

УДК 378.147

ЗАСОБИ ФОРМУВАННЯ ПРОЕКТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ

© Рудевіч Н.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Інформація про авторів:

Рудевіч Наталія Валентинівна: ORCID:0000-0002-2858-9836; n.rudevich@ukr.net; кандидат технічних наук, доцент; Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; вул. Багалія, 21, м. Харків, 61002, Україна

Стаття присвячена розробленню засобів навчання для формування проектної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі причинно-наслідкової моделі знань та відповідних методик навчання. Розроблено засоби навчання для вивчення реалізації задач вмикання на паралельну роботу, ліквідації асинхронного режиму та захисту від виткових замикань синхронного генератора. Засоби навчання створені з урахуванням особливостей побудови основних видів систем управління об'єктами енергосистем, а саме автоматики нормальних режимів, протиаварійної автоматики та релейного захисту. Засоби навчання розроблені згідно основних етапів методу навчання для формування проектної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем: ознайомлення з об'єктом управління; формування знань, умінь, навичок з визначення вимог, призначення, принципу дії та структури складових елементів системи управління; формування знань, умінь, навичок з визначення реалізації та параметрів складових елементів системи управління.

Ключові слова: засоби навчання, проектна компетентність, інженер з автоматизації енергосистем

Рудевич Н.В. «Средства формирования проектной компетентности у будущих инженеров по автоматизации энергосистем»

Статья посвящена разработке средств обучения для формирования проектной компетентности у будущих инженеров по автоматизации энергосистем на основе причинно-следственной модели знаний и соответствующих методик обучения. Разработаны средства обучения для изучения реализации задач включения на параллельную работу, ликвидации асинхронного режима и защиты от витковых замыканий синхронного генератора. Средства обучения созданы с учетом особенностей построения основных видов систем управления объектами энергосистем, а именно автоматики нормальных режимов, противоаварийной автоматики и релейной защиты. Средства обучения разработаны согласно основным этапам метода обучения для формирования проектной компетентности у будущих инженеров по автоматизации энергосистем: ознакомление с объектом управления; формирование знаний, умений, навыков по определению требований, назначения, принципа действия и структуры составляющих элементов системы управления; формирование знаний, умений, навыков по определению реализации и параметров составляющих элементов системы управления.

Ключевые слова: средства обучения, проектная компетентность, инженер по автоматизации энергосистем

Rudevich N. "Forming facilities of project competence for future grid automation engineers"

The article is sanctified to development of teaching facilities for forming of project competence for future grid automation engineers on the basis of cause and effect model of knowledge and corresponding teaching methodologies. The teaching facilities are worked out for the study of realization of tasks of including on parallel work, liquidation of the asynchronous mode and protecting from the coil shorting of synchronous generator. The teaching facilities are

created taking into account the features of construction of basic types of control system by the objects of grids, namely automatics of the normal modes, anti-fault automation and relay protection. The teaching facilities are worked out according to the basic stages of teaching method for forming of project competence for future grid automation engineers: acquaintance with the object of management; forming of knowledge, abilities, skills on determination of requirements, setting, principle of action and structure of making elements of control system; forming of knowledge, abilities, skills on determination of realization and parameters of making elements of control system.

Keywords: the teaching facilities, the project competence, the grid automation engineers

Постановка проблеми. Засоби навчання є дуже важливою складовою навчального процесу. Використання засобів навчання в освітньому процесі є необхідною умовою найкращого засвоєння знань, оскільки дозволяє задіяти практично усі типи пам'яті. Вони забезпечують реалізацію принципу наочності і сприяють підвищенню ефективності навчального процесу, дають студентам матеріал у формі спостережень для здійснення навчального пізнання і розумової діяльності на усіх етапах навчання. Успішність процесу навчання майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем, ефективність використання методів формування професійних компетентностей значною мірою залежить від вдалого вибору засобів навчання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В роботі [1] в якості ефективного методу формування проектної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем запропоновано метод навчання на основі причинно-наслідкової моделі знань. На підставі запропонованого методу навчання розроблені методики формування проектної компетентності з релейного захисту, протиаварійної автоматики та автоматики нормальних режимів [2, 3, 4]. Успішне використання даних методик передбачає застосування засобів навчання, що будуть відображати причинно-наслідкові зв'язки між різними підсистемами знань.

Мета статті. Метою статті є розроблення засобів навчання для формування проектної компетентності у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі причинно-наслідкової моделі знань та відповідних методик навчання.

Виклад основного матеріалу. Метод формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем на основі причинно-наслідкової моделі знань передбачає чотири етапи, а саме: ознайомлення з об'єктом управління (ОУ); формування знань, умінь, навичок з визначення вимог, призначення, принципу дії та структури складових елементів системи управління (СУ); формування знань, умінь, навичок з визначення реалізації та параметрів складових елементів СУ; перевірка спроектованої СУ на відповідність вимогам [1]. Доцільно розробити засоби навчання для перших трьох етапів, при цьому враховуючи особливості побудови різних видів СУ об'єктами енергосистем, а саме автоматики нормальних режимів (АНР), протиаварійної автоматика (ПА) та релейного захисту (РЗ).

