



Система поводження з радіоактивними відходами

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

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>Фізичний захист та облік і контроль ядерних матеріалів (Nuclear security)</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>5 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити / 90 годин / 27 год. лекцій, 9 год. практичні, 54 год. СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР/ Реферат</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: ас. Мартиненко Ганна Сергіївна, martynenko.hanna@gmail.com Практичні: ас. Мартиненко Ганна Сергіївна</i>
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс Google Classroom https://classroom.google.com/c/MjYxNTI1NjQ4NTE0?cjc=a73iv5p</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Радіоактивні відходи утворюються на кожному з етапів застосування радіоактивних речовин і ядерних технологій. Щоб захистити людину від негативного впливу РАВ, необхідно забезпечити їх збирання та ізоляцію від біосфери. РАВ та об'єкти, призначені для поводження з РАВ можуть бути потенційними цілями для правопорушників при незаконному поводженні з ними.

Предмет дисципліни – етапи та технології поводження з РАВ на всіх етапах життєвого циклу об'єктів, призначених для поводження з РАВ.

Метою вивчення дисципліни є набуття студентами комплексу знань та навичок, що дозволяють проводити аналітичний аналіз даних про РАВ, розуміти процедури поводження з РАВ від утворення до переробки чи захоронення.

Курс має на меті сформувати та розвинути такі фахові компетентності студентів:

ФК 02. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення складних інженерних завдань в галузі атомної енергетики.

ФК 03. Здатність застосовувати отримані спеціалізовані концептуальні знання та навички при проектуванні та експлуатації обладнання та систем.

ФК 05. 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.

ФК 06. Здатність демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил і стандартів в галузі атомної енергетики.

ФК 08. Здатність демонструвати знання характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів в галузі атомної енергетики, умов їх використання та відповідних обмежень.

ФК 09. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання атомно-енергетичного комплексу.

ФК 10. Здатність приділяти увагу питанням захищеності відповідно до їх значимості.

ФК 11. Здатність приймати ефективні рішення з проектування і експлуатації систем та обладнання реакторних установок з урахуванням вимог що до якості, екологічності, надійності, конкурентоздатності та охорони праці.

ФК 12. Здатність притримуючись принципів культури захищеності оцінювати проектну загрозу, оцінювати та розробляти системи фізичного захисту ядерних установок та на транспорті, а також протидіяти внутрішньому правопорушнику згідно чинного законодавства, норм правил і стандартів.

Програмними результатами навчання є:

ПРН 06. Застосовувати отримані знання для аналізу інженерних об'єктів, процесів і методів атомної енергетики.

ПРН 17. Розуміти функціонування системи обліку та контролю ядерних матеріалів на міжнародному, національному та об'єктовому рівні і застосовувати свої знання для виконання процедур обліку та контролю ядерних матеріалів.

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

Пререквізити: Дисципліна базується на вивченні курсу «Культура ядерної захищеності».

Постреквізити: Знання, набуті студентами при засвоєнні цієї дисципліни, використовуються в подальшому при проходженні виробничої практики.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Основні визначення та класифікація радіоактивних відходів

Тема 1.1. Обґрунтування необхідності поводження з радіоактивними відходами

Загальні відомості про РАВ.

Тема 1.2. Загальна схема поводження з радіоактивними відходами

Життєвий цикл РАВ. Утворення та етапи поводження з РАВ. Концепції поводження з РАВ.

Тема 1.3 Класифікація радіоактивних відходів

Класифікація РАВ в Україні та світова практика.

Тема 1.4 Нормативні зобов'язання у фізичній ядерній безпеці, які регулюють поводження з радіоактивними відходами

Забезпечення ядерної, радіаційної та фізичної безпеки при поводженні з РАВ.

РОЗДІЛ 2 Технологічні процеси та їх особливості при операціях з радіоактивними відходами

Тема 2.1 Радіоактивні відходи, що утворюються протягом життєвого циклу атомної електростанції

Утворення РАВ на АЕС. Збір, сортування та первинна характеристика РАВ.

Тема 2.2 Вибір технології обробки радіоактивних відходів

Вибір технології обробки радіоактивних відходів. Вплив технічних та нетехнічних факторів.

Тема 2.3. Поводження з рідкими та твердими радіоактивними відходами, газоподібними викидами

Технології обробки рідких низькоактивних РАВ. Технології механічної обробки твердих РАВ. Технології очищення газоподібних викидів. Термічні технології обробки РАВ.

Тема 2.4. Імобілізація радіоактивних відходів

Імобілізація РАВ в цемент, у бітуми та полімери, склування.

