



Основи експлуатації АЕС

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	143 Атомна енергетика
Освітня програма	ОПП Атомні електричні станції
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна) / дистанційна
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС (120 годин): 45 годин лекцій, 9 годин комп'ютерних практикумів, 66 годин самостійна робота
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік / модульна контрольна робота
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц., Бібік Тимофій Вікторович, e-mail: tymofii.bibik@gmail.com Лабораторні роботи: к.т.н., доц., Бібік Тимофій Вікторович, e-mail: tymofii.bibik@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua ,

Програма навчальної дисципліни

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

В рамках дисципліни майбутні фахівці будуть вивчати питання експлуатації енергоблоків атомних електричних станцій. Виходячи з того, що в Україні на сьогодні експлуатуються тільки енергоблоки АЕС з реакторами ВВЕР, то основна увага при викладенні цього модулю приділяється питанням експлуатації енергоблоків АЕС саме з водо-водяними енергетичними реакторами (ВВЕР). В навчальній дисципліні розглядається схема 1-го та 2-го контурів, будова та характеристики систем нормальної експлуатації, роботу енергоблоку як об'єкта енергосистеми та вивчення основних систем та обладнання енергоблоку АЕС з ВВЕР.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем атомних електричних станцій та їх компонентів (ФК 06), здатність враховувати правові, соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію інженерних рішень в галузі атомної енергетики (ФК 08), здатність використовувати знання характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів у професійній діяльності в галузі атомної енергетики (ФК 13).

Предметом навчальної дисципліни є мультимедійний тренажер енергоблоку АЕС з ВВЕР «Симулятор ВВЕР-1000. Мультимедійний тренажер, розроблений міжнародною групою під егідою МАГАТЕ, з самого початку створювався безпосередньо для навчання. Тренажер дозволяє в режимі реального часу задавати або змінювати параметри енергоблоку з отриманням відповідних відгуків систем та елементів. Вважається, що користувач симулятору вже знайомий з основними характеристиками ядерних енергетичних реакторів та характеристиками ВВЕР-1000.

Програмними результатами навчання є:

- Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 143 Атомна енергетика (ПРН 2).
- Здійснювати розрахунки об'єктів атомно-енергетичного комплексу, виробів, процесів і систем в галузі атомної енергетики, що задовольняють конкретні технічні, економічні, законодавчі та інші вимоги; обрання і застосовування адекватної методології проектування (ПРН 5).

- Застосовувати методи фізичного, математичного і комп'ютерного моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань принаймні в одному з напрямів атомної енергетики (ПРН 8).

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

Пререквізити: Дисципліна базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні таких дисциплін, як Інженерна графіка, Основи конструювання, Теоретична механіка, Інформаційні технології.

Постреквізити: Дипломне проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

В першому змістовному модулі вивчаються питання вибору параметрів енергоблоку, та режими роботи енергоблоків АЕС як єдиного об'єкта енергосистеми, та включає в себе:

Розділ 1. «Вибір параметрів енергоблоків».

Тема 1.1. Загальні відомості. Вибір параметрів енергоблоку.

Розділ 2 «Енергоблок як єдиний об'єкт експлуатації».

Тема 2.1. Режими роботи енергоблоків АЕС.

Тема 2.2. Робота енергосистеми.

Другий змістовний модуль «Основне обладнання та системи енергоблоків АЕС» включає в себе Розділ 3. Основне обладнання та системи енергоблоків АЕС. В якому детально розглядаються обладнання, системи та елементи нормальної експлуатації та системи та елементи безпеки для АЕС з водо-водяними енергетичними реакторами.

Розділ 3. Основне обладнання та системи АЕС (з ВВЕР).

Тема 3.1. Класифікація обладнання, основні терміни та визначення.

Тема 3.2. Системи та елементи нормальної експлуатації.

Тема 3.3. Системи та елементи безпеки АЕС.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Топольницький М.В. Атомні електричні станції: Підручник для ВУЗів.-Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка" 2003.
2. Машанова О.Є. Теплові електричні станції. Навчально-методичний посібник. ЗДІА. Запоріжжя 2011.

Допоміжна література:

3. Кіров В.С. Атомні електричні станції. Навчальний посібник для студентів. ОНПУ.

Фільми по ядерній енергетиці, кафедра АЕС і ІТФ.

