



Аналіз і управління аваріями на атомних станціях

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>143 Атомна енергетика</i>
Освітня програма	<i>ОНП Атомні електричні станції</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>210 годин/7 кредитів ЄКТС, 45 годин лекцій, 27 годин практичних занять, 138 годин СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР</i>
Розклад занять	<i>roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н, Клевцов Сергій Валерійович, s.klevtsov@kpi.ua Практичні / Семінарські: асистент, Федоров Дмитро Олегович, flowuiz@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipu.kpi.ua/enrol/index.php?id=7410</i>

2. Програма навчальної дисципліни

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

Використання атомної енергії потребує забезпечення її виробництва найбезпечнішим шляхом з урахуванням соціально-економічного розвитку країни. Сучасні вимоги до безпеки АЕС стають все більш вимогливими, що потребує більш глибоке вивчення запроектованих та важких аварій для протидії їм за рахунок аналізу та управління згідно протиаварійних керівництв.

Предметом навчальної дисципліни є загальна безпека атомних станцій та аварійні режими, які вивчаються через методологію, процедури на результати Аналізу проєктних аварій.

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

1. Здатність демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил и стандартів в галузі атомної енергетики (ФК 06).
2. Здатність демонструвати знання характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів в галузі атомної енергетики, умов їх використання та відповідних обмежень (ФК 08).
3. Здатність застосовувати науковий підхід для вдосконалення методів аналізу та управління проєктних та запроектованих аварій на АЕС (ФК 14).

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **програми результати навчання**:

1. 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 (ПРН 02).
2. Застосовувати свої знання і розуміння для розробки проектів згідно із визначеними та описаними вимогами до конструкцій, технологічних схем, режимів роботи обладнання, характеристик теплоносіїв, схем їх руху та відповідних матеріалів, що застосовуються при аналізі процесів і проектуванні обладнання атомно-енергетичного комплексу (ПРН 08).
3. Розуміння методології проектування обладнання атомно-енергетичного комплексу відповідно до технічних умов та нормативних документів (ПРН 09).
4. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проектування і експлуатації обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у інноваційних проектах (ПРН 10).

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

Пререквізити: Режими експлуатації атомних електричних станцій (ПО 4).

Постреквізити: Курсова робота з аналізу і управління аваріями на атомних станціях (ПО 10).

3. Зміст навчальної дисципліни

ВСТУП. Завдання і структура курсу.

Розділ 1. Запроєктні аварії

Тема 1.1. Аналіз запроєктних аварій

Область застосування. Методи й підходи. Процедура й етапи виконання робіт. Аналіз аварій.

Тема 1.2. Аналіз важких аварій 1.08.03

Область застосування. Методи й підходи. Процедура й етапи виконання робіт. Феноменологія важких аварій. Аналіз аварій. Організаційно-технічні заходи щодо обмеження наслідків важких аварій

Тема 1.3. Аналіз аварії на Три-Майл Айленд та Фукусіма Даі-ічі

Коротка характеристика енергоблоку. Хронологія аварії. Аналіз помилок персоналу. Основні висновки.

Розділ 2. Управління аваріями на АС

Тема 2.1. Підготовка персоналу

Вимоги до оперативного персоналу АЕС. Ліцензування операторів АЕС. Повномасштабний тренажер.

Тема 2.2. Експертні системи підтримки оператора

Система відображення інформації СНПБ. Рівні відображення інформації. Принципи навігації по інформаційних рівнях СНПБ. Полярні діаграми СНПБ. Основні принципи відображення інформації на полярних діаграмах. Контроль стану КФБ по полярній діаграмі.

Тема 2.3. Аварійні інструкції

Загальні відомості про СОАІ. Існуючі підходи. Філософія СОАІ. Структура, формат і правила використання СОАІ. Етапи впровадження. Стратегії СОАІ.

Тема 2.4. Посібник з керування важкими аваріями

Загальні відомості про ПКВА. Існуючі підходи. Структура й зміст ПКВА. Стратегії керування важкими аваріями.

