

### **3. НАУКОВО-ДОСЛІДНІ ЗАДАЧІ З АВТОМАТИКИ ЕНЕРГОСИСТЕМ**

#### **3.1. Типові професійні науково-дослідні задачі з автоматички енергосистем**

Науково-дослідна діяльність інженерів з автоматички енергосистем пов'язана з наступними видами робіт [3, 11]:

- проведення науково-дослідних робіт щодо можливості розроблення, створення та впровадження конкурентоздатних систем (пристроїв) автоматички об'єктів (елементів) енергосистеми;
- проведення науково-дослідних робіт з отримання нових знань щодо систем (пристроїв) автоматички об'єктів (елементів) енергосистеми;
- оформлення та документування результатів науково-дослідних робіт щодо систем (пристроїв) автоматички об'єктів (елементів) енергосистеми.

Проведення науково-дослідних робіт щодо можливості розроблення, створення та впровадження конкурентоздатних систем (пристроїв) автоматички об'єктів (елементів) енергосистеми передбачає виконання типових професійних задач, а саме:

- розроблення завдання на проведення пошукових наукових досліджень щодо існуючих систем (пристроїв) автоматички об'єктів (елементів) енергосистеми;
- проведення пошукових наукових досліджень щодо існуючих систем (пристроїв) автоматички об'єктів (елементів) енергосистеми;
- визначення показників функціонування щодо існуючих систем (пристроїв) автоматички об'єктів (елементів) енергосистеми.

Науково-дослідні роботи з отримання нових знань щодо систем (пристроїв) автоматички об'єктів (елементів) енергосистеми включають типові професійні задачі з:

– розроблення завдання на проведення наукових досліджень щодо удосконалення існуючих або створення нових систем (пристроїв) автоматики об'єктів (елементів) енергосистеми;

– проведення наукових досліджень щодо удосконалення існуючих або створення нових систем (пристроїв) автоматики об'єктів (елементів) енергосистеми;

– визначення показників функціонування щодо удосконалених або створених систем (пристроїв) автоматики об'єктів (елементів) енергосистеми.

Оформлення та документування результатів науково-дослідної діяльності щодо систем (пристроїв) автоматики об'єктів (елементів) енергосистеми вимагає виконання наступних типових професійних задач:

– підготовка наукових публікацій та інформаційних оглядів щодо систем (пристроїв) автоматики об'єктів (елементів) енергосистеми, виступ на наукових нарадах, семінарах, конференціях;

– складання науково-технічних звітів, заявок на винаходи та промислові зразки щодо систем (пристроїв) автоматики об'єктів (елементів) енергосистеми.

Науково-дослідні задачі інженерів з автоматики енергосистем, що насамперед пов'язані з проведенням прикладних робіт щодо систем (пристроїв) автоматики об'єктів (елементів) енергосистеми, вимагають від працівника встановлення каузальних ланцюгів знань, а саме [12]:

1. Для розроблення завдання на проведення наукових досліджень щодо системи (пристрою) автоматики об'єкту (елементу) енергосистеми (рис. 3.1)

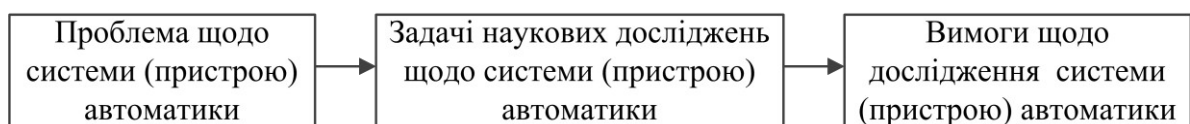


Рис. 3.1. Казуальний ланцюг знань при розробленні завдання на проведення наукових досліджень щодо системи (пристрою) автоматики об'єкту (елементу) енергосистеми

2. Для проведення наукових досліджень щодо системи (пристрою) автоматики об'єкту (елементу) енергосистеми (рис. 3.2)



Рис. 3.2. Каузальний ланцюг знань при проведенні наукових досліджень щодо системи (пристрою) автоматики об'єкту (елементу) енергосистеми

3. Для визначення параметрів системи (пристрою) автоматики об'єкту (елементу) енергосистеми (рис. 3.3)

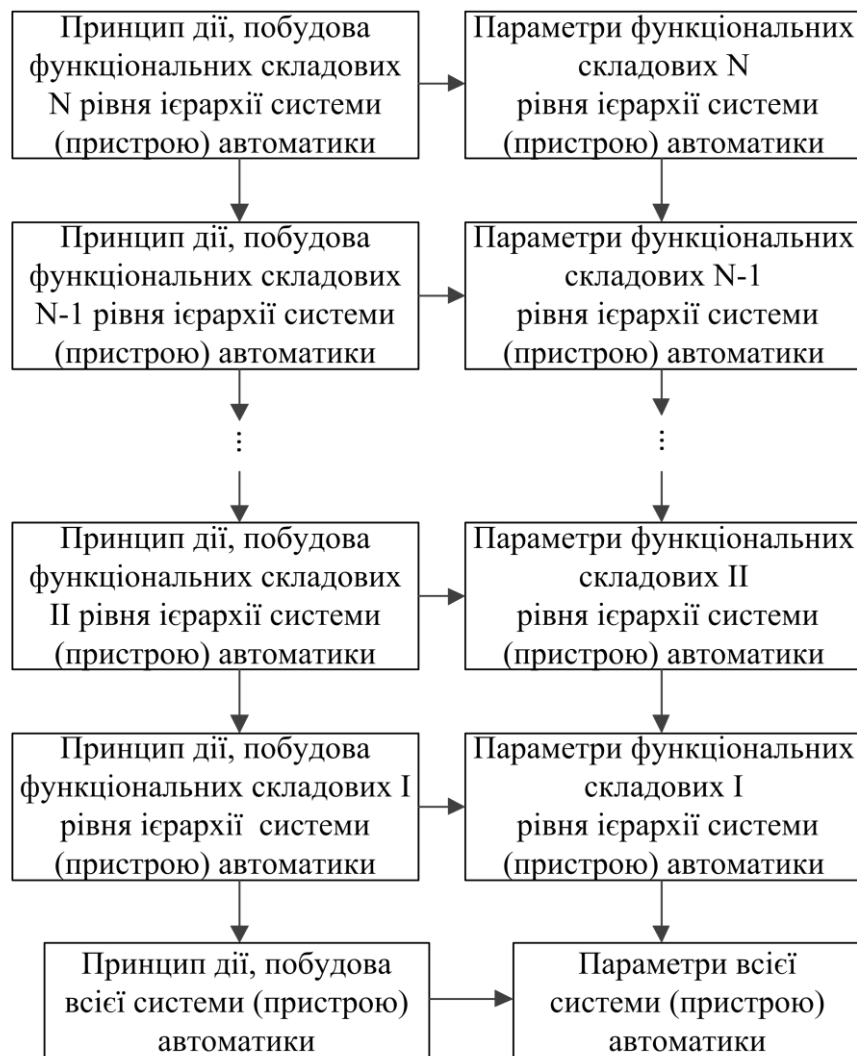


Рис. 3.3. Каузальний ланцюг знань при визначенні показників функціонування системи (пристрою) автоматики об'єкту (елементу) енергосистеми

### 3.2. Проведення пошукових науково-дослідних робіт щодо пристрою автоматики нормального режиму елемента енергосистеми

1. Розроблення завдання на проведення наукових досліджень щодо пристрою автоматики нормального режиму елемента енергосистеми.

