 тижні.

31. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-

дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля основних захистів високовольтної лінії 220 кВ за 2 тижні.

32. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля основних захистів високовольтної лінії 330 кВ за 2 тижні.

33. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля захисту та автоматики високовольтної лінії 35 кВ за 2 тижні.

34. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля захисту та автоматики високовольтної лінії 6-10 кВ за 2 тижні.

35. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля захисту вимірювального трансформатора 330 кВ за 14 днів.

36. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля релейного захисту вимірювального трансформатора 6/10 кВ за 14 днів.

37. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля диференціального захисту шин 110-330 кВ за 15 днів.

38. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-

дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля диференціального захисту шин 35 кВ за 18 днів.

39. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля релейного захисту ошиновки за 13 днів.

40. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного електродвигуна ≤ 2500 кВт за 22 дні.

41. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля релейного захисту та автоматики асинхронного електродвигуна > 2500 кВт за 22 дні.

42. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю задля проведення пошукових робіт щодо приладового модуля автоматики розвантаження станції за 20 днів.

43. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління проектною діяльністю задля розроблення робочої документації щодо приладового модуля релейного захисту та автоматики синхронного генератора за 3 місяці.

44. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління проектною діяльністю задля розроблення робочої документації щодо приладового модуля релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового трансформатора за 4 тижні.

45. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління проектною діяльністю задля розроблення робочої документації щодо приладового модуля релейного захисту та автоматики 3-х обмоткового трансформатора за 4 тижні.

46. Встановити вимоги щодо створення, принцип й структуру управління та показники функціонування системи управління проектною діяльністю задля розроблення робочої документації щодо приладового модуля релейного захисту та автоматики блочного трансформатора за 4 тижні.

*Додаток Л***Контрольні питання для визначення рівня сформованості професійних знань з виконання правових норм у процесі професійної діяльності**

1. Правопорушенням в електроенергетиці вважається _____.
2. Виконання правових норм під час професійної діяльності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в першу чергу повинне забезпечуватися такими Законами України як _____.
3. Головною нормативно-правовою документацією під час проектування систем управління об'єктами енергосистем є _____.
4. Головною нормативно-правовою документацією під час експлуатації систем управління об'єктами енергосистем є _____.
5. Головною нормативно-правовою документацією під час науково-дослідних робіт щодо систем управління об'єктами енергосистем є _____.
6. Головною нормативно-правовою документацією під час техніко-економічного обґрунтування систем управління об'єктами енергосистем є _____.
7. Головною нормативно-правовою документацією під час управління професійною діяльністю щодо систем управління об'єктами енергосистем є _____.
8. Сферою застосування правил улаштування електроустановок є _____.
9. Сферою застосування нормативного документу «Технічне обслуговування мікропроцесорних пристроїв релейного захисту, протиаварійної автоматики, електроавтоматики, дистанційного керування та сигналізації електростанцій та підстанцій від 0,4 кВ до 750 кВ» є _____.

10. Сферою застосування правил безпечної експлуатації електроустановок є _____.

11. Законодавча база у сфері інформаційного права складається з _____.

12. Законодавча база у сфері авторського права складається з _____.

13. Законодавча база у сфері охорони праці складається з _____.

14. Основним нормативним документом щодо організації робіт з персоналом підприємств електроенергетики є _____.

15. За невиконання вимог нормативно-правової документації в електроенергетиці передбачено _____.

Задачі для визначення рівня сформованості професійних умінь з виконання правових норм у процесі професійної діяльності

1. Визначити вимоги щодо проектування (експлуатації, дослідження, техніко-економічного обґрунтування) системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора, що безпосередньо працює на збірній шині генераторної напруги згідно із правил улаштування електроустановок.

2. Визначити вимоги щодо проектування (експлуатації, дослідження, техніко-економічного обґрунтування) системи релейного захисту та автоматики силового трансформатора з обмоткою вищої напруги 3 кВ і вище згідно із правил улаштування електроустановок.

3. Визначити вимоги щодо проектування (експлуатації, дослідження, техніко-економічного обґрунтування) системи релейного захисту та автоматики шунтувальних реакторів 500 кВ згідно із правил улаштування електроустановок.

4. Визначити вимоги щодо проектування (експлуатації, дослідження, техніко-економічного обґрунтування) системи релейного захисту та

автоматики блоку генератор-трансформатор згідно із правил улаштування електроустановок.

5. Визначити вимоги щодо проектування (експлуатації, дослідження, техніко-економічного обґрунтування) системи релейного захисту та автоматики повітряної лінії 3-10 кВ з ізольованою нейтраллю згідно із правил улаштування електроустановок.

6. Визначити вимоги щодо проектування (експлуатації, дослідження, техніко-економічного обґрунтування) системи релейного захисту та автоматики кабельної лінії 3-10 кВ з ізольованою нейтраллю згідно із правил улаштування електроустановок.

7. Визначити вимоги щодо проектування (експлуатації, дослідження, техніко-економічного обґрунтування) системи релейного захисту та автоматики повітряної лінії 20-35 кВ з ізольованою нейтраллю згідно із правил улаштування електроустановок.

8. Визначити вимоги щодо проектування (експлуатації, дослідження, техніко-економічного обґрунтування) системи релейного захисту та автоматики кабельної лінії 20-35 кВ з ізольованою нейтраллю згідно із правил улаштування електроустановок.

9. Визначити вимоги щодо проектування (експлуатації, дослідження, техніко-економічного обґрунтування) системи релейного захисту та автоматики повітряної лінії 110-500 кВ з ефективно заземленою нейтраллю згідно із правил улаштування електроустановок.

10. Визначити вимоги щодо проектування (експлуатації, дослідження, техніко-економічного обґрунтування) системи релейного захисту збірних шин згідно із правил улаштування електроустановок.

11. Визначити вимоги щодо проектування (експлуатації, дослідження, техніко-економічного обґрунтування) системи релейного захисту обхідного, шиноз'єднувального та секційного вимикачів згідно із правил улаштування електроустановок.

12. Визначити вимоги щодо технічного обслуговування мікропроцесорної системи релейного захисту та автоматики синхронного генератора згідно з відповідним нормативним документом.

13. Визначити вимоги щодо технічного обслуговування мікропроцесорної системи релейного захисту та автоматики 2-х обмоткового силового трансформатора згідно з відповідним нормативним документом.

14. Визначити вимоги щодо технічного обслуговування мікропроцесорної системи релейного захисту та автоматики 3-х обмоткового силового трансформатора згідно з відповідним нормативним документом

15. Визначити вимоги щодо технічного обслуговування мікропроцесорної системи релейного захисту та автоматики автотрансформатора згідно з відповідним нормативним документом

16. Визначити вимоги щодо технічного обслуговування мікропроцесорної системи релейного захисту та автоматики повітряної ліній електропередач 35 кВ згідно з відповідним нормативним документом.

17. Визначити вимоги щодо технічного обслуговування мікропроцесорної системи релейного захисту та автоматики повітряної ліній електропередач 110 кВ згідно з відповідним нормативним документом.

