



# ДЕЗАКТИВАЦІЯ МОНТАЖ РЕМОНТ ТА ЗНЯТТЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ АЕС

## Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

### 1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	143 Атомна енергетика
Освітня програма	ОНП Атомні електричні станції
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредита ЄКТС (120 годин), 36 годин лекцій, 18 годин практичних занять, 66 годин самостійної роботи
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/ модульна контрольна робота, розрахункова робота
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a>
Мова викладання	українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент, к.т.н. Філатов Володимир Іванович, E_mail: <a href="mailto:vladimirfilat55@gmail.com">vladimirfilat55@gmail.com</a> . Практичні: доцент, к.т.н. Філатов Володимир Іванович. E_mail: <a href="mailto:vladimirfilat55@gmail.com">vladimirfilat55@gmail.com</a>
Розміщення курсу	Платформа дистанційного навчання «Сікорський» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/">https://do.ipk.kpi.ua/</a>

### 2. Програма навчальної дисципліни

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

Програма дисципліни «Деактивація, ремонт, монтаж і зняття з експлуатації АЕС» розглядає на інженерному рівні кілька взаємопов'язаних видів діяльності, які проводяться на всіх основних етапах життєвого циклу АЕС: проектування та будівництво, промислова експлуатація та зняття з експлуатації. Зміст програми ураховує специфіку, яку накладає на цей взаємний зв'язок особливості атомної електростанції.

**Предметом** навчальної дисципліни є тісно взаємопов'язані питання дезактивації обладнання АЕС і його ремонту, дезактивації обладнання, трубопроводів та будівельних конструкцій та його демонтажу при знятті з експлуатації, питання монтажу і ремонту обладнання АЕС.

**Метою** навчальної дисципліни є формування у студентів наступних фахових здатностей (компетентностей):

1. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення складних інженерних завдань в галузі атомної енергетики. (ФК02).
2. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання атомно-енергетичного комплексу (ФК05).
3. Здатність демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил и стандартів в галузі атомної енергетики (ФК06).
4. Здатність демонструвати розуміння проблем якості та управління безпекою в галузі атомної енергетики (ФК07).
5. Здатність демонструвати знання характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів в галузі атомної енергетики, умов їх використання та відповідних обмежень (ФК08).
6. Здатність приділяти увагу питанням безпеки відповідно до їх значимості (ФК10).

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

1. Розв'язувати складні інженерні завдання і проблеми атомної енергетики, що потребує оновлення та інтеграції знань (ПРН01) .
2. Демонструвати спеціалізовані концептуальні знання з атомної енергетики, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності, у тому числі знання і розуміння новітніх досягнень, які забезпечують здатність до інноваційної та дослідницької діяльності (ПРН02).
3. Зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки з проблем атомної енергетики, також знання та пояснення, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються ( ПРН03).
4. Використовувати сучасні технології, обладнання, засоби управління інформацією для вирішення складних інженерних завдань і проблем атомної енергетики (ПРН05) .
5. Застосовувати отримані знання для аналізу інженерних об'єктів, процесів і методів атомної енергетики (ПРН06).
6. Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення інженерних та/або наукових завдань в атомній енергетиці (ПРН11).
7. Розуміння експлуатації обладнання атомно-енергетичного комплексу відповідно до екологічного законодавства й правових норм в галузі охорони здоров'я людей і забезпечення безпеки інженерної діяльності (ПРН13).

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

Пререквізити дисципліни: ПО4 Режими експлуатації атомних станцій

Постреквізити дисципліни: ПО12 Науково-дослідна практика

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Лекції та практичні заняття з навчальної дисципліни проводять за наступними розділами і темами.

### Вступ

Характеристика дисципліни. Предмет і мета дисципліни. Місце дисципліни у підготовці інженерів. Введення до курсу.

### РОЗДІЛ 1 Дезактивація обладнання АЕС

Тема 1.1 Загальні поняття дезактивації.

Фізичні основи радіаційного забруднення. Основні джерела радіоактивного забруднення обладнання АЕС. Поняття дезактивації. Види дезактиваційних робіт.

Тема 1.2 Методи дезактивації

Хімічні методи дезактивації. Механічні методи дезактивації. Коефіцієнт дезактивації.

Контроль якості дезактивації. Дезактивація першого контуру реакторної установки

### РОЗДІЛ 2. Монтаж обладнання АЕС

Тема 2.1. Планування та проектування монтажу

Технологічні основи монтажних робіт. Види монтажних виробництв. Вимоги до організації технологічних процесів монтажу. Методи монтажу тепломеханічного обладнання.

Будівельна та монтажна база на майданчику АЕС. Види проектної документації для монтажу.

Планування монтажних робіт. Графіки виконання робіт. Монтажна документація. Управління якістю.

Тема 2.2 Монтаж обладнання АЕС

Механізація монтажних робіт. Організація монтажу обладнання АЕС. Будівельні, монтажні та суміщені роботи на монтажі обладнання АЕС. Монтаж обладнання першого контуру АЕС.

Зварювальні роботи при монтажі АЕС. Техніка безпеки при монтажі АЕС. Особливості забезпечення безпеки при виконанні різних видів робіт.