Інформаційні ресурси

1. Кампус <http://login.kpi.ua>.
2. Науково-технічна бібліотека КПІ ім. Ігоря Сікорського <http://library.kpi.ua>.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

При вивченні дисципліни використовуються репродуктивний, евристичний, дослідницький методи навчання та метод проблемного викладення.

Згідно навчального плану для опанування матеріалу дисципліни передбачено лекційні заняття і комп'ютерний практикум

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Розділ 1 Вступ	
1.	Тема 1. Загальні відомості. Вибір параметрів енергоблоку. Лекція 1. Загальні відомості та визначення. Задачі експлуатації.
2.	Лекція 2. Вибір параметрів теплоносія та робочого тіла енергоблоку.
Розділ 2 Енергоблок як єдиний об'єкт експлуатації	
3.	Лекція 3. Режими роботи енергоблоків АЕС.

4.	Лекція 4. Програми регулювання енергоблоків АЕС.
5.	Тема 2. Робота енергосистеми. Лекція 5, 6. Робота електричної мережі. Основні характеристики, стаціонарні та аварійні режими роботи електричної мережі. Модульна контрольна робота, частина I
Розділ 3 Основне обладнання та системи АЕС з ВВЕР	
6.	Тема 3.1. Класифікація обладнання, основні терміни та визначення. Лекція 7. Класифікація обладнання, основні терміни та визначення.
7.	Тема 3.2. Системи та елементи нормальної експлуатації. Лекція 8. Система підживлення-продувки та борного регулювання 1-го контуру.
8.	Лекція 9, 10. Система компенсації тиску першого контуру.
9.	Тема 3.3. Системи та елементи безпеки. Лекція 11. Система аварійного охолодження активної зони високого тиску.
10	Лекція 12. Система аварійного охолодження активної зони низького тиску.
11	Лекція 13. Системи аварійного охолодження активної зони пасивного типу ВВЕР нового покоління. ГЕ-2. СПОТ.
12	Лекція 14. Спринклерна система.
13	Лекція 15. Система управління та захисту реактора. Автоматичний регулятор потужності.
14	Лекція 16. Регулятор обмеження потужності. Попереджувальний захист.
15	Лекція 17, 18. Аварійний захист реактора.
16	Лекція 19. Система гідроємностей САОЗ.
17	Лекція 20. Система аварійного газовидалення з першого контуру.
18	Лекція 21. Система аварійної живильної води
19	Лекція 22. Система пароскидних пристроїв (ЗК ПГ, ШРУ-А, ШЗВК). Модульна контрольна робота, частина II

Комп'ютерний практикум

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)
1.	Заняття 1 Комп'ютерний практикум №1. Стаціонарний режим роботи реакторної установки.
2.	Заняття 2 Комп'ютерний практикум №2. Дослідження ядерного енергетичного реактора ВВЕР-1000 в режимі відключення головних циркуляційних насосів. Зупинка одного ГЦН з чотирьох, що працювали.
3.	Заняття 3 Комп'ютерний практикум №3. Дослідження ядерного енергетичного реактора ВВЕР-1000 в режимі відключення двох головних циркуляційних насосів.
4.	Заняття 4 Комп'ютерний практикум №4. Дослідження ядерного енергетичного реактора ВВЕР-1000 в режимі відключення турбо-підживлювального насосу.
5.	Заняття 5 Захист робіт. *Примітка. Для рівномірного навантаження в часі для захисту реферативних робіт, захист можливо проводити на початку кожної практичної роботи, але не довше 15 хвилин.

6. Самостійна робота студента

Під час вивчення навчальної дисципліни видами самостійної роботи є підготовка до аудиторних занять (лекційних і комп'ютерних практикумів). Полягає в опануванні питань, що винесені на самостійне опрацювання та підготовки конспектів. Перелік питань наведений у таблиці п.5, що визначають зміст лекційних занять і комп'ютерних практикумів. Час на їх підготовку подано нижче.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Класифікація РУ. Конспект лекцій з курсу «Ядерні енергетичні реактори».	10
2.	Реактори нового покоління.	10
3.	Особливості роботи енергосистеми при значній (більше 35-40%) частці виробленню електроенергії на АЕС.	8
4.	Особливості складу та умови роботи системи підживлення-продувки та борного регулювання на АЕС з ВВЕР-1000. Особливості складу та умови роботи системи компенсації тиску першого контуру на АЕС з ВВЕР-1000.	7
5.	Модульна контрольна робота, частина I	2
6.	Особливості складу та умов роботи системи аварійного охолодження активної зони на АЕС з ВВЕР-1000.	8
7.	Особливості складу та умов роботи системи управління та захисту на АЕС з ВВЕР-1000 та PWR.	7
8.	Модульна контрольна робота, частина II	2
9.	Залік	8
10	<i>ВСЬОГО</i>	66