Тема 2.5. Поводження з відпрацьованими закритими радіоактивними джерелами

Типи радіонуклідних джерел. Інфраструктура для поводження з відпрацьованими радіоактивними джерелами.

Тема 2.6. Довгострокове зберігання кондиціонованих радіоактивних відходів

Організація та вимоги до довгострокового зберігання кондиціонованих РАВ.

РОЗДІЛ 3 Захоронення радіоактивних відходів

Тема 3.1 Способи захоронення відходів низького та середнього рівнів активності

Способи захоронення відходів низького та середнього рівнів активності (принципи, типи, захоронення, класифікація відходів для захоронення, етапи реалізації захоронення).

Тема 3.2 Дезактивація

Поняття дезактивації, види забруднень, методи дезактивації.

Тема 3.3 Забезпечення якості та контроль якості при поводженні з радіоактивними відходами

Система обліку і контролю РАВ. Державні реєстр РАВ.

РОЗДІЛ 4 Світовий досвід поводження з радіоактивними відходами

Тема 4.1 Діючі та майбутні об'єкти поводження з радіоактивними відходами в Україні

Досвід та поводження з РАВ в Україні. Політичні, нормативні, соціальні, економічні та технічні виклики.

Тема 4.2 Досвід та поводження з радіоактивними відходами у різних країнах

Досвід та поводження з РАВ у різних країнах. Політичні, нормативні, соціальні, економічні та технічні виклики.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. ЗУ "Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії" № 1370-XIV від 11.01.2000
2. Про затвердження державних санітарних правил "Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України" № 552/10832 від 20.05.2005
3. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of radioactive waste, Safety Guide Series No. 111-G-1.1, IAEA, Vienna (1994)
4. Radioactive Waste and Spent Fuel Management [Electronic resource]. – Mode of access: URL: <http://www-ns.iaea.org/tech-areas/waste-safety/disposable.html>
5. Radioactive Wastes [Electronic resource]. – Mode of access: URL: <http://worldnuclear.org/info/inf60.html>
6. Radioactive Wastes: An IAEA Source book. - V.: IAEA, 1992
7. Камень преткновения (Обращение с радиоактивными отходами в наиболее развитых странах Запада) // Вестник Чернобыля. - 1993. - N 39. - С. 3.; N 40
8. Атомна індустрія України (Експертний огляд). Видавництво Bellona
9. Кузмяк І.Я., Кравцов В.І., Розвиток фізичного захисту радіоактивних відходів як крок до підтримання ядерної захищеності. Ядерна та радіаційна безпека. 2017. № 4(76)
10. Кузмяк І. Я., Кравцов В. І., Печериця О. В., Пасека О. В. Ядерна захищеність: синонім фізичного захисту чи складова ядерної та радіаційної безпеки? Ядерна та радіаційна безпека. 2017. № 2(74).
11. Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, GOV/INF/2005/10-GC(49)/INF/6, Vienna, IAEA. (2005)
12. Закон України 39/95-ВР «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку». Відомості Верховної Ради України (ВВР) 1995. № 12
13. Закон України 255/95-ВР «Про поводження з радіоактивними відходами». Відомості Верховної Ради України (ВВР) 1995. № 27
14. Директива Ради 96/29/Євратом. Основні стандарти безпеки для захисту здоров'я працівників та населення від небезпеки, що виникає від іонізуючої радіації від 13 травня 1996 року
15. А.В.Носовський Поводження з радіоактивними відходами / А.В.Носовський, З.М.Алексєєва, Г.П.Борозенець та ін.; За ред.А.В.Носовського.. – К.: Техніка, 2007
16. Об'єднана конвенція про безпеку поводження з відпрацьованим паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами, ратифіковано Законом N 1688-III (1688-14) від 20.04.2000
17. Разработка национальной стратегии и концепции по обращению с радиоактивными отходами в Украине, включая стратегию по обращению с радиоактивными отходами НАЭК "Энергоатом" (Том 1). Проект ТАСИС - U40304: отчетные материалы проекта, Июль 2008г. / под. общей ред. В. М. Шестопалова. – К.: Промінь, 2008. – 499 с.
18. Радиоактивный отход АЭС и методы обращения с ними / Ключников А.А., Пазухин Э.М., Шигер Ю.М., Шигер В.Ю. - К.: Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, 2005. - 487 с.
19. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС : учебное пособие для вузов / М.А. Скачек.— М. : Издательский дом МЭИ, 2007. — 448 с.
20. Обзор проблем обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом / Андрюшин И.А., Юдин Ю.А. – Саров.: Типография ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2010. – 119 с.
21. IAEA Safety standards for protecting people and the environment Storage of radioactive waste