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 каузальний ланцюг знань з визначення задач наукових досліджень щодо пристроїв синхронізації буде мати вигляд (рис. 3.4)

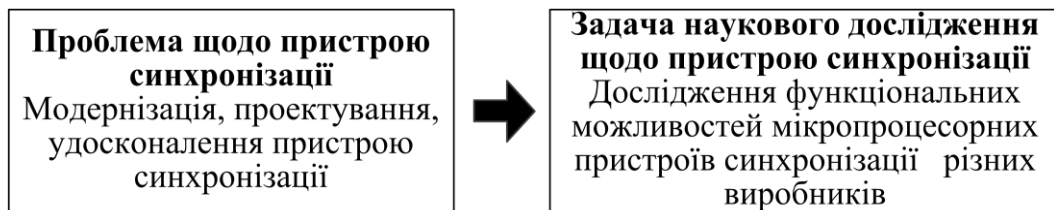


Рис. 3.4. Каузальний ланцюг знань з визначення задач наукового дослідження щодо пристрою синхронізації

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 каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо дослідження пристрою синхронізації буде мати вигляд (рис. 3.5)



Рис. 3.5. Каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо дослідження пристрою синхронізації

2. *Проведення наукових досліджень щодо пристрою автоматики нормального режиму елемента енергосистеми.*

2.1. *Проведення наукових досліджень щодо всього пристрою автоматики нормального режиму елемента енергосистеми.*

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) [7]; пристрій точної автоматичної синхронізації Спринт-М закритого акціонерного товариства «Радіус-автоматика» (м. Москва, Росія) [16]; автоматичний синхронізатор для синхронних машин та систем змінного струму Synchronact 5 компанії АВВ (Швеція - Швейцарія) [1]. Дослідимо функціональні можливості названих пристроїв синхронізації щодо реалізації функції точної синхронізації генератора з мережею, функцій регулювання частоти та напруги генератора. Каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії синхронізатора АС-МЗ, Спринт-М, Synchronact 5 наведено на рис. 3.6

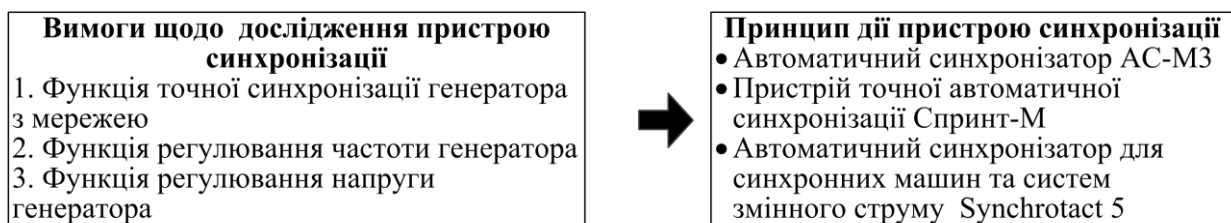


Рис. 3.6. Каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії пристроїв синхронізації АС-МЗ, Спринт-М, Synchronact 5

2.2. *Розроблення завдання на проведення наукових досліджень, проведення наукових досліджень щодо функціональних складових I-N рівнів ієрархії пристрою автоматики нормального режиму.*

В якості прикладу дослідимо реалізацію функції точної синхронізації генератора з мережею в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronact 5, що зазвичай складається з функції визначення кута випередження, функції

визначення напруги, функції визначення частоти, функції спрацьовування [5]. Дослідження побудови функції точної синхронізації генератора з мережею в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronotact 5 показав, що в усіх вибраних пристроях передбачені усі названі функції [1, 7, 16]. З урахуванням сказаного каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції точної синхронізації генератора з мережею в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronotact 5 має вигляд (рис. 3.7)



Рис. 3.7. Каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції точної синхронізації генератора з мережею в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronotact 5

Дослідимо складові функції точної синхронізації генератора з мережею, що присутні в вибраних пристроях, а саме функції визначення напруги, частоти та кута випередження.

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 [1, 7, 16]. В такому разі каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функцій визначення напруги, частоти та кута випередження в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronact 5 має вигляд (рис. 3.8)

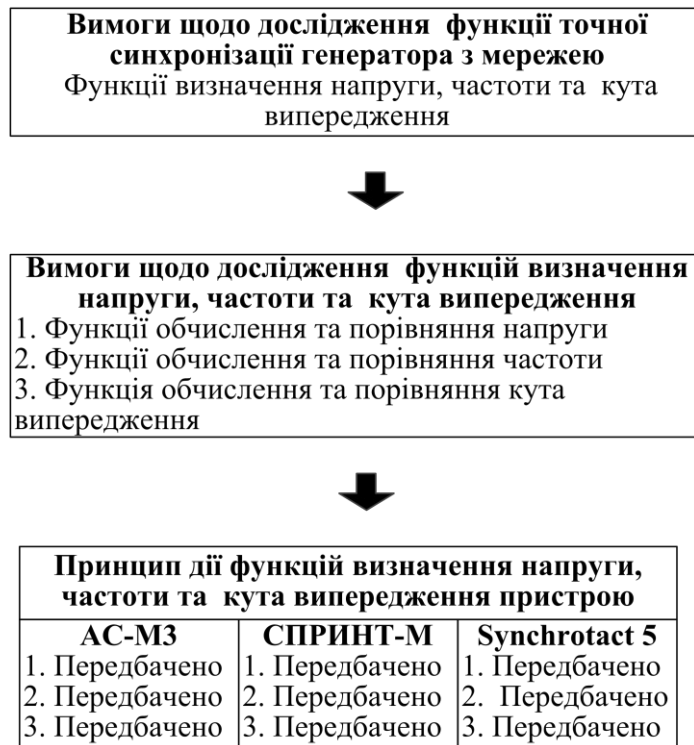


Рис. 3.8. Каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функцій визначення напруги, частоти та кута випередження в пристроях АС-МЗ, СПРИНТ-М, Synchronact 5

**3. Визначення показників функціонування пристрою автоматики нормального режиму елемента енергосистеми.**

Визначимо параметри функції визначення напруги, частоти та кута випередження в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronact 5.

Функція регулювання напруги, що є складовою функції визначення напруги в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronact 5 реалізована за принципом формування часоімпульсних керуючих впливів на автоматичний регулятор збудження генератора [1, 7, 16].

Функція регулювання частоти, що є складовою функції визначення частоти в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronact 5 реалізована за



принципом формування часоімпульсних керуючих впливів на автоматичний регулятор швидкості генератора [1, 7, 16].

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 [1, 7, 16]. З урахуванням цього параметрами названих функцій будуть виступати:

1. Максимальна різниця напруг генератора та мережі:
  - АС-МЗ – діапазон змінення  $1 \div 10\%$  та дискретність 1;
  - Спринт-М – діапазон змінення  $1 \div 20\%$  та дискретність 1;
  - Synchrotact 5 – діапазон змінення  $1 \div 30\%$  та дискретність 1.
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;
  - Synchrotact 5 – діапазон змінення  $0,1 \div 1$  Гц та дискретність 0,01 Гц.
3. Час випередження вимкнення вимикача:
  - АС-МЗ – діапазон змінення  $0,01 \div 1$  секунда, дискретність 0,01 секунда;
  - Спринт-М – діапазон змінення  $0,05 \div 1$  секунда, дискретність 0,001 секунда;
  - Synchrotact 5 – діапазон змінення  $0,01 \div 1$  секунда, дискретність 0,001 секунда.
4. Максимальний кут випередження:
  - АС-МЗ – діапазон змінення  $20 \div 50$  градусів, дискретність 1 градус;
  - Спринт-М – діапазон змінення  $20 \div 150$  градусів, дискретність 1 градус;
  - Synchrotact 5 – діапазон змінення  $20 \div 120$  градусів, дискретність 1 градус.
5. Максимальна кутова похибка:
  - АС-МЗ – 3 градуси;
  - Спринт-М – 5 градусів;
  - Synchrotact 5 – 4 градуси.