Тема 2.5. Аварійне реагування на АС

План аварійного реагування. Група аварійного реагування. Кризовий центр.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Короткий огляд інформації курсу. Висновки.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова (підручники, навчальні посібники) література

1. Інструкція з ліквідації аварій та аварійних ситуацій. № 1.РЦ.0062.ИЭ-04 (є в друкованому вигляді у бібліотеці кафедри).
2. Правила ліцензування діяльності персоналу з безпосереднього управління реакторною установкою АЕС. НП306.2.103-2004 (є в друкованому вигляді у бібліотеці кафедри).
3. Керівництво з управління запроектними аваріями. № 1.ГТ.1273.РУ-04. (є в друкованому вигляді у бібліотеці кафедри)
4. Вимоги до технічних засобів навчання персоналу АЕС. СТП-0.18.023-2003. Система підготовки персоналу НАЕК «Енергоатом» (є в друкованому вигляді у бібліотеці кафедри).
5. Типовий аварійний план АЕС України. ПН-А.0.20.192-05 (є в друкованому вигляді у бібліотеці кафедри)
6. Severe Accident Management Guidance. Westinghouse Owners Group Programm. МУНР-2310. Revision 1. 1994 (www.iaea.org).

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

7. Онищук Ю.А., Клевцов С. В. Проблематика моделювання внутрішньокорпусної фази важкої аварії // Науковий журнал «Енергетика: економіка, технології, екологія». – 2021. – №3. – С. 111 – 121. DOI: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2021.251279>

Інформаційні ресурси:

1. www.energoatom.kiev.ua – Офіційний сайт НАЕК «Енергоатом»
2. www.snriu.gov.ua – Офіційний сайт Державної інспекції ядерного регулювання України.
3. www.world-nuclear-university.org – Офіційний сайт світового університету з ядерної енергетики.
4. www.iaea.org – Офіційний сайт МАГАТЕ.
5. www.kinr.kiev.ua – Офіційний сайт ІЯД НАН України

3. Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Оскільки дисципліна „Аналіз і управління аваріями на атомних станціях” пов’язана із дисциплінами фахової підготовки, то її викладання, а особливо виконання індивідуальних завдань,

є запорукою подальшого засвоєння студентами спеціальних фахових дисциплін, та формування базових основ професійної діяльності.

Для кращого засвоєння навчального матеріалу рекомендується проводити лекції з використанням наочних засобів навчання (показ слайдів, робота з роздаточним матеріалом); практичні (семінарські) заняття рекомендується проводити після вивчення певної частини курсу лекцій.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Лекція 1. Вступ Література. [1], с. 15-38.
Розділ 1 Запроєкти аварії	
2.	Аналіз запроєктних аварій Лекція 2. Підходи до аналізу запроєктних аварій Лекція 3. Застосування аналізу запроєктних аварій для обґрунтування та підвищення безпеки АЕС Література. [3], с. 8-253. С.Р.С. [3], с. 8-21.
3.	Аналіз важких аварій Лекція 4. Класифікація і підходи до аналізу важких аварій на АЕС Лекція 5. Феноменологія важких аварій на внутрішньо корпусній фазі Лекція 6. Феноменологія важких аварій в бетонній шахті реактора Лекція 7. Феноменологія важких аварій в гермооболонці Лекція 8. Заходи протидії водневої загрози Література. [6], с. 11-131 С.Р.С. [7],.
4.	Аналіз аварій на Три-Майл Айленд та Фукусіма Даі-ічі Лекція 9. Аналіз аварій на Три-Майл Айленд та Фукусіма Даі-ічі Література. [6], 19-26 С.Р.С. [6], с. 11-45
Розділ 2 Управління аваріями на АС	
5.	Експертні системи підтримки оператора Лекція 10. Експертні системи підтримки дій оператора при аваріях на АЕС Література. [4], с. 5-47. С.Р.С. [2], с. 4-56.
6.	Аварійні інструкції Лекція 11. Історія розвитку та види протиаварійних інструкцій Лекція 12. Переваги та недоліки традиційних і симптомно - орієнтованих ІЛА Лекція 13. Структура і склад симптомно - орієнтованих ІЛА