### РОЗДІЛ 3 Ремонт обладнання АЕС.

Тема 3.1. Організація ремонтних робіт.

Планування ремонтів, графіки та строки ремонтів на АЕС Структура ремонтних служб АЕС.

Ремонт придатності обладнання. Ремонт внутрішніх корпусних пристроїв реакторів ВВЕР.

Спеціальне ремонтне обладнання.

Оптимізація технічного обслуговування та експлуатаційного контролю обладнання енергоблоків АЕС з метою підвищення коефіцієнта використання встановленої потужності.

Технічна діагностика обладнання АЕС. Забезпечення радіаційної безпеки при виконанні ремонтних робіт.

### РОЗДІЛ 4 Зняття з експлуатації енергоблоків АЕС

Тема 4.1 Планування діяльності по зняттю з експлуатації

Сучасний стан проблеми зняття з експлуатації. Загальне уявлення про зняття з експлуатації.

Законодавчі і нормативні вимоги. Вимоги міжнародних стандартів. Планування діяльності по зняттю з експлуатації. Варіанти зняття енергоблоку з експлуатації. Етапи зняття з експлуатації.

Інженерне і радіаційне обстеження. Проект зняття з експлуатації та його елементи.

Тема 4.2 Практичні питання зняття з експлуатації енергоблоків АЕС

Методи демонтажу. Поводження з радіоактивними відходами при знятті з експлуатації енергоблоків АЕС. Радіоактивні відходи на АЕС. Класифікація радіоактивних відходів. Збір і переробка радіоактивних відходів. Оцінка вартості зняття з експлуатації енергоблоку АЕС.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Базова (підручники, навчальні посібники) література.

1. Конспект лекцій (дистанційна платформа Сикорського)  
<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4526>
2. Ковальчук В. І. Основи поведження з радіоактивними відходами на атомних електростанціях. Принципи, технології, обладнання : навчальний посібник / В.І. Ковальчук, І.Л. Козлов, О.А. Дорож. - Одеса: Астропринт, 2020. - 372 с.  
[https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\\_number=000640552&local\\_base=KPI01](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000640552&local_base=KPI01)

Додаткова (монографії, статті, документи, електронні ресурси) література.

3. Концепція зняття з експлуатації діючих атомних електростанцій. Затверджено наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 10.12.2015 № 798. URL: [http://energoatom.com.ua/uploads/kse\\_2015.pdf](http://energoatom.com.ua/uploads/kse_2015.pdf).
4. Носовський А.В., Гавриш В.М., Ключников О.О., Ткачов Д.О. Дезактивація: [Монографія].- К:»Основа», 2009.- 297а.с (рос. мовою)
5. Носовський А.В., Васильченко В.М., Ключников О.О., Яценко Я.В. Зняття з експлуатації ядерних енергетичних установок/ За ред. А.В. Носовського. [Монографія].- К.: Техніка, 2005. – 288 а.с. (рос. мовою)
6. Носовський А.В., Васильченко В.М., Павленко А.О. та ін. Поводження з радіоактивними відходами: [Монографія].- За ред. А.В. Носовського. – К.: Техніка, 2007. – 368 а.с.
6. Яценко, Ярослав Владимирович. Монтаж, дезактивація, ремонт и снятие с эксплуатации атомных электростанций : [учебник] / Я. В. Яценко ; Мін-во освіти і науки України, НТУУ"КПІ". - К. : НТУУ "КПІ", 2009. - 376 с. (Російська мова)
7. 5. Верінов Олександр, Іван Вербило. "Оптимізація планових ремонтів обладнання ядерних енергоустановок." The VIII International Scientific and Practical Conference" Modern technologies of human development", November 06-08, 2023, Bordeaux, France. 330 p..
8. 12. Єфімов О. В. Методи автоматизації прийняття рішень при управлінні плануванням ремонтів обладнання енергоблоків ТЕС і АЕС / О. В. Єфімов, Т. В. Потаніна // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків : НТУ "ХПІ", 2010. – № 68. – С. 87– 93.
9. Шульженко, С. В., Радченко, О. Л. "Перспективні умови зняття з експлуатації енергоблоків українських АЕС з урахуванням вимог ЄС та МАГАТЕ." Проблеми загальної енергетики 1 (2017): 33-49. [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&image\\_file\\_name=PDF/PZE\\_2017\\_1\\_7.pdf](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&image_file_name=PDF/PZE_2017_1_7.pdf)
5. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку».
6. Закон України «Про поведження з радіоактивними відходами».
7. Закон України «Про впорядкування питань, пов'язаних із забезпеченням ядерної безпеки».
8. Construction technologies for Nuclear power plants. IAEA nuclear energy series no. NP-T-2.5 International atomic energy agency. Vienna, 2011, 207p.
9. URL: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1526\\_Web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1526_Web.pdf)
10. Technologies Technologies for non-destructive destructive testing testing and repair of NPP components components. VUJE – Division for Diagnostics of Nuclear Power Components.2008. URL: [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/43/124/43124116.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/43/124/43124116.pdf)
11. НП 306.2.141-2008 «Загальні положення безпеки атомних станцій».
12. НП 306.2.02/1.004-98 «Загальні положення забезпечення безпеки при знятті з експлуатації атомних електростанцій та дослідницьких реакторів».
13. НП 306.2.230-2020 «Загальні положення безпеки зняття з експлуатації ядерних установок»
14. Decontamination Approaches during Outages in Nuclear Power Plants — Experiences and Lessons Learned. IAEA-TECDOC-1946. International atomic energy agency. Vienna, 2021, 97p. URL: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TE-1946web.pdf>.
15. Decommissioning Nuclear Power Plants: Policies, Strategies and Costs. NUCLEAR ENERGY AGENCY, 2003, 107 p., [URL:https://www.oecd-neo.org/upload/docs/application/pdf/2019-12/3590-decommissioning-npps.pdf](https://www.oecd-neo.org/upload/docs/application/pdf/2019-12/3590-decommissioning-npps.pdf)
16. Письменний Є.М., Філатов В.І., Бойко Н.Г. Аналіз питань нормативного забезпечення діяльності з підготовки до зняття АЕС з експлуатації // Ядерна та радіаційна безпека, №1(93). – 2022. - С. 40-45 DOI [https://doi.org/10.32918/nrs.2022.1\(93\).04](https://doi.org/10.32918/nrs.2022.1(93).04)

