



# Противарійна автоматика

## Силабус освітнього компоненту

### Реквізити навчальної дисципліни

|                                                   |                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                               | <i>Другий (магістр)</i>                                                                                                                                   |
| Галузь знань                                      | 14 «Електрична інженерія»                                                                                                                                 |
| Спеціальність                                     | 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»                                                                                                |
| Освітня програма                                  | УПРАВЛІННЯ, ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ                                                                                                          |
| Статус дисципліни                                 | Вибіркові компоненти, цикл професійної підготовки                                                                                                         |
| Форма навчання                                    | Очна (денна)                                                                                                                                              |
| Рік підготовки, семестр                           | 1 курс, весняний семестр                                                                                                                                  |
| Обсяг дисципліни                                  | 180 годин / 6 кредитів ECTS (54 лек., 18 лаб., 108 СРС, екзамен)                                                                                          |
| Семестровий контроль/<br>контрольні заходи        | Іспит / МКР                                                                                                                                               |
| Розклад занять                                    | <a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a> 1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень, 1 лабораторне заняття 1 раз на 2 тижні;                 |
| Мова викладання                                   | Українська                                                                                                                                                |
| Інформація про<br>керівника курсу /<br>викладачів | Лектор: Заколюдажний Володимир Васильович,<br><a href="mailto:zakolodyazhny-fea@ill.kpi.ua">zakolodyazhny-fea@ill.kpi.ua</a>                              |
| Розміщення курсу                                  | Google Classroom<br><a href="https://classroom.google.com/c/NTkyODM0NTk3MTY1?cjc=w2xojgg">https://classroom.google.com/c/NTkyODM0NTk3MTY1?cjc=w2xojgg</a> |

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

**Програма навчальної дисципліни** «Противарійна автоматика» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми "Управління, захист та автоматизація енергосистем", посилання: [https://osvita.kpi.ua/141\\_OPPM\\_UZAES](https://osvita.kpi.ua/141_OPPM_UZAES)

**Метою навчальної дисципліни** є закріплення у студентів наступних загальних та фахових спеціальних компетентностей: ЗК02 - здатність до використання загальних та комунікаційних технологій, ЗК03 - здатність використовувати знання у практичних ситуаціях, ЗК06 - здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями, ФК04 - здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці, ФК05 - здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці, ФК11 - здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач, планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, ФК12 - здатність визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в електроенергетиці, здатність керувати процесами та оцінювати їх результати, ФК13 - здатність до моделювання, розрахунку та аналізу параметрів перехідних електромагнітних процесів в електроенергетичних системах, ФК14 - здатність визначати типи противарійної

автоматики та систем керування, необхідні для забезпечення функціонування електроенергетичного обладнання в нормальних та аварійних режимах, та виконувати розрахунки параметрів їх налаштування, ФК17 - здатність розуміти принципи організації та особливості функціонування інформаційно-управляючих систем та засобів збереження інформації в електроенергетиці.

**Предмет навчальної дисципліни** – Предметом дисципліни "Протиаварійна автоматика" є вивчення студентами принципів побудови та алгоритмів функціонування систем та окремих пристроїв протиаварійної автоматики електроенергетичних об'єктів, які призначені для підвищення надійності роботи енергосистеми у цілому. Курс включає в себе вивчення пристроїв запобігання перевантаження, ліквідації асинхронного режиму, аварійного зниження та підвищення напруги та частоти. Окрема увага приділяється практичному вмінню комп'ютерного моделювання та аналізу дій пристроїв автоматики. Поглиблюються знання основ роботи електроенергетичних мереж та систем.

**Програмні результати навчання**, на покращення яких спрямована дисципліна: РН01 - відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні, РН03 - аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах та системах, РН04 - реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електромеханічні і електротехнічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та подовження ресурсу, РН05 - володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, РН06 - здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності, РН07 - планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, РН08 - враховувати правові та економічні аспекти наукових досліджень та інноваційної діяльності, РН09 - дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України, РН13 - виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами, РН14 - опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, РН17 - вміти обирати засоби протиаварійної автоматики та систем керування, необхідних для забезпечення функціонування електроенергетичного обладнання в нормальних та аварійних режимах, та вміти визначити оптимальні параметри їх налаштування, знати типи протиаварійної автоматики та систем керування, принципи їх функціонування, методики розрахунку параметрів їх налаштування, РН19 - знати математичні засади принципів автоматичного регулювання в електроенергетичних системах та особливостей функціонування пристроїв регулювання, відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

При вивченні дисципліни використовуються знання з попередніх за навчальним планом дисциплін: «Вища математика», «Загальної фізика», «Вступ до спеціальності», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини» та «Електрична частина станцій і підстанцій», «Електричні мережі та системи», «Перехідні процеси в електроенергетиці», «Промислова електроніка», «Цифрова електроніка в електроенергетиці», «Теорія автоматичного керування», «Релейний захист та автоматика», які є технічною основою для вивчення даної дисципліни.

Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для подальшого якісного виконання досліджень за темою атестаційної роботи.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на кілька тем, а саме:

Тема 1. Базові поняття протиаварійної автоматики.

Кількість годин: лекції – 24 годин, лабораторні – 6 год.

Тема 2. Види та прояви нестійкості в електроенергетичних мережах.

Кількість годин: лекції – 24 годин, лабораторні – 6 год.

Тема 3. Пристрої протиаварійної автоматики.

Кількість годин: лекції – 24 годин, лабораторні – 6 год.

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

#### Основні інформаційні ресурси:

1. Правила улаштування електроустановок : 2017. – Офіц. вид. – К. :Форт : Мінпаливенерго України. 2017.
2. Заколюдажний В.В. Протиаварійна автоматика. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою Управління, захист та автоматизація енергосистем спеціальності 363 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / В. В. Заколюдажний ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. - Електронні текстові дані (1 файл: 911.93 Кбайт). - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. - 40 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57332>
3. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах: Навч. посіб. – К.: Вища шк., 2006. – 367 с.: іл.
4. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. С. Яндульський, О. О. Дмитренко ; НТУУ «КПІ».– Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 103 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/16600>.
5. Релейний захист і автоматика: Навч. посібник /С.В. Панченко, В.С. Блиндюк, В.М.Баженов та ін.; за ред. В.М. Баженова. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – Ч. 2. – 276 с., рис. 48, табл. 19.
6. Програмне забезпечення мікропроцесорних пристроїв РЗА: Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів ступеня магістр за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Електроенергетика та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / О. О. Дмитренко, В.В. Заколюдажний – Електронні текстові дані (1 файл: 3,142 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 89 с. – Назва з екрана. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 02.06.2023 р.) за поданням Вченої ради Факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол 9 від 29.05.2023 р.). <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57311>

#### Додаткові інформаційні ресурси:

7. Букович Н.В. Автоматизація процесу пуску та вмикання на паралельну роботу синхронних машин. – Київ: УМКВО, 1992.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань<br>(перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)                                                                                                                                       |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Тема 1. Базові поняття протиаварійної автоматики.<br>Вступне заняття<br>Історія розвитку та необхідність пристроїв ПА.<br>Літературні джерела: [1-6]                                                                                                   |
| 2.    | Тема 1. Базові поняття протиаварійної автоматики.<br>Види аварійних збурень та їх наслідки (аварійні явища).<br>Терміни зв'язок, концентрований вузол, мережа, перетин.<br>Літературні джерела: [1-6]                                                  |
| 3.    | Тема 1. Базові поняття протиаварійної автоматики.<br>Призначення та склад протиаварійної автоматики.<br>Підсистеми протиаварійної автоматики.<br>Літературні джерела: [1-6]                                                                            |
| 4.    | Тема 1. Базові поняття протиаварійної автоматики.<br>Види інформації (вимірювання), що може бути необхідною для пристроїв ПА.<br>Керуючі дії протиаварійної автоматики.<br>Літературні джерела: [1-6]                                                  |
| 5.    | Тема 1. Базові поняття протиаварійної автоматики.<br>Узагальнена структура пристрою протиаварійної автоматики.<br>Принципи дії, класифікації алгоритмів по керуванню та розрахункам пристроїв протиаварійної автоматики.<br>Літературні джерела: [1-6] |
| 6.    | Тема 1. Базові поняття протиаварійної автоматики.<br>Види (прояви) нестійкості (по куту, частоті і т.п.).<br>Літературні джерела: [1-6]                                                                                                                |
| 7.    | Тема 2. Види та прояви нестійкості в електроенергетичних мережах.<br>Визначений та хаотичний розвиток аварійного процесу на сильному зв'язку.<br>Літературні джерела: [1-6]                                                                            |
| 8.    | Тема 2. Види та прояви нестійкості в електроенергетичних мережах.<br>Нестійкість напруги в мережі (динамічний та статичний процес).<br>"Лавина" напруги. Причинно-наслідковий зв'язок<br>Літературні джерела: [1-6]                                    |
| 9     | Тема 2. Види та прояви нестійкості в електроенергетичних мережах.<br>Особливості організації релейного захисту в "щільній" мережі. Близьке та дальнє резервування<br>Літературні джерела: [1-6]                                                        |
| 10    | Тема 2. Види та прояви нестійкості в електроенергетичних мережах.<br>Події (та їх послідовність), що можуть привести до вимикання лінії<br>Літературні джерела: [1-6]                                                                                  |
| 11    | Тема 2. Види та прояви нестійкості в електроенергетичних мережах.<br>Протиаварійні заходи, що застосовуються в енергосистемах<br>Літературні джерела: [1-6]                                                                                            |
| 12    | Тема 2. Види та прояви нестійкості в електроенергетичних мережах.<br>Приклади системних аварій.<br>Літературні джерела: [1-6]                                                                                                                          |
| 13    | Тема 3. Пристрої протиаварійної автоматики<br>Загальні вимоги до пристроїв ПА<br>Стійкість "в малому" та "в великому" (статична та динамічна)                                                                                                          |