	<p>Лекція 14. Виконання дій по симптомно - орієтованим ІЛА</p> <p>Література. [1], с. 1-279.</p> <p>С.Р.С. [1], с. 1-9.</p>
7.	<p>Керівництво з управління важкими аваріями</p> <p>Лекція 15. Структура і склад керівництв з управління важкими аваріями</p> <p>Лекція 16. Виконання дій по керівництву з управління важкими аваріями</p> <p>Література. [3], с. 4-227.</p> <p>С.Р.С. [3], с. 231 – 256</p>
8.	<p>Аварійне реагування на АЕС</p> <p>Лекція 17. Терміни і визначення з аварійної готовності та реагування на АЕС.</p> <p>Лекція 18. Класифікація аварій і структура системи аварійної готовності та реагування на АЕС.</p> <p>Лекція 19. Застосування ФЛЕКС-процедур</p> <p>Лекція 20. Заходи і ресурси системи аварійної готовності та реагування на АЕС</p> <p>Лекція 21. Порядок дій згідно Плану аварійного реагування на АЕС</p> <p>Лекція 22. Проведення тренувань за Планом аварійного реагування на АЕС</p> <p>Література. [5], с. 4-136.</p> <p>С.Р.С. [5], с. 3-5.</p>
9.	<p>Модульна контрольна робота</p> <p>С.Р.С. [1-7],</p>

Практичні заняття, в основному, присвячені більш глибокому вивченню станційних протиаварійних інструкцій та керівництв, придбанню докладних знань процесів при запроектних та важких аваріях на АЕС із ВВЕР-1000/320, навичок діагностики, аналізу й керування аварій, а також навичок з аналізу теплогідравлічних процесів у ЯПВУ та контейменті при запроектних та важких аваріях.

Основні завдання циклу практичних занять: придбання навичок аналізу запроектних аварій, поглиблене вивчення відповідної реакції енергоблоку та дій персоналу за умов запроектних та важких аварій.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Розділ 1 Запроектні аварії	
1.	<p>Аналіз запроектних аварій</p> <p>Практичне заняття 1. Аналіз аварій зі знеструмленням АЕС</p> <p>Практичне заняття 2. Аналіз аварій з втратою підживлення ПГ</p> <p>Практичне заняття 3. Аналіз аварій з течами 1 контуру</p> <p>Практичне заняття 4. Аналіз аварій з розривами паропроводів</p> <p>Література. [3], с. 8 - 253.</p>

	С.Р.С. [3], с. 8-253.
2.	Аналіз важких аварій Практичне заняття 5. Експериментальні дослідження важких аварій Практичне заняття 6. Розрахункові коди і аналіз результатів розрахунків Література. [6], с. 6 - 131. С.Р.С. [6], с. 6-131.
3.	Аналіз аварій на Три-Майл Айленд та Фукусіма Практичне заняття 7. Аналіз аварій на Три-Майл Айленд та Фукусіма Література. [6], с. 132 - 150. С.Р.С. [6], с. 132 - 150.
Розділ 2 Управління аваріями на АС	
4.	Експертні системи підтримки оператора Практичне заняття 8. Експертні системи підтримки оператора Література. [4], с. 5 - 52. С.Р.С. [2], с. 5-52.
5.	Аварійні інструкції Практичне заняття 9. Застосування протиаварійних інструкцій для аналізу аварій Практичне заняття 10. Використання протиаварійних інструкцій для управління аваріями Література. [1], с. 10 - 196. С.Р.С. [1], с. 1-196
6.	Керівництво з управління важкими аваріями Практичне заняття 11. Застосування керівництва з управління важкими аваріями Практичне заняття 12. Використання керівництва з управління важкими аваріями Література. [3], с. 8 - 253. С.Р.С. [3], с. 8-253.
7.	Аварійне реагування на АЕС Практичне заняття 13. Аварійне реагування на АЕС Література. [5], с. 4-136. С.Р.С. [5], с. 4-136.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Лекція 1. Вступ	0,5
2.	Лекція 2. Підходи до аналізу запроектованих аварій	0,5

