



# ВИКОРИСТАННЯ ОБЛІКУ ТА КОНТРОЛЮ ЯДЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ЯДЕРНОЇ БЕЗПЕКИ

## 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>ОПП Фізичний захист та облік і контроль ядерних матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>60 годин/2 кредиту ЄКТС, 10 годин лекцій, 50 годин СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР, реферат</i>
Розклад занять	<i>2 сесії (осіння – 6 годин, зимова – 4 години), rozklad.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</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua, https://drive.google.com</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Використання обліку та контролю ядерних та радіоактивних матеріалів є основою забезпечення запобігання розповсюдженню та використанню ядерних матеріалів для іншого ніж мирне використання, та є важливою частиною міжнародних зобов'язань України.

**Предметом** навчальної дисципліни є організація та основні складові обліку та контролю ядерних та радіоактивних матеріалів на державному та об'єктовому рівні.

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

- Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення складних інженерних завдань в галузі атомної енергетики (ФК 02).
- Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для моделювання систем та процесів (ФК 04).

3. Здатність приділяти увагу питанням захищеності відповідно до їх значимості (ФК 10).
4. Здатність притримуватись принципів культури захищеності категоризувати ядерні матеріали та джерела іонізуючого випромінювання, вести їх облік та контроль та застосовувати методи руйнуючого та неруйнуючого аналізу згідно чинного законодавства, норм правил і стандартів (ФК 13).

Згідно з вимогами освітньо-професійної 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. Використовувати сучасні технології, обладнання, засоби управління інформацією для вирішення складних інженерних завдань і проблем атомної енергетики (ПРН 05).
3. Застосовувати отримані знання для аналізу інженерних об'єктів, процесів і методів атомної енергетики (ПРН 06).
4. 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 (ПРН08).
5. Розуміння методології проектування обладнання атомно-енергетичного комплексу відповідно до технічних умов та нормативних документів (ПРН 09).
6. 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).
7. Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення інженерних та/або наукових завдань в атомній енергетиці (ПРН 11).
8. Розуміння проблем здоров'я, безпеки і правових питань та відповідних обов'язків інженерної практики в атомній енергетиці, соціальних та екологічних наслідків технічних рішень, відповідальності та обов'язків щодо дотримання кодексу професійної етики і норм інженерної практики (ПРН 12).
9. Розуміння експлуатації обладнання атомно-енергетичного комплексу відповідно до екологічного законодавства й правових норм в галузі охорони здоров'я людей і забезпечення безпеки інженерної діяльності (ПРН 13).
10. 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 (ПРН 17).

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

Перелік дисциплін, або знань та умінь, володіння якими необхідні студенту (вимоги до рівня підготовки) для успішного засвоєння дисципліни:

1. ПО 8 Міжнародні та національні законодавчі, нормативні та інституційні основи для фізичної ядерної безпеки

Перелік дисциплін які базуються на результатах навчання з даної дисципліни:

1. ПО 5

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### Розділ 1. Вступ та загальний огляд

##### **Тема 1.1. Введення в облік та контроль ядерних матеріалів. Визначення**

Дається відповідь на питання чому так важливий облік і контроль ядерних матеріалів. Роль ОКЯМ в застосуванні, зберіганні, обробці та переміщенні ядерних матеріалів, а також у захисті ЯМ від внутрішніх і зовнішніх порушників. Представлені і розглянуті основні визначення в області ОКЯМ.

##### **Тема 1.2. Завдання системи ОКЯМ. Категоризація ядерних матеріалів**

Сформульовано основні цілі та завдання ОКЯМ. Представлені і описані основні визначення для системи ОКЯМ, такі як концепція категоризації ЯМ, види ядерних матеріалів, фізичний запас і різниця запасу, а також матеріальний баланс. Обговорюються основні тенденції подальшого розвитку систем ОКЯМ.