В такому разі каузальні ланцюги знань з визначення параметрів функцій визначення напруги, частоти та кута випередження в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact 5 будуть мати відповідно вигляди (рис. 3.9 – 3.11)

**Принцип дії, побудова функцій визначення напруги, частоти та кута випередження пристрою АС-МЗ**

1. Часоімпульсні керуючі впливи для змінення амплітуди напруги генератора
2. Часоімпульсні керуючі впливи для змінення частоти напруги генератора
3. Обчислення кута випередження за законом рівноприскореного обертання



**Параметри функцій визначення напруги, частоти та кута випередження пристрою АС-МЗ**

1. Максимальна різниця напруг генератора та мережі (діапазон змінення  $1 \div 10\%$ , дискретність  $1\%$ )
2. Максимальна різниця частот генератора та мережі (діапазон змінення  $0,05 \div 0,5$  Гц, дискретність  $0,05$  Гц)
3. Час випередження вимкнення вимикача (діапазон змінення  $0,01 \div 1$  секунд, дискретність  $0,01$  секунд)
4. Максимальний кут випередження (діапазон змінення  $20 \div 50$  градусів, дискретність  $1$  градус)
5. Максимальна кутова похибка  $3$  градуси

Рис. 3.9. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функцій визначення напруги, частоти та кута випередження пристрою АС-МЗ

**Принцип дії, побудова функцій визначення напруги, частоти та кута випередження пристрою Спринт-М**

1. Часоімпульсні керуючі впливи для змінення амплітуди напруги генератора
2. Часоімпульсні керуючі впливи для змінення частоти напруги генератора
3. Обчислення кута випередження за законом рівноприскореного обертання



**Параметри функцій визначення напруги, частоти та кута випередження пристрою Спринт-М**

1. Максимальна різниця напруг генератора та мережі (діапазон змінення  $1 \div 20\%$ , дискретність  $1\%$ )
2. Максимальна різниця частот генератора та мережі (діапазон змінення  $0,1 \div 0,8$  Гц, дискретність  $0,01$  Гц)
3. Час випередження вимкнення вимикача (діапазон змінення  $0,05 \div 1$  секунд, дискретність  $0,001$  секунд)
4. Максимальний кут випередження (діапазон змінення  $20 \div 150$  градусів, дискретність  $1$  градус)
5. Максимальна кутова похибка  $5$  градусів

Рис. 3.10. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функцій визначення напруги, частоти та кута випередження пристрою Спринт-М

**Принцип дії, побудова функцій визначення напруги, частоти та кута випередження пристрою Sychrotact 5**

1. Часоімпульсні керуючі впливи для змінення амплітуди напруги генератора
2. Часоімпульсні керуючі впливи для змінення частоти напруги генератора
3. Обчислення кута випередження за законом рівноприскореного обертання



**Параметри функцій визначення напруги, частоти, та кута випередження пристрою Sychrotact 5**

1. Максимальна різниця напруг генератора та мережі (діапазон змінення 1÷30%, дискретність 1%)
2. Максимальна різниця частот генератора та мережі (діапазон змінення 0,1÷1 Гц, дискретність 0,01 Гц)
3. Час випередження вимкнення вимикача (діапазон змінення 0,01 ÷ 1 секунд, дискретність 0,001 секунд)
4. Максимальний кут випередження (діапазон змінення 20÷120 градусів, дискретність 1 градус)
5. Максимальна кутова похибка 4 градуси

Рис. 3.11. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функцій визначення напруги, частоти та кута випередження пристрою Sychrotact 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 каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції точної синхронізації генератора з електромережею в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronact 5 буде мати вигляд (рис. 3.12)

**Принцип дії, побудова функцій визначення  
напруги, частоти, кута випередження та функції  
спрацювання в пристроях АС-МЗ, Спринт-М,  
Synchronact 5**



<b>Параметри функції точної синхронізації з генератора з мережею</b>		
<b>АС-МЗ</b>	<b>Спринт-М</b>	<b>Synchronact 5</b>
1. Синхронізація тільки одного генератора	1. Синхронізація тільки одного генератора	1. Почергова синхронізація до семи генераторів
2. Використання одного каналу роботи	2. Використання одного каналу роботи	2. Використання двойного каналу роботи
3. Перелік уставок	3. Перелік уставок	3. Перелік уставок
4. Максимальна кутова похибка 3 градуси	4. Максимальна кутова похибка 5 градусів	4. Максимальна кутова похибка 4 градуси

Рис. 3.12. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції точної синхронізації генератора з мережею в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchronact 5

### **3.3. Проведення пошукових науково-дослідних робіт щодо пристрою протиаварійної автоматики об'єкту енергосистеми**

*1. Розроблення завдання на проведення наукових досліджень щодо пристрою протиаварійної автоматики об'єкту енергосистеми.*

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 каузальний ланцюг знань з визначення задач наукового дослідження щодо протиаварійної автоматики електричної системи буде мати вигляд (рис. 3.13)



Рис. 3.13. Каузальний ланцюг 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 каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо дослідження пристрою ліквідації асинхронного режиму буде мати вигляд (рис. 3.14)



Рис. 3.14. Каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо дослідження пристрою ліквідації асинхронного режиму

2. *Проведення наукових досліджень щодо пристрою протиаварійної автоматики об'єкту енергосистеми.*

5.1. *Проведення наукових досліджень щодо всього пристрою протиаварійної автоматики об'єкту енергосистеми.*

Найбільш розповсюдженими мікропроцесорними пристроями автоматики ліквідації асинхронного режиму на пострадянському просторі виступають приладовий модуль АLAR03 науково-виробничого підприємства «Хартрон-Інкор» [8], пристрій автоматики АЛАР-М відкритого акціонерного товариства «Інститут «Енергомережпроект» і товариства з обмеженою відповідальністю «Енерговимірювач» [15] та АЛАР-Ц науково-виробничого підприємства «Модус» і відкритого акціонерного товариства «Науково-дослідний інститут з передачі електроенергії постійним струмом високої напруги» [17]. Дослідимо функціональні можливості названих пристроїв щодо реалізації функцій ліквідації асинхронного режиму за кутом. Каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії пристроїв ліквідації асинхронного режиму АLAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц представимо як (рис. 3.15)



Рис. 3.15. Каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії пристроїв ліквідації асинхронного режиму АLAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц

2.2. *Розроблення завдання на проведення наукових досліджень, проведення наукових досліджень щодо функціональних складових I-N рівнів ієрархії пристрою протиаварійної автоматики об'єкту енергосистеми.*

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 [5]. Дослідження побудови функції ліквідації асинхронного режиму за кутом в пристроях АЛАР03, АЛАР-М, АЛАР-Ц показали, що в приладовому модулі АЛАР03 та пристрої АЛАР-М передбачені усі функції спрацьовування, а в пристрої АЛАР-Ц передбачені функції спрацьовування тільки I-го та II-го ступенів [8, 15, 17]. З урахуванням сказаного каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції ліквідації асинхронного режиму за кутом в пристроях АЛАР03, АЛАР-М, АЛАР-Ц має вигляд (рис. 3.16)

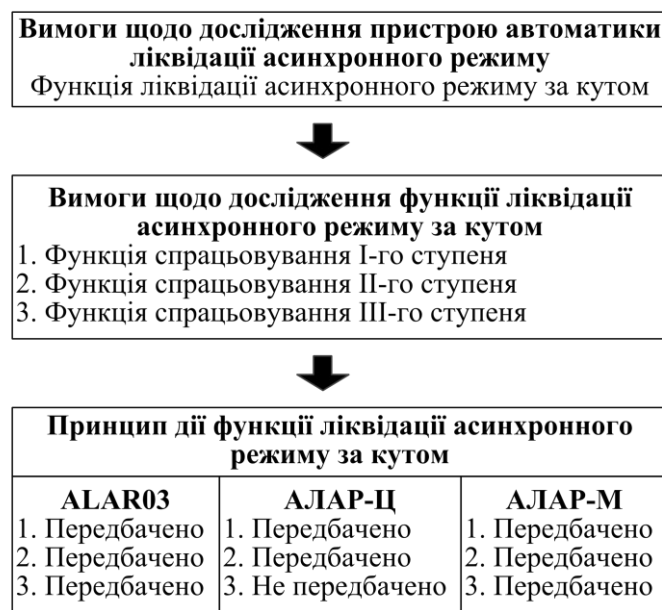


Рис. 3.16. Каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функції ліквідації асинхронного режиму за кутом в пристроях АЛАР03, АЛАР-М, АЛАР-Ц