18. Визначити вимоги щодо технічного обслуговування мікропроцесорної системи релейного захисту та автоматики повітряної ліній електропередач 220 кВ згідно з відповідним нормативним документом.

19. Визначити вимоги щодо технічного обслуговування мікропроцесорної системи релейного захисту та автоматики повітряної ліній електропередач 220 кВ згідно з відповідним нормативним документом.

20. Визначити вимоги щодо технічного обслуговування мікропроцесорної системи релейного захисту та автоматики збірних шин згідно з відповідним нормативним документом.

19. Визначити вимоги щодо створення системи управління експлуатаційною (проектною, науковою) діяльністю відповідно до нормативно-правових документів про охорону праці.

20. Визначити вимоги щодо створення системи управління експлуатаційною діяльністю відповідно до нормативного документу про організацію роботи з персоналом підприємств електроенергетики.

Додаток М

Анкета дослідження рівня сформованості цілеспрямованості під час проектування (експлуатації, наукових досліджень, техніко-економічного обґрунтування, виконання правових норм) систем управління об'єктами енергосистем

1. Якщо Ви беретеся за розроблення (усунення несправності, дослідження, розрахунок, забезпечення відповідності нормативним вимогам) системи управління об'єктом енергосистеми, то завжди доводите це до кінця?

Так

Ні

2. Ви зазвичай сумніваєтеся у своїй силі під час проектування, (технічної перевірки, удосконалення, техніко-економічного обґрунтування, виконання правових норм) системи управління об'єктом енергосистеми?

Так

Ні

3. Ви можете назвати себе цілеспрямованою людиною під час створення проекту (виявлення несправностей, наукового пошуку, визначення економічного ефекту, дотримання вимог нормативної документації) щодо системи управління об'єктом енергосистеми?

Так

Ні

4. Вам здається, що Ви ще не знайшли себе в проектуванні (експлуатації, наукових дослідженнях, техніко-економічних розрахунках, забезпеченні правових вимог) систем управління об'єктами енергосистем?

Так

Ні

5. Чи може Ваша думка в якомусь питанні щодо розроблення (налаштування, удосконалення, розрахунку, правового аспекту) системи управління об'єктом енергосистеми не раз змінитися під впливом будь-яких нових обставин?

- Так
- Ні

6. Для Вас в проектуванні (експлуатації, наукових дослідженнях, техніко-економічному обґрунтуванні, дотриманні вимог нормативних документів) системи управління об'єктом енергосистеми важливіше не його виконання, а кінцевий результат?

- Так
- Ні

7. Під час розроблення (налаштування, пошуку, розрахунку, виконання правових норм) системи управління об'єктом енергосистеми у Вас було більше успіхів, ніж невдач?

- Так
- Ні

8. При виконанні роботи, що пов'язана з розробленням (технічною перевіркою, пошуком, визначенням економічного ефекту, дотриманням правових вимог) системи управління об'єктом енергосистеми, у Вас виникає бажання удосконалити щось?

- Так
- Ні

9. Ви завжди виконуєте свої обіцянки?

- Так
- Ні

Анкета дослідження рівня сформованості цілеспрямованості під час управління професійною діяльністю

1. На протязі навчання в університеті, ваші Викладачі і батьки говорили вам, що ваші оцінки могли б бути Вище, якби Ви більше старалися?

Так

Ні

2. Ви займаєтесь громадською (організаційною) роботою в університеті?

Так

Ні

3. Під час навчання в університеті Ви підробляли вечорами або під час канікул?

Так

Ні

4. Взввшись за якусь головоломку, Ви сидите над нею до тих пір, поки не вирішите?

Так

Ні

5. Ви приймалися займатися чимось, наприклад, музикою або іноземною мовою, але кинули, так це вимагало від вас занадто великих зусиль?

Так

Ні

6. Отримавши якесь завдання, чи намагаєтеся Ви виконати всі вимоги, що пред'являються?

Так

Ні

7. Щоб досягти поставленої мети, чи готові Ви на рік або більше менше відпочивати?
- Так
 - Ні
8. Ви вже розрахували, які сходинки своєї кар'єри Ви здолаєте протягом найближчих п'яти років?
- Так
 - Ні
9. Чи притягує вас кар'єра, де просування залежить від стажу?
- Так
 - Ні
10. Запланувавши велику дорогу покупку, чи готові Ви заради цього працювати понаднормово як завгодно довго?
- Так
 - Ні

Додаток Н

Анкета дослідження рівня сформованості наполегливості під час проектування (експлуатації, наукових досліджень, техніко-економічного обґрунтування, виконання правових норм) систем управління об'єктами енергосистем

1. Я вже визначив, що в майбутньому хочу стати професіоналом з проектування (експлуатації, наукових досліджень, техніко-економічного обґрунтування, дотримання правових вимог) систем управління об'єктами енергосистем.

Так

Ні

2. Я вже визначив проектну (експлуатаційну, наукову) організацію, де я хотів працювати, і готуюся до співбесіди.

Так

Ні

3. Я кілька разів намагався займатися самовдосконаленням з проектування (експлуатації, наукових досліджень, техніко-економічних розрахунків, виконання правових вимог) систем управління об'єктами енергосистем, але з цього так нічого і не вийшло.

Так

Ні

4. При виникненні труднощів під час навчального проектування (налаштування, пошуку, визначення економічного ефекту, дотримання нормативно-правових вимог) системи управління об'єктом енергосистеми я починав сумніватися, чи варто продовжувати розпочате.

Так

Ні

5. Якщо відразу після університету Вам не вдасться поступити на роботу Вашої мрії, чи будете Ви намагатися в подальшому цю мрію здійснити?

- Так
- Ні

6. При вивченні розділів професійних дисциплін, що були пов'язані з проектуванням (експлуатацією, удосконаленням, розрахунком економічних обґрунтувань, правовими аспектами) систем управління об'єктами енергосистем, я проявляв особливу наполегливість.

- Так
- Ні

7. При виборі теми дипломної роботи я наполіг, щоб вона була пов'язана з проектуванням (експлуатацією, науковими дослідженнями, техніко-економічним обґрунтуванням, виконання правових норм) систем управління об'єктами енергосистем.

- Так
- Ні

8. При розподілі на переддипломну практику я наполіг, щоб мене направили до проектної, (експлуатаційної, наукової) організації.

- Так
- Ні

9. У Вас наполегливість більше проявляється під час роботи, пов'язаної з розробленням (налаштуванням, дослідженням, техніко-економічним розрахунком, дотриманням вимог нормативних документів) системи управління об'єктом енергосистеми?

- Так
- Ні

**Анкета дослідження рівня сформованості наполегливості під час
управління професійною діяльністю**

1. Прийшовши з запізненням на нараду, Ви помічаєте, що всі місця, крім одного в першому ряду, зайняті. Ви

- пробуєте розшукати інше місце
- сідаєте на це місце без жодних вагань

2. Вам стало відомо, що ваш підлеглий не кращим чином відгукувався про вас. Ви

- спробуєте поговорити з ним про це
- перестанете з ним розмовляти

3. Сперечаючись з колегою, Ви зазвичай

- не маєте намір переконувати його
- докладаете всіх сил, щоб переконати його у вашій правоті

4. Ви впевнені, що готові йти до заповітної мети, не озираючись на інших колег?