##### **Тема 1.3. Огляд основних елементів системи ОКЯМ**

Основна увага приділяється опису загальної структури системи ОКЯМ на ядерних і радіологічних установках і опису таких її основних елементів, як інвентаризація, контроль і переміщення ЯМ, записи обліку ядерних матеріалів і діяльності, виявлення, розслідування і прийняття рішень по невідповідностей, а також оцінка ефективності і тестування систем ОКЯМ.

##### **Тема 1.4. Взаємозв'язки між ОКЯМ та фізичною ядерною безпекою**

Описується місце і роль ОКЯМ як частини ФЯБ, а також взаємодія ОКЯМ з іншими елементами ФЯБ, такими як фіззахист, культура ФЯБ, та інформаційна безпека.

#### Розділ 2. Системи ОКЯМ

##### **Тема 2.1. Управління системою ОКЯМ**

Наведено огляд управління системою ОКЯМ на ядерних та радіаційно-небезпечних об'єктах. Питання розвитку і впровадження системи ОКЯМ також розглянуті: організаційна структура, функції та відповідальності керівництва та персоналу по ОКЯМ.

##### **Тема 2.2. Зони балансу матеріалу**

Розглянуто категоризація ядерних матеріалів (включаючи принципи категоризації) і форми існування ядерних матеріалів. Обговорюється питання навіщо потрібні зони балансу ЯМ і як їх правильно встановити. Представлені основні аспекти організації обліку і контролю ЯМ в зонах балансу.

##### **Тема 2.3. Фізична інвентаризація ядерних матеріалів Період балансу матеріалу.**

Розглянуто інвентаризація ядерних матеріалів: періодичність, методи, записи. Система записів ЯМ розглянута з урахуванням її основних функцій: робота, облік і безпеку. Представлена типова інформація, яка заноситься в облікові записи. Описується оновлення і зберігання записів, як важлива складова частина системи. Передача (внутрішня і зовнішня) ЯМ є ключовим елементом системи інвентаризації ЯМ. Дається відповідь на питання що таке період балансу матеріалу і описуються основні принципи його визначення.

##### **Тема 2.4. Необлікований (неврахований) матеріал**

Описано основні функції, вимоги і підходи до розрахунку та оцінки неінвентаризованого (неврахованого) матеріалу для різних типів ядерних та радіаційно-небезпечних об'єктів.

##### **Тема 2.5. Показники ефективності системи ОКЯМ**

Дається відповідь на питання чому необхідна періодична перевірка і оцінка системи ОКЯМ. Представлені основні індикатори та тести системи ОКЯМ.

#### Розділ 3. Вимірювання ядерних матеріалів

### **Тема 3.1. Вимірювання ЯМ**

Сформульовано основні завдання вимірювання ЯМ, а також пояснюються основні терміни та визначення, що застосовуються в даній області. Представлені основи наступних основних підходів та методів вимірювання: неруйнівний і руйнує.

### **Тема 3.2. Методи руйнуючого аналізу**

Представлений огляд і характеристика таких основних методів руйнівного контролю: відбір проб, гравіметрія, іонно-обмінний розділ, мас-спектрометрія.

### **Тема 3.3. Методи неруйнуючого аналізу**

В рамках лекції розглянуті активні і пасивні методи неруйнівного контролю. Описано їх переваги та недоліки, а також в яких ситуаціях вони застосовуються. Основну увагу приділено теорії гамма і нейтронних вимірювань, І.К. по ним будуть проводитися лабораторні роботи.

## Розділ 4. Інші чинники

### **Тема 4.1. Законодавча база**

Представлений огляд основних законів і норм в області ОКЯМ. Описана роль і відповідальності державних органів і правління і регулювання. Продемонстровано взаємозв'язок систем ОКЯМ загальнодержавного і об'єктового рівнів.