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 [5]. 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  $-180^\circ$ , 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 [8, 15, 17]. В такому разі каузальний ланцюг 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. 3.17)

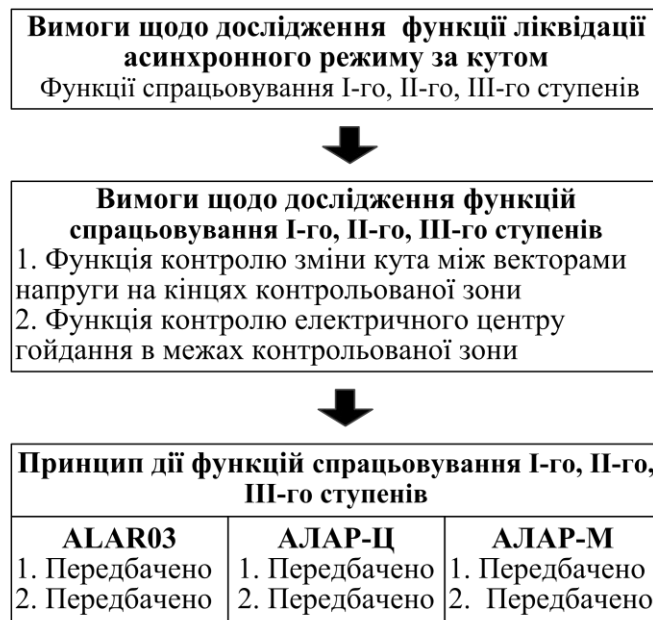


Рис. 3.17. Каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо дослідження та принципу дії функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристроях АLAR03, АЛАР-М, АЛАР-Ц

3. *Визначення показників функціонування пристрою протиаварійної автоматики об'єкту енергосистеми.*

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 [8]. 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 –  $0 \div 20$  секунд; дискретність тривалості відключення I-го, II-го, III-го ступенів – 0,01 секунди. В такому разі каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої ALAR03 буде мати вигляд (рис. 3.18)

**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  $-180^\circ$
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 –  $0 \div 20$  секунд
9. Дискретність тривалості відключення I-го, II-го, III-го ступенів – 0,01 секунди

Рис. 3.18. Каузальний ланцюг 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 АІАР-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 [15]. 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 каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої АЛАР-М буде мати вигляд (рис. 3.19)

**Принцип дії, побудова функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів в пристрої АЛАР-М**

1. Асинхронні провороти фіксуються з врахуванням напряму зміни кута за фактом переходу через значення  $+180^\circ$  або  $-180^\circ$
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  $1 \div 10$ , дискретність 1)
2.  $T_{wait}$  - контрольний час очікування наступного асинхронного провороту (діапазон змінення  $0 \div 60$  секунд, дискретність 0,1 секунди)
3.  $T_{prst}$  – пауза після спрацьовування ступеня (діапазон змінення  $0 \div 3$  секунд, дискретність 0,1 секунди)

Рис. 3.19. Каузальний ланцюг 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 [17]. 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 спрацює 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 каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції спрацьовування II-го ступеня в пристрої АЛАР-Ц буде мати вигляд (рис. 3.20)

**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  $-180^\circ$
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  $1 \div 10$ , дискретність 1)
2. Уставка спрацьовування для негативних значень лічильника асинхронних проворотів (діапазон змінення  $1 \div 10$ , 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. 3.20. Каузальний ланцюг 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 каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції ліквідації асинхронного режиму за кутом в пристроях АЛАР03, АЛАР-Ц, АЛАР-М буде мати вигляд (рис. 3.21)

**Принцип дії, побудова, параметри функцій спрацьовування I-го, II-го, III-го ступенів пристроях АЛАР03, АЛАР-Ц, АЛАР-М**



<b>Параметри функції ліквідації асинхронного режиму за кутом</b>		
<b>АЛАР03</b>	<b>АЛАР-Ц</b>	<b>АЛАР-М</b>
1. Необхідність у попередньому аналізі роботи контрольованої зони	1. Необхідність у попередньому аналізі роботи контрольованої зони	1. Використання тільки електричних характеристик контрольованої зони
2. Контроль зони, що складається з однієї частини	2. Контроль зони, що складається з двох частин	2. Контроль зони, що складається з пари суміжних ліній
3. Контроль зони з фіксованою величиною проміжного відбору потужності	3. Контроль зони з фіксованою величиною проміжного відбору потужності	3. Контроль зони з довільною величиною проміжного відбору потужності

Рис. 3.21. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції ліквідації асинхронного режиму за кутом в пристроях АЛАР03, АЛАР-Ц, АЛАР-М

## **Контрольні завдання**

1. Визначити вимоги щодо дослідження функції регулювання напруги синхронного генератора в пристроях синхронізації (необхідну інформацію можна знайти в джерелах [2, 4-6]).
2. Встановити каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії, побудови та характеристик функції регулювання напруги синхронного генератора в пристрої АС-МЗ (необхідну інформацію можна знайти в джерелі [7]).
3. Встановити каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії, побудови та характеристик функції регулювання напруги синхронного генератора в пристрої Спринт-М (необхідну інформацію можна знайти в джерелі [16]).
4. Встановити каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії, побудови та характеристик функції регулювання напруги синхронного генератора в пристрої Synchrotact 5 (необхідну інформацію можна знайти в джерелі [1]).
5. Визначити вимоги щодо дослідження функції регулювання частоти синхронного генератора в пристроях синхронізації (необхідну інформацію можна знайти в джерелах [2, 4-6]).
6. Встановити каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії, побудови та характеристик функції регулювання частоти синхронного генератора в пристрої АС-МЗ (необхідну інформацію можна знайти в джерелі [7]).
7. Встановити каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії, побудови та характеристик функції регулювання частоти синхронного генератора в пристрої Спринт-М (необхідну інформацію можна знайти в джерелі [16]).
8. Встановити каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії, побудови та характеристик функції регулювання частоти синхронного

генератора в пристрої Synchrotact 5 (необхідну інформацію можна знайти в джерелі [1]).

9. Порівняти реалізацію функції регулювання напруги та частоти синхронного генератора в пристроях АС-МЗ, Спринт-М, Synchrotact 5 та зробити висновок щодо можливості використання закладених принципів для модернізації, проектування або удосконалення пристрою синхронізації синхронного генератора.

10. Визначити вимоги щодо дослідження функції ліквідації асинхронного режиму в електричній системі за іншими параметрами (необхідну інформацію можна знайти в джерелах [2, 4-6])

11. Встановити каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії, побудови та характеристик функції ліквідації асинхронного режиму в електричній системі за іншими параметрами в пристрої АЛАР-М (необхідну інформацію можна знайти в джерелі [15]).

12. Встановити каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії, побудови та характеристик функції ліквідації асинхронного режиму в електричній системі за іншими параметрами в пристрої АЛАР-Ц (необхідну інформацію можна знайти в джерелі [17]).

13. Встановити каузальний ланцюг знань з визначення принципу дії, побудови та характеристик функції ліквідації асинхронного режиму в електричній системі за іншими параметрами в пристрої АLAR03 (необхідну інформацію можна знайти в джерелі [8]).