22. IAEA Locating and Characterizing Disused Sealed Radioactive Sources in Historical Waste
23. IAEA Predisposal Management of Radioactive Waste
24. IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material
25. IAEA Radioactive Waste Management Objectives
26. IAEA Classification of Radioactive Waste
27. IAEA Radioactive Waste Management Objectives
28. IAEA (2004) Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources
29. International Civil Aviation Organization (2010) Convention on the Suppression of Unlawful Acts Relating to International Civil Aviation (Beijing Convention)
30. Convention for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Maritime Navigation as amended by the Protocol of 2005 to the Convention for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Maritime Navigation (SUA 2005)
31. Protocol for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Fixed Platforms Located on the Continental Shelf as amended by the Protocol of 2005 to the Protocol for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Fixed Platforms Located on the Continental Shelf (SUA PROT 2005)
32. Convention on the Physical Protection of Nuclear Material (CPPNM), INFCIRC/274/Rev. 1, IAEA (1980), Vienna. AMENDMENT to the CPPNM (2005)
33. (CPPNM), INFCIRC/274/Rev. 1, IAEA (1980), Vienna. AMENDMENT to the CPPNM (2005)
34. IAEA (2011) Nuclear Security Series No. 13 – Recommendations – Nuclear Security Recommendation on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities (INFCIRC/225/Revision 5)
35. IAEA (2011) Nuclear Security Series No. 14 – Recommendations – Nuclear Security Recommendations on Radioactive Material and Associated Facilities
36. IAEA (2009) Nuclear Security Series No. 11 – Implementing Guide – Security of Radioactive Sources
37. IAEA (2010) Nuclear Security Series No. 12 – Technical Guidance – Educational Programme
38. IAEA Safety Standards Series no. GS-R-1 – Legal and Governmental Infrastructure for Nuclear Radiation Waste and Transport Safety Requirements
39. IAEA (2005) Safety Standards Series No. RS-G-1.9 Safety Guide – Categorisation of Radioactive Sources
40. IAEA. (2010) The Interface Between Safety and Security at Nuclear Power Plants. Vienna, Austria (InSAG-24)
41. TAMU online course "Spent Nuclear Fuel Safeguards"
42. IAEA. Nuclear Security Series No. 20. Objective and Essential Elements of a State's Nuclear Security Regime
43. Measures to Improve the Security of Nuclear Materials and Other Radioactive Materials Including Radioactive Sources, GC(45)RES/14, IAEA, Vienna (2001)
44. ЗУ "Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання" № 2064-III від 19.10.2000
45. ЗУ "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку" № 39/95-ВР від 08.02.1995
46. ЗУ "Про поводження з радіоактивними відходами" № 255/95-ВР від 30.06.1995
47. ЗУ "Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії" № 1370-XIV від 11.01.2000
48. ЗУ "Загальні положення безпеки при захороненні радіоактивних відходів" НП 306.4.219-2018 від 13.09.2018