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог до студентів:

- **правила відвідування занять** – відвідувати навчальні заняття та контрольні заходи передбачені графіком освітнього процесу (п. 9.4 <https://kpi.ua/admin-rule>), як при навчанні в аудиторіях, так і при використанні дистанційного режиму навчання. В останньому випадку заняття проводяться в режимі онлайн-конференцій і студенти їх «відвідують» під'єднуючись за наданими викладачем посиланням;
- **правила поведінки на заняттях** – не заважати зайвою діяльністю, розмовами (в тому числі телефоном) іншим студентам слухати лекцію чи працювати під час виконання комп'ютерних практикумів. В аудиторіях/лабораторіях та при дистанційному навчанні вдома дотримуватись правил техніки безпеки при роботі з обладнанням;
- **правила захисту звіту з лабораторних робіт** – викладач особисто спілкується зі студентом та задає теоретичні питання за тематикою роботи та отриманими результатами;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів** – заохочувальні бали передбачені за академічну активність на лекційних заняттях, штрафні бали нараховуються при виявленні фактів порушення правил доброчесності при складанні контрольних та лабораторних робіт і можуть накладатися у розмірі оцінки передбаченої за конкретну роботу;
- **політика дедлайнів та перескладань**:
 - 1) перескладання заліку здійснюються за графіком, встановленим на рівні університету;
 - 2) захист звітів з лабораторних робіт відбувається на наступному занятті після вивчення теми даного практичного заняття. Всі проблемні питання з вирішуються на аудиторних практичних заняттях 7-8. При значних заборгованостях з оформлення протоколів, їх здачі і захистів робіт, студенти можуть бути недопущені до семестрового контролю і не отримати позитивну оцінку.
- **політика щодо академічної доброчесності** – студенти зобов'язані дотримуватись положень Кодексу честі та вимог академічної доброчесності під час освітнього процесу.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю знань студента з дисципліни:

- виконання та захист завдань комп'ютерного практикуму;
- виконання МКР;
- календарний контроль (проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог PCO);
- відповідь на заліку.

За результатами навчальної роботи за перші 6 тижнів «ідеальний студент» має набрати 54 бали. На першій атестації (7-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 26 балів.

За результатами 12 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 96 балів. На другій атестації (13-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 48.

Рейтинг з дисципліни враховує роботу студента продовж семестру та рівень знань і навичок, виявлених ним на заліку.

Рейтинг з дисципліни формується як сума балів, нарахованих студенту за:

- результати виконання завдань комп'ютерних практикумів,
- виконання МКР,
- виконання завдань, отриманих на заліку.

Рейтинг з дисципліни розраховується за формулою рейтингова оцінка (RD) з кредитного модуля формується як сума балів поточної успішності навчання – стартового рейтингу (r_c) та балів отриманих на заліку (r_1):

$$R_D = r_c/2 + r_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

Стартовий рейтинг є сумарною оцінкою за виконання студентом завдань комп'ютерних практикумів та МКР:

$$r_c = r_{\text{КП}}(15 * 4) + r_{\text{МКР}}(20) = 100 \text{ балів}$$

$r_{\text{КП}}$ – бали поточного контролю (бали отримані при роботі на занятті r_z , виконанні і захисті завдань комп'ютерних практикумів $r_{\text{ЗКП}}$), $r_{\text{МКР}}$ – бал отриманий за виконання завдань модульної контрольної роботи. Максимальна кількість балів стартового рейтингу складає 50 балів.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Робота на комп'ютерному практикумі

Наприкінці кожного практичного заняття викладач оцінює рівень і якість виконання завдань, ваговий бал становить 4 бала (за кожне заняття). Максимальна кількість балів студента: $r_z=4 \text{ бала} \times 5 = 20 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

4 бала — за умови вчасного, повного і вірного виконання завдання; **2 бал** — в роботі є певні незначні недоліки; **0 балів** — завдання не виконано.

Якщо студент був відсутнім на занятті – бали не нараховуються.