14. Порівняти реалізацію функції ліквідації асинхронного режиму в електричній системі за іншими параметрами в пристрої АЛАР-М, АЛАР-Ц, АLAR03 та зробити висновок щодо можливості використання закладених принципів для модернізації, проектування або удосконалення пристрою синхронізації синхронного генератора.

## **4. УПРАВЛІНСЬКІ ЗАДАЧІ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМАТИКИ ЕНЕРГОСИСТЕМ**

### **4.1. Типові професійні управлінські задачі**

Управлінська діяльність майбутніх фахівців з автоматичних енергосистем пов'язана з наступними видами робіт [3, 11]:

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

Проведення робіт з розроблення системи управління професійною діяльністю можуть включати наступні типові професійні задачі:

- розроблення завдання на створення системи управління професійною діяльністю;
- створення системи управління професійною діяльністю;
- визначення показників функціонування системи управління професійною діяльністю.

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;
- проведення інструктажу для персоналу, мотивація й атестація персоналу та їхніх робочих місць;
- впровадження передових прийомів і методів праці, організація робіт з підвищення науково-технічних знань працівників тощо.

Отже, управлінська діяльність інженерів з автоматичних енергосистем в першу чергу передбачає проведення робіт з розроблення системи управління професійною діяльністю, що вимагає від працівника встановлення каузальних ланцюгів знань, а саме [12]:

1. Для розроблення завдання на створення системи управління професійною діяльністю (СУПрД) (рис. 4.1)

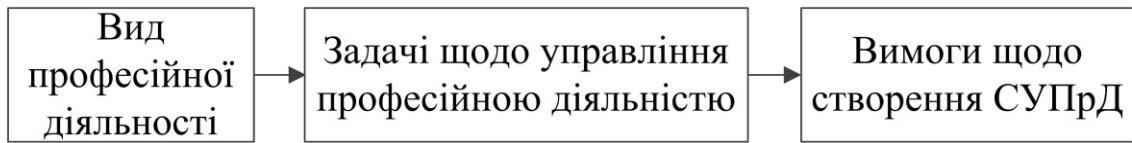


Рис. 4.1. Каузальний ланцюг знань при розробленні завдання на створення системи управління професійною діяльністю

2. Для створення системи управління будь-якою професійною діяльністю інженера з автоматики елементів енергосистеми (рис. 4.2)

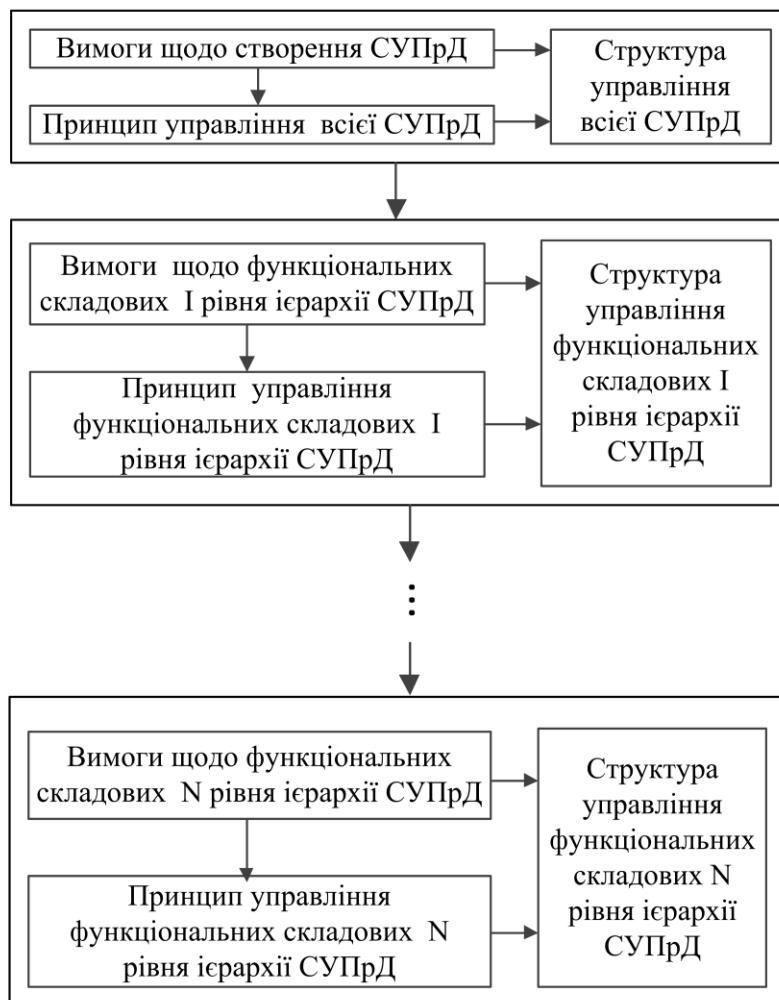


Рис. 4.2. Каузальний ланцюг знань при створенні системи управління професійною діяльністю



3. Для визначення показників функціонування будь-якої системи управління професійною діяльністю (рис. 4.3)

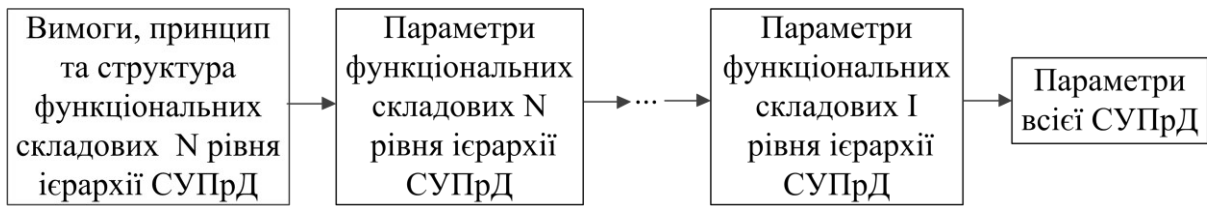


Рис. 4.3. Каузальний ланцюг знань при визначенні показників функціонування системи управління професійною діяльністю

## 4.2. Створення системи управління проектною діяльністю

1. *Розроблення завдання на створення системи управління проектною діяльністю.*

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 (CAOE). При цьому каузальний ланцюг знань з визначення задач щодо управління проектною діяльністю буде мати вигляд (рис. 4.4)

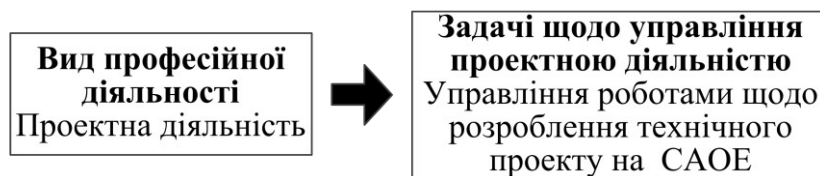


Рис. 4.4. Каузальний ланцюг знань з визначення задач щодо управління проектною діяльністю

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 каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо створення системи управління проектною діяльністю (СУПД) має вигляд (рис. 4.5)

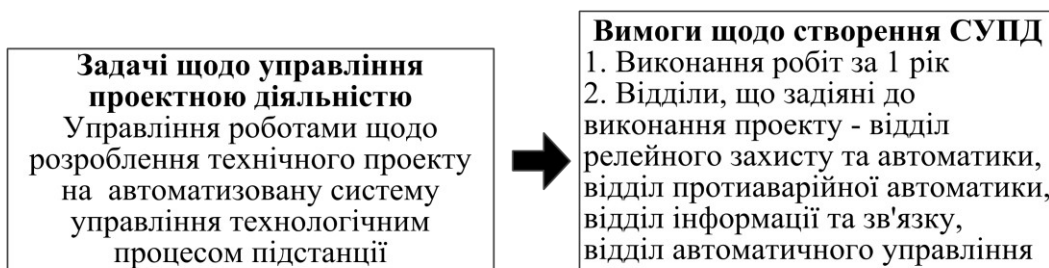


Рис. 4.5. Каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо створення системи управління проектною діяльністю