Автоматика нормальних режимів

1. Етап ознайомлення з ОУ.

При вивченні АНР етап ознайомлення з ОУ передбачає нагадування студентові про ключові моменти щодо конструкції, принципу дії, умов експлуатації, параметрів та фізики процесів об'єктів енергосистем у нормальних режимах роботи [4]. Після чого необхідно визначити задачі з управління, що характерні для об'єктів енергосистеми під час роботи у нормальних режимах, вирішення яких не можливе без використання автоматичних пристроїв. Усі названі підсистеми знань повинні утворювати причинно-наслідковий ланцюг, що представлений на рис.1, де прийняті наступні знакові позначення: S – підсистема знань, що стосується конструкції ОУ; D – підсистема знань, що стосується принципу дії ОУ, Нвх та Нвих – підсистеми знань щодо вхідних та вихідних параметрів ОУ відповідно.



Рис. 1 – Причинно-наслідковий ланцюг знань першого етапу щодо вивчення АНР

З урахуванням причинно-наслідкового ланцюга знань першого етапу розробимо засіб навчання першого етапу щодо вивчення АНР синхронного генератора (рис.2)

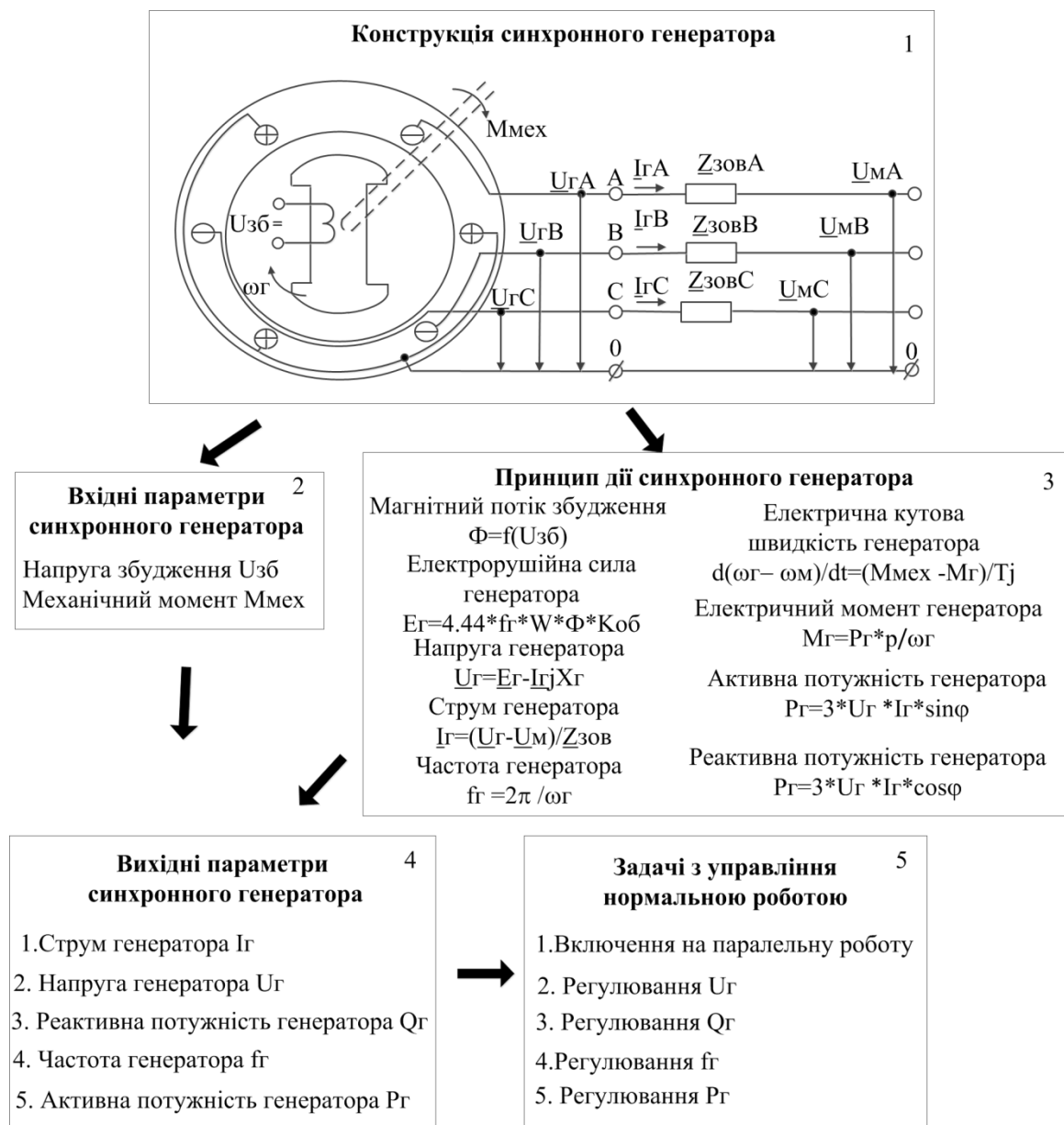


Рис. 2 – Засіб навчання першого етапу щодо вивчення АНР синхронного генератора

Виклад матеріалу згідно рис. 2 повинен здійснюватися в наступній послідовності підсистем: 1→2, 1→3, 2→4, 3→4, 4→5.