49. Постанова КМУ " Про затвердження Порядку переміщення через державний кордон відпрацьованого ядерного палива українських атомних електростанцій та радіоактивних матеріалів, утворених в результаті його переробки" № 772 від 27.09.2016
50. Наказ ДІЯРУ "Про затвердження Порядку формування та розвитку культури захищеності ядерних установок та об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходами, іншими джерелами іонізуючого випромінювання, та Інструкції з проведення оцінки стану культури захищеності ядерних установок, об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходами, іншими джерелами іонізуючого випромінювання" № 76 від 25.07.2013
51. Європейська Угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ) (1957), з Протоколом 1975 року
52. Конвенція про міжнародні залізничні перевезення (КОТІФ) (1980) з Вільнюським Протоколом 1999 року
53. Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі (СОЛАС-74) (1974) (SOLAS)
54. Положення про порядок здійснення перевезення радіоактивних матеріалів територією України, затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 15.10.2004 № 1373
55. Порядок видачі дозволу на здійснення міжнародних перевезень радіоактивних матеріалів, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 03.10.2007 № 1196
56. Постанова Кабінету Міністрів від 28 січня 2004 р. за № 86 «Про затвердження Порядку здійснення державного контролю за міжнародними передачами товарів подвійного використання»
57. Інструкція про порядок надання висновків Державного комітету ядерного регулювання України під час міжнародних передач радіоактивних матеріалів (НП 306.6.097-2004). Затверджена наказом Держатомрегулювання від 26.08.2004 № 138, зареєстрована у Мін'юсті України 08.09.2004 за № 1119/9718
58. Вимоги до звіту про аналіз безпеки провадження діяльності з перевезення радіоактивних матеріалів (НП 306.6.096-2004), наказ Держатомрегулювання від 31.08.2004 №141, зареєстрованим в Мін'юсті 09.09.2004 за № 1127/9726
59. Положення щодо планування заходів та дій на випадок аварій під час перевезення радіоактивних матеріалів (НП 306.6.108-2005). Затверджене наказом Держатомрегулювання від 07.04.2005 р. № 38, зареєстроване Мін'юстом 22.04.2005 за №431/10711
60. Вимоги до програм забезпечення якості при перевезенні радіоактивних матеріалів (НП 306.6.127-2006). Затверджені наказом Держатомрегулювання від 25.07.2006 № 110, зареєстровані у Мін'юсті 05.10.2006 за № 1092/12966
61. Правила ядерної та радіаційної безпеки при перевезенні радіоактивних матеріалів (ПБПРМ-2006) (НП 306.6.124-2006). Затверджені наказом Держатомрегулювання від 30.08.2006 р. № 132, зареєстровані Мін'юстом 18.09.2006 за № 1056/12930
62. Порядок видачі сертифікатів щодо безпечного перевезення радіоактивних матеріалів (НП 306.6.135-2007). Затверджений наказом Держатомрегулювання від 06.09.2007 № 119. Зареєстрований в Мін'юсті 20.09.2007 за № 1079/14346
63. Форма дозволу на здійснення міжнародних перевезень радіоактивних матеріалів та форма заяви про видачу дозволу на перевезення радіоактивних матеріалів, затверджені наказом Держатомрегулювання від 17.12.2008 № 198, зареєстровані Мін'юстом 09.01.2009 за № 3/16019
64. Угода між Кабінетом Міністрів України, Урядом Російської Федерації, Урядом Словацької Республіки, Урядом Чеської Республіки про співробітництво в галузі транспортування

ядерних матеріалів між Російською Федерацією та Чеською Республікою через територію України і територію Словачької Республіки від 14.03.98

65. Угода між Урядом Республіки Болгарія, Урядом Російської Федерації та Кабінетом Міністрів України про перевезення ядерних матеріалів між Російською Федерацією і Республікою Болгарія через територію України від 27.04.2006
66. Угода між Кабінетом Міністрів України, Урядом Російської Федерації та Урядом Словачької Республіки про перевезення ядерних матеріалів між Російською Федерацією і Словачькою Республікою через територію України від 21.10.2010
67. Угода між Урядом України, Урядом Угорської Республіки і Урядом Російської Федерації про співробітництво в галузі транспортування ядерного палива між Угорською Республікою і Російською Федерацією через територію України від 29.12.92
68. Угода між Кабінетом Міністрів України, Урядом Республіки Болгарія, Урядом Республіки Молдова і Урядом Російської Федерації про співробітництво в галузі транспортування ядерних матеріалів між Республікою Болгарія і Російською Федерацією через територію України та територію Республіки Молдова від 28.11.97
69. Постанова Кабінету Міністрів України від 19.08.96 № 980 Про затвердження Угоди між Кабінетом Міністрів України і Урядом Російської Федерації про співробітництво в галузі транспортування ядерних матеріалів

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Розділ 1. Основні визначення та класифікація радіоактивних відходів	
1.	<p>Тема 1.1. Обґрунтування необхідності поводження з радіоактивними відходами</p> <p>Лекція 1. Завдання дисципліни. Силабус, РСО, література. Основні поняття, термінологія. Базові поняття про РАВ та системи їхньої класифікації. Основні визначення. Класифікація РАВ в Україні. Поріг визначення РАВ. Питома активність та потужність дози. Альтернативні класифікації.</p> <p>Лекція супроводжується показом відповідних презентацій.</p> <p>Література: [1], Розділ 1, ст. 1, [2].</p> <p>Завдання на самостійну роботу: Визначення основної термінології.</p>
2.	<p>Тема 1.2 Загальна схема поводження з радіоактивними відходами</p> <p>Лекція 1 (продовження). Обґрунтування необхідності поводження з радіоактивними відходами. Життєвий цикл РАВ. Утворення та етапи поводження з РАВ. Концепції поводження з РАВ. Обсяги РАВ в Україні.</p> <p>Література: [8].</p> <p>Завдання на самостійну роботу: Відомості щодо РАВ в Україні.</p>
3.	<p>Тема 1.3. Класифікація радіоактивних відходів</p> <p>Лекція 2. Класифікація РАВ в Україні. Поріг визначення РАВ. Питома активність та потужність дози. Альтернативні класифікації.</p> <p>Лекція супроводжується показом відповідних презентацій.</p> <p>Література: [3], ст. 7, 9, 12, [4], [5], [6], ст. 12.</p> <p>Завдання на самостійну роботу: Опрацювання основної термінології після лекції.</p>
4.	<p>Тема 1.4. Нормативні зобов'язання у фізичній ядерній безпеці, які регулюють поводження з радіоактивними відходами</p> <p>Лекція 3. Забезпечення ядерної, радіаційної та фізичної безпеки при поводженні з РАВ.</p> <p>Лекція супроводжується показом відповідних презентацій.</p> <p>Література: [9], ст. 63-69, [10] ст. 51-59, [11] ст. 8, [12], ст. 81, [13], ст. 199.</p> <p>Завдання на самостійну роботу: Радіаційний захист при поводженні з РАВ</p>