|    |                                                                                                                                                                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <i>Літературні джерела: [1-6]</i>                                                                                                                                                       |
| 14 | Тема 3. Пристрої протиаварійної автоматики<br>Запас по потужності, що передається по лінії<br>Попередження перевантаження елементу мережі<br>Літературні джерела: [1-6]                 |
| 15 | Тема 3. Пристрої протиаварійної автоматики<br>Попередження недопустимого пониження (підвищення) частоти<br>Літературні джерела: [1-6]                                                   |
| 16 | Тема 3. Пристрої протиаварійної автоматики<br>Попередження недопустимого пониження (підвищення) напруги<br>Попередження та ліквідація асинхронного режиму<br>Літературні джерела: [1-6] |
| 17 | Тема 3. Пристрої протиаварійної автоматики<br>Нерегулярні коливання потужності в перетині<br>Керовані перетини<br>Літературні джерела: [1-6]                                            |
| 18 | МКР                                                                                                                                                                                     |

#### *Лабораторні заняття*

| <i>№ з/п</i> | <i>Назва лабораторної роботи</i>                                                                  | <i>Кількість ауд. годин</i> |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1            | Заняття №1. Побудова електричного кола з бібліотекою powerlib<br>Літературні джерела: [2]         | 4                           |
| 2            | Заняття №2. Автоматика обмеження зниження частоти (АОЗЧ)<br>Літературні джерела: [2]              | 2                           |
| 3            | Заняття №3. Автоматика обмеження підвищення напруги (АОПН)<br>Літературні джерела: [2]            | 4                           |
| 4            | Заняття №4. Дослідження пристроїв виявлення синхронних коливань<br>Літературні джерела: [2]       | 4                           |
| 5            | Заняття №5. Автоматика запобігання порушення стійкості енергосистеми.<br>Літературні джерела: [2] | 2                           |
| 6            | Заняття №6. Дослідження пропускної здатності ліній електропередач.<br>Літературні джерела: [2]    | 2                           |
|              | <b>ЗАГАЛОМ</b>                                                                                    | <b>18</b>                   |

#### *Контрольна робота*

- Метою контрольної роботи є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок.
- Модульна контрольна робота (МКР) виконується після вивчення Розділу 1. Кожний студент отримує індивідуальне завдання, відповідно до якого необхідно відповісти на тестові запитання.

#### *Самостійна робота студентів*

| <i>№ з/п</i> | <i>Вид самостійної роботи</i>                                 | <i>Кількість годин СРС</i> |
|--------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1            | Підготовка до аудиторних занять<br>Літературні джерела: [1-4] | 70                         |
| 2            | Підготовка до МКР<br>Літературні джерела: [1-4]               | 8                          |
| 3            | Підготовка до іспиту                                          | 30                         |

|  |                            |     |
|--|----------------------------|-----|
|  | Літературні джерела: [1-4] |     |
|  | ЗАГАЛОМ                    | 108 |

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах та наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасну подачу студентом лабораторних робіт.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне лабораторних робіт передбачає нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Протиаварійна автоматика»
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

### 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

**Поточний контроль:** МКР.

**Календарний контроль:** провадиться двічі в семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** іспит

**Умови допуску до семестрового контролю:** виконані та захищені всі лабораторні роботи, семестровий рейтинг більше 30 балів..

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

| Кількість балів | Оцінка       |
|-----------------|--------------|
| 100-95          | Відмінно     |
| 94-85           | Дуже добре   |
| 84-75           | Добре        |
| 74-65           | Задовільно   |
| 64-60           | Достатньо    |
| Менше 60        | Незадовільно |

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання та захист лабораторних робіт;

- виконання модульної контрольної роботи (МКР).
- відповіді на екзамені.

| Виконання та захист лабораторних робіт | МКР | Rc | Рекз | R   |
|----------------------------------------|-----|----|------|-----|
| 40                                     | 20  | 60 | 40   | 100 |

### 1. Лабораторні роботи, за кожну роботу:

Кожна лабораторна робота оцінюється за 100 бальною шкалою.