2. *Етап формування знань, умінь, навичок з визначення призначення, вимог, принципу дії та структури складових елементів СУ.*

Цей етап умовно можна розділити на декілька кроків. Перший крок пов'язаний з конкретизацією призначення АНР (підсистема знань $R^{АНР}$), визначенням параметрів вимог (підсистема знань $H_{ВИМ}$) та принципу функціонування (підсистема знань $D^{АНР}$) згідно наступного причинно-наслідкового ланцюга (рис.3)

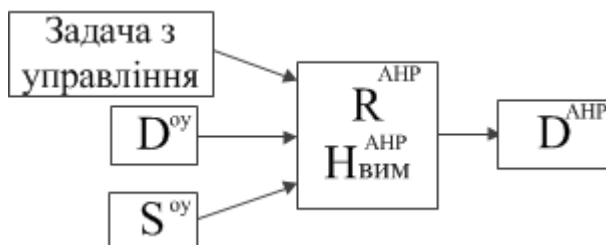


Рис. 3 – Причинно-наслідковий ланцюг знань першого кроку другого етапу щодо вивчення АНР

Другий крок пов'язаний з визначенням структури програмного (S_{СТР-ПЗ}) та апаратного забезпечення (S_{СТР-АЗ}) пристрою АНР на підставі причинно-наслідкового ланцюгу, що представлений на рис.4.

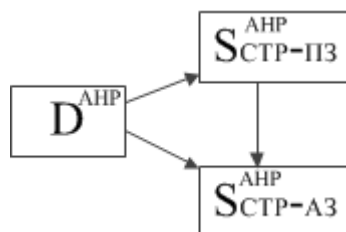


Рис. 4 – Причинно-наслідковий ланцюг другого кроку другого етапу щодо вивчення АНР

Розробимо засоби навчання другого етапу для реалізації задачі вмикання синхронного генератора на паралельну роботу згідно із наведеними вище причинно-наслідковими ланцюгами знань. Зміст кожної підсистеми знань визначимо на підставі проведеного навчального проектування пристрою, що реалізує задачу автоматичного управління вмиканням синхронного генератора на паралельну роботу [4] (рис.5, рис.6)

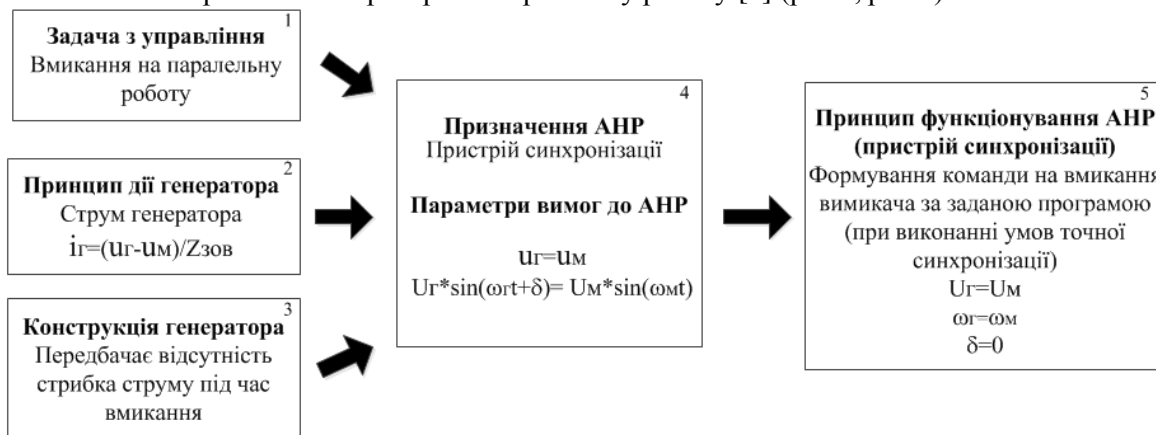


Рис. 5 – Засіб навчання першого кроку другого етапу щодо вивчення реалізації задачі вмикання синхронного генератора на паралельну роботу



Рис. 6 – Засіб навчання другого кроку другого етапу щодо вивчення реалізації задачі вмикання синхронного генератора на паралельну роботу

Виклад матеріалу згідно рис.5 необхідно здійснювати в такій послідовності: 1→4; 2,3→4; 4→5.

На рис. 6 прийняті наступні умовні позначення: АЦП – аналогово-цифровий перетворювач, МПЛ – мультиплексор, ЗЕ – задаючий елемент, ФТС – формувач тестового сигналу, ВПН – вимірювальний перетворювач напруги, АДП – аналогово-дискретний перетворювач, ЧП – часо-імпульсний перетворювач, ЦП – центральний процесор, ЗП – запам'ятовуючий пристрій, СШ – системна шина, RS-485-opto, RS-232-opto – елементи оптичної розв'язки різних каналів зв'язку, КВР – комплект вихідних реле, ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач, ЦІ – цифровий індикатор.