3.	<i>Практичне заняття 1. Аналіз аварій зі знеструмленням АЕС</i>	0,5
4.	<i>Лекція 3. Застосування аналізу запроєктних аварій для обґрунтування та підвищення безпеки АЕС</i>	0,5
5.	<i>Лекція 4. Класифікація і підходи до аналізу важких аварій на АЕС</i>	0,5
6.	<i>Практичне заняття 2. Аналіз аварій з втратою підживлення ПГ</i>	0,5
7.	<i>Лекція 5. Феноменологія важких аварій на внутрішньо корпусній фазі</i>	0,5
8.	<i>Лекція 6. Феноменологія важких аварій в бетонній шахті реактора</i>	0,5
9.	<i>Практичне заняття 3. Аналіз аварій з течами 1 контуру</i>	0,5
10.	<i>Лекція 7. Феноменологія важких аварій в гермооболонці</i>	0,5
11.	<i>Лекція 8. Заходи протидії водневої загрози</i>	0,5
12.	<i>Практичне заняття 4. Аналіз аварій з розривами паропроводів</i>	0,5
13.	<i>СРС 1.</i>	12
14.	<i>Практичне заняття 5. Експериментальні дослідження важких аварій</i>	0,5
15.	<i>СРС 2.</i>	12
16.	<i>Лекція 9. Аналіз аварій на Три-Майл Айленд та Фукусіма Даї-ічі</i>	0,5
17.	<i>Практичне заняття 6. Розрахункові коди і аналіз результатів розрахунків</i>	0,5
18.	<i>Практичне заняття 7. Аналіз аварій на Три-Майл Айленд та Фукусіма</i>	0,5
19.	<i>СРС 3.</i>	13
20.	<i>Лекція 10. Експертні системи підтримки дій оператора при аваріях на АЕС</i>	0,5
21.	<i>Лекція 11. Історія розвитку та види протиаварійних інструкцій</i>	0,5
22.	<i>Практичне заняття 8. Експертні системи підтримки оператора</i>	0,5
23.	<i>СРС 4.</i>	12
24.	<i>Лекція 12. Переваги та недоліки традиційних і симптомно - орієнтованих ІЛА</i>	0,5
25.	<i>Практичне заняття 9. Застосування протиаварійних інструкцій для аналізу аварій</i>	0,5
26.	<i>Лекція 13. Структура і склад симптомно - орієнтованих ІЛА</i>	0,5
27.	<i>Лекція 14. Виконання дій по симптомно - орієнтованим ІЛА</i>	0,5
28.	<i>Практичне заняття 10. Використання протиаварійних інструкцій для управління аваріями</i>	0,5

29.	СРС 5	14
30.	Лекція 15. Структура і склад керівництв з управління важкими аваріями	0,5
31.	Лекція 16. Виконання дій по керівництву з управління важкими аваріями	0,5
32.	Практичне заняття 11. Застосування керівництва з управління важкими аваріями	0,5
33.	СРС 6	12
34.	Лекція 17. Терміни і визначення з аварійної готовності та реагування на АЕС	0,5
35.	Практичне заняття 12. Використання керівництва з управління важкими аваріями	0,5
36.	Лекція 18. Класифікація аварій і структура системи аварійної готовності та реагування на АЕС	0,5
37.	Лекція 19. Застосування ФЛЕКС-процедур	0,5
38.	Лекція 20. Заходи і ресурси системи аварійної готовності та реагування на АЕС	0,5
39.	Практичне заняття 13. Аварійне реагування на АЕС	0,5
40.	Лекція 21. Порядок дій згідно Плану аварійного реагування на АЕС	0,5
41.	Лекція 22. Проведення тренувань за Планом аварійного реагування на АЕС	0,5
42.	СРС 7	12
43.	Модульна контрольна робота	3,5
44.	Екзамен	30
ВСЬОГО		138

4. Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчання проводиться у вигляді потокових лекцій з використанням відеопроєктора та семінарських занять з експрес-опитуванням.

Заняття проводяться відповідно до розкладу, запізнення не допускаються. Відвідування занять усіх видів (лекцій та семінарських занять) є обов'язковим 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. На семінарських заняттях студенти, в тому числі, працюють також самостійно, використовуючи довідкову літературу.