### **Тема 4.2. Виявлення та реагування на злочинні чи несанкціоновані дії з використанням ядерних та інших радіоактивних матеріалів поза межами регулятивного контролю.**

Дано визначення радіоактивних матеріалів, що знаходяться поза регулюючого контролю. Описано джерела походження таких матеріалів і можливі мету їх переміщення. Коротко розглянуті основи встановлення архітектури державної системи ФЯБ по виявленню і відповідної реакції на кримінальні або несанкціоновані дії з такими ядерними та іншими радіоактивними матеріалами.

Надана інформація з проектування та розробки архітектури державної системи по виявленню на основі датчиків та інформації, початкової оцінці сигналів тривоги.

Також, приведено огляд заходів у відповідь на сигналізацію і управління заходами, аварійних процедур і готовності, застосування індивідуального захисного обладнання при припиненні, вжиття заходів безпеки по відношенню до виявленого радіоактивного матеріалу, першої медичної допомоги, інформування громадськості.

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

Базова (підручники, навчальні посібники) література.

1. Fundamentals of Material Accounting for Nuclear Safeguards. Compiled by K.K.S. Pillay. LA-11569-M. Manual. UC-15, Los Alamos National Laboratory, April 1989.
2. ВР України, Закон "Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання" від 19.10.2000 N 2064-III
3. Use of nuclear material accounting and control for nuclear security purposes at facilities. Implementing guide. IAEA nuclear security series No. 25-G. STI/PUB/1685, Vienna, May 2015.
4. Правила ведення обліку та контролю ядерних матеріалів (НП 306.7.122-2006), затверджені наказом Державного комітету ядерного регулювання України від 26 червня 2006 року № 97, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17 липня 2006 р. за № 849/12723 (у редакції наказу Держатомрегулювання від 08.02.2010 № 14), зареєстровані у Міністерстві юстиції України 03.03.2010 за № 202/17497.

5. Положення про державну систему обліку та контролю ядерних матеріалів, затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 18.12.96 № 1525 (із змінами, внесеними згідно з постановами Кабінету Міністрів України № 1006 від 09.08.2001, № 257 від 25.03.2009).

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

1. Nuclear forensics in support of investigations: implementing guide No. 2-G. — Vienna : International Atomic Energy Agency, 2015.
2. 3. «Рекомендації фізичної ядерної безпеки щодо фізичного захисту ядерного матеріалу та ядерних установок», Серія видань МАГАТЕ з фізичної ядерної безпеки №13, INFCIRC/225/Видання 5, МАГАТЭ, 2011.
4. «Типовой дополнительный протокол к соглашению(ям) между государством(ами) и Международным агенством по атомной энергетике о применени и гарантий», INFCIRC/540, МАГАТЭ, ноябрь 1998г.
5. «Структура и содержание соглашения между агентством и государствами, требуемых в связи с договором о нераспространении ядерного оружия», INFCIRC/153, МАГАТЭ, апрель 1975г.
6. Конвенція про фізичний захист ядерного матеріалу та ядерних установок (участь України у Конвенції Постанова ВР N 3182-XII від 05.05.93). Набуття чинності для України: 05.08.1993.
7. IAEA Safeguards: Guidelines for States Systems of Accounting for and Control of Nuclear Material, IAEA/SG/INF/2, IAEA, Vienna (1980).

Інформаційні ресурси

1. [www.iaea.org](http://www.iaea.org) – Офіційний сайт МАГАТЕ.
2. [www.wins.org](http://www.wins.org) – World Institute for Nuclear Security (WINS).
3. International Nuclear Security Education Network (INSEN): <http://www-ns.iaea.org/security/workshops/insen-wshop.asp>.

**Навчальний контент**

**5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Оскільки дисципліна „Використання обліку та контролю ядерних матеріалів для забезпечення фізичної ядерної безпеки” 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).