17. Письменний Є.М., Філатов В.І., Бойко Н.Г. Щодо підходу по визначенню та обґрунтуванню стратегії зняття з експлуатації ядерних установок // Ядерна та радіаційна безпека, №1(95). – 2023. - С.51-57. DOI [https://doi.org/10.32918/nrs.2023.1\(97\).06](https://doi.org/10.32918/nrs.2023.1(97).06)

Інформаційні ресурси

1. Кампус <http://login.kpi.ua>.
2. Бібліотека <ftp://77.47.180.135>.
3. Науково-технічна бібліотека НТУУ "КПІ" <http://library.kpi.ua>.
4. Електронний ресурс: <http://www.energoatom.kiev.ua>

Також в якості інформаційних ресурсів використовуються наступні матеріали:

- Презентація Siemens Power Generation «Erection Sequence SCC5-4000F 1S»;
- Підбірка слайдів щодо проведення транспортно-технологічних операцій зі свіжим ядерним паливом на майданчику АЕС (Китай)

### 3. Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компоненту)

Вивчення навчальної дисципліни заплановано здійснювати шляхом проведення лекцій, практичних занять та самостійної роботи студентів.

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями:

- 1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод);
- 2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання («аналіз ситуацій», дискусія, експрес-конференція, навчальні дебати);
- 3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо-, відео-підтримки навчальних занять).

#### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
<b>Розділ 1 Вступ до курсу. Дезактивація обладнання АЕС</b>	
4.	<b>Лекція 1.</b> Предмет і мета дисципліни. Місце дисципліни у підготовці інженерів. Сучасні методи дослідження. Введення до курсу. Програма курсу. Роз'яснення щодо вивчення курсу, проведенню заліку. Рекомендації з використання літературних джерел за курсом.
<b>Розділ 1 Вступ до курсу. Дезактивація обладнання АЕС</b>	
5.	<b>Тема 1.1 Загальні поняття дезактивації.</b> <b>Лекція 2 .</b> Основні джерела радіоактивного забруднення обладнання АЕС. Фізико-хімічні процеси радіоактивного забруднення. Джерела та рівні радіоактивного забруднення поверхонь обладнання та приміщень АЕС. Поняття дезактивації. Види дезактиваційних робіт. СРС: Основні шляхи розповсюдження радіоактивності у першому контурі ядерної установки. Хімічний склад радіаційного забруднення обладнання першого контуру.
6.	<b>Тема 1.2 Методи дезактивації</b> <b>Лекція 3.</b> Хімічні методи дезактивації. Механічні методи дезактивації. Коефіцієнт дезактивації. СРС: Методи електрополіровки, ультразвукового очищення, мікрохвильової сколки каменю, вібраційного та мікробного очищення. Схема дезактивації першого контуру реакторної установки ВВЕР.
7.	<b>Лекція 4.</b> Дезактивація першого контуру реакторної установки ВВЕР. Метод дезактивації за допомогою циркуляції теплоносія Контроль якості дезактивації.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	СРС: Методи контурної дезактивації та розчини, що для неї застосовуються
<b>Розділ 2 Монтаж обладнання АЕС</b>	
8.	<p style="text-align: center;"><b>Тема 2.1. Планування та проектування монтажу</b></p> <p><b>Лекція 5.</b> Технологічні основи монтажних робіт. Види монтажних виробництв. Вимоги до організації технологічних процесів монтажу. Методи монтажу тепломеханічного обладнання. Індивідуальний та блочний методи монтажу . Основні показники методів монтажу. Види проектної документації для монтажу.  <b>СРС:</b> Характеристики обладнання АЕС. Затрати часу на монтаж технологічного обладнання. Проектна документація для монтажу трубопроводів</p>
9.	<p><b>Лекція 6 .</b> Будівельна та монтажна база на майданчику АЕС. Допоміжні споруди та виробництва на майданчику АЕС для забезпечення монтажу. Планування монтажних робіт. Графіки виконання робіт. Монтажна документація. Управління якістю.  <b>СРС:</b> Планування розміщення основних технологічних виробництв монтажу на майданчику АЕС. Затрати праці на спорудження енергетичних об'єктів.</p>
10	<p style="text-align: center;"><b>Тема 2.2. Монтаж обладнання АЕС</b></p> <p><b>Лекція 7.</b> Механізація монтажних робіт. Вантажопідйомне обладнання, що використовується при монтажі. Організація монтажу обладнання АЕС. Будівельні, монтажні та суміщені роботи на монтажі обладнання АЕС.  <b>СРС:</b> Розрахунки продуктивності монтажного крану.</p>
11	<p><b>Лекція 8.</b> Монтаж обладнання першого контуру АЕС. Розміщення вантажопідйомного обладнання. Монтаж корпусу реактора. Монтаж основного обладнання реакторної установки ВВЕР. Монтаж парогенераторів, ГЦН, компенсаторів об'єму. Монтаж насосів, трубопроводів та арматури.  <b>СРС:</b> Монтаж внутрішніх корпусних пристроїв.</p>
12	<p><b>Лекція 9.</b> Зварювальні роботи при монтажі АЕС. Характеристики видів зварки. Зварювальне обладнання. Контроль якості зварювальних з'єднань. Методи контролю, їх характеристики та призначення. Виправлення дефектів.  <b>СРС:</b> Термічна обробка зварних з'єднань. Організація служби контролю зварних з'єднань</p>
13	<p><b>Лекція 10.</b> Техніка безпеки при монтажі АЕС. Особливості забезпечення безпеки при виконанні різних видів робіт.</p>
14	Модульна контрольна робота (перша частина)
<b>Розділ 3 Ремонт обладнання АЕС.</b>	
15	<p style="text-align: center;"><b>Тема 3.1. Організація ремонтних робіт.</b></p> <p><b>Лекція 11.</b> Організація ремонтних робіт. Планування ремонтів, графіки та строки ремонтів на АЕС. Види і норми тривалості ремонтних кампаній на АЕС. Структура ремонтних служб АЕС.  <b>СРС:</b> Планування ППР на АЕС з ВВЕР-440.</p>
16	<p><b>Лекція 12.</b> Ремонтпридатність обладнання. Ремонт внутрішніх корпусних пристроїв реакторів ВВЕР. Спеціальне ремонтне обладнання.  <b>СРС:</b> Технологія ремонту трубопровідних систем і арматури</p>
17	<p><b>Лекція 13.</b> Оптимізація технічного обслуговування та експлуатаційного контролю обладнання енергоблоків АЕС з метою підвищення коефіцієнта використання встановленої потужності. Технічна діагностика обладнання АЕС. Забезпечення радіаційної безпеки при виконанні ремонтних робіт.  <b>СРС:</b> Вихідні документи для підготовки ремонту.</p>
<b>Розділ 4 Зняття з експлуатації енергоблоків АЕС</b>	

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
18	<p><b>Тема 4.1 Планування діяльності по зняттю з експлуатації</b></p> <p><b>Лекція 14.</b> Сучасний стан проблеми зняття з експлуатації. Загальне уявлення про зняття з експлуатації. Законодавчі і нормативні вимоги. Вимоги міжнародних стандартів. Планування діяльності по зняттю з експлуатації. Варіанти зняття енергоблоку з експлуатації. Етапи зняття з експлуатації. Управління процесом зняття з експлуатації. Забезпечення якості.</p> <p><b>СРС:</b> Міжнародний досвід зняття з експлуатації. Досвід зняття з експлуатації енергоблоків Чорнобильської АЕС. : Концепція зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС.</p>
19	<p><b>Лекція 15</b> Підготовка до зняття з експлуатації. Комплексне інженерне та радіаційне обстеження, проект зняття з експлуатації, Оцінка безпеки. Захист персоналу і довкілля. Детальне інженерне проектування. Розробка технологій. Графік робіт</p> <p><b>СРС:</b> Вимоги забезпечення безпеки при знятті з експлуатації</p>
20	<p><b>Тема 4.2 Практичні питання зняття з експлуатації енергоблоків АЕС</b></p> <p><b>Лекція 16.</b> Методи демонтажу: механічні методи, теплові методи, абразивне водяне різання, технології знесення будівельних конструкцій, дистанційні технології.</p> <p><b>СРС:</b> Поводження з опроміненим графітом Чорнобильській АЕС.</p>
21	<p><b>Лекція 17</b> Поводження з радіоактивними відходами при знятті з експлуатації енергоблоків АЕС. Радіоактивні відходи на АЕС. Класифікація радіоактивних відходів. Збір і переробка радіоактивних відходів.</p> <p><b>СРС:</b> Методи переробки твердих радіоактивних відходів. Методи переробки рідких радіоактивних відходів. Тимчасове зберігання і захоронення відходів.</p>
22	Модульна контрольна робота (друга частина)
23	<p><b>Лекція 18.</b> Оцінка вартості зняття з експлуатації енергоблоку АЕС. Укрупнена структура затрат. Методологія проведення оцінки. Оцінка прямих затрат. Методи визначення технологічних затрат. Загальна вартість проекту зняття з експлуатації</p> <p><b>СРС:</b> Розрахунок технологічних витрат при знятті з експлуатації енергоблоку АЕС.</p>

### Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
<b>Розділ 1 Вступ до курсу. Дезактивація обладнання АЕС</b>		
1	Розробка рецептур дезактивації для різних матеріалів обладнання АЕС; <b>СРС:</b> Схема дезактивації першого контуру реакторної установки ВВЕР.	2
<b>Розділ 2 Монтаж обладнання АЕС</b>		
2	Розрахунки обсягу та трудомісткості робіт для монтажу обладнання енергоблоків ВВЕР-1000. Розрахунок такелажної схеми монтажу з техніко-економічним розрахунком кранів на монтажних майданчиках <b>СРС:</b> Розрахунки продуктивності монтажного крану.	4
3	Розробка календарного плану і сітьового графіку монтажу блока та графіку руху робочої сили; <b>СРС:</b> Затрати праці на спорудження енергетичних об'єктів. Нормування праце витрат	6
<b>Розділ 3 Ремонт обладнання АЕС.</b>		
4	Розробка технологій ремонту обладнання енергоблоку. Складання ескізу послідовності операцій при заміні дефектного елемента <b>СРС:</b> Зміст технологічної карта ремонту	4
<b>Розділ 4 Зняття з експлуатації енергоблоків АЕС</b>		

5	Обґрунтування необхідності зняття з експлуатації енергоблоку АЕС	2
---	--	---

## 6. Самостійна робота студента

Під час вивчення навчальної дисципліни студенти виконують такий вид самостійної роботи як підготовка до аудиторних занять. Він полягає в опануванні питань, що винесені на самостійне опрацювання та підготовки доповідей (в тому числі у вигляді презентацій) за темами практичних занять. Перелік питань наведений в таблицях, що визначають зміст лекційних та практичних занять є час на їх підготовку подано нижче.

В межах самостійної роботи студенти виконують розрахункову роботу «Обґрунтування вибору типу та кількості вантажно-підйомних кранів для монтажного укрупнювального майданчика». Розрахункова робота виконується індивідуально у відповідності до наданого варіанту і оформлюється у відповідності до діючих вимог оформлення розрахункових. Захист розрахункової роботи не передбачається

Терміни часу які на це відводяться наведені нижче в таблиці у відповідності до навчальних тижнів та запланованих навчальних занять.

з/п	Термін часу що відведений на самостійну роботу	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до аудиторних занять	31
2.	Підготовка до МКР	8
3.	Виконання розрахункової роботи	15
4.	Підготовка до заліку	12

## 24. Політика та контроль

### 7. Політика начальної дисципліни (освітнього компоненту)

#### Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- здобувач повинен бути готовим до відповідей при експрес-опитуванні;
- необхідно виконання таких вимог: активність, підготовка коротких доповідей чи текстів;
- забезпечити відключення мобільних телефонів;
- відповідно до завдання викладача використовувати гаджети і інтернет ресурси, якщо це не передбачено методикою проведення заняття.

Студент має право:

- задавати питання стосовно теми заняття або пов'язаними темами;
- використовувати засоби зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті, інтернет ресурси коли це передбачено методикою проведення заняття.

#### Правила поведінки на практичних заняттях

Студент зобов'язаний:

- опрацьовувати матеріали, які розглядались на лекції і були зазначені для самостійного опрацювання;
- за темою практичного заняття готувати доповіді (у вигляді повідомлення або презентації);
- приймати участь у обговоренні питань за темою заняття;
- інформувати викладача щодо причини не виконання завдання.



## Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали надаються у відповідності до «системи оцінювання результатів навчання».

Штрафні бали є засобом протидії плагіату та несвоєчасному виконанню завдань.

## Політика дедлайнів та перескладань

Викладач на початку семестру інформує студентів щодо встановлених дедлайнів з дисципліни.

Студенти зобов'язані здати всі контрольні заходи у термін встановлений планом проведення навчальної дисципліни.

За порушення дедлайнів призначаються штрафні бали.

У разі порушення студентом дедлайнів з поважних причин, можливе перенесення їх терміну на заплановані консультативні часи з дисципліни.

Перескладання контрольних заходів не передбачено. Виняток – семестровий контроль.

## Політика щодо академічної доброчесності

Під час освітнього процесу, а особливо при проведенні контрольних заходів студенти зобов'язані дотримуватись положень Кодексу честі та вимог академічної доброчесності (<https://kpi.ua/code>).

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

Види контролю знань студента з дисципліни:

- відповіді на лекційних  $r_l$ ;
- відповіді на практичних заняттях  $r_{пр}$ ;
- виконання СРС  $r_{срс}$ ;
- виконання МКР  $r_{мкр}$ ;
- виконання РР  $r_{рр}$ ;

### Система рейтингових балів та критерії оцінювання

#### 1. Опитування на лекційних заняттях

Ваговий бал — 4. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях:  $r_1=4$  балів x 6 = **24 бали**.

*Критерії оцінювання:*

**4 бали** — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **3 бали** — відповідь має несуттєві помилки; **2 бали** — неповна відповідь; **1 бали** — наявність несуттєвих помилок в неповній відповіді, **0 балів** — відсутність відповіді.