2. *Створення системи управління проектною діяльністю.*

2.1. *Створення всієї системи управління проектною діяльністю.*

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 каузальний ланцюг знань з визначення принципу управління та структури системи управління проектною діяльністю має вигляд (рис. 4.6)

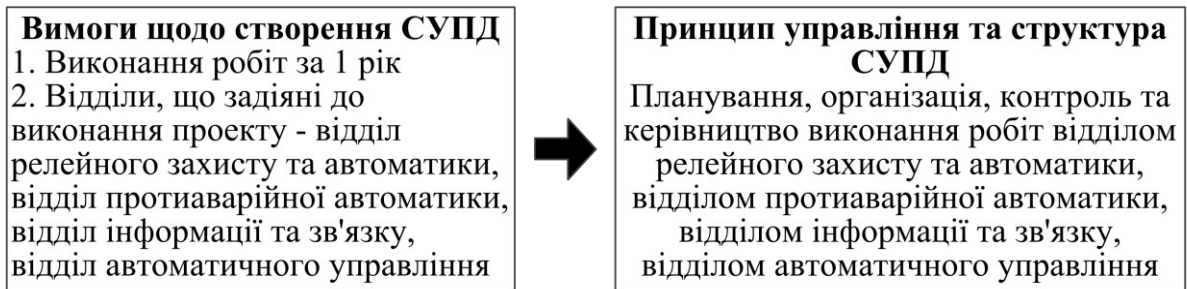


Рис. 4.6. Каузальний ланцюг знань з визначення принципу та структури управління всієї системи управління проектною діяльністю

*2.2. Розроблення завдання на створення та створення функціональних складових I-N рівнів ієрархії системи управління проектною діяльністю.*

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 каузальний ланцюг знань з визначення вимог, принципу та структури планування I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю має вигляд (рис. 4.7)

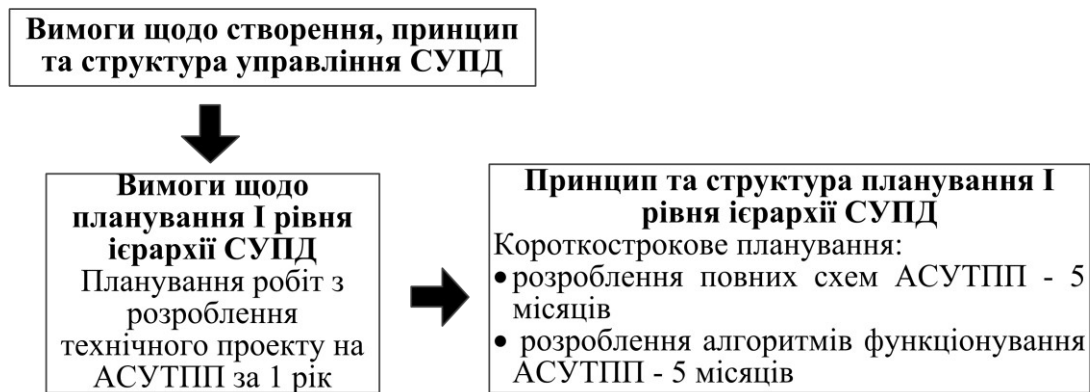


Рис. 4.7. Каузальний ланцюг знань з визначення вимог, принципу функціонування та структури планування I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю

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 каузальний ланцюг знань з визначення вимог, принципу та структури організації I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю має вигляд (рис. 4.8)



Рис. 4.8. Каузальний ланцюг 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 каузальний ланцюг знань з визначення вимог, принципу та структури контролю I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю має вигляд (рис. 4.9)



Рис. 4.9. Каузальний ланцюг 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

здіяяти 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 каузальний ланцюг знань з визначення вимог, принципу функціонування та структури функції керівництва I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю має вигляд (рис. 4.10)

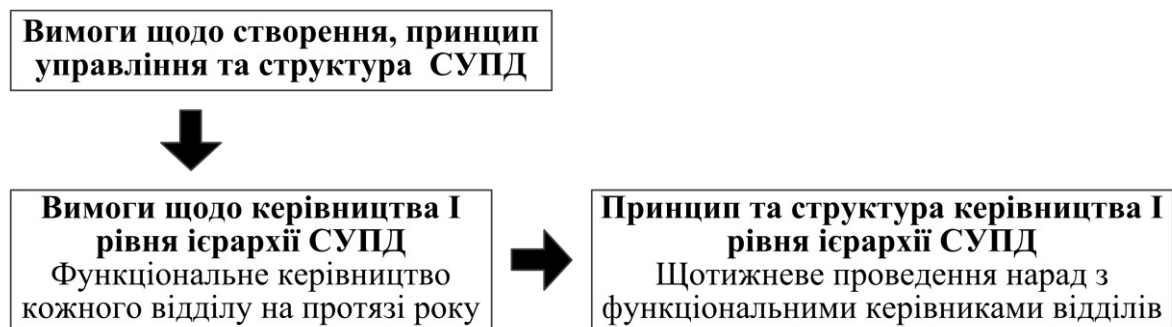


Рис. 4.10. Каузальний ланцюг знань з визначення вимог, принципу та структури керівництва I рівня ієрархії системи управління проектною діяльністю

Можливий і подальший ієрархічний розподіл функцій планування, організації, контролю та керівництва роботами щодо розроблення технічного проекту на автоматизовану систему управління технологічним процесом підстанції.

3. *Визначення показників функціонування системи управління проектною діяльністю.*

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 каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції керівництва має вигляд (рис.4.11)

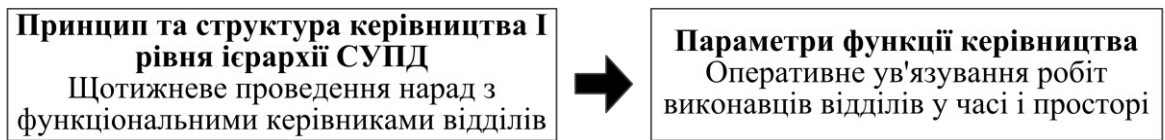


Рис. 4.11. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції керівництва системи управління проектною діяльністю

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 каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції контролю має вигляд (рис. 4.12)

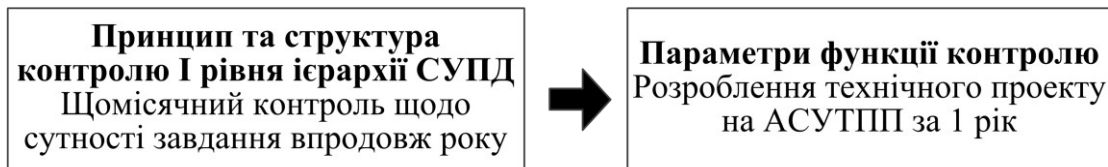


Рис. 4.12. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції контролю системи управління проектною діяльністю

Параметрами функції організації відповідно до принципу та структури організації I рівня ієрархії є спеціалізація, надійність та складність організації. В такому разі каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції організації має вигляд (рис. 4.13)

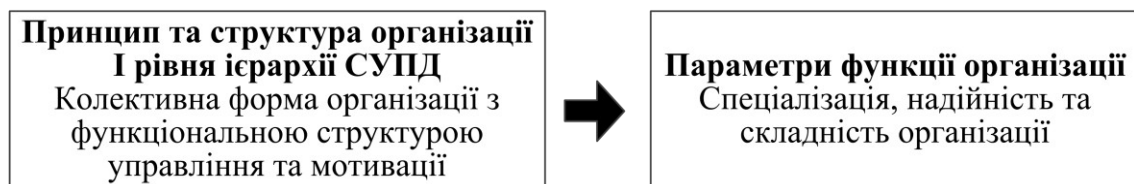


Рис. 4.13. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції організації системи управління проектною діяльністю