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
<b>Розділ 1. Вступ та загальний огляд</b>	
1.	Лекція 1. Введення в облік та контроль ядерних матеріалів. Визначення <b>Література.</b> [1], с. 10-61; [2], Стаття 1.
2.	Лекція 2. Завдання системи ОКЯМ. Категоризація ядерних матеріалів <b>Література.</b> [1], с. 130-143

3.	Лекція 3. Огляд основних елементів системи ОКЯМ <b>Література.</b> [2], с. 126-130
4.	Лекція 4. Взаємозв'язки між ОКЯМ та фізичною ядерною безпекою <b>Література.</b> [3], с. 7-10
<b>Розділ 2 Системи ОКЯМ</b>	
5.	Лекція 5. Управління системою ОКЯМ <b>Література.</b> [1], с. 126-135.
6.	Лекція 6. Зони балансу матеріалу <b>Література.</b> [1], с. 135-152.
7.	Лекція 7. Фізична інвентаризація ядерних матеріалів. Період балансу матеріалу <b>Література.</b> [1], с. 310-330.
8.	Лекція 8. Необлікований (неврахований) матеріал <b>Література.</b> [1], с. 310-330.
9.	Лекція 9. Показники ефективності системи ОКЯМ <b>Література.</b> [3], с. 55-59.
<b>Розділ 3. Вимірювання ядерних матеріалів</b>	
10.	Лекція 10. Вимірювання ЯМ <b>Література до розділу 3.</b> [1], с. 238-244.
11.	Лекція 11. Методи руйнуючого аналізу <b>Література до розділу 3.</b> [1], с. 290-303. <b>С.Р.С.</b> [14], с. 90-304.
12.	Лекція 12. Методи неруйнуючого аналізу <b>Література до розділу 3.</b> [1], с. 244-290.
<b>Розділ 4. Інші чинники</b>	
13.	Лекція 13. Законодавча база <b>Література до розділу 3.</b> [2], [4], [5].
14.	<b>Тема 4.2 Виявлення та реагування на злочинні чи несанкціоновані дії з використанням ядерних та інших радіоактивних матеріалів поза межами регулятивного контролю.</b> Лекція 14. Виявлення злочинних чи несанкціонованих дій з використанням ядерних та інших радіоактивних матеріалів поза межами регулятивного контролю. Лекція 15. Реагування на злочинні чи несанкціоновані дії з використанням ядерних та інших радіоактивних матеріалів поза межами регулятивного контролю. <b>Література до розділу 3.</b> [6], с. 4-40.

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

У якості індивідуального завдання для всіх форм навчання рекомендується підготувати реферати, завдання яких присвячені закріпленню студентами знань з методів вимірювання ядерних та радіоактивних матеріалів.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Методи руйнуючого аналізу	35
2.	Реферат	30

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

Заняття проводяться відповідно до розкладу, запізнення не допускаються. Відвідування 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 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:** реферат.

**Семестровий контроль:** залік.

**Умови допуску до семестрового контролю:** виконаний та зарахований цикл завдань до індивідуальних занять, захищено реферат та загальний бал за всі види робіт не менше 25 балів. Отримання оцінки з дисципліни «автоматом» не передбачено окрім надзвичайних випадків, наприклад, пандемії або дії військового положення.

#### 1. Реферат

Під час семестру здобувачі вищої освіти опрацьовують з доступної літератури до 30 тем рефератів. Кожен реферат повинен задовольняти обраній темі, бути охайно оформленим. Оцінка за реферат є сумарною за наступним критеріями:

Критерії оцінювання	Оцінка (бали)
- якість розкриття теми	0...10
- оформлення реферату	0...5
- якість оформлення презентації	0...5



- своєчасний захист	0...10
Загалом	до 30

## **2. Самостійна робота студента (СРС)**

Під час семестру здобувачі вищої освіти самостійно опрацьовують з доступної літератури та конспектують видане завдання. За вичерпну законспектовану відповідь до рейтингу студента додається 35-30 балів, якщо конспект має несуттєві недоліки але повний – 20-29 балів. При наявності неповноти конспекті виставляється 10-19 балів і при суттєвій неповноті та неохайному оформленні – 0-9 балів.