Правила поведінки на заняттях – не заважати зайвою діяльністю, розмовами (в тому числі телефоном) іншим студентам слухати лекцію. В аудиторіях/лабораторіях та при дистанційному навчанні вдома дотримуватись правил техніки безпеки при роботі з обладнанням.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів передбачають заохочувальні бали за академічну активність на лекційних заняттях, штрафні бали нараховуються при виявленні фактів порушення правил доброчесності при виконанні контрольних і можуть накладатися у розмірі

оцінки передбаченої за конкретну роботу. Модульна контрольна робота пишеться самостійно, користування додатковими матеріалами виключено.

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)

Поточний контроль: МКР, робота на практичних заняттях, опитування.

Календарний контроль: атестація.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: виконаний та зарахований цикл завдань та загальний бал за всі види робіт не менше 25 балів.

1. Атестація

Під час семестру проводиться 2 атестації як заходи календарного контролю. За атестацію окремих балів не виставляється. Для успішного проходження атестації студент повинен відвідувати лекційні та семінарські заняття, а також виконувати на них відповідні завдання.

2. Модульна контрольна робота

Під час семестру виконуються одна модульна контрольна робота яка виконана у вигляді питань. Завдання містить одне питання практичного спрямування. Максимальна оцінка за МКР становить 15 балів:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15-13 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними помилками – 12-9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 8-5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам) – 4-0 балів.

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

3. Робота студента на практичних заняттях (ПЗ)

Під час семестру здобувачі вищої освіти отримують бали за рішення завдань на практичних заняттях, які відповідають темам практичних занять та складаються з аналізу графічного матеріалу параметрів реакторної установки під час запроєктної аварії, ідентифікації вихідної події, визначенні часу спрацювання сигналів, систем та обладнання, або дій персоналу. Також необхідно вміти самостійно обґрунтовувати зміну параметрів по графіках. Треба вміти захистити результати аналізу. За коректні запитання інших студентів при захисті аналізу зараховується 1 бал за кожне питання.

Максимальна оцінка за ПЗ становить 35 балів:

- коректна ідентифікація вихідної події, повний аналіз, змістовне обґрунтування результатів аналізу і правильна відповідь на питання – 30-35 балів;
- коректна ідентифікація вихідної події, повний аналіз, достатнє обґрунтування результатів аналізу і правильна відповідь на більшість питань – 20-30 балів;
- коректна ідентифікація вихідної події, неповний аналіз, слабке обґрунтування результатів аналізу і помилкові відповіді на більшість питань – 10-20 балів;
- помилкова ідентифікація вихідної події, неповний аналіз, помилкове обґрунтування результатів аналізу і помилкові відповіді на питання – 0-10 балів;

Штрафні бали:

- відмова виконувати завдання на практичному занятті — -1 бал.

Заохочувальні бали

Сума заохочувальних балів не повинна перевищувати 10 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 (3 бали/сертифікат);
- за публікацію статті у науковому журналі за тематикою дисципліни (10 балів/стаття);
- за опитування на лекціях або семінарських заняттях (1 бал за правильну відповідь);
- за коректні питання при захисті аналізу зараховується 1 бал за кожне питання;
- за ведення повного та охайного конспекту (5 балів).

4. Розрахунок суми основних рейтингових балів

Сума основних рейтингових балів відповідає рейтинговій шкалі (100 балів)

Розрахунок шкали рейтингу:

$$R = 35 \text{ (ПЗ)} + 15 \text{ (МКР)} + 50 \text{ (екзамен)} = 100 \text{ балів.}$$

Система додаткових рейтингових балів та відповідні критерії оцінювання

На екзамені студенти виконують письмову роботу. Кожне завдання містить 2 теоретичних питання, кожне з яких оцінюється у 10 балів, та одне практичне завдання, яке оцінюється у 30 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9...10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 7...8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 50% потрібної інформації та деякі помилки) – 5...6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0...4 балів.