#### 2. Опитування на практичних заняттях

Ваговий бал — 5. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях:  $r_1=3$  балів x 2 = **6 балів**.

*Критерії оцінювання:*

**3 бали** — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **2 бали** — відповідь має несуттєві помилки; **1 бал** — неповна відповідь з помилками, **0 балів** — відсутність відповіді

#### 3. Виконання СРС

Під час семестру здобувачі вищої освіти самостійно опрацьовують з доступної літератури та конспектують видане завдання. За вичерпну законспектовану відповідь до рейтингу студента додається **9-10** балів, якщо конспект має несуттєві недоліки але повний – 7-8 балів. При наявності неповноти конспекта виставляється 5-6 балів і при суттєвій неповноті та неохайному оформленні – 0-4 бали.

*Штрафні бали:*

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

#### 4. Модульна контрольна робота (МКР)

Під час семестру виконуються модульна контрольна робота, яка складається з двох частин. Кожна частина модульної роботи містить два питання. Максимальна оцінка за кожну частину МКР становить 20 балів. Оцінка за всю МКР становить 40 балів

Критерії оцінювання кожної частини МКР :

18-20 балів — повна вірна відповідь на обидва питання; 13-17 балів — відповідь має несуттєві помилки; 6-12 балів — неповна відповідь; 0...6 бали — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, МКР не зараховано.

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

### **5. Розрахункова робота**

Під час семестру виконується розрахункова робота «Розрахункове вибору типу та кількості вантажопідійомних кранів відкритого складу».

Розрахункова робота виконується індивідуально у відповідності до наданого варіанту і оформлюється у відповідності до діючих вимог оформлення розрахункових. Захист розрахункової роботи не передбачається.

Максимальна оцінка за РР становить **20** балів.

Критерії оцінювання РР:

18-20 балів - розрахунок не містить помилок, зроблений вірний висновок; 14-17 балів- розрахунки містять несуттєву помилку, висновок потребує незначних уточнень; 10-13 балів – розрахунки містять несуттєві помилки, висновок потребує уточнення, 0-9 балів – розрахунки містять помилки, висновок невірний, РР не зарахована.

### **6. Система додаткових рейтингових балів та відповідні критерії оцінювання**

#### *Заохочувальні бали*

Сума заохочувальних балів не повинна перевищувати 20 балів. Додатково до рейтингу зараховуються бали:

- за отримані сертифікати, що підтверджують участь у науково-практичних, наукових конференціях або проходження спеціалізованих курсів (наприклад МАГАТЕ) за тематикою дисципліни (5 балів/сертифікат);
- за публікацію статті у науковому журналі за тематикою дисципліни. (10 балів/стаття)

### **7. Семестровий контроль**

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг 25 балів і більше ( $RC \geq 25$ ) та виконані та зараховані МКР і РР.

Отримання оцінки з кредитного модуля «автоматом» можливо за умови семестрового рейтингу 60 балів і більше ( $RC \geq 60$ ) та виконаних та зарахованих МКР і РР.

### **8. Розрахунок суми основних рейтингових балів**

Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система і університетська шкала.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за результатами зазначених видів контролю.

Сума рейтингових балів протягом семестру розраховується за формулою:

$$R = r_{л} + r_{пр} + r_{срс} + r_{млр} + r_{рр} - R_{ш} = 24 + 6 + 10 + 40 + 20 - 0 = 100$$

Під час підрахунку вагових балів враховуються 2 штрафні бали ( $R_{ш}$ ), які передбачені за несвоєчасне виконання кожного з контрольних заходів (модульної контрольної роботи, РР).

Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Якщо сума балів менш ніж 60, студент виконує залікову контрольну роботу.

Студент, який у семестрі отримав 60 балів і більше, може прийняти участь у заліковій контрольній роботі (перелік питань у додатку 3). У цьому разі, бали отримані ним на заліковій контрольній роботі є остаточними.

Таблиця 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**

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://osvita.kpi.ua/2020_7-170), [https://document.kpi.ua/files/2020\\_7-170.pdf](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) 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).

Навчання в умовах правового режиму воєнного стану:

- передбачає проведення всіх видів занять дистанційно (з використання 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 несвоєчасне виконання завдань: штрафні бали не нараховуються.

### **Додаток 1**

#### **Список питань до модульної контрольної роботи**

- 1 Охарактеризуйте блочний метод монтажу.
- 2 Які фактори повинні враховуватись при виборі майданчика АЕС?
- 3 Що таке «Проект організації будівництва», якій його склад?