### **Заохочувальні бали**

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

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

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

Сума основних рейтингових балів відповідає рейтинговій шкалі (100 балів)

Розрахунок шкали рейтингу:

$$R = 35 (\text{СРС}) + 30 (\text{Реферат}) + 50 (\text{залік}) = 100 \text{ балів.}$$

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

На заліку студенти виконують письмову роботу. Кожне завдання містить одне теоретичне (20 балів) і одне практичне (30 балів) питання, які оцінюються у 50 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 20-18 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 17-15 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 14-12 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 11- 0 балів.

Система оцінювання практичних питань:

- «відмінно», повна і правильна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 27-30 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь і є помилки, що не впливають на результат (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 21-26 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі значні помилки) – 16-20 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 15-0 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



За рішенням кафедри, згідно Тимчасового регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (Наказ № 7/86 від 08.05 2020 року), допускається застосувати підхід щодо виставлення оцінки з кредитного модуля «автоматом» шляхом пропорційного перерахунку стартових балів у підсумкові за 100–бальною шкалою. При цьому обов'язковим залишається виконання студентом умов допуску до заліку. Студентам, які набрали фактичний стартовий рейтинг не менший, ніж 0,9 від максимально можливого (тобто  $R_c \geq 45$ ), екзаменатор може запропонувати виставити оцінку «Дуже добре». Найвища оцінка «автоматом» не виставляється.

Переведення стартових балів у підсумкові здійснюється за формулою

$$R = 50 + \frac{50 \cdot (R_i - R_D)}{(R_c - R_D)},$$

де  $R$  – оцінка за 100–бальною шкалою;

$R_i$  – сума балів, набраних студентом продовж семестру;

$R_c$  – максимальна сума вагових балів контрольних заходів продовж семестру;

$R_D$  – бал допуску до екзамену.

Студенти, які хочуть підвищити оцінку з кредитного модуля, виконують залікову роботу. При цьому переведення стартових балів у підсумкові не здійснюється.

### **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)**

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.

*Перелік тем до реферату*

1. Гамма-спектрометричні виміри збагачення урану
2. Вимірювання відносної інтенсивності гамма-випромінювань  $^{235}\text{U}$  та  $^{238}\text{U}$
3. Неруйнівні вимірювання ізотопного складу плутонію за допомогою гамма-спектрометрії
4. Денситометрія
5. Рентгено-флюоресцентний аналіз (РФА)
6. Нейтронні виміри ЯМ
7. Калориметрія
8. Відбір проб
9. Іонообмінний поділ
10. Гравіметрія
11. Титрування за методом Девіса-Грея для кількісного аналізу вмісту урану
12. Мас-спектрометрія
13. Метод ізотопного розведення
14. Метод Resin-bead
15. Лазерна флюорометрія
16. Термоіонізаційна спектрометрія
17. Альфа-спектрометрія
18. Мас-спектрометрія з ізотопним розбавленням

*Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль*

1. Класифікація ядерного матеріалу по масі.
2. Які сучасні проблеми режиму ядерного нерозповсюдження можна сформулювати?
3. Як узгоджуються (поєднуються) між собою "зони обмеження доступу" і ЯМ, радіоактивні відходи і джерела радіоактивного випромінювання?
4. Що таке перемикання ЯМ? Які шляхи перемикання ЯМ з енергетичного використання можна виділити?
5. Паливо з яким збагаченням використовується в дослідницьких реакторах і реакторах типу ВВЕР?
6. Що в себе включають ядерні технології?
7. Як визначається категорія ЯМ, якщо в ЗБМ одночасно знаходяться різні діляться ізотопи з різною масою?
8. Для яких категорій ЯМ застосовуються "засоби індикації втручання"?
9. Чи підлягає обліку та контролю ЯМ, що містить суміш ізотопів  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  і  $^{241}\text{Pu}$ , в кількості 14.5 грамів?
10. Які елементи системи ОКЯМ реалізовані на АЕС?
11. З яких питань здійснюється взаємодія систем ОКЯМ і ФЗ на АЕС? До якого з 3-х видів взаємодії вони відносяться?
12. Чи має сенс хоча б частково об'єднувати функції і відповідальності систем ОКЯМ і ФЗ? Якщо так (немає), то чому?
13. Якою мірою керівник служби ОКЯМ є незалежним?
14. Яка мета застосування програми ДОР?
15. Які права, повноваження, обов'язки і відповідальність є у керівника служби ОКЯМ?