	відповідно до вимог ядерної та радіаційної безпеки.
5.	<p>Лекція 4. Міжнародні рекомендації у сфері поводження з РАВ. Принципи поводження з РАВ. Стратегія поводження з РАВ.</p> <p>Лекція супроводжується показом відповідних презентацій.</p> <p>Література: [14].</p> <p>Завдання на самостійну роботу: Основні стандарти безпеки для захисту здоров'я працівників та населення від небезпеки, що виникає від іонізуючої радіації.</p>
Розділ 2 Технологічні процеси та їх особливості при операціях з радіоактивними відходами	
6.	<p>Тема 2.1. Радіоактивні відходи, що утворюються протягом життєвого циклу атомної електростанції</p> <p>Лекція 5. Утворення РАВ на АЕС. Збір, сортування та первинна характеристика РАВ. Принципи сегрегації РАВ. Маркування контейнерів. Зберігання відходів на місцях утворення. Вимоги до упаковок.</p> <p>Лекція супроводжується показом відповідних презентацій.</p> <p>Література: [15], розділ 3.7.</p> <p>Завдання на самостійну роботу: Тимчасове зберігання РАВ.</p>
7.	<p>Тема 2.2. Вибір технології обробки радіоактивних відходів.</p> <p>Лекція 6. Вибір технології обробки РАВ. Технічні та нетехнічні фактори вибору.</p> <p>Лекція супроводжується показом відповідних презентацій.</p> <p>Література: [15], розділ 3.5.</p> <p>Завдання на самостійну роботу: Мінімізація РАВ.</p>
8.	<p>Тема 2.3. Поводження з рідкими та твердими радіоактивними відходами, газоподібними викидами</p> <p>Лекція 7. Технології обробки рідких низькоактивних РАВ. Методи очищення та концентрування. Основні стадії робіт по очищенню РРВ. Визначення основних характеристик РРВ, які підлягають очищенню. Очищення і концентрування низькоактивних РРВ.</p> <p>Лекція супроводжується показом відповідних презентацій.</p> <p>Література: [15], розділ 3.3.</p> <p>Завдання на самостійну роботу: Схема поводження з рідкими РАВ.</p>
9.	<p>Лекція 8. Технології механічної обробки твердих РАВ. Прийом ТРВ. Обробка ТРВ. Сортування ТРВ. Обробка та іммобілізація органічних радіоактивних відходів. Утворення та характеристики органічних РАВ. Особливості поводження з органічними відходами. Обробка органічних РАВ. Процеси іммобілізації органічних РАВ.</p> <p>Лекція супроводжується показом відповідних презентацій.</p> <p>Література: [15], розділ 3.4.</p> <p>Завдання на самостійну роботу: Схема поводження з твердими РАВ.</p>
10.	<p>Лекція 9. Технології очищення газоподібних викидів. Організація вентиляційної системи. Елементи систем газоочищення. Випробування і контроль систем вентиляції та газоочищення.</p> <p>Лекція супроводжується показом відповідних презентацій.</p> <p>Література: [15], розділ 3.2.</p> <p>Завдання на самостійну роботу: Установки газоочищення.</p>
11.	<p>Лекція 10. Термічні технології обробки РАВ. Методи термічної обробки. Спалювання. Термохімічна обробка. Плавлення. Контроль хімічних процесів.</p> <p>Лекція супроводжується показом відповідних презентацій.</p> <p>Література: [15], розділ 3.6.</p> <p>Завдання на самостійну роботу: Установки спалювання.</p>
12.	<p>Тема 2.4. Іммобілізація радіоактивних відходів</p> <p>Лекція 11. Іммобілізація РАВ в цемент. Цементування РАВ, особливості цементування рідких відходів. Іммобілізація відходів у бітуми та полімери (властивості бітумів та процес бітумування, властивості полімерів та типи відходів, які придатні для іммобілізації; технологія процесу). Використання технології склування для іммобілізації низько- та середньоактивних відходів, характеристики скла.</p> <p>Лекція супроводжується показом відповідних презентацій.</p>