- 4 Що таке «Робоча документація» і який її склад?
- 5 Основні визначення, що відносяться до технології монтажу.
- 6 Наведіть технічні характеристики основного обладнання АЕС, що потребує монтажу.
- 7 Охарактеризуйте допоміжні споруди та виробництва на будівельному майданчику АЕС.
- 8 Як виконується розрахунок площини допоміжних майданчиків та споруд на будівельному майданчику АЕС.
- 9 Що таке календарний план і мережний графік монтажу?
- 10 Що таке «Проект виробництва робіт»?
- 11 Що таке «Технологічні карти монтажу»?
- 12 Що таке такелажна схема монтажу?
- 13 Охарактеризуйте основні вантажно-підйомні механізми, що використовуються при монтажі АЕС.
- 14 Наведіть методичку розрахунку продуктивності монтажного крану.
- 15 Охарактеризуйте особливості зварювальних робіт при монтажі АЕС.
- 16 Охарактеризуйте основні види зварювальних технологій, що використовуються при монтажі АЕС.
- 17 Які нормативні та керівні документи регламентують виконання зварювальних робіт при монтажі АЕС.
- 18 Охарактеризуйте підготовчі заходи для монтажу обладнання.
- 19 Охарактеризуйте етапи будівельно-монтажних робіт на АЕС.
- 20 Що таке «чисті роботи», їх зміст та умови виконання?
- 21 Яка послідовність монтажу реактора?
- 22 Які особливості монтажу парогенераторів?
- 23 Які особливості монтажу ГЦН?
- 24 Які особливості монтажу трубопроводів та арматури АЕС?
- 25 Які основні методи контролю зварювальних з'єднань?
- 26 Охарактеризуйте методи неруйнівного контролю зварювальних з'єднань.
- 27 Охарактеризуйте методи руйнівного контролю зварювальних з'єднань.
- 28 Охарактеризуйте методи гідравлічних та пневматичних випробувань зварювальних з'єднань.
- 29 Охарактеризуйте основні заходи з техніки безпеки при виконанні зварювальних та загально-монтажних робіт.

## Список варіантів для розрахункової роботи

Параметр	Номер варіанту												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кран 30 т													
Висота підйому, м	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9	6
Довжина мосту, м	8	8	10	11	12	10	11	12	8	8	10	11	12
Довжина підкранових шляхів, м	60	80	100	120	110	90	70	60	100	120	110	90	80
Швидкість підйому, м/с	0,1	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,1	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,03
Швидкість візка, м/с	0,48	0,41	0,51	0,52	0,53	0,45	0,56	0,5	0,58	0,56	0,60	0,50	0,2
Швидкість крану, м/с	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,5	0,6	0,3
Загальна потужність, кВт	90	70	80	85	80	75	70	95	70	80	70	80	100
Вартість крану, тисяч грн.	750	800	850	900	950	900	750	800	850	900	950	900	1200
Кількість робітників що обслуговує кран К	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Кран 50 т													
Висота підйому, м	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9	6
Довжина мосту, м	8	8	10	11	12	10	11	12	8	8	10	11	12
Довжина підкранових шляхів, м	60	80	100	120	110	90	70	60	100	120	110	90	80
Швидкість підйому, м/с	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,03
Швидкість візка, м/с	0,48	0,41	0,41	0,42	0,43	0,45	0,46	0,5	0,48	0,46	0,50	0,45	0,45
Швидкість крану, м/с	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	0,9
Загальна потужність, кВт	100	85	80	90	100	110	120	110	100	80	85	80	110
Вартість крану, тисяч грн.	1100	1200	1250	1300	1500	1400	1100	1200	1250	1300	1500	1400	1400
Кількість робітників що обслуговує кран К	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Вантаж 1-10т													
Час пошуку, хвилин	20	30	40	50	60	20	30	40	50	60	20	30	50
Час ручних робіт, хвилин	10	20	30	40	10	10	20	30	40	10	10	20	40
Загальна маса вантажу, тисяч т	10	11	12	13	14	15	16	17	16	15	14	13	13
Середня маса вантажу, т	4	5	6	7	4	5	6	7	2	3	4	5	7

Параметр	Номер варіанту													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Вантаж 11-20т														
Час пошуку, хвилин	20	20	30	30	20	30	20	20	30	30	20	30	20	
Час ручних робіт, хвилин	20	30	40	50	40	30	20	30	40	50	40	30	30	
Загальна маса вантажу, тисяч т	20	25	15	24	20	40	50	20	25	15	24	20	25	
Средня маса вантажу, т	12	14	15	16	12	13	14	17	14	15	12	15	14	
Вантаж 21-30т														
Час пошуку, хвилин	30	20	15	10	15	20	15	10	15	20	25	30	20	
Час ручних робіт, хвилин	60	40	50	60	50	70	80	45	55	60	55	70	70	
Загальна маса вантажу, тисяч т	20	20	25	25	30	20	15	16	30	25	28	18	20	
Средня маса вантажу, т	23	24	25	26	27	26	25	24	23	24	25	26	26	
Вантаж 31-50т														
Час пошуку, хвилин	20	25	30	25	30	20	15	25	30	30	40	15	30	
Час ручних робіт, хвилин	60	80	70	50	60	90	100	110	120	80	90	100	120	
Загальна маса вантажу, тисяч т	10	15	16	17	20	18	16	14	15	20	30	40	15	
Средня маса вантажу, т	40	36	35	34	38	45	36	32	40	43	44	39	40	
Кількість змін в місяця	20	20	40	20	40	40	20	40	20	20	40	20	20	
Плановий час монтажу, міс.	18	24	36	24	36	48	24	24	18	24	36	36	48	
Область	Київська			Тернопільська				Волинська			Харківська			
Средня зароботня плата, грн	З відкритих джерел в залежності від області													
Вартість електроенергії, грн/кВт*ч	З відкритих джерел													