16. Коротко описати порядок визначення та узгодження ЗБМ, в тому числі з МАГАТЕ відповідно до Правил ведення ОКЯМ.
17. Чи допускається перетин ЗБМ і зон обмеження доступу?
18. Чи входить інформаційна структура до складу ЗБМ?
19. Що входить в зміст матеріально-балансового звіту?
20. Які критерії аномалії застосовуються відповідно до українських норм і правил?
21. Як здійснюється перевірка наявності ЯМ в балк-формі і в формі облікових одиниць?
22. Що слід вказувати в облікових документах при перевірці наявності ЯМ на підприємствах, де є тільки мала кількість ЯМ (менше 1 гр)
23. З якою метою проводяться оцінки стану системи ОКЯМ?
24. Які перевірки входять в обсяг оцінки стану ОКЯМ?
25. Які види вимірювань застосовуються в системі ОКЯМ?
26. Переваги і недоліки руйнівного аналізу ЯМ?
27. У яких випадках застосовуються методи неруйнівного аналізу ЯМ?
28. Викласти переваги і недоліки неруйнівного аналізу?
29. Які категорії еталонів застосовуються при вимірюванні ЯМ?
30. За якими характерними енергіями гамма-квантів проводиться контроль вмісту урану 235 і плутоній-239?
31. На чому заснований метод вимірювання по відносній інтенсивності гамма-випромінювання?
32. Які нейтрони (за їхніми джерелами) беруть участь в нейтронних вимірах ЯМ?
33. Дати коротку характеристику «Договір про нерозповсюдження ядерної озброєння від 1 липня тисяча дев'ятсот шістдесят вісім року»
34. Дати коротку характеристику «Додатковий протокол до угоди між Україною та МАГАТЕ про Застосування гарантій у зв'язку з Договором про нерозповсюдження ядерної озброєння (Додатковий протокол ратифікована Законом №3092-IV від 16.11.2005)»
35. Дати коротку характеристику Угоди про гарантії
36. Дати коротку характеристику Закону про використання ядерної енергії (Розділ XI, XII)
37. Дати коротку характеристику Постанови 1525 КМУ «Системи ОКЯМ».
38. Дати коротку характеристику Постанови 625 від 26.04.2003
39. Дати коротку характеристику наказу ДІЯРУ № 177 від 05.12.2011
40. Дати коротку характеристику наказу ДІЯРУ № 84 від 2012 року
41. Дати коротку характеристику Постанови 813 КМУ про незаконний обіг
42. Що повинні бути здатні зробити держави для боротьби з незаконним обігом ядерних та радіоактивних матеріалів і дотримання режиму гарантій щодо цих матеріалів?
43. Що таке ядерна криміналістика?
44. Що таке «покинуті» радіоактивні джерела?
45. За якими категоріями класифікуються и розглядаються Дії згідно Типового Плану заходів, розробленого МАГАТЕ? (IAEA NSS\_2)
46. Які правила застосовуються при зборі радіоактивних доказів на місці інциденту?

47. Які вимоги існують до лабораторії ядерної криміналістики?
48. Які існують підходи до виявлення криміналістичних ознак?
49. За рахунок чого досягається мета режиму ФЯБ, чинної щодо ядерних та інших радіоактивних матеріалів, що знаходяться поза регулюючого контролю?
50. Які заходи пропонуються МАГАТЕ для реагування щодо ядерних та інших радіоактивних матеріалів, що знаходяться поза регулюючого контролю?

**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 30.06.2023р.)