Виклад матеріалу згідно рис. 6 необхідно здійснювати в такій послідовності: 4→2, 4→1, 2→1; 4→3.

3. Етап формування знань, умінь, навичок з визначення реалізації та параметрів складових елементів СУ.

Цей етап передбачає побудову причинно-наслідкового ланцюга, що встановлює зв'язок між програмною (S_{пр}) і апаратною реалізацією (S_{ар}) та параметрами настроювання (H_{нас}) і технічними параметрами (H_{тех}) відповідно [2] (рис. 7)

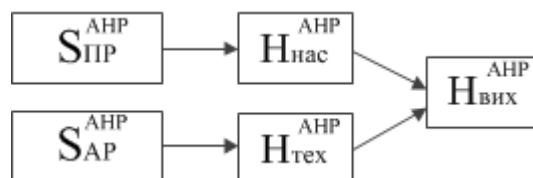


Рис. 7 – Причинно-наслідковий ланцюг знань третього етапу щодо вивчення АНР

Розробимо засіб навчання, наприклад, щодо визначення зв'язку між програмною реалізацією та параметрами настроювання пристрою синхронізації (рис.8)

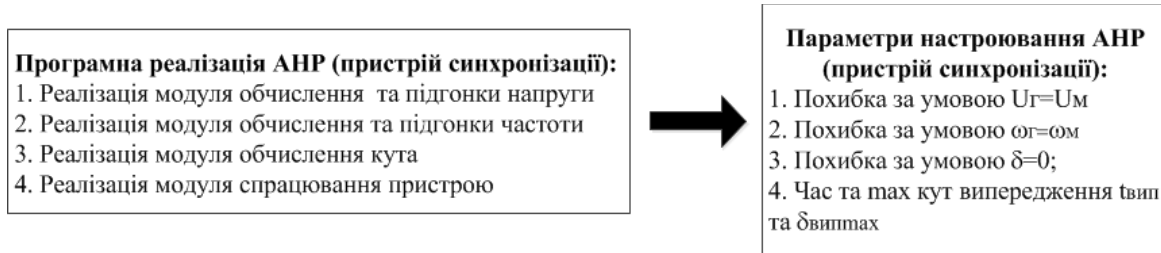


Рис. 8 – Засіб навчання третього етапу щодо вивчення реалізації задачі вмикання на паралельну роботу синхронного генератора

Аналогічним чином можуть бути розроблені засоби навчання усіх етапів при вивченні реалізації інших задач з управління синхронного генератора, а також силового трансформатора, синхронного двигуна (компенсатора), статичного конденсатора та компенсатора.

Противарійна автоматика

1. Етап ознайомлення з ОУ.

При вивченні ПА в якості ОУ виступає електрична система. Етап ознайомлення з ОУ передбачає нагадування студентів про причини та наслідки виникнення загальносистемних аварій [3]. Для розуміння причин та наслідків загальносистемних аварій слід показати причинно-наслідковий зв'язок між конфігурацією електричної системи (підсистема знань S^{ec}) та можливими ненормальними режимами (підсистема знань D^{ec}). Далі з урахуванням можливих ненормальних режимів слід визначити задачі противарійного управління. Отже, причинно-наслідковий ланцюг знань першого етапу повинен мати вигляд (рис.9)

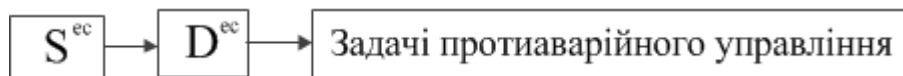


Рис. 9 – Причинно-наслідковий ланцюг першого етапу щодо вивчення ПА

Розробимо засіб навчання для випадку простої електричної системи, що складається з двох генераторів, згідно з причинно-наслідкового ланцюга знань першого етапу для вивчення ПА (рис.10)

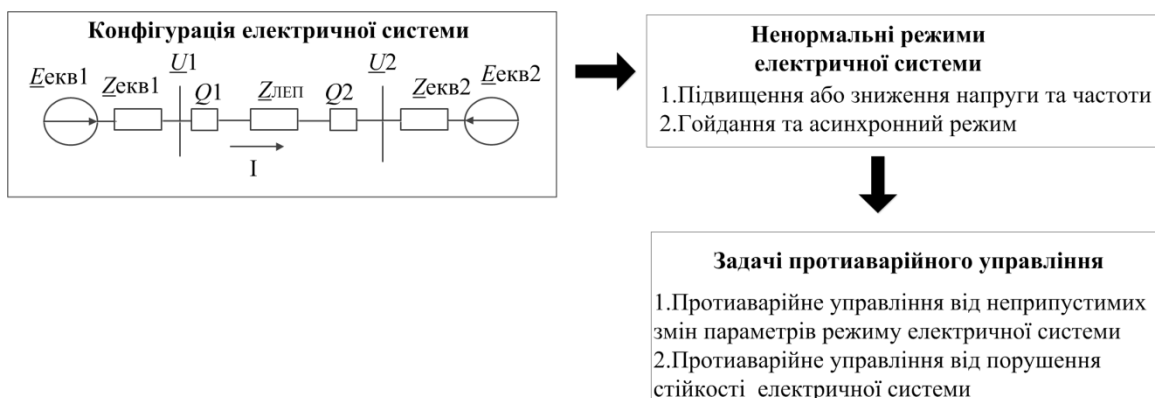


Рис.10 – Засіб навчання першого етапу щодо вивчення ПА простої електричної системи