	Література: [15], розділ 3.2. Завдання на самостійну роботу: Імобілізація РАВ, загальна схема поводження.
13.	Тема 2.5. Поводження з відпрацьованими закритими радіоактивними джерелами Лекція 12. Поводження з відпрацьованими закритими радіоактивними джерелами. Типи радіонуклідних джерел. Інфраструктура для поводження з відпрацьованими радіоактивними джерелами (обов'язки зацікавлених сторін, контроль за переміщенням джерел). Стратегія поводження з радіонуклідними джерелами (план використання радіонуклідними джерелами, оголошення джерела «відпрацьованим», характеристика закритих радіонуклідних джерел, збір та сортування, варіанти поводження. Лекція супроводжується показом відповідних презентацій. Література: [16]. Завдання на самостійну роботу: Досвід України: вилучені з обігу закриті радіонуклідні джерела.
14.	Тема 2.6. Довгострокове зберігання кондиціонованих радіоактивних відходів Лекція 13. Організація та вимоги до довгострокового зберігання кондиціонованих РАВ (принципи безпеки зберігання відходів, вимоги до пакування відходів). Вимоги до сховищ. Типи сховищ, види упаковок, переміщення упаковок, завантаження, реєстрація, можлива деградація упаковок протягом зберігання. Лекція супроводжується показом відповідних презентацій. Література: [8]. Завдання на самостійну роботу: Сховища для довгострокового зберігання РАВ в Україні
Розділ 3 Захоронення радіоактивних відходів	
15.	Тема 3.1 Способи захоронення відходів низького та середнього рівнів активності Лекція 14. Способи захоронення відходів низького та середнього рівнів активності (принципи, типи, захоронення, класифікація відходів для захоронення, етапи реалізації захоронення, безпека захоронення, критерії прийнятності упаковок для захоронення, досвід захоронення). Лекція супроводжується показом відповідних презентацій. Література: [16]. Завдання на самостійну роботу: Концепції захоронення РАВ.
16.	Тема 3.2 Дезактивація Лекція 15. Поняття дезактивації, види забруднень (адгезія, адсорбція, дифузія). Методи дезактивації (хімічна, механічна, альтернативні методи) транспорту, обладнання та спецодягу. Лекція супроводжується показом відповідних презентацій. Література: [16]. Завдання на самостійну роботу: Особливості поводження з РАВ на етапі зняття з експлуатації.
17.	Тема 3.3 Забезпечення якості та контроль якості при поводженні з радіоактивними відходами Лекція 16. Система обліку і контролю РАВ. Державний реєстр РАВ. Забезпечення безпеки при перевезеннях РАВ. Лекція супроводжується показом відповідних презентацій. Література: [15], розділ 3.8. Завдання на самостійну роботу: Облік і контроль при поводженні з РАВ.
Розділ 4 Світовий досвід поводження з радіоактивними відходами	
18.	Тема 4.1 Діючі та майбутні об'єкти поводження з радіоактивними відходами в Україні Лекція 17. Презентація та обговорення студентських рефератів на тему «Досвід та поводження з РАВ в Україні. Політичні, нормативні, соціальні, економічні та технічні виклики». Розбір вивченого матеріалу на конкретних прикладах. Чим обумовлений вибір

	<p>конкретної стратегії для країни і як вона реалізована. Лекція супроводжується показом відповідних презентацій. Література: [15], розділ 2. Завдання на самостійну роботу: Міжнародний досвід у сфері поводження з РАВ.</p>
19.	<p>Тема 4.2 Досвід та поводження з радіоактивними відходами у різних країнах Лекція 18. Презентація та обговорення студентських проєктів на тему «Досвід та поводження з РАВ у різних країнах. Політичні, нормативні, соціальні, економічні та технічні виклики». Розбір вивченого матеріалу на конкретних прикладах. Чим обумовлений вибір конкретної стратегії для країни і як вона реалізована. Лекція супроводжується показом відповідних презентацій. Література: [15], розділи 7.3, 7.7. Завдання на самостійну роботу: Міжнародний досвід у сфері поводження з РАВ.</p>