2. Виконання завдань з комп'ютерних практикумів

Завдання комп'ютерних практикумів мають однакову складність і їх ваговий бал становить 15 бали (10 балів за виконання завдання та 5 балів – за захист роботи). Максимальна кількість балів студента: $r_{\text{КП}}=15 \text{ бали} \times 4 = 60 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

15 бали — за умови отриманих результатів роботи, які відповідають фізичній сутності; **10 бали** — за умови отриманих результатів роботи, які відповідають фізичній сутності, оформлення звіту потребує доопрацювання; **4...7 бал** — у роботі є певні недоліки, не охайно виконаний звіт (робота потребує доопрацювання, бали не підвищуються); **0 балів** — у роботі є значні недоліки, звіт оформлений не згідно вимог звіту (робота потребує доопрацювання, бали не підвищуються).

Виконання і здача завдань комп'ютерних практикумів є обов'язковим.

3. Виконання завдань МКР

Основна мета проведення модульної контрольної роботи – перевірити рівень засвоєння студентам теоретичного матеріалу. Завдання видається на передостанньому практичному занятті по темах лекційної частини курсу. *Виконання завдань МКР обов'язкове.* Якщо студент був відсутнім на МКР, то потрібно отримати і виконати завдання впродовж десяти днів після часу проведення МКР.

Максимальна кількість балів за виконання завдань модульної контрольної роботи $r_{\text{МКР}} = 10 * 2 = 20 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

10 балів — повна, обґрунтована відповідь; **8..9 балів** — повна, але не достатньо обґрунтована відповідь; **6..7 балів** — не повна відповідь та\або має несуттєві помилки; **4..5 балів** — завдання виконано не в повній мірі; **0...4 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

Заохочувальні бали

- участь у наукових та\або науково-практичних конференціях, семінарах, симпозиумах за тематикою курсу — **5 балів** (при умові виконання завдань розрахунково-графічної роботи).

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: виконаний та зарахований цикл звітів з комп'ютерних практикумів, виконання МКР та загальний бал за всі види робіт не менше **50 балів**.

До заліку допускаються студенти, які за результатами поточного контролю набрали не менше 50 балів. За результатами заліку студент може набрати **50 балів**.

Студенти виконують і захищають залікову роботу, яка складається з трьох теоретичних питань.

Критерії оцінювання та кількість балів за залікову роботу.

Критерії	Кількість балів
<i>студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, вміє правильно використовувати знання</i>	40-50
<i>студент демонструє на достатньо високому рівні знання навчального матеріалу, вміє правильно використовувати знання</i>	30-39
<i>студент демонструє на достатньому рівні знання навчального матеріалу, але допускає деякі неточності, щодо використання отриманих знань</i>	20-29
<i>студент демонструє на достатньому рівні знання навчального матеріалу, але допускає суттєві неточності, щодо використання отриманих знань</i>	10-19
<i>студент не демонструє на достатньому рівні знання навчального матеріалу та\або вміння і навички у вирішенні поставленого завдання</i>	1-9

Максимальна сумарна оцінка може бути 100 балів, мінімальна позитивна оцінка складає 60 балів.

Отримані рейтингові бали переводяться у відповідну оцінку згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Здобувачі мають право і можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами (детальніше: https://osvita.kpi.ua/2020_7-170, https://document.kpi.ua/files/2020_7-170.pdf).

Здобувачі мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та\або зауважень.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (детальніше: <https://kpi.ua/code>).

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

1. Дистанційне навчання:

В умовах дистанційного режиму організація освітнього процесу здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання: платформи дистанційного навчання «Сікорський» та «Електронний КАМПУС». Навчальний процес у дистанційному режимі здійснюється відповідно до затвердженого розкладу навчальних занять. Заняття проходять з використанням сучасних ресурсів проведення онлайн-зустрічей (організація відео-конференцій на платформі Zoom).

2. Навчання в умовах правового режиму воєнного стану:

- передбачає проведення усіх видів занять дистанційно (з використанням синхронної або асинхронної моделі освітньої взаємодії), у відповідності до Регламенту організації освітнього процесу в дистанційному режимі та Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- кінцеві терміни виконання індивідуальних завдань і завдань самостійної роботи переносяться на кінець семестру (з обов'язковим виконанням і захистом);
- у рейтингову систему оцінювання вносяться зміни стосовно нарахування штрафних балів за не своєчасне виконання завдань: штрафні бали не нараховуються.

3. Для студентів існує можливість зарахування (у вигляді додаткових балів до рейтингу до 20 балів):
- сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни;
 - сертифікатів, які підтверджують участь у науково–практичних і наукових конференціях за тематикою дисципліни;
 - публікація статті у науковому журналі за тематикою дисципліни.

