



Основи експлуатації АЕС

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>143 Атомна енергетика</i>
Освітня програма	<i>ОПП Атомні електричні станції</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна) /дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, весінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС (120 годин): 54 годин лекцій, 18 годин лабораторних робіт, 48 годин самостійна робота</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>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</i>
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, с 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 застосування 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: Виробнича практика, Переддипломна практика, Дипломне проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

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

Розділ 1. «Вибір параметрів енергоблоку»;

Тема 1.1. Загальні відомості. Вибір параметрів енергоблоку.

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

Тема 2.1. Режими роботи енергоблоку АЕС.

Тема 2.2. Робота енергосистеми

Другий змістовний модуль «Основне обладнання та системи енергоблоку АЕС» включає в себе Розділ 3. Основне обладнання та системи енергоблоку 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 безпекикомплексу ANSYS-CFX.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Широков С. В. Ядерні енергетичні реактори. К. 1997, с. 280.
2. ВВЭР-1000. Симулятор реактора. МАГАТЕ. Вена 2005.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Експлуатація ЯПВУ». Київ 2008.

Допоміжна література:

4. Широков С. В. Фізика ядерних реакторів. – Видання друге: Вища школа, 1998. – с 288.
5. Гогштейн Д.П., Верхівкер Г.П. Аналіз теплових схем атомних електростанцій. Київ: Вища школа., 1987 р.
6. Поярков В.О., Стрижак В.І., Широков С.В. Ядерна енергетика за і проти. Київ, Тов. «Знання» України. 1993 р. 92 стор.
7. Фільми по ядерній енергетиці, кафедра АЕС і ІТФ.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Тиждень	Зміст навчальної роботи	СРС (48 годин за навчальним планом)
1 – I тиждень	<p>Лекція 1. Загальні відомості та визначення. Задачі експлуатації. [1] стор. 8-14, [2] стор. 3-5.</p> <p>Лекція 2. Вибір параметрів теплоносія та робочого тіла енергоблоку. [3] стор. 116-123.</p>	<p>Класифікація РУ [б]. Конспект лекцій з курсу «Ядерні енергетичні реактори» (0,5 години).</p> <p>Реактори нового покоління [б] стор. 176-220 (0,5 години).</p>
	<p>Комп'ютерний практикум 1 Практична робота №1. Стаціонарний режим роботи реакторної установки.</p>	<p>Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години).</p>

2 – II тиждень	<p>Лекція 3. Режими роботи енергоблоків АЕС. [1] стор. 14-26, [2] стор. 7-47.</p> <p>Лекція 4. Програми регулювання енергоблоків АЕС. [1] стор. 41-50, [2] стор. 7-47.</p>	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) . Особливості роботи енергосистеми при значній (більше 35-40%) частці виробленню електроенергії на АЕС. [1] стор. 26-41, [3] стор. 191-213. (1,5 години) .
	<p>Комп'ютерний практикум 2 Практична робота №1. Стаціонарний режим роботи реакторної установки.</p>	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) .
3 – I тиждень	<p>Лекція 5. Робота електричної мережі. Основні характеристики, стаціонарні та аварійні режими роботи електричної мережі [2] стор 129-146.</p> <p>Лекція 6. Лекція 6 проводиться у вигляді відкритої лекції з екскурсією в музей «КиївЕнерго». Програма екскурсії погоджується з керівництвом музею, та включає: ознайомлення з експонатами музею, лекцію спеціалістів з зазначеної теми, та перегляд відео матеріалу [2] стор 129-146.</p>	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) .
	<p>Комп'ютерний практикум 3. Практична робота №2. Дослідження ядерного енергетичного реактора ВВЕР-1000 в режимі відключення головних циркуляційних насосів. Зупинка одного ГЦН з чотирьох, що працювали. [11], Практична робота №1.</p>	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) .
4 – II тиждень	<p>Лекція 7. Робота електричної мережі. Основні характеристики, стаціонарні та аварійні режими роботи електричної мережі [2] стор 129-146.</p> <p>Лекція 8. Лекція 8 проводиться у вигляді відкритої лекції з екскурсією в музей «КиївЕнерго». Програма екскурсії погоджується з керівництвом музею, та включає: ознайомлення з експонатами музею, лекцію спеціалістів з зазначеної теми, та перегляд відео матеріалу [2] стор 129-146.</p>	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) .
	<p>Комп'ютерний практикум 4. Практична робота №2. Дослідження ядерного енергетичного реактора ВВЕР-1000 в режимі відключення головних циркуляційних насосів. Зупинка одного ГЦН з чотирьох, що працювали. [11], Практична робота №1.</p>	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) .
5	<p>Лекція 9. Система компенсації тиску першого контуру.</p>	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) . Особливості складу та умови