- Так
- Ні

5. Чи не вважаєте Ви, що вам доводиться надто вже багато вибачатися на роботі?

- Так
- Ні

6. Чи легко Ви вступаєте в розмову з колегами?

- Так
- Ні

7. Вас наполегливо просять надати послугу, після чого у вас можуть з'явитися неприємності. Чи важко вам відмовити?

- Так
- Ні

8. Товариші по роботі збирають гроші на якийсь захід. Ви
- самі пропонуєте ваш внесок, якщо вже нікуди діватися
 - віддаєте гроші тільки в тому разі, коли вас просять
 - отримуєте задоволення, оскільки до вас звертаються за

допомогою

9. Зазвичай Ви жалкуєте, що в певній ситуації не настояли на своєму?

- Так
- Ні

Додаток П

Анкета дослідження рівня сформованості ініціативності під час проектування (експлуатації, науково-дослідної діяльності, техніко-економічного обґрунтування, виконання правових норм) системи управління об'єктом енергосистеми

1. Якою буде Ваша реакція на роботі, якщо запропонують розробити проект на (технічно перевірити, дослідити, економічно обґрунтувати, забезпечити виконання вимог нормативно-правових документів) систему управління об'єктом енергосистеми?

- Я першим проявлю ініціативу
- Я ніколи не проявлю ініціативу
- Моя ініціативність буде залежати від ситуації

2. Чи запропонуєте Ви свої ідеї щодо проектування (технічної перевірки, наукового дослідження, техніко-економічного розрахунку, удосконалення правового забезпечення) системи управління об'єктом енергосистеми?

- Я обов'язково запропоную свої ідеї
- Я ніколи не запропоную свої ідеї
- Мої дії будуть залежати від ситуації

3. Чи будете Ви приймати участь у обговоренні варіантів проектування (технічної перевірки, наукових досліджень, економічних обґрунтувань, правових норм) системи управління об'єктом енергосистеми?

- Я обов'язково прийму активну участь у обговоренні варіантів
- Я не прийму участь в у обговоренні варіантів
- Моя участь у обговоренні варіантів буде залежати від ситуації

4. Чи запропонуєте Ви своє рішення щодо розроблення (налаштування, створення, варіанту виконання, правового забезпечення) системи управління об'єктом енергосистеми?

- Я обов'язково запропоную своє рішення
- Я ніколи не запропоную своє рішення
- Мої дії будуть залежати від ситуації

5. Якщо у процесі колективного розроблення (експериментальної перевірки, удосконалення, економічного розрахунку, виконання нормативних вимог) Ви помітили помилку, то:

- Я завжди зверну увагу товаришів на помилку
- Я не зверну увагу товаришів на помилку
- Мої дії будуть залежати від ситуації

6. Чи будете Ви намагатися впливати на думку колег у процесі проектування (технічної перевірки, створення, техніко-економічного обґрунтування, виконання правових вимог) системи управління об'єктом енергосистеми

- Я обов'язково буду намагатися впливати на думку колег
- Я ніколи не буду намагатися впливати на думку колег
- Мої дії будуть залежати від ситуації

7. Чи зможуть впливати на Вашу думку колеги у процесі проектування (технічної перевірки, створення, економічного розрахунку, виконання правових вимог) системи управління об'єктом енергосистеми

- Так, колеги зможуть впливати на мою думку
- Ні, колеги не зможуть впливати на мою думку
- Мої дії будуть залежати від ситуації

8. Яку позицію Вам би хотілося займати у колективі колег?

- Позицію лідера в будь-якому випадку
- Позицію лідера, якщо мене обере колектив
- Позицію підлеглого

9. Як Ви себе проявите на новому робочому місці?

- Я проявлю ініціативність та прийму активну участь у колективній праці
- Я буду старанно виконувати доручення та завдання керівника

- Мої дії будуть залежати від ситуації

Анкета дослідження рівня сформованості ініціативності під час управління професійною діяльністю

1. Як часто Ви намагаєтеся, щоб люди йшли за вами як за лідером?
- Дуже часто
- Часто
- Коли як
- Рідко
- Дуже рідко
2. Як часто Ви прагнете домінувати над людьми?
- Дуже часто
- Часто
- Коли як
- Рідко
- Дуже рідко
3. Як часто Ви дозволяєте людям контролювати свою поведінку?
- Дуже часто
- Часто
- Коли як
- Рідко
- Дуже рідко
4. Чи багато людей можуть легко на вас впливати?
- Дуже часто
- Часто
- Коли як
- Рідко
- Дуже рідко

5. Чи багато є людей, які можуть контролювати важливу для вас ситуацію?

- Дуже часто
- Часто
- Коли як
- Рідко
- Дуже рідко

6. Як часто Ви намагаєтеся захопити лідируючу позицію в людських відносинах?

- Дуже часто
- Часто
- Коли як
- Рідко
- Дуже рідко

7. Як часто Ви намагаєтеся впливати на людей, щоб вони слідували вашому образу дії?

- Дуже часто
- Часто
- Коли як
- Рідко
- Дуже рідко

8. Як часто Ви дозволяєте іншим приймати важливі рішення, що стосуються вас?

- Дуже часто
- Часто
- Коли як
- Рідко
- Дуже рідко

9. Як часто Ви берете на себе відповідальність за ситуацію, що стосуються інших людей?

- Дуже часто
- Часто
- Коли як
- Рідко
- Дуже рідко

*Додаток Р***Анкета дослідження рівня сформованості емоційно-вольової стійкості під час професійної діяльності**

1. Чи в змозі Ви завершити роботу, яка вам нецікава?
 Так
 Ні
2. Долаєте Ви без особливих зусиль внутрішній опір, коли потрібно зробити щось неприємне по роботі?
 Так
 Ні
3. В цілому мене можна назвати терплячою людиною на роботі
 Так
 Ні
4. Коли потрапляєте в конфліктну ситуацію на роботі - чи в змозі Ви взяти себе в руки настільки, щоб поглянути на ситуацію об'єктивно?
 Так
 Ні
5. Навіть найцікавіша телепередача не змусить вас відкласти виконання термінової і важливої роботи ?
 Так
 Ні
6. Чи зможете Ви перервати суперечку на підвищених тонах щодо роботи і замовкнути, якими б образливими не здавалися звернені до вас слова?
 Так
 Ні

7. Чи будете Ви панікувати, якщо Ви не вкладаєтеся в терміни з виконанням робіт ?

Так

Ні

8. Чи знайдете Ви сили вранці встати раніше звичайного, щоб закінчити термінову роботу?

Так

Ні

9. Чи терпеливо Ви будете телефонувати до керівника, якщо його номер у весь час зайнятий?

Так

Ні

10. Чи можете Ви довго переносити напружені інтелектуальні навантаження?

Так

Ні

Анкета дослідження рівня сформованості самостійності під час професійної діяльності

1. Закінчивши школу, як Ви приймали рішення про подальше навчання, майбутню професію?