Система оцінювання практичного завдання:

- «відмінно», повна відповідь без помилок (не менше 90% потрібної інформації) – 27...30 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 21...27 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 50% потрібної інформації та деякі помилки) – 15...20 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0...14 балів.

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://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)

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 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;
- перенесення кінцевих термінів виконання індивідуальних завдань і завдань самостійної роботи на кінець семестру (з обов'язковим виконанням і захистом);
- внесення у рейтингову систему оцінювання змін стосовно нарахування штрафних балів - за не своєчасне виконання завдань: штрафні бали не нараховуються.

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.

Додаток 1

Перелік питань, які виносяться на модульну контрольну роботу

У першому питанні у відповіді потрібно вказати наступне:

- А) опис феномена, умови його виникнення, фізичні та хімічні основи процесу, механізму реалізації, взаємозв'язок з іншими явищами (позитивні та негативні фактори);
- Б) параметри впливу та наслідки для ВВЕР-1000;
- В) організаційно-технічні заходи щодо обмеження наслідків.

Питання:

1. Окислення цирконію / генерація водню (внутрішньокорпусна фаза)
2. Запобіжна відмова трубопроводів 1-го контуру
3. Вихід радіоактивних речовин при пошкодженні активної зони реактора (ушкодження оболонок ТВЕЛ)
4. Ушкодження елементів активної зони та втрата їхньої геометрії
5. Проплавлення корпусу реактора
6. Вихід розплаву з корпусу реактора
7. Пряме нагрівання атмосфери ГО
8. Горіння водню
9. Детонація водню
10. Теплогідравлічні процеси в ГО: Рівномірне підвищення тиску
11. Взаємодія розплаву активної зони з бетоном шахти реактора та генерація неконденсованих газів
12. Викид частини реактора з бетонної шахти реактора

13. Вихід радіоактивних речовин при пошкодженні активної зони реактора (ушкодження оболонки ТВЕЛ)
14. Друге переміщення розплаву активної зони
15. Третє переміщення розплаву активної зони

Друге питання:

1. Течія 1-го контуру в 2-й. Розрив трубки ПГ, Відмова ШРУ-А на аварійному ПГ у відкритому положенні, Відмова 3-х каналів САОЗ ВД: 2 на запуск та через 10 хв – останній у роботі. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
2. Течія 1-го контуру в 2-й. Розрив колектора ПГ 100 мм. Відмова 3-х каналів ДЖЕН: 2 на запуск, останній у роботі через 30 хв. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
3. Велика течія 1-го контуру Ду 850 мм. Відмова всіх ГЕ САОЗ. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
4. Мала течія 1-го контуру 30-50 мм. Відмова 3-х каналів ДЖЕН на запуск. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
5. Розрив ГПК. Відмова 3-х каналів ТQ-14 (аварійного введення бору): 2 на запуск, останній у роботі через 10 хв. Відмова 1-го ШРУ-А у відкритому положенні. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
6. Мала течія 1-го контуру 8-10 мм. Відмова 3-х каналів ДЖЕН на запуск. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
7. Знеструмлення енергоблоку. Відмова 2-х ДГ-1 та 2 на запуск. Відмова ШРУ-А-1 у відкритому положенні через 30 хв. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
8. Розрив паропроводу ПГ між ШВЗК та ГПК. Відключення всіх ГЦН після формування розривного захисту за 2-м контуром, крім як на аварійному ПГ. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
9. Втрата вакууму в конденсаторах турбіни. Відмова робочого ЗК ПГ на ПГ-1 у відкритому положенні, Відмова 3-х каналів ТQ-14: 2 на запуск та через 10 хв – останній у роботі. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
10. Течія 1-го контуру в 2-й. Розрив колектора ПГ 100 мм. Відмова 3-х каналів ТQ-13: 2 на запуск, останній у роботі через 30 хв. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
11. Велика течія 1-го контуру Ду 850 мм. Відмова всіх ГЕ САОЗ та САОЗ НТ. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
12. Мала течія 1-го контуру 30 мм. Відмова підживлення ПГ. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
13. Втрата підживлення ПГ із відмовою спрацьовування АЗ. Відмова трьох каналів ТQ-12. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
14. Середня течія 1-го контуру 120 мм. Відмова 3-х каналів САОЗ ВТ на запуск. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.
15. Втрата вакууму в конденсаторах турбіни. Неповне закриття СРК ТГ, Відмова 3 каналів ТQ-14: 2 на запуск і 1 в роботі через 10 хв. Описати та пояснити послідовність застосування інструкцій СОАІ аж до кінцевої. Визначити кінцевий стан РУ.