2. *Етап формування знань, умінь, навичок з визначення призначення, вимог, принципу дії та структури складових елементів СУ.*

Міркування щодо причинно-наслідкового ланцюгу знань другого етапу для вивчення ПА аналогічні як у випадку АНР (рис.3, рис.4). Розробимо засіб навчання другого етапу щодо вивчення реалізації задачі ліквідації асинхронного режиму, згідно з проведеного навчального проектування автоматичного пристрою ліквідації асинхронного режиму [3] (рис.11, рис.12)

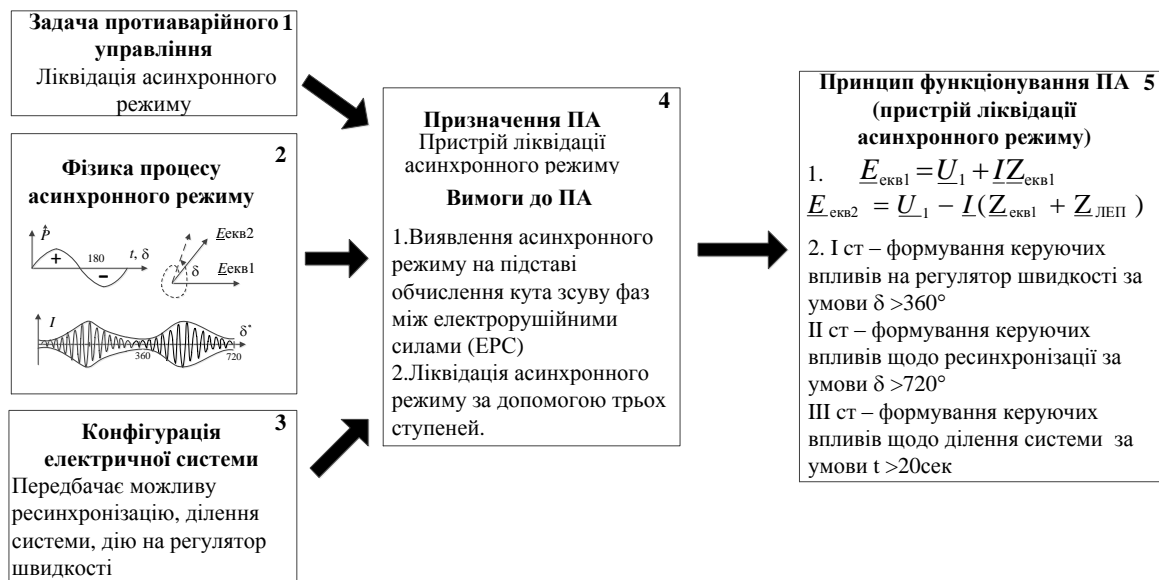


Рис. 11 – Засіб навчання першого кроку другого етапу щодо вивчення реалізації задачі ліквідації асинхронного режиму