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять - закріпити теоретичні положення навчальної дисципліни, набути уміння та досвід їх практичного застосування.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
Розділ 1 Основні визначення та класифікація радіоактивних відходів	
1.	<p>Заняття 1. Аналіз національно-правової бази у сфері поводження з РАВ. Література: [9] ст. 63-69, [10] ст. 51-59, [11] ст. 8, [12] ст. 81, [13] ст. 199</p>
Розділ 2 Технологічні процеси та їх особливості при операціях з радіоактивними відходами	
2.	<p>Заняття 2. Збір, сортування та первинна характеристика РАВ. Література: [8], розділ 9.</p>
3.	<p>Заняття 3. Довгострокове зберігання кондиціонованих РАВ. Література: [8], розділ 9.</p>
Розділ 3 Захоронення радіоактивних відходів	
4.	<p>Заняття 4. Концепції та вимоги щодо захоронення РАВ. Література: [15], розділ 6.1.</p>

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів полягає в засвоєнні лекційного матеріалу, закріпленні його шляхом обробки матеріалів самостійних робіт, підготовці до модульної контрольної роботи та заліку, виконанні реферативної роботи. Розподіл годин самостійної роботи за темами наведено в таблиці.

Тема 1.1. Обґрунтування необхідності поводження з радіоактивними відходами	2
Тема 1.2. Загальна схема поводження з радіоактивними відходами	1
Тема 1.3 Класифікація радіоактивних відходів	1
Тема 1.4 Нормативні зобов'язання у фізичній ядерній безпеці, які регулюють поводження з радіоактивними відходами	1
Тема 2.1 Радіоактивні відходи, що утворюються протягом життєвого циклу атомної електростанції	1
Тема 2.2 Вибір технології обробки радіоактивних відходів	2
Тема 2.3. Поводження з рідкими та твердими радіоактивними відходами, газоподібними викидами	5
Тема 2.4. Іммобілізація радіоактивних відходів	2
Тема 2.5. Поводження з відпрацьованими закритими	2

радіоактивними джерелами	
Тема 2.6. Довгострокове зберігання кондиціонованих радіоактивних відходів	1
1-а частина модульної контрольної роботи	3
Тема 3.1 Способи захоронення відходів низького та середнього рівнів активності	2
Тема 3.2 Дезактивація	2
Тема 3.3 Забезпечення якості та контроль якості при поводженні з радіоактивними відходами	1
2-а частина модульної контрольної роботи	3
Тема 4.1 Діючі та майбутні об'єкти поводження з радіоактивними відходами в Україні	1
Тема 4.2 Досвід та поводження з радіоактивними відходами у різних країнах	1
Реферативна робота	15
Залік	8
Всього годин	54

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчання проводиться у вигляді потокових лекцій з використанням діапроектора, практичних занять з експрес-опитуванням, лабораторних робіт в лабораторії.

- Заняття проводяться відповідно до розкладу, запізнення не допускаються. Відвідування занять є обов'язковим.
- На практичних заняттях студенти працюють самостійно, використовуючи довідкову літературу.
- Перед виконанням лабораторних робіт з'ясовується ступінь готовності студентів до роботи з лабораторним обладнанням. Після проведення роботи та обробки результатів лабораторні роботи приймаються викладачем.
- Модульна контрольна робота розділена на дві частини, пишеться самостійно, користування додатковими матеріалами виключено.

Під час навчання, а особливо при проведенні контрольних заходів студенти повинні строго дотримуватись Кодексу честі, який доступний зав посиланням : <https://kpi.ua/code>

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

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 50 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за види робіт, надані в таблиці

Вид занять	кількість	бали		сума балів
Практичні заняття	4	відповіді на занятті	4×2	8
Лекції	6	СРС	6×2	12
МКР	1	перша частина	9	18
		друга частина	9	
Реферат	1	оформлення	3	12
		захист	9	

Сума вагових балів контрольних заходів		50
Залік	50	100

Заохочувальні і штрафні бали:

	Бали
1. Відповіді на лекції	+1
2. Несвоєчасне виконання СРС	-1
3. Відставання від календарного плану реферату на тиждень	-3

2. Критерії оцінювання.

Практичні заняття - відповіді на заняттях:

- повністю правильно надана відповідь оцінюється в 4 бали;
- частково надана відповідь оцінюється в 3 бали;
- відповідь із суттєвими помилками оцінюється в 2 бали;
- неправильно надана відповідь оцінюється в 1-0 балів.

Реферативна робота.