Перелік питань, які виносяться на модульну контрольну роботу

Частина 1.

1. Класифікація систем та елементів.
2. Категорії електропостачання. Визначення.
3. Технологічна схема 1-го контуру: опис схеми, параметри основних елементів.
4. Автоматизована система управління технологічними процесами: призначення та основні керуючі функції.
5. Технологічна схема 2-го контуру. Система паропроводів гострої пари: опис схеми, параметри основних елементів.

Частина 2.

6. Автоматизована система управління технологічними процесами: перелік підсистем керуючої та інформаційної функцій.
7. Головна електрична схема енергоблоку: опис схеми, параметри основних елементів.
8. Єдина система маркування обладнання: призначення, опис буквенно-цифрових шифр секторів.
9. Технологічна схема 2-го контуру. Система основного конденсату: опис схеми, параметри основних елементів.
10. Єдина система маркування обладнання: буквенне позначення сектора 1 (маркування систем).

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Принципова схема реакторної установки з реакторами типу ВВЕР.
2. Основні відмінності між реакторними установками ВВЕР-440 та ВВЕР-1000.
3. Формула 4-х співмножників, визначення коефіцієнтів, що входять в формулу.
4. Ефективний коефіцієнт розмноження нейтронів і коефіцієнт розмноження нейтронів в нескінченному середовищі. У чому їх відмінність?
5. Склад палива реактора ВВЕР.
6. Ланцюгова реакція поділу ядерного палива.
7. Радіоактивність. Види радіоактивного розпаду. Період радіоактивного розпаду.
8. Основні системи безпеки реакторної установки з реакторами типу ВВЕР.
9. Система фізичних бар'єрів на шляху розповсюдження іонізуючого випромінювання і радіоактивних речовин у навколишнє середовище.
10. Склад активної зони реактора ВВЕР.
11. Ядерне паливо.
12. Сповільнювач.
13. Теплоносій.
14. Основні параметри реакторної установки ВВЕР-1000.
15. Яким чином відбувається отримання електричної енергії на атомній станції?
16. Відбивач в ядерному реакторі. Для чого він призначений?
17. Період реактора, період подвоєння потужності.
18. Миттєві нейтрони та нейтрони що запізнюються. Роль нейтронів що запізнюються.
19. Джерела нейтронів в підкритичному реакторі. Пуск ядерного реактора.
20. Вигорання ядерного палива.

21. Шлакування ядерного палива.
22. Отруєння ядерного реактора.
23. Вигоряючий поглинач. Типи вигоряючих поглиначів, які застосовуються на РУ з ВВЕР.
24. Засоби впливу на реактивність в ядерних реакторах типу ВВЕР.
25. Відмінність гермозони реактора ВВЕР-440 від гермооб'єму реактора ВВЕР-1000.
26. Реактор: призначення, склад і принцип роботи.
27. ГЦН: призначення, склад і принцип роботи.
28. ГЗЗ: призначення, склад і принцип роботи.
29. Парогенератор: призначення, склад і принцип роботи.
30. КТ: призначення, склад і принцип роботи.
31. ГЦТ: призначення і склад.
32. Намалювати принципову теплову схему другого контуру АЕС.
33. Назвати призначення турбіни.
34. Пояснити принцип роботи турбіни.
35. Навести визначення класів елементів АС за впливом на безпеку.
36. Навести класифікаційні позначення що відображають призначення елемента.
37. Навести визначення груп, на які поділяються обладнання і трубопроводи, в залежності від ступеня впливу системи на безпеку.
38. Навести визначення категорій сейсмостійкості будівельних конструкцій, технологічного і електротехнічного обладнання, трубопроводів, приладів і т.д. в залежності від ступеня їх відповідальності в забезпеченні безпеки.
39. Єдина система маркування обладнання.
40. Перерахувати види трубопровідної арматури за функціональним призначенням.
41. Назвати призначення, описати конструкцію, принцип дії запірної арматури.
42. Назвати призначення, описати конструкцію, принцип дії регулюючої арматури.
43. Назвати призначення, описати конструкцію, принцип дії запобіжної арматури.
44. Назвати призначення, описати конструкцію, принцип дії захисної арматури.
45. Назвати призначення, описати конструкцію, принцип дії фазорозподільної арматури.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом каф. АЕ, к.т.н., Бібіком Тимофієм Вікторовичем

Ухвалено кафедрою АЕ (протокол № 26 від 23.06. 2025 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІАТЕ (протокол № 9 від 27. 06. 2025 р.)