– I тиждень	Лекція 10. Відеофільм кафедри. Компенсатор тиску, барботаажний бак.	роботи системи підживлення-продувки та борного регулювання на АЕС з ВВЕР-440. Особливості складу та умови роботи системи компенсації тиску першого контуру на АЕС з ВВЕР-440. [8] Книга 3.
	Комп'ютерний практикум 5. Практична робота №3. Дослідження ядерного енергетичного реактора ВВЕР-1000 в режимі відключення двох головних циркуляційних насосів. [11], Практична робота №2.	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) .
6 – II тиждень	Лекція 11. Система аварійного охолодження активної зони високого тиску. Система гідроємностей САОЗ. Лекція 12. Система аварійного охолодження активної зони низького тиску.	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) . СРС: Алгебраїчні моделі турбулентності. Популярні алгебраїчні моделі турбулентності [4, с.66-75].
	Комп'ютерний практикум 6. Практична робота №3. Дослідження ядерного енергетичного реактора ВВЕР-1000 в режимі відключення двох головних циркуляційних насосів. [11], Практична робота №2.	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) .
7 – I тиждень	Лекція 13. Системи аварійного охолодження активної зони пасивного типу ВВЕР нового покоління. GE-2. СПОТ. Лекція 14. . Спринклерна система. [8] Книга 4. Відеофільм: Випробування спринклерної системи.	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) . Особливості складу та умов роботи системи аварійного охолодження активної зони на АЕС з ВВЕР-440. [9] Книга 3.
	Комп'ютерний практикум 13. Моделювання задач теплопередачі.	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) .
8 – II тиждень	Лекція 15. Система управління та захисту реактора. Автоматичний регулятор потужності. Лекція 16. Регулятор обмеження потужності. Попереджувальний захист.	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) . Можливості комплексу програм ANSYS при проведенні модального аналізу [7, с. 28-37]. Методика застосування ANSYS-Workbench для виконання модального аналізу відповідальних елементів енергетичного устаткування.
	Комп'ютерний практикум 7. Практична робота №4. Дослідження ядерного енергетичного реактора ВВЕР-1000 в режимі відключення турбопідживлювального насосу. [11], Практична робота №3.	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) .
9	Лекція 17. Аварійний захист реактора. [8] Книга 4.	Опрацювання пройденого на

– I тиждень	Лекція 18. Аварійний захист реактора. [8] Книга 4.	лекціях матеріалу (0,5 години) . Особливості складу та умов роботи системи управління та захисту на АЕС з ВВЕР-440 та PWR. [9] Книга 3, [3] стор. 200-250.
	Комп'ютерний практикум 8. Захист реферативних робіт. *Примітка. Для рівномірного навантаження в часі для захисту реферативних робіт, захист можливо проводити на початку кожної лабораторної роботи, але не довше 15 хвилин.	Опрацювання пройденого на лекціях матеріалу (0,5 години) .

6. Самостійна робота студента

Види самостійної роботи та терміни часу, які на це відводяться, вказані в таблиці в п.5 відповідно до навчальних тижнів та запланованих навчальних занять.

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 звітів з лабораторних робіт;
- виконання МКР;

– відповідь на заліку.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) виконання та захист дев'яти звітів з лабораторних робіт;
- 2) виконання і захист розрахункової роботи;
- 3) відповідь на заліку при виконанні умов допуску і бажанні студента підвищити оцінку.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Виконання та захист семи звітів з комп'ютерних практикумів

Дев'ять завдань на лабораторні роботи мають однакову складність і їх ваговий бал становить 10. Максимальна кількість балів студента: $r_{2np}=10$ балів $\times 9 = 90$ балів. .

Критерії оцінювання:

10 балів — за умови отриманих фізичних результатів роботи, гарного і своєчасного захисту роботи, повних відповідей на контрольні запитання, що приводяться в методичних вказівках до виконання лабораторних робіт; **7..6 балів** — в роботі є певні недоліки, студент дав повні відповіді на контрольні запитання, що приводяться в методичних вказівках до виконання лабораторних робіт; **4...5 балів** — • неакуратно виконаний звіт, поверхнєве знання особливості процесів що моделюються або не надання відповідей на контрольні запитання, що приводяться в методичних вказівках до виконання лабораторних робіт; **2...3 бали** — модель або не може бути виготовленою наявними засобами виробництва або студент не може пояснити як побудувати модель; **1 бал** — наявність суттєвих помилок в конструкції моделі, **0 балів** — відсутність звіту.

Штрафні бали:

– несвоєчасне представлення виконаного завдання СРС без поважної причини (хвороба) — **1 бал**.

2. Модульна контрольна робота

Під час семестру виконуються одна модульна контрольна робота яка виконана у вигляді тестів. Контрольна робота оформлена в платформі Сікорський. Завдання містить десять питань. За вірну відповідь на питання до рейтингу студента додається один бал. Максимальна оцінка за МКР становить **10 балів**.

У разі відсутності студента на контрольній роботі без поважних причин робота оцінюється в 0 балів.

3. Розрахунок суми основних рейтингових балів

Сума основних рейтингових балів відповідає рейтинговій шкалі (100 балів)

Розрахунок шкали рейтингу:

$$R = (9 \cdot 10) (\text{Лаб.}) + 10 (\text{МКР}) = 100 \text{ балів.}$$

Максимально можливий стартовий рейтинг: $R_c = 70+30 = 100$ балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є позитивна оцінка з виконання всіх завдань СРС та стартовий рейтинг не менше $0,25 \times R = 25$ балів.

Якщо в продовж семестру студент отримав більше 75 балів, він має право отримати оцінку «автоматом» згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою (див. нижче). Найвища оцінка «автоматом» не виставляється.

Студенти, які набрали в семестрі рейтинг з дисципліни менше, ніж 25 балів або не виконали умов допуску на залік, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

Залікова складова R_3 шкали дорівнює: **$R_3 = 30$ балів.**

Таким чином, максимальна кількість балів при здачі заліку за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_D = R_c + R_3 = 70 + 30 = 100 \text{ балів.}$$

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
Не виконані умови допуску	Не допущено

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти 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).

Студенти 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

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.
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 № 20 від 12. 06. 2024 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІАТЕ (протокол № 10 від 25. 06. 2024 р.)