- робота виконана повністю без помилок з дотриманням календарного плану за встановленими вимогами, при здачі були дані відповіді на всі питання 10-12 балів;
- при виконанні були порушення календарного плану, інші вимоги виконані 7-9 балів;
- були помилки при викладенні інформації, не проведено власного аналізу джерел 4-6 балів;
- суттєві неточності у рефераті, порушення календарного плану, значні помилки у відповідях 0-3 балів.

Модульна контрольна робота.

Кожна МКР складається з контрольних завдань з теоретичного матеріалу і оцінюється таким чином:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 8-9 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 6-7 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 4-5 балів;
- відповідь містить суттєві помилки 2-3 бали;
- незадовільна відповідь 0-1 балів.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: **$R_C = 50$ балів.**

3. Залік

Залікова складова шкали: **$R_E = 50$ балів.**

Залік складається в письмовій формі. Кожне завдання містить два теоретичних питання, перелік питань наведений у додатку та має наступну систему оцінювання:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 21-25 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 16-20 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 11-15 балів;
- відповідь містить суттєві помилки 6-10 балів;
- незадовільна відповідь 1-5 балів;
- відсутня відповідь 0 балів.

4. На першій (8-й тиждень) та другій (14-й тиждень) атестації студент отримує «зараховано», якщо він набирає не менше половини максимально можливої кількості балів за відповідний період.

Умовою допуску до екзамену є здача всіх лабораторних робіт та захист курсової роботи.

Рейтинг R_D студента складається з рейтингу, одержаного протягом семестру з урахуванням заохочувальних і штрафних балів R_C , і рейтингу його екзаменаційної оцінки

$$R_D = R_C + R_E$$

R_D = 100 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на залік з кредитного модуля

1. Якими чинниками обумовлені існуючі класифікації РАВ? Покажіть взаємозв'язок класифікації та поводження з РАВ.
2. Чому питання поводження з РАВ є важливим для забезпечення надійної ядерної захищеності?
3. Які положення Закону України «Про поводження з радіоактивними відходами» ви вважаєте найбільш критичними для реалізації та контролю та чому?
4. Поясніть терміни ВЯП та РАВ відповідно до чинного законодавства та дайте відповідь на питання чи можна віднести ВЯП до категорії РАВ? Чому саме так?
5. Хто відповідає за визначення основ державної політики поводження з РАВ в Україні? Розкрийте функції.
6. Хто відповідає за реалізацію державної політики поводження з РАВ в Україні? Розкрийте функції.
7. Опишіть основні принципи державної політики у сфері поводження з РАВ.
8. Що таке фізичний захист РАВ та наведіть основні ризики при поводженні з ними.
9. Завдання державної системи обліку та контролю РАВ.
10. Опишіть основні джерела РАВ з прикладами установ-виробників (без назв, у широкому розумінні).
11. Опишіть основні етапи поводження з РАВ.
12. Опишіть основні концепції поводження з РАВ.
13. Чим зумовлюється вибір концепції поводження з РАВ?
14. Опишіть основні технічні фактори при виборі системи поводження з РАВ.
15. Опишіть основні нетехнічні фактори при виборі системи поводження з РАВ.
16. Яка технологія обробки ТРВ є найбільш оптимальною на ваш погляд? Обґрунтуйте.
17. Яка технологія обробки РРВ є найбільш оптимальною на ваш погляд? Обґрунтуйте.
18. Які види діяльності відносяться до визначення «поводження з радіоактивними відходами»?
19. Що таке іммобілізація РАВ в цемент? Поясніть суть процесу.
20. Що таке іммобілізація РАВ в бітум? Поясніть суть процесу.
21. Що таке іммобілізація РАВ в скло? Поясніть суть процесу.
22. Принципи поводження з РАВ згідно документам МАГАТЕ.
23. Які операції охоплює термін "перевезення РАВ"? Які операції є найбільш вразливими з точки зору ядерної захищеності?
24. Які операції відносяться до процесу кондиціонування РАВ?
25. Що таке закрите джерело іонізуючого випромінювання та у чому полягає небезпека при поводженні з ним після переведення до категорії РАВ?
26. Що таке дезактивація та яка її мета?
27. Які міжнародні документи регламентують перевезення РАВ?
28. Як міжнародні документи поводження з РАВ імплементовані в українське законодавство?
29. Опишіть систему поводження з РАВ в Україні.
30. Які технології поводження з РАВ використовуються на АЕС?

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено асистентом кафедри НГІ та КГ Мартиненко Ганною Сергіївною

Ухвалено кафедрою _____ (протокол № ____ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № __ від _____)