Вирішували самостійно, слідуючи своєму захопленню і своїх даних

Прислухалися до думки своїх батьків, родичів

Прислухалися до поради тільки близьких і друзів

2. На що Ви розраховували, вступаючи в обраний Вами навчальний заклад?

Тільки на свої сили

- На успішний результат вступних іспитів і на зв'язку
 - Тільки на зв'язку
3. Як під час навчання Ви готувалися до іспитів, занять?
- Розраховували, робили упор на свою працьовитість
 - Іноді просили допомогти Викладачів та однокурсників
 - розраховували тільки на чужу допомогу
4. При складних ситуаціях в роботі яким чином Ви приймаєте рішення?
- Розраховуючи тільки на свій досвід і знання
 - Іноді консультуєтеся з колегами
 - Завжди з ними раджуся
5. Наскільки завзято Ви відстоюєте власну думку в університеті, на роботі?
- Відстоюєте, незалежно від обставин
 - В більшості випадків так
 - Рідко
6. Якщо Ви бачите, що ваші колеги роблять щось неправильно, що Ви робите?
- Ви змушуєте їх змінити свої дії
 - Тактовно підказуєте, що їм потрібно зробити
 - Прагнете зробити це, але вам рідко вдається
7. Чи легко Ви підпадаєте під вплив колег?
- Я завжди відстоюю свою позицію
 - Я можу підпадати під вплив колег
 - Я завжди погоджуюсь зі своїми колегами
8. Якщо можна скористатися ситуацією і залучити до виконання завдання інших працівників, що Ви робитиме?
- Я самостійно виконаю завдання, так як я за нього відповідаю
 - Я скористаюся можливістю залучити допомогу

- У разі необхідності я звернуся за допомогою, але все перевірю самостійно

Анкета дослідження рівня сформованості рішучості під час професійної діяльності

1. Чи зможете ви легко пристосуватися на старому місці роботи до нових правил, новим стилем, суттєво відрізняється від звичних вам?

- Так
 Ні

2. Чи швидко ви адаптуєтесь в колективі?

- Скоріше за все так
 Ні

3. Чи здатні висловити свою думку публічно, навіть якщо знаєте, що воно суперечить точки зору більшості?

- В більшості випадків так
 Ні

4. Якщо вам запропонують посаду з більш високим окладом в іншій установі, чи погодитесь ви без коливань перейти на нову роботу?

- Так
 Ні

5. Чи схильні ви заперечувати свою провину в допущену помилку і відшукувати відповідну для даного випадку відмовку?

- Так
 Ні

6. Пояснюєте ви зазвичай причину своєї відмови від чогось істинними мотивами, що не прикриваючи їх різними пом'якшувальними причинами й обставинами?

- Так

Ні

7. Чи зможете ви змінити свій колишній погляд з того чи іншого питання в результаті серйозної дискусії?

Так

Ні

8. Ви вважаєте чиюсь роботу за змістом вірну, але стиль викладу не подобається - ви написали б інакше. Чи станете ви правити текст і наполегливо пропонувати змінити його відповідно до ваших уявлень?

Так

Ні

Так

Ні

9. Чи завжди виконуєте дані вами обіцянки?

Так

Ні

Анкета дослідження рівня сформованості впевненості в собі під час професійної діяльності

1. Чи часто Ви відчуваєте раптову втому на роботі, хоча по суті Ви не перевтомлювалися ?

Так

Ні

2. Чи буває з вами, що Ви раптом маєте невпевненість - чи правильно Ви виконали завдання?

Так

Ні

3. Чи часто Ви засмучуєтеся на роботі, без певної причини ?

Так

- Ні
- 4. Чи байдуже вам, яке робоче місце Вам нададуть на роботі ?
 - Так
 - Ні
- 5. Чи важко вам налаштуватися на чийсь несподіваний робочий візит ?
 - Так
 - Ні
- 6. Чи плутаєтеся Ви інший раз, коли дзвонить робочий телефон ?
 - Так
 - Ні
- 7. Чи швидко Ви приймаєте рішення на роботі?
 - Так
 - Ні
- 8. Чи любите Ви заводити нові ділові знайомства ?
 - Так
 - Ні
- 9. Керуетесь Ви в своїх вчинках головним чином тим, чого очікують від вас інші колеги ?
 - Так
 - Ні

Анкета дослідження рівня сформованості відповідальності під час професійної діяльності

1. Якщо замість вас хтось виконував вашу роботу або обов'язки, але виконав їх з рук геть погано, що Ви зробите?
- виправите чужі помилки без зайвих істерик
 - повідомите усіх, що Ви не причому
 - Спочатку розмовляєте по душах з цим заступником, а потім йдете до керівника

2. Ви щось комусь пообіцяли на роботі, але забули про свою обіцянку, не виконали її, що Ви зробите?

- "Якщо я забув - і інші не згадають"
- Вибачитесь і виправитесь в найкоротший строк
- Бувають справи і важливіші, якщо не зміг - на те поважні

причини, може і почекати

3. Зазвичай у Вас виходить завершити завдання, не дивлячись на труднощі ?

- Так, завжди закінчую
- Все залежить від ситуації
- У більшості випадків труднощі мені заважають

4. Ви запізнилися на роботу, що Ви зробите?

- Непомітно прокрадетесь на своє робоче місце
- Придумаете неймовірну виправдувальну історію
- Нічого придумувати не станете

5. Ви часто залишаєтесь на роботі понад норму?

- Доводиться
- Залишуся, якщо це компенсується відгулом
- Ніколи, завжди є наступний робочий день

6. Начальства немає на роботі, ніхто нікого не контролює, що Ви станете робити?

Виберіть найлегше завдання, щоб потім не звинуватили - що Ви скористалися положенням

Працюєте, як і працювали

Спробуєте залишок робочого часу провести так, як вам подобатися

7. Якщо Вам доручили виконання нового завдання, що Ви станете робити?

- Відповідально підійдете до виконання завдання
- Пустите все на самоплив
- Будете сподіватися на допомогу колег

8. Якщо є можливість не йти на роботу і це Вам «зійде з рук», що Ви станете робити?

- Обов'язково не піду
- Піду, так як треба закінчувати роботу
- Прийду, відмічусь та піду

Анкета дослідження рівня сформованості старанності під час професійної діяльності

1. Як Ви вважаєте, прийняте на роботі рішення слід неухильно втілювати в життя?

- Безумовно
- В залежності від ситуації
- В залежності від настрою

2. Ви прагнете до того, щоб колеги вважали вас надійною людиною?

- Завжди
- Іноді
- Не бачите в цьому необхідності

3. Тільки вимогливий керівник може змусити добре і злагоджено працювати колектив?

- Так, у всьому потрібен порядок
- Потрібно не тільки вимагати
- Ні до творчої роботи

4. Як Ви вважаєте, на вас можна покластися на роботі?