За невчасну подачу звіту нараховуються 3 штрафні бали за кожен тиждень затримки (1..7 днів після терміну вказаного викладачем – 3 бали, 8..14 днів – 6 балів, і т.д.).

За кожну роботу студент може отримати:

- «відмінно» – 95-100 балів, повне виконання завдання та відповідь на контрольні запитання (не менше 90% потрібної інформації);
- «добре» - 75-84 бали та «дуже добре» 85-94 бали, дано відповіді на переважну більшість тестових питань, та робота містить несуттєві помилки при виконання та оформленні звіту;
- «достатньо» - 60-64 бали та «задовільно» - 65-74 бали, багато помилок у відповідях на тестові запитання, значні помилки при розв'язанні завдання (програма), та при оформленні протоколу та побудові блок-схем алгоритмів програми;
- «незадовільно» - 0 балів, студент не набрав необхідну кількість балів для позитивної оцінки або не здав роботу. Це означає що роботу треба доздати у відведені навчальним графіком терміни.

В кінці семестру для зданих лабораторних робіт знаходиться середнє арифметичне значення (  $(L1+L2+...+L9)/9$ , де  $L1, L2, ..., L9$  – оцінки за відповідні роботи), отримане значення домножається на коефіцієнт 0.4, тобто переводиться в бали РСО до 40 балів.

### 2. Модульна контрольна робота. Складається з відповідей на тестові запитання.

Оцінюється за 100 бальною шкалою. Складається з відповідей на тестові запитання і відображає відсоток правильних відповідей на питання тестів. Набрані бали в кінці семестру перераховуються з коефіцієнтом 0.2, що дає від 0 до 20 балів РСО.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

#### Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань

Рейтинг  $R_c \geq 0,6 \cdot R$ , тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг  $R_c$  в межах  $(0,4 - 0,59) \cdot R$ , тобто 40 – 59 балів – студенти складають екзамен.

Максимальний рейтинг екзамену  $R_z = 40$  балів.

Критерії оцінювання кожного з двох теоретичних екзаменаційних питань

Рейтинг завдання  $R_z = 20$  балів – студент дав вичерпні відповіді на питання, дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг завдання  $R_z = 16,5 - 19,5$  балів – студент дав вичерпні відповіді на питання, дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні, але містять незначні неточності.

Рейтинг завдання  $R_z = 12,5 - 16$  балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг завдання  $R_z = 8 - 12$  балів – студент частково відповідає на екзаменаційне питання, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів. Відповіді непослідовні і нечіткі.

*Рейтинг завдання  $R_3 \leq 7,5$  балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті процесів. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.*

***Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)***

*складено асистент Заколюдажний В.В.*

*Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 14 від 27.06.2024 р.)*

*Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 23.06.2024 р.)*

## Індивідуальні завдання на модульну контрольну роботу

Для заданих викладачем питань, зі списку нижче, написати відповіді. Результат завантажити у відповідне завдання класруму, у форматі pdf.

1. Історія розвитку та необхідність пристроїв ПА.
2. Види аварійних збурень та їх наслідки (аварійні явища).
3. Терміни зв'язок, концентрований вузол, мережа, перетин.
4. Призначення та склад протиаварійної автоматики.
5. Підсистеми протиаварійної автоматики.
6. Види інформації (вимірювання), що може бути необхідною для пристроїв ПА.
7. Керуючі дії протиаварійної автоматики.
8. Узагальнена структура пристрою протиаварійної автоматики.
9. Принципи дії, класифікації алгоритмів по керуванню та розрахункам пристроїв протиаварійної автоматики.
10. Види (прояви) нестійкості (по куту, частоті і т.п.).
11. Визначений та хаотичний розвиток аварійного процесу на сильному зв'язку.
12. Нестійкість напруги в мережі (динамічний та статичний процес).
13. "Лавина" напруги. Причинно-наслідковий зв'язок
14. Особливості організації релейного захисту в "щільній" мережі. Близьке та дальнє резервування.
15. Події (та їх послідовність), що можуть привести до вимикання лінії.
16. Протиаварійні заходи, що застосовуються в енергосистемах.
17. Приклади системних аварій.
18. Загальні вимоги до пристроїв ПА
19. Стійкість "в малому" та "в великому" (статична та динамічна)
20. Запас по потужності, що передається по лінії.
21. Попередження перевантаження елемента мережі.
22. Попередження недопустимого пониження (підвищення) частоти
23. Попередження недопустимого пониження (підвищення) напруги
24. Попередження та ліквідація асинхронного режиму.
25. Нерегулярні коливання потужності в перетині.
26. Керовані перетини.