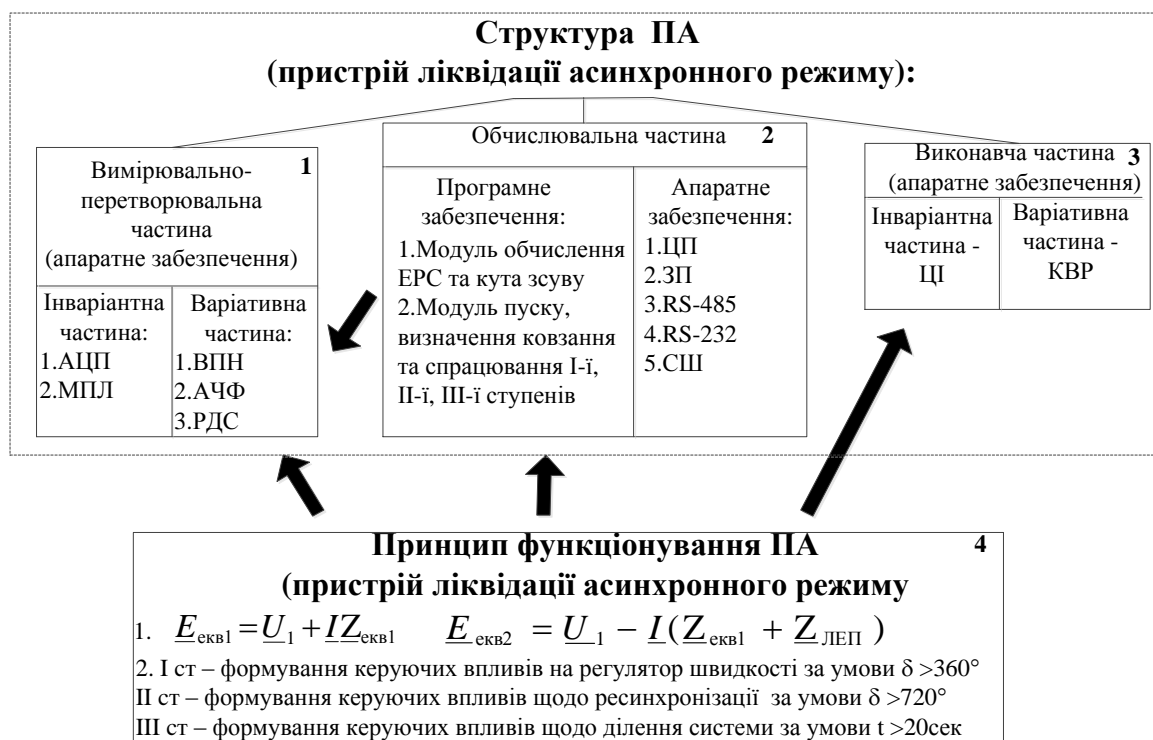


Рис. 12 – Засіб навчання першого кроку другого етапу щодо вивчення реалізації задачі ліквідації асинхронного режиму

Послідовність викладання матеріалу підсистем знань повинна бути наступною: 1→4, 2→4, 3→4 згідно рис.11 та 4→2, 4→1, 2→1, 4→3 згідно рис.12.

3.Етап формування знань, умінь, навичок з визначення реалізації та параметрів складових елементів СУ.

Причинно-наслідковий ланцюг знань щодо вивчення ПА цього етапу такий самий, як у випадку АНР (рис.7). Розробимо засіб навчання, наприклад, щодо визначення зв'язку між програмною реалізацією та параметрами настроювання пристрою ліквідації асинхронного режиму (рис.13)



Рис. 13 – Засіб навчання для третього етапу щодо вивчення реалізації задачі ліквідації асинхронного режиму

Аналогічним чином можуть бути побудовані засоби навчання щодо вивчення матеріалу стосовно реалізації інших задач протиаварійного управління.

Релейний захист

1.Етап ознайомлення з ОУ.

Етап ознайомлення з ОУ передбачає ознайомлення з можливими видами пошкоджень та ненормальними умовами роботи об'єктів енергосистем та їх наслідками [2]. Для розуміння видів пошкоджень та їх наслідків слід показати причинно-наслідковий зв'язок між побудовою синхронного генератора (підсистема знань S^{ou}) та можливими ненормальними режимами (підсистема знань D^{ou}). Далі з урахуванням можливих ненормальних режимів слід визначити задачі захисту. Отже, причинно-наслідковий ланцюг знань першого етапу повинен мати вигляд (рис.14)



Рис.14 – Причинно-наслідковий ланцюг знань першого етапу щодо вивчення РЗ

Розробимо засіб навчання першого етапу щодо вивчення захистів синхронного генератора згідно з вище наведеним причинно-наслідковим ланцюгом знань (рис.15)

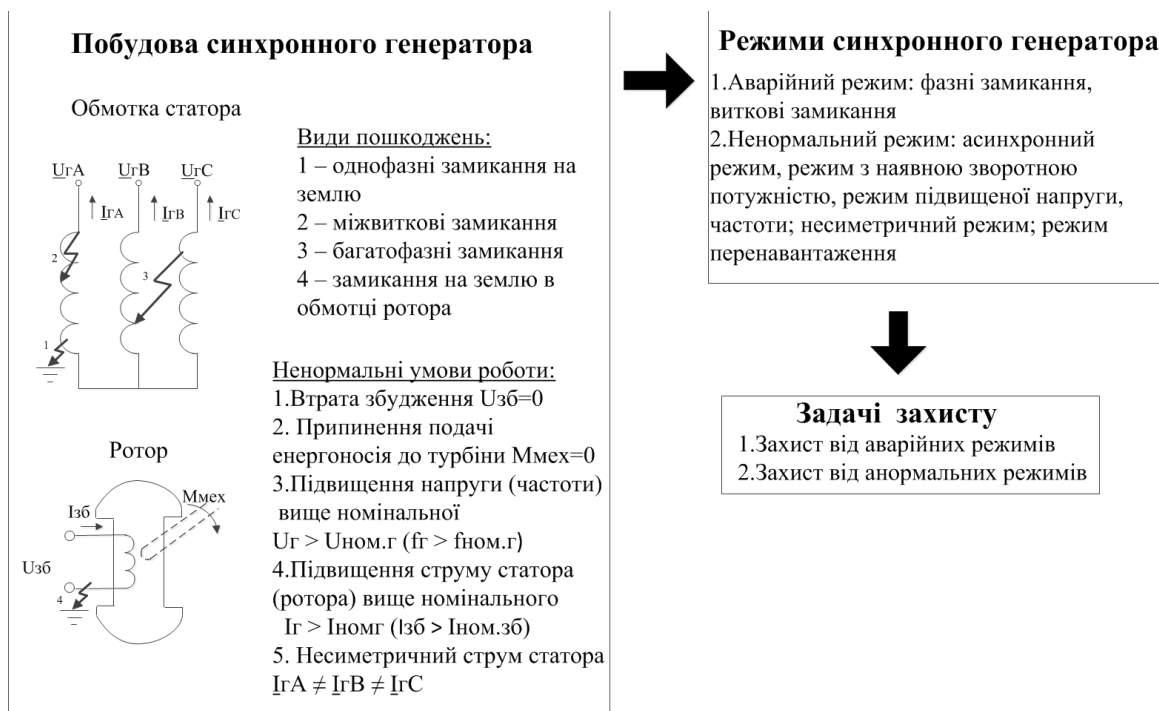


Рис. 15 – Засіб навчання першого етапу щодо вивчення захистів синхронного генератора