- Так воно і є

- Ви на це сподіваєтеся
 - Не завжди
5. Людина, яка підводить в дрібницях, на вашу думку, не буде надійним партнером і в великій справі?
- Це закон
 - Бувають винятки
 - Людина непередбачувана
6. Якщо вас не контролювати, Ви спробуєте ухилитися від виконання завдання?
- Ніколи
 - Не знаєте точно
 - Таке буває дуже часто
7. Ви завжди дотримуєтеся заздалегідь складеного плану дій на роботі?
- Так
 - Буває по різному
 - Будь-які рамки вам тільки заважають
8. Ділова людина повинна хвилюватися про власну вигоду, забувши про муки совісті?
- Добре ім'я понад усе
 - І те й інше дуже важливо
 - Такий зможе домогтися більшого
9. Давши кому то слово на роботі, Ви обов'язково його стримаєте?
- Прикладу для цього всі сили
 - Як вийде
 - Ні
10. Як Ви вважаєте, самому потрібно виконувати правила, дотримання яких вимагаєш від оточуючих?
- Звичайно

- Напевно
- Ні

Анкета дослідження рівня сформованості самокритичності під час професійної діяльності

1. Чи завжди Ви виконуєте свої обіцянки на роботі, не зважаючи на те, що іноді вам це не вигідно?

- Так
- Ні

2. Чи хочете Ви іноді здатися оточуючим колегам краще, ніж є насправді?

- Так
- Ні

3. Чи бувають у вас такі думки, в яких вам не хотілося б признаватися?

- Так
- Ні

4. Чи всі ваші звички хороші і бажані?

- Так
- Ні

5. Чи буває, що Ви передаєте чутки на роботі?

- Так
- Ні

6. Якби Ви були абсолютно впевнені в тому, що сказане вами на роботі не буде розкрито. Ви б завжди висловлювалися чесно?

- Так
- Ні

7. Чи буває, що Ви на роботі з упевненим виглядом говорите про речі, в яких насправді мало розбираєтеся?

Так

Ні

8. Вірити Ви хоча б в якісь прикмети або надприродні сили?

Так

Ні

9. Вам подобається, коли вас хвалять на роботі?

Так

Ні

10. Відкладаєте Ви іноді на завтра те, що повинні були зробити сьогодні на роботі?

Так

Ні

11. Ваші слова не розходяться з ділом на роботі?

Так

Ні

Анкета дослідження рівня сформованості самоконтролю під час професійної діяльності

1. Мені здається важким наслідувати колег.

Так

Ні

2. Я, мабуть, міг би при нагоді зваляти дурня, щоб привернути увагу або потішити колег.

Так

Ні

3. Іншим людям іноді здається, що я переживаю щось більш глибоко, ніж це є насправді

- Так
- Ні

4. На роботі я рідко опиняюся в центрі уваги.

- Так
- Ні

5. У різних ситуаціях і в спілкуванні з різними колегами я часто поводжуся абсолютно по-різному.

- Так
- Ні

6. Я можу відстоювати тільки те, в чому щиро переконаний.

- Так
- Ні

7. Щоб досягти успіху в справах і в стосунках з колегами, я намагаюся бути таким, яким мене очікують побачити.

- Так
- Ні

8. Я можу бути дружелюбним з колегами, яких не виношу.

- Так
- Ні

9. Я на роботі завжди такий, яким здаюся.

- Так
- Ні

Анкета дослідження рівня сформованості самоаналізу під час професійної діяльності

1. В разі несподіваної для мене прохання по роботі, я завжди відповідаю не замислюючись.

- Точно ні
- Ні
- Скоріше ні
- Важко відповісти
- Скоріше так
- Так
- Точно так

2. Я намагаюся прокручувати в голові майбутній діалог з колегою, перш ніж набрати номер робочого телефону.

- Точно ні
- Ні
- Скоріше ні
- Важко відповісти
- Скоріше так
- Так
- Точно так

3. Зробив що-небудь не так по роботі, як мені хотілося, довго не можу перестати про це думати.

- Точно ні
- Ні
- Скоріше ні
- Важко відповісти
- Скоріше так
- Так

- Точно так

4. Коли я розмірковую над роботою мені буває цікаво раптом згадати, що послужило початком ланцюжка думок.

- Точно ні
- Ні
- Скоріше ні
- Важко відповісти
- Скоріше так
- Так
- Точно так

5. Якщо переді мною стоїть складне завдання, я намагаюся не думати про всі ті труднощі його рішення, я просто роблю.

- Точно ні
- Ні
- Скоріше ні
- Важко відповісти
- Скоріше так
- Так
- Точно так

6. Для мене головне - це досягнути мети, а деталі її досягнення мене не цікавлять.

- Точно ні
- Ні
- Скоріше ні
- Важко відповісти
- Скоріше так
- Так
- Точно так

7. Буває, що я не розумію, чому керівник незадоволений мною.

- Точно ні

- Ні
- Скоріше ні
- Важко відповісти
- Скоріше так
- Так
- Точно так

8. Я вважаю важливим планувати свою роботу, не пускаю все на

самоплив.

- Точно ні
- Ні
- Скоріше ні
- Важко відповісти
- Скоріше так
- Так
- Точно так

9. Мені складно написати серйозний діловий лист, що не продумавши

його текст заздалегідь.

- Точно ні
- Ні
- Скоріше ні
- Важко відповісти
- Скоріше так
- Так
- Точно так

10. Якщо я щось задумую по роботі, намагаюся продумувати всі

можливі варіанти.

- Точно ні
- Ні
- Скоріше ні
- Важко відповісти

- Скоріше так
- Так
- Точно так

11. Я вірю - перше, що спадає на думку це і є вірне рішення.

- Точно ні
- Ні
- Скоріше ні
- Важко відповісти
- Скоріше так
- Так
- Точно так

12. Буває, що я приймаю абсолютно необдумані рішення на роботі.

- Точно ні
- Ні
- Скоріше ні
- Важко відповісти
- Скоріше так
- Так
- Точно так

*Додаток С***СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ
Наукові праці, в яких опубліковано основні результати дисертації**

1. Рудевіч Н.В. Професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання: монографія. Харків: Вид-во «Диса-плюс», 2017. 404 с.
2. Рудевіч Н.В., Гриб О.Г. Професійні задачі інженерної діяльності з автоматики енергосистем (на основі каузального навчання): навч.- метод. посіб. / Нац. техн. ун-т «ХПІ». Харків: НТУ «ХПІ», 2017. 122 с.
3. Рудевіч Н.В., Гриб О.Г. Професійні задачі інженерної діяльності з релейного захисту енергосистем (на основі каузального навчання): навч.- метод. посіб. / Нац. техн. ун-т «ХПІ». Харків: НТУ «ХПІ», 2017. 94 с.
4. Рудевіч Н.В. Визначення професійних компетентностей інженера-електрика. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2014. Вип. 44. С. 50–59.
5. Рудевіч Н.В. Визначення професійно важливих якостей інженерів-електриків. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2014. Вип. 45. С. 59–71.
6. Рудевіч Н.В. Причинно-наслідкові моделі системи знань про об'єкти управління для навчання майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти*. Рівне-Київ: Міленіум, 2015. Вип. 12 (55). Ч. 2. С. 309–316.
7. Рудевіч Н.В. Метод навчання для формування експлуатаційної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2015. Вип. 46. С. 137–145.