Додаток 2

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. СОАІ. Визначення. Основні переваги і недоліки.
2. Аналіз важких аварій. Визначення ВА. Мета, обсяг і методи виконання аналізу ВА. Які аварійні процеси розглядають для ВА?
3. СОАІ. Структура. Звернення і вихід з СОАІ.

4. Фаза нагріву активної зони, пошкодження та зміна елементів активної зони аж до втрати геометрії.
5. СОАІ. Концепція оптимального відновлення. Визначення. Мета. Застосування і результат.
6. Теплообмінні та гідравлічні процеси в реакторі (відмова кордонів тиску РУ до виходу розплаву).
7. СОАІ. Критичні функції безпеки. Визначення. Обґрунтування вибору КФБ.
8. Окислення цирконію / генерація водню.
9. СОАІ. Критичні функції безпеки. Зв'язок КФБ з фізичними бар'єрами (таблиця і схема).
10. Вихід радіоактивних речовин при пошкодженні активної зони реактора (пошкодження оболонок ТВЕЛ).
11. СОАІ. Опис КФБ.
12. Перенесення радіоактивних речовин в ЯПВУ.
13. СОАІ. Дерева станів КФБ (на прикладі КФБ «Підкритичність»). Кольорові коди КФБ.
14. Пошкодження елементів активної зони і втрата їх геометрії.
15. СОАІ. Ієрархія КФБ.
16. Пошкодження елементів активної зони і втрата їх геометрії. Кендлінг.
17. СОАІ. Правила відновлення і контролю стану КФБ.
18. Взаємодія теплоносія з активною зоною.
19. СОАІ. Порядок дій з управління КФБ.
20. Проплавлення корпусу реактора.
21. СОАІ. Основні правила використання.
22. Викид частини реактора з бетонної шахти реактора.
23. Система аварійної готовності і реагування на АЕС. Визначення. Місце в структурі єдиної системи цивільного захисту.
24. Вихід розплаву з корпусу реактора.
25. Основні функції САР АЕС щодо забезпечення готовності до реагування на аварії.
26. Прямий нагрів атмосфери в ГО.
27. Основні функції САР АЕС з реагування на аварії та надзвичайні ситуації.
28. Взаємодія теплоносія з розплавом за межами корпусу реактора.
29. Основні функції САР АЕС по реалізації заходів щодо захисту персоналу та населення
30. Взаємодія розплаву активної зони з бетоном шахти реактора і генерація неконденсованих газів.
31. Основні елементи САР АЕС. Нормативно-правова база САР і аварійний план.
32. Вихід радіоактивних речовин при взаємодії розплаву активної зони з бетоном
33. Основні елементи САР АЕС: аварійна організаційна структура АЕС.
34. Теплогідравлічні процеси в ГО: рівномірне підвищення тиску.
35. Основні елементи САР АЕС: кошти аварійного реагування.
36. Горіння водню.
37. Основні елементи САР АЕС: система підготовки персоналу і протиаварійних тренувань.
38. Контрольований скидання тиску.
39. Основні елементи САР АЕС: система взаємодії з зовнішніми організаціями.

Практичне завдання аналогічно завданню курсової роботи та складається з ідентифікації вихідної події за проектною аварією по наданих згідно білету графіках, а також, визначенні часу спрацювання сигналів, систем та обладнання, або дій персоналу.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом каф. АЕ, к.т.н. Клевцовим Сергієм Валерійовичем

Ухвалено кафедрою АЕ (протокол № 19 від 17.05.2023р.)

Погоджено методичною комісією НН ІАТЕ (протокол № 9 від 23.06.2023р.)