2. *Етап формування знань, умінь, навичок з визначення призначення, вимог, принципу дії та структури складових елементів СУ.*

Цей етап, як і у попередніх випадках, умовно ділиться на два кроки. Причинно-наслідковий ланцюг знань першого кроку щодо вивчення РЗ буде аналогічний тому, що представлений на рис. 3. Для другого кроку характерною задачею є визначення зв'язку між обраним принципом дії та структурою програмного забезпечення РЗ (рис. 16)



Рис. 16 – Причинно-наслідковий ланцюг знань другого кроку другого етапу щодо вивчення РЗ

Розробимо засоби навчання на основі наведених причинно-наслідкових ланцюгів знань другого етапу для вивчення реалізації задачі захисту від замикань між витками однієї фази статора синхронного генератора згідно з проведеного навчального проектування приладового модулю основних захистів синхронного генератора [2] (рис. 17, рис. 18).

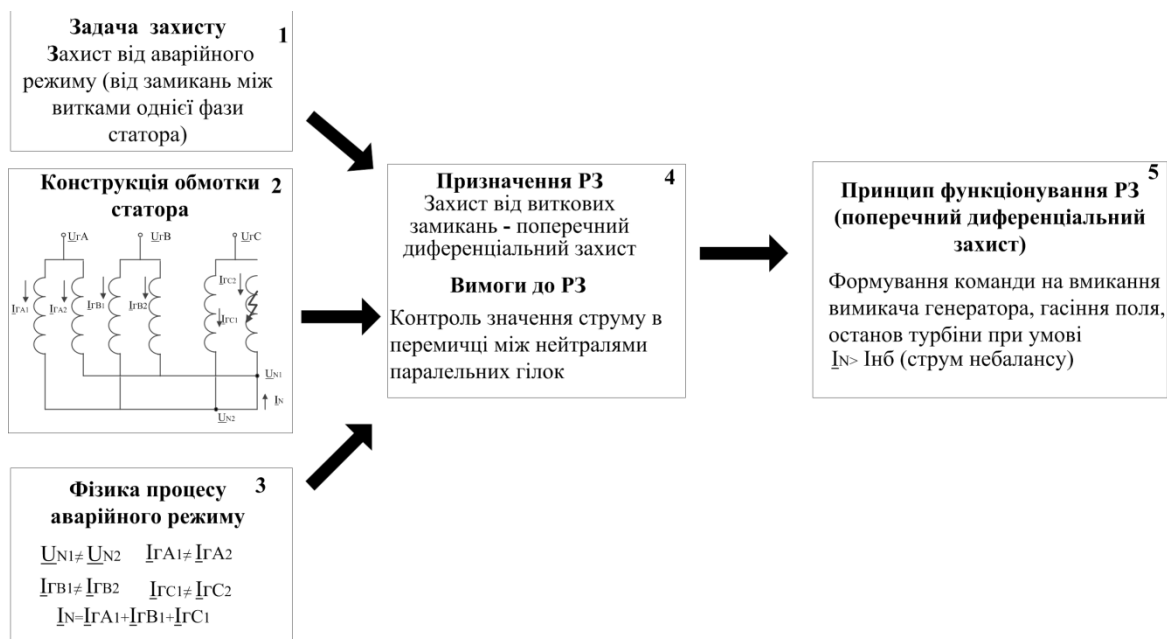


Рис.17 – Засіб навчання першого кроку другого етапу щодо вивчення реалізації захисту від виткових замикань

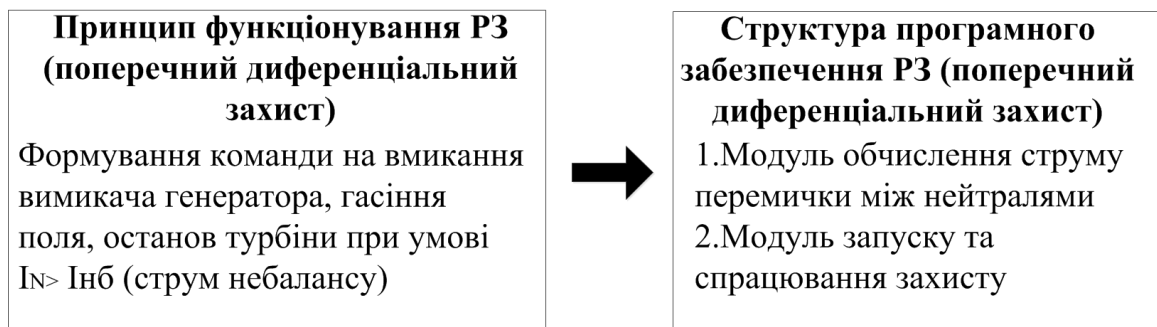


Рис.18 – Засіб навчання другого кроку другого етапу щодо вивчення реалізації захисту від виткових замикань

Послідовність викладання матеріалу підсистем знань повинна бути наступною: 1→4, 2→4, 3→4 згідно рис.17.