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 каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції планування має вигляд (рис. 4.14)

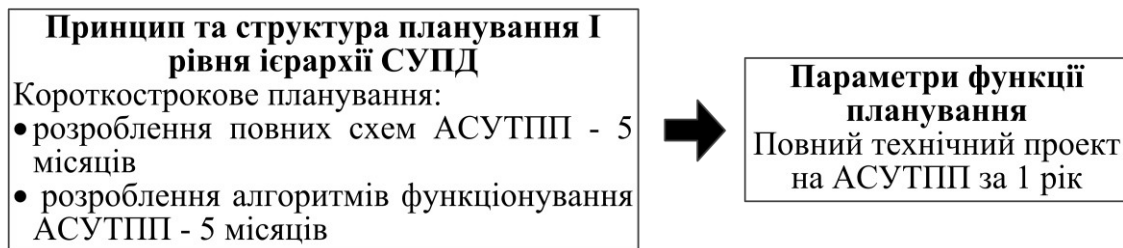


Рис. 4.14. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції планування системи управління проектною діяльністю

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 каузальний ланцюг знань з визначення параметрів всієї системи управління проектною діяльністю буде мати вигляд (рис. 4.15)

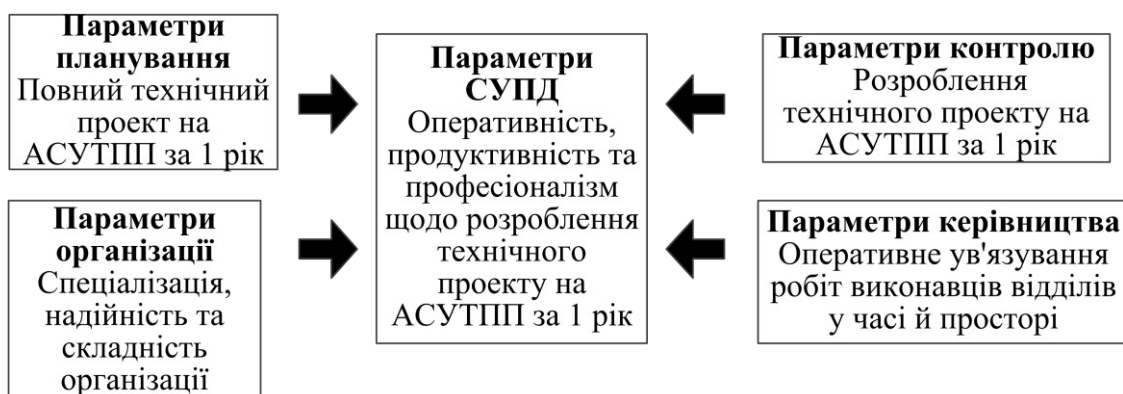


Рис. 4.15. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів всієї системи управління проектною діяльністю



### 4.3. Створення системи управління науково-дослідною діяльністю

#### 1. Розроблення завдання на створення системи управління науково-дослідною діяльністю.

Науково-дослідна діяльність майбутніх інженерів з автоматичних 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 змітуємо управлінську діяльність, що пов'язана з проведенням прикладних науково-дослідних робіт щодо удосконалення системи автоматичного управління об'єктом енергосистеми. При цьому каузальний ланцюг знань з визначення задач щодо управління науково-дослідною діяльністю буде мати вигляд (рис. 4.16)

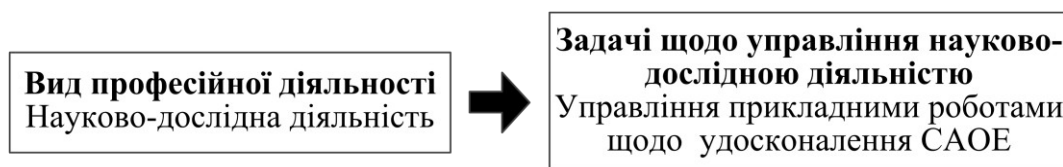


Рис. 4.16. Каузальний ланцюг знань з визначення задач щодо управління науково-дослідною діяльністю

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 автоматичного управління 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 автоматичного управління об'єктом енергосистеми, є виконання робіт колективом з п'яти працівників з бюджетом

500 тисяч гривень на протязі одного року. В такому разі каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо створення системи управління науково-дослідною діяльністю має вигляд (рис. 4.17)



Рис. 4.17. Каузальний ланцюг знань з визначення вимог щодо створення системи управління науково-дослідною діяльністю

## 2. Створення системи управління науково-дослідною діяльністю.

### 2.1. Створення всієї системи управління науково-дослідною діяльністю.

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 каузальний ланцюг знань з визначення принципу управління та структури системи управління проектною діяльністю має вигляд (рис. 4.18)

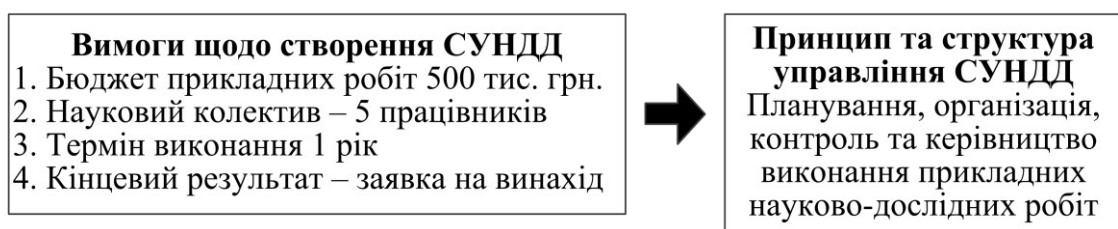


Рис. 4.18. Каузальний ланцюг знань з визначення принципу та структури управління всієї системи управління науково-дослідною діяльністю

2.2. Розроблення завдання на створення та створення функціональних складових I-N рівнів ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю.

Саме строки виконання та бюджет дослідження щодо удосконалення системи автоматизації 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 каузальний ланцюг знань з визначення вимог, принципу та структури планування I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю має вигляд (рис. 4.19)

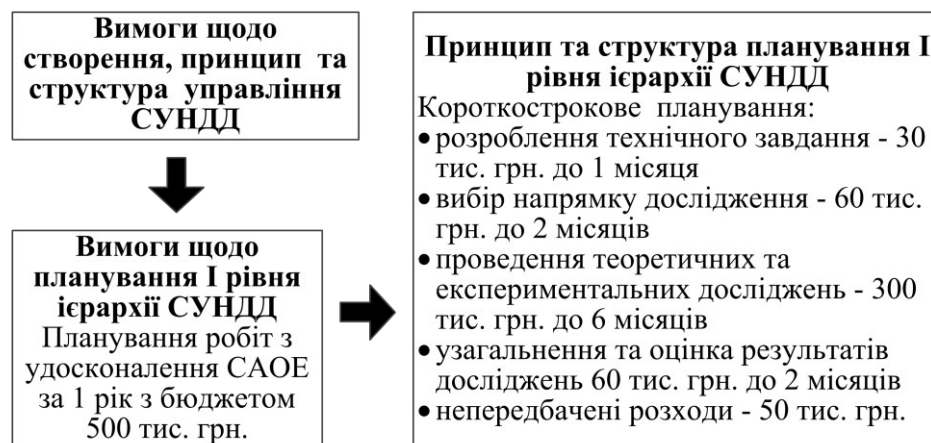


Рис. 4.19. Каузальний ланцюг знань з визначення вимог, принципу функціонування та структури планування I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю

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. 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 каузальний ланцюг знань з визначення вимог, принципу та структури організації I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю має вигляд (рис. 4.20)



Рис. 4.20. Каузальний ланцюг 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 каузальний ланцюг знань з визначення вимог, принципу та структури контролю I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю має вигляд, що представлений на рис. 4.21.