8. Рудевіч Н.В. Формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2015. №47. С. 147–155.

9. Рудевіч Н.В. Зміст навчання стратегій проектування систем управління майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2015. Вип. 48-49. С. 118–127.

10. Рудевіч Н.В. Визначення методології навчання майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2015. №2. С. 96–104.

11. Рудевіч Н.В. Засоби формування експлуатаційної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Професійна освіта: проблеми і перспективи*. Київ: ІПТО НАПН України, 2016. Вип. 10. С. 66–72.

12. Рудевіч Н.В. Методика формування проектної компетентності з автоматизації нормальних режимів у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2016. Вип. 50-51. С. 254–267.

13. Рудевіч Н.В. Засоби формування проектної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2016. Вип. 52-53. С. 309–319.

14. Рудевіч Н.В. Засоби формування управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Педагогічні науки*. Херсон: Херсон. держ. ун-т, 2016. Вип. LXXIV. Т. 2. С. 164–167.

15. Рудевіч Н.В. Методика формування експлуатаційної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Інженерні та освітні технології*. 2016. Вип. 2 (14). С. 8–16. URL: <http://eetecs.kdu.edu.ua> (дата звернення: 10.05.2017).

16. Рудевіч Н.В. Методика формування організаційно-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем.

Професійна освіта: проблеми і перспективи. Київ: ІПТО НАПН України, 2016. Вип. 11. С. 87–91.

17. Рудевіч Н.В. Методика формування проектної компетентності з противарійної автоматики у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Теорія і методика професійної освіти*: електрон. наук. фахове вид. 2016. №9(1). URL: <http://tmpe.eor.by/index.php/editions/131-edition-9> (дата звернення: 12.04.2017).

18. Рудевіч Н.В. Формування науково-дослідної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. №1. С. 65–74.

19. Рудевіч Н.В. Формування організаційно-управлінської компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. №. 2. С. 87–98.

20. Рудевіч Н.В. Методика формування проектної компетентності з релейного захисту у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Київ-Вінниця: ТОВ «Планер», 2016. Вип. 45. С. 325–331.

21. Рудевіч Н.В. Критерії та показники ефективності методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків: УПА, 2017. Вип. 54-55. С. 301–309 .

22. Рудевіч Н.В. Психолого-педагогічні засади професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2017. №1. С. 11–19.

23. Рудевіч Н.В. Філософські основи каузального навчання майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Педагогічні науки*. Херсон: Херсон. держ. ун-т, 2017. Вип. LXXVII. Т. 2. С.104–108.

24. Рудевич Н.В., Лазарев Н.И. Каузальное содержание профессиональной подготовки будущих инженеров по автоматизации энергосистем. *Modern Science - Moderni věda*. 2017. № 1. Р. 68 – 76. URL: http://sried.in.ua/uploads/magazine/ms_1_2017.pdf (дата звернення: 10.09.2017).

25. Рудевич Н.В., Лазарев М.И. Методи формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. 2017. Vol. 58. Issue 133. Р. 23–26. URL: http://seanewdim.com/uploads/3/4/5/1/34511564/ped_psy_v58_133.pdf (дата звернення: 15.10.2017).

Опубліковані праці апробаційного характеру

26. Рудевич Н.В. Професійна підготовка інженерів-електриків в умовах компетентнісного підходу. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*: тези доповідей ХХІІІ міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 20-22 травня 2015 р.). Харків: НТУ «ХПІ», 2015. Ч.2. С.182.

27. Рудевич Н.В. Підвищення якості професійної підготовки майбутніх інженерів-електриків. *Електрифікація залізничного транспорту «Транселектро – 2015»*: матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 29 вересня – 02 жовтня 2015р.). Дніпро: ДНУЗТ, 2015. С. 73–74.

28. Рудевич Н.В. Методологія професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на засадах каузального навчання. *Психологія та педагогіка сучасності: проблеми та стан розвитку науки і практики в Україні*: тези міжнар. наук.-практ. конф. (м. Львів, 26-27 серпня 2016 р.). Львів: ГО «Львівська педагогічна спільнота», 2016. С.74–76.

29. Рудевич Н.В. Сучасна методична система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в контексті компетентнісного підходу. *Актуальні проблеми розвитку освіти і науки в умовах глобалізації*: матеріали II Всеукр. наук. конф. (м. Дніпро, 28-29 жовтня 2016 р.). Дніпро: Роял Принт, 2016. Ч.1. С. 222–223.

30. Рудевіч Н.В. Ключові професійні компетентності інженерів з автоматизації енергосистем. *Актуальні проблеми автоматики та приладобудування*: матеріали III Всеукр. наук.-техн. конф. (м. Харків, 08-09 грудня 2016 р.). Харків: ФОП Панов А.М., 2016. С. 198–199.

31. Rudevich N.V. Innovative content of professional preparation of future grid automation engineers. *Stav, problémy a perspektívy pedagogického štúdia a sociálnej prace*: zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie (Sládkovičovo, Slovenská republika, 28-29 októbra 2016 r.). Sládkovičovo: Vysoká škola Danubius, 2016. S.153–154.

32. Рудевіч Н.В. Дидактичні підгрунття розроблення методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. *Україна в гуманітарних і соціально-економічних вимірах*: матеріали II Всеукр. наук. конф. (м. Дніпро, 24-25 березня 2017р.). Дніпро: СПД «Охотнік», 2017. Ч.2. С. 213–214.

33. Рудевіч Н.В. Сучасна компетентнісна модель фахівця електроенергетичної галузі. *Розвиток сучасної освіти: теорія, практика, інновації*: матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 23-24 лютого 2017 р.). Київ: Міленіум, 2017. С.131–132.

34. Рудевіч Н.В. Каузальні засоби формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*: тези доповідей XXV міжнар. наук.-практ. конф. Microcad – 2017 (м. Харків, 17-19 травня 2017 р.). Харків: НТУ «ХПІ». 2017. Ч.2. С. 238.

35. Рудевіч Н.В. Форми організації професійної підготовки майбутніх інженерів майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Вплив досягнень психологічних і педагогічних наук на розвиток сучасного суспільства*: тези міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 10-11 березня 2017р.). Харків: Східноукраїнська організація «Центр педагогічних досліджень», 2017. С.72–75.

36. Рудевіч Н.В. Формування змісту професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. *Наукові розробки, передові технології, інновації*: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 6-8 травня 2017 р.). Київ: НДСІР, 2017. С. 506–508.

37. Рудевіч Н.В. Каузальне навчання як основа модернізації професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Управління якістю підготовки фахівців*: матеріали XXII міжнар. наук.-метод. конф. (м. Одеса, 20-21 квітня 2017 р.). Одеса: ОДАБА, 2017. Ч.1. С. 58–59.

38. Рудевіч Н.В. Цілі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Формування професіоналізму фахівця в системі безперервної освіти*: матеріали VII Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Переяслав-Хмельницький, 20-21 квітня 2017р.). Київ: Міленіум, 2017. С. 32–34.