**Список питань до заліку**

- 1 Охарактеризуйте основні джерела радіаційного забруднення обладнання АЕС.
- 2 Наведіть та охарактеризуйте основні типи радіаційного забруднення.
- 3 Охарактеризуйте основні фізико-хімічні процеси радіаційного забруднення.
- 4 Дезактивація. Основні поняття.
- 5 Фактори, що повинні бути прийняті до уваги при виборі методу дезактивації.
- 6 Класифікація методів дезактивації обладнання, будівель та споруд АЕС
- 7 Що таке ефективність дезактивації і як вона визначається?
- 8 Хімічні методи дезактивації.
- 9 Механічні (фізичні) методи дезактивації.
- 10 Перспективні методи дезактивації бетону.
- 11 Дезактивація першого контуру реакторної установки.
- 12 Контурна дезактивація парогенераторів.
- 13 Охарактеризуйте блочний метод монтажу.
- 14 Які фактори повинні враховуватись при виборі майданчика АЕС?
- 15 Що таке «Проект організації будівництва», якій його склад?
- 16 Що таке «Робоча документація» і який її склад?
- 17 Основні визначення, що відносяться до технології монтажу.
- 18 Наведіть технічні характеристики основного обладнання АЕС, що потребує монтажу.
- 19 Охарактеризуйте допоміжні споруди та виробництва на будівельному майданчику АЕС.
- 20 Як виконується розрахунок площини допоміжних майданчиків та споруд на будівельному майданчику АЕС.
- 21 Що таке календарний план и мережний графік монтажу?
- 22 Що таке «Проект виробництва робіт»?
- 23 Що таке «технологічні карти монтажу»?
- 24 Що таке такелажна схема монтажу?
- 25 Охарактеризуйте основні вантажно- підйомні механізми, що використовуються при монтажі АЕС.
- 26 Наведіть методика розрахунку продуктивності монтажного крану.
- 27 Охарактеризуйте особливості зварювальних робіт при монтажі АЕС.
- 28 Охарактеризуйте основні види зварювальних технологій, що використовуються при монтажі АЕС.
- 29 Які нормативні та керівні документи регламентують виконання зварювальних робіт при монтажі АЕС.
- 30 Охарактеризуйте підготовчі заходи для монтажу обладнання.
- 31 Охарактеризуйте етапи будівельно-монтажних робіт на АЕС.
- 32 Що таке «чисті роботи», їх зміст та умови виконання?
- 33 Яка послідовність монтажу реактора?
- 34 Які особливості монтажу парогенераторів?
- 35 Які особливості монтажу ГЦН?
- 36 Які особливості монтажу трубопроводів та арматури АЕС?
- 37 Які основні методи контролю зварювальних з'єднань?
- 38 Охарактеризуйте методи неруйнівного контролю зварювальних з'єднань.
- 38 Охарактеризуйте методи руйнівного контролю зварювальних з'єднань.

- 39 Охарактеризуйте методи гідравлічних та пневматичних випробувань. зварювальних з'єднань
- 40 Охарактеризуйте основні заходи з техніки безпеки при виконанні зварювальних Робіт.
- 41 Охарактеризуйте основні заходи з техніки безпеки при виконанні загально монтажних робіт.
- 42 Особливості ремонту обладнання АЕС.
- 43 Види ремонту.
- 44 Планування ремонту обладнання АЕС.
- 45 Склад та функції ремонтних служб на АЕС.
- 46 Охарактеризуйте здатність до проведення ремонту основного обладнання АЕС.
- 47 Особливості ремонту реакторів ВВЕР.
- 48 Загальний підхід до оптимізації тривалості ремонту обладнання АЕС.
- 49 Діагностичні системи модернізованих енергоблоків АЕС.
- 50 Діагностика технічного стану обладнання АЕС як інструмент оптимізації термінів та змісту ремонтів.
- 51 Управління старіння обладнання АЕС.
- 52 Зняття АЕС з експлуатації. Загальні визначення.
- 53 Сучасний стан проблеми зняття АЕС з експлуатації.
- 54 Законодавчі та нормативні вимоги, що регламентують процес зняття з експлуатації АЕС в Україні.
- 55 Планування діяльності по зняттю з експлуатації АЕС.
- 56 Варіанти зняття з експлуатації АЕС.
- 57 Комплексне інженерне та радіаційне обстеження АЕС.
- 58 Етапи зняття з експлуатації АЕС.
- 59 Зміст проекту зняття з експлуатації АЕС.
- 60 Класифікація радіоактивних відходів, що утворюються при експлуатації та знятті з експлуатації АЕС.
- 61 Національна стратегія поводження з радіоактивними відходами в Україні
- 62 Основні методи поводження з радіоактивними відходами при їх зберіганні на майданчику АЕС.
- 63 Основні методи демонтажу обладнання АЕС.
- 64 Класифікація затрат на зняття з експлуатації АЕС.
- 65 Методика визначення затрат на зняття з експлуатації АЕС.

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

**Складено** доцентом каф. АЕ, к.т.н. Філатовим Володимиром Івановичем

**Ухвалено** кафедрою АЕ (протокол №20 від 12.06.2024р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІАТЕ (протокол № 10 від 25.06.2024р.)