Рис. 4.21. Каузальний ланцюг 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 поставленні завдання щодо удосконалення системи автоматики об'єктом енергосистеми, слід застосувати як оперативне, так і випереджаюче регулювання. В такому разі каузальний ланцюг знань з визначення вимог, принципу функціонування та структури функції керівництва I рівня ієрархії системи управління науково-дослідною діяльністю має вигляд, що наведений на рис. 4.22.



Рис. 4.22. Каузальний ланцюг 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 автоматики об'єктом енергосистеми.

*3. Визначення показників функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю.*

Параметром функції керівництва відповідно до принципу та структури керівництва I рівні ієрархії виступають коригувальні заходи щодо перерозподілу фінансових та інтелектуальних ресурсів. При цьому каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції керівництва має вигляд (рис. 4.23)

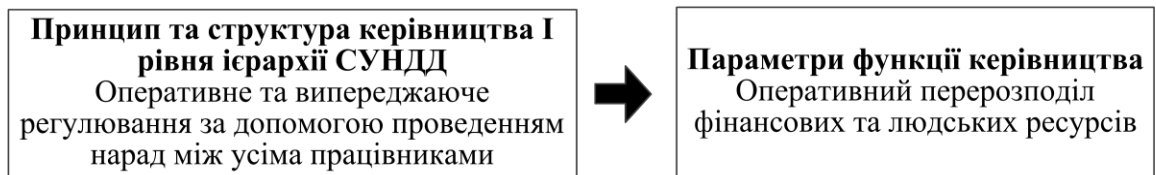


Рис. 4.23. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції керівництва системи управління науково-дослідною діяльністю

Параметрами функції контролю відповідно до принципу та структури контролю I рівня ієрархії є виконані роботи згідно з фінансового бюджету та очікуваних результатів. В такому разі каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції контролю має вигляд (рис. 4.24)

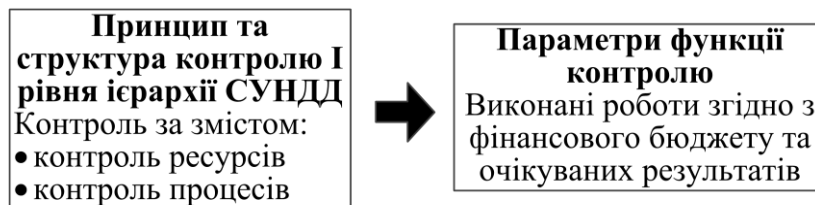


Рис. 4.24. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції контролю системи управління науково-дослідною діяльністю

Параметрами функції організації відповідно до принципу та структури організації I рівня ієрархії є економічність організації та продуктивність праці. В такому разі каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції організації має вигляд (рис. 4.25)

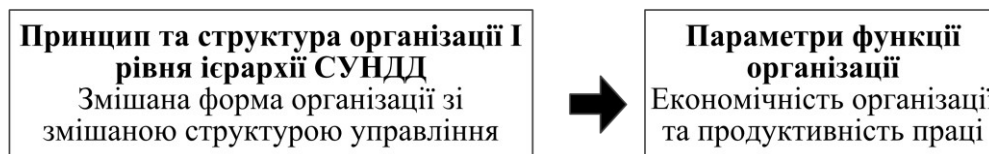


Рис. 4.25. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції організації системи управління науково-дослідною діяльністю

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 каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції планування має вигляд (рис. 4.26)

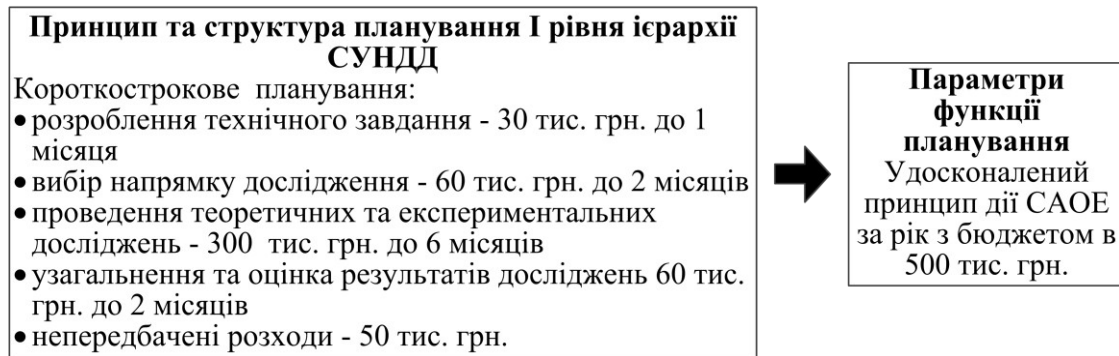


Рис. 4.26. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів функції планування системи управління науково-дослідною діяльністю

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 автоматички об'єктом енергосистеми за один рік з бюджетом в 500 тис. грн. При цьому каузальний ланцюг знань з визначення параметрів всієї системи управління науково-дослідною діяльністю буде мати вигляд (рис. 4.27)



Рис. 4.27. Каузальний ланцюг знань з визначення параметрів всієї системи управління науково-дослідною діяльністю

## **Контрольні завдання**

1. Встановити каузальний ланцюг знань між завданням технічної перевірки пристрою автоматики нормального режиму елементу енергосистеми двома працівниками за 1 місяць та вимогами щодо створення системи управління експлуатаційною діяльністю (необхідну інформацію можна знайти в джерелі [14]).

2. Побудувати каузальний ланцюг знань щодо створення системи управління експлуатаційною діяльністю для проведення технічної перевірки пристрою автоматики нормального режиму елементу енергосистеми двома працівниками за 1 місяць (необхідну інформацію можна знайти в джерелах [13, 14, 18]).

3. Встановити каузальний ланцюг знань з визначення показників функціонування системи управління експлуатаційною діяльністю для проведення технічної перевірки пристрою автоматики нормального режиму елементу енергосистеми двома працівниками за 1 місяць (необхідну інформацію можна знайти в джерелах [13, 14, 18]).

4. Встановити каузальний ланцюг знань між завданням проведення пошукових науково-дослідних робіт щодо модернізації системи протиаварійної автоматики об'єкту енергосистеми та вимогами щодо створення системи управління науково-дослідною діяльністю.

5. Побудувати каузальний ланцюг знань щодо створення системи управління науково-дослідною діяльністю для проведення пошукових робіт щодо системи протиаварійної автоматики об'єкту енергосистеми (необхідну інформацію можна знайти в джерелах [13, 18]).

6. Встановити каузальний ланцюг знань з визначення показників функціонування системи управління науково-дослідною діяльністю для проведення пошукових робіт щодо системи протиаварійної автоматики об'єкту енергосистеми (необхідну інформацію можна знайти в джерелах [13, 18]).



7. Встановити каузальний ланцюг знань між завданням розроблення робочої документації на пристрій автоматики нормального режиму елементу енергосистеми та вимогами щодо створення системи управління проектною діяльністю.

8. Побудувати каузальний ланцюг знань щодо створення системи управління проектною діяльністю для розроблення робочої документації на пристрій автоматики нормального режиму елементу енергосистеми (необхідну інформацію можна знайти в джерелах [13, 18]).

9. Встановити каузальний ланцюг знань з визначення показників функціонування системи управління проектною діяльністю для розроблення робочої документації на пристрій автоматики нормального режиму елементу енергосистеми (необхідну інформацію можна знайти в джерелах [13, 18]).