39. Рудевіч Н.В. Каузальний підхід як складова компетентнісного підходу під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем. *Наукова школа академіка І.А. Зязюна у працях його соратників та учнів*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 16-17 травня 2017р.). Харків: НТУ «ХПІ», 2017. С. 168–171.

Відомості про апробацію результатів дисертації: міжнародні науково-практичні конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (м. Харків, 20-22 травня 2015 р.), «Електрифікація залізничного транспорту «Транселектро – 2015» (м. Одеса, 29 вересня – 02 жовтня 2015р.), «Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології» (Кам'янець-Подільський, 2015), «Психологія та педагогіка сучасності: проблеми та стан розвитку науки і практики в Україні» (м. Львів, 26-27 серпня 2016 р.), «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми»

(Вінниця, 2016), «Розвиток сучасної освіти: теорія, практика, інновації» (м. Київ, 23-24 лютого 2017 р.), «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (м. Харків, 17-19 травня 2017 р.), «Вплив досягнень психологічних і педагогічних наук на розвиток сучасного суспільства» (м. Харків, 10-11 березня 2017р.), «Наукові розробки, передові технології, інновації» (м. Київ, 6-8 травня 2017 р.), «Формування професіоналізму фахівця в системі безперервної освіти» (м. Переяслав-Хмельницький, 20-21 квітня 2017р.), «Наукова школа академіка І.А. Зязюна у працях його соратників та учнів» (м. Харків, 16-17 травня 2017р.), «Science without boundaries – development in 21st century-2017» (Budapest, 2017); міжнародна науково-методична конференція «Управління якістю підготовки фахівців» (м. Одеса, 20-21 квітня 2017 р.), medzinárodnej vedeckej konferencia «Stav, problémy a perspektívy pedagogického štúdia a sociálnej práce» (Sládkovičovo, Slovenská republika, 28-29 októbra 2016 r.); всеукраїнська наукова конференція «Актуальні проблеми розвитку освіти і науки в умовах глобалізації» (м. Дніпро, 28-29 жовтня 2016 р.); всеукраїнська науково-технічна конференція «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування» (м. Харків, 08-09 грудня 2016 р.); всеукраїнська наукова конференція «Україна в гуманітарних і соціально-економічних вимірах» (м. Дніпро, 24-25 березня 2017р.).

019602



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Україна, 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2, тел.: +38(057) 707-66-00, факс: +38(057) 707-66-01
E-mail: omsroot@kpi.kharkov.ua

big 21.11.2017р № 66-01-183/4
На № _____

Довідка № 66-01-183/4 від 21.11.2017 р.
про впровадження дисертаційного дослідження
доцента кафедри автоматизації та кібербезпеки енергосистем
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
Рудевіч Наталії Валентинівни за темою
«Система професійної підготовки майбутніх інженерів
з автоматизації енергосистем»
в навчальний процес Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

В період 2014-2017 років у процес професійної підготовки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» майбутніх фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» та «магістр» освітньої галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» впроваджено розроблену Рудевіч Н.В. методичну систему професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання.

Практичного значення отримав каузальний підхід до розроблення змісту професійної підготовки майбутніх фахівців за спеціалізаціями 141.01 «Електричні станції», 141.02 «Електричні системи та мережі», 141.03 «Системи управління виробництвом та розподілом електроенергії», 141.15 «Технології кібербезпеки в електроенергетиці». Оновлено зміст, методи та засоби навчальних курсів «Основи релейного захисту та автоматики енергосистем», «Основи проектування релейного захисту енергосистем», «Основи автоматизації енергосистем», «Проектування електроенергетичних і електромеханічних систем та пристроїв», «Надійність та діагностика», «Основи наукових досліджень», «Сучасні технології та способи побудови систем релейного захисту та автоматики», «Автоматика енергосистем. Ч.1», «Автоматика енергосистем. Ч.2», «Автоматизовані системи управління в

електроенергетиці», «Диспетчерське керування та АСУТП електричних станцій», «Диспетчерське керування та інформаційно-керуючі системи», «Автоматизація обліку і контролю якості електричної енергії» та «Мережецентричні системи управління».

Впроваджено методику формування проектної компетентності при вивченні дисциплін «Проектування електроенергетичних і електромеханічних систем та пристроїв», «Автоматика енергосистем. Ч.1» та «Автоматика енергосистем. Ч.2»; методику формування експлуатаційної компетентності при вивченні дисциплін «Надійність та діагностика», «Автоматика енергосистем. Ч.1» та «Автоматика енергосистем. Ч.2»; методику формування науково-дослідної компетентності при вивченні дисциплін «Сучасні технології та способи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень»; методики формування економічної та соціально-управлінської компетентностей при вивченні дисциплін «Проектування електроенергетичних і електромеханічних систем та пристроїв», «Автоматика енергосистем. Ч.1», «Автоматика енергосистем. Ч.2», «Надійність та діагностика» «Сучасні технології та методи побудови систем релейного захисту та автоматики» та «Основи наукових досліджень».

Впровадження в навчальний процес методичної системи на основі каузального навчання дозволило сформувати систему професійних компетентностей у майбутніх інженерів та підвищити якість їх професійної підготовки.

Довідка видана для подання до спеціалізованої вченої ради із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти.

Ректор Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
член-кореспондент НАН України
д.т.н., професор



Є.І. Сокол



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

61002 м. Харків, вул. Алчевських, 44. Тел.: (+38 057) 700-38-88, факс (+38 057) 700-39-14, E-mail: info@khntusg.com.ua

18.12.2017 № 31-904

на № _____

АКТ

впровадження в навчальний процес
Харківського національного технічного університету
сільського господарства імені Петра Василенка
дисертаційного дослідження доцента кафедри
автоматизації та кібербезпеки енергосистем
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
Рудевіч Наталії Валентинівни за темою
«Система професійної підготовки майбутніх
інженерів з автоматизації енергосистем»

На протязі 2015/2016 та 2016/2017 навчальних років в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка, а саме в структурному підрозділі навчально-науковий інститут енергетики та комп'ютерних технологій, впроваджено розроблені в дисертаційному дослідженні Рудевіч Н.В. елементи методичної системи професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання в процес підготовки майбутніх фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» та «магістр» освітньої галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Скориговані цілі, зміст та методи професійної підготовки в дисциплінах «Основи експлуатації електроустановок», «Релейний захист і автоматика», «Ремонт електрообладнання», «Діагностика електро-

обладнання», «Проектування систем електропостачання», «Інформаційні системи в енергетиці», «Експлуатація електроустановок», «Економічні розрахунки в інженерній діяльності».

Впровадження в навчальний процес методик формування проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей на основі каузального навчання дозволило підвищити результативність професійної підготовки за спеціальністю – 141 електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Довідка видана для подання до спеціалізованої вченої ради із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти.