3.Етап формування знань, умінь, навичок з визначення реалізації та параметрів складових елементів СУ.

Причинно-наслідковий ланцюг знань щодо вивчення РЗ цього етапу аналогічна попереднім випадкам (рис.7). В якості прикладу розробимо засіб навчання, що дозволяє встановити зв'язок між програмною реалізацією та параметрами настроювання поперечного диференціального захисту синхронного генератора (рис.19)

Подібним чином можна розробити засоби навчання для усіх функцій захисту синхронного генератора, а також для будь-яких захистів інших об'єктів управління енергосистем, таких як силовий трансформатор, лінія електропередач, електродвигун, струмопровід.

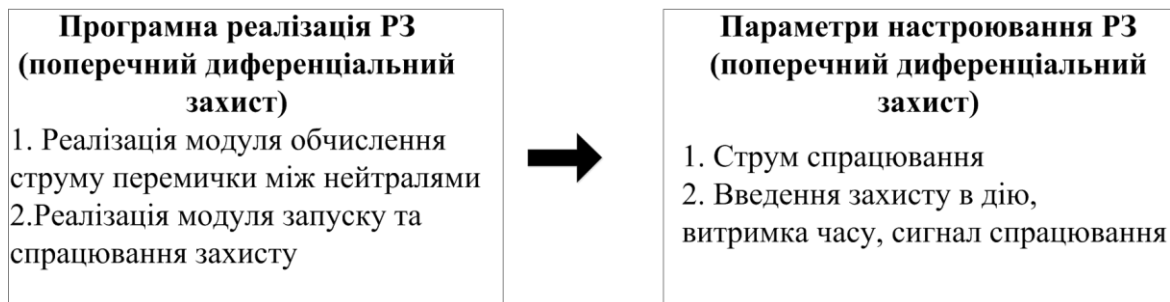


Рис. 19 – Засіб навчання для третього етапу щодо вивчення реалізації захисту від виткових замикань

Висновки. Розроблено засоби формування проектної компетентності з автоматики нормальних режимів, протиаварійної автоматики, релейного захисту на підставі причинно-наслідкових моделей знань та відповідних методик навчання. Використання розроблених засобів під час професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем дозволить ефективно використовувати методики навчання для формування проектної компетентності.

Список використаних джерел

1. Рудевич Н. В. Формування проектної компетентності майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем / Н. В. Рудевич // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад. – Харків, 2015. – № 47. – С. 141-159.
2. Рудевич Н. В. Методика формування проектної компетентності з релейного захисту у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем / Н. В. Рудевич // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. – Київ-Вінниця, 2016. – Вип. 45. – С. 325-331.
3. Рудевич Н. В. Методика формування проектної компетентності з протиаварійної автоматики у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем [Електронний ресурс] / Н. В. Рудевич // Теорія і методика професійної освіти. – 2016. – № 9(1). – Режим доступу: www.tmpe.profua.info/index.php/editions.
4. Рудевич Н. В. Методика формування проектної компетентності з автоматики нормальних режимів у майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем / Н. В. Рудевич // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад. – Харків, 2016. – № 50/51. – С. 254-267.

References

1. Rudevich, NV 2015, 'Formuvannya proektnoi kompetentnosti maibutnikh inzheneriv z avtomatyzatsii enerhosystem', *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity*, Vydavnytstvo Ukrainskoi inzhenerno-pedahohichnoi akademii, Kharkiv, iss. 47, pp. 141-159.
2. Rudevich, NV 2016, 'Metodyka formuvannya proektnoi kompetentnosti z releinoho zakhystu u maibutnikh inzheneriv z avtomatyzatsii enerhosystem', *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy*, Kyiv-Vinnitsia, iss. 45, pp. 325-331.
3. Rudevich, NV 2016, 'Metodyka formuvannya proektnoi kompetentnosti z protyavariinoi avtomatyky u maibutnikh inzheneriv z avtomatyzatsii enerhosystem', *Teoriia i metodyka profesiinoi osvity*, no 9(1), <www.tmpe.profua.info/index.php/editions>.
4. Rudevich, NV 2016, 'Metodyka formuvannya proektnoi kompetentnosti z avtomatyky normalnykh rezhymiv u maibutnikh inzheneriv z avtomatyzatsii enerhosystem', *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity*, Vydavnytstvo Ukrainskoi inzhenerno-pedahohichnoi akademii, Kharkiv, no 50/51, pp. 254-267.

Стаття надійшла до редакції 10.12.2016