Перший проректор Харківського
національного технічного університету
сільського господарства імені Петра Василенка,
д.т.н., професор



М.Л. Лисиченко
М.Л. Лисиченко



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95

Тел.: (0432) 56-08-48 Факс: (0432) 46-57-72 Ел. пошта: vntu@vntu.edu.ua

13.12.17 № 11/67

на № _____



ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його наукового забезпечення

О.Н. Романюк

“ ” 2017 р.

АКТ

впровадження результатів дисертаційної роботи
«Система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем» доцента кафедри автоматизації та кібербезпеки енергосистем
Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Рудевіч Наталії Валентинівни
в навчальний процес Вінницького національного технічного університету

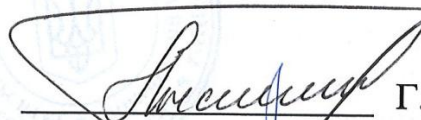
Члени комісії у складі: Директора головного центру організаційного та методичного забезпечення Вінницького національного технічного університету, кандидата технічних наук, професора Лисенка Г.Л., декана факультету Електроенергетики та електромеханіки, кандидата технічних наук, професора Леонтьєва В.О. і завідувача кафедри “Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, доктора технічних наук, професора Бурбелі М.Й., склали цей акт про те, що протягом 2016-2017 років у Вінницькому національному технічному університеті на факультеті електроенергетики та електромеханіки в процес підготовки здобувачів вищої освіти за ступенем бакалавр та магістр спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» впроваджено елементи методичної системи професійної підготовки майбутніх фахівців з енергосистем на основі каузального навчання, що теоретично обґрунтовані та розроблені в дисертації Рудевіч Н. В.

Переглянуті кінцеві результати професійної підготовки здобувачів вищої освіти за ступенем бакалавр та магістр спеціалізацій «Електричні

станції», «Електричні системи і мережі» та «Електротехнічні системи електроспоживання» у вигляді системи професійних компетентностей. Скориговані знання, уміння, навички та професійно важливі якості, які повинні сформуватися у майбутнього фахівця при вивченні дисциплін «Основи релейного захисту та автоматизації електричних систем». Практичне впровадження в навчальний процес отримали методики формування професійних компетентностей, що реалізують зміст, методи та засоби професійної підготовки на основі каузального навчання. Все це дозволило підвищити ефективність професійної підготовки здобувачів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Довідка видана для подання до спеціалізованої вченої ради із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти.

Директор ГЦОМЗН



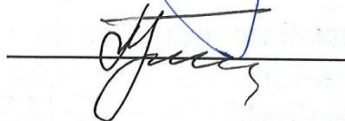
Г.Л. Лисенко

Декан ФЕЕЕМ



В.О. Леонт'єв

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ



М.Й.Бурбело

Міністерство освіти
і науки України

УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-
ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ

вул. Університетська, 16,
м. Харків, 61003, Україна



Тел.: (057)731 28 62; факс: (057)731 32 36
E-mail: rektor@uipa.edu.ua
<http://uipa.edu.ua>
Код ЄДРПОУ 02071228

Ministry of Education
And Science of Ukraine

UKRAINIAN ENGINEERING
PEDAGOGICS ACADEMY

Universytets'ka str. 16,
Kharkiv, 61003. Ukraine

0000406

Від 14.12.2017 № 106-04-258

На № _____

Довідка № 106-04-258 від 14.12.2017 р.

щодо впровадження в навчальний процес Української інженерно-педагогічної академії дисертації на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук Рудевіч Наталії Валентинівни за темою «Система професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем» за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Протягом 2016-2017 років в процес професійної підготовки майбутніх фахівців за спеціальностями 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та 015.08 «Професійна освіта (Енергетика)» Української інженерно-педагогічної академії впроваджено результати дисертаційного дослідження доцента кафедри автоматизації та кібербезпеки енергосистем Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Рудевіч Н.В.

Практичного значення отримав каузальний підхід з точки зору забезпечення вимоги системності змісту професійної підготовки та керованого розвитку професійно важливих якостей. Скориговано систему знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей, які повинні формуватися під час професійної підготовки майбутніх фахівців.

Практичне впровадження при вивченні навчальних дисциплін «Автоматизовані системи управління технологічними процесами та автоматика в енергетиці», «Мікропроцесорні системи та мікроконтролери», «Інформаційні технології в електромеханічних та енергетичних системах управління», «Автоматизовані системи управління технологічними процесами і об'єктами», «Комплексні системи автоматизованого керування» отримали методики каузального формування системи професійних компетентностей, а саме проектної, експлуатаційної, науково-дослідної, економічної, соціально-управлінської та правової компетентностей.

Впровадження результатів дисертаційного дослідження Рудевіч Н.В. дозволило підвищити результативність професійної підготовки майбутніх фахівців за спеціальностями 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та 015.08 «Професійна освіта (Енергетика)».

Довідка видана для подання до спеціалізованої вченої ради із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти.

Перший проректор

Української інженерно-педагогічної академії

д.т.н., професор



А. П. Тарасюк



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В.ЛАЗАРЯНА

49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2. Тел. (056) 776-59-47, 793-19-00 (залізн.)
Факс: (056) 793-38-23, e-mail: dnuzt@diit.edu.ua

31.01.2018 № НЗУ/13
на № _____

Г

7

078741

АКТ

про впровадження дисертаційного дослідження
доцента кафедри автоматизації та кібербезпеки енергосистем
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
Рудевіч Наталії Валентинівни за темою
«Система професійної підготовки майбутніх інженерів
з автоматизації енергосистем»
в навчальний процес Дніпропетровського національного університету
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

На кафедрі інтелектуальних систем електропостачання Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна було впроваджено розроблену Рудевіч Н.В. методичну систему професійної підготовки майбутніх фахівців з автоматизації енергосистем на основі каузального навчання. Впровадження відбувалося на протязі 2016 – 2017 років для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» та «магістр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Електротехнічні системи електроспоживання».

В основу викладання курсів «Мікропроцесорна техніка», «Перетворювальна техніка в пристроях електропостачання», «Теорія автоматичного керування тягового електропостачання», «Автоматизація систем електропостачання», «Релейний захист», «Інформаційно-обчислювальні системи і мережі в керуванні електропостачанням» було

покладено методи формування проектної, експлуатаційної та науково-дослідної компетентностей на основі каузального змісту професійної підготовки.

Практичного значення отримали навчально-методичні посібники «Професійні задачі інженерної діяльності з релейного захисту енергосистем (на основі каузального навчання)» та «Професійні задачі інженерної діяльності з автоматики енергосистем (на основі каузального навчання)» при викладанні лекцій, проведенні практичних та лабораторних занять, виконанні курсових проектів та організації самостійної роботи студентів за курсами «Релейний захист» та «Автоматизація систем електропостачання».

Впровадження в навчальний процес методів формування проектної, експлуатаційної та науково-дослідної компетентностей на основі каузального змісту професійної підготовки дозволило підвищити якість формування в майбутніх фахівців систем електропостачання залізничного транспорту ключових інженерних компетентностей.

Акт призначений для подання до спеціалізованої вченої ради із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти.

Проректор з навчальної роботи
Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна,
д.т.н., професор



О. О. Матусевич