



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>очна(денна)/заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>60 годин/2 кр.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>1 лекція у тиждень, 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://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=3400</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.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей (компетентності):

ЗК 01. Здатність до пошуку, оброблення, аналізу та застосування інформації з різних джерел.

ЗК 03. Здатність виявляти та оцінювати ризики.

ЗК 04. Здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності.

ЗК 05. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

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

ФК 04. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для моделювання систем та процесів.

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

ФК 13. 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.

Після вивчення дисципліни передбачається досягнення наступних програмних результатів навчання::

ПРН 02. 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.

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:

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

ПО 9 Культура ядерної захищеності

Перелік дисциплін які базуються на результатах навчання з даної дисципліни:

ПО 5 Системи фізичного захисту

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 відповідній 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

Базові джерела:

1. Авторы: А.В. Бушуев, В.Б. Глебов, Н.И. Гераскин, А.В. Измайлов, Э.Ф. Крючков, В.В. Кондаков. Основы учета, контроля и физической защиты ядерных материалов: Учебное пособие / Под ред. Э.Ф. Крюčkова. М.: МИФИ, 2007. – 544 с.
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).

Додаткові джерела:

1. Nuclear forensics in support of investigations: implementing guide No. 2-G. — Vienna : International Atomic Energy Agency, 2015.
2. 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.
3. «Рекомендації фізичної ядерної безпеки щодо фізичного захисту ядерного матеріалу та ядерних установок», Серія видань МАГАТЄ з фізичної ядерної безпеки №13, INFCIRC/225/Видання 5, МАГАТЄ, 2011.
4. «Типовой дополнительный протокол к соглашению(ям) между государством(ами) и Международным агентством по атомной энергетике о применении и гарантий», INFCIRC/540, МАГАТЄ, 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).
8. Авторы: А.И. Абрамов. Ю.А. Казанский, Е.С. Матусевич. Основы экспериментальных методов ядерной физики. М.: Атомиздат, 1977 – 528с.

Інформаційні ресурси

1. www.iaea.org – Офіційний сайт МАГАТЭ.
2. 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)

Надається інформація (за розділами, темами) про всі навчальні заняття (лекції, практичні, семінарські, лабораторні) та надаються рекомендації щодо їх засвоєння (наприклад, у формі календарного плану чи деталізованого опису кожного заняття та запланованої роботи).

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)
Розділ 1. Вступ та загальний огляд	
1.	Лекція 1. Введення в облік та контроль ядерних матеріалів. Визначення Література. [1], с. 10-61; [2], Стаття 1.
2.	Лекція 2. Завдання системи ОКЯМ. Категоризація ядерних матеріалів Література. [1], с. 130-143
3.	Лекція 3. Огляд основних елементів системи ОКЯМ Література. [2], с. 126-130
4.	Лекція 4. Взаємозв'язки між ОКЯМ та фізичною ядерною безпекою Література. [3], с. 7-10

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

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

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
-------	---	---------------------

1.	Методи руйнуючого аналізу	3
2.	Реферат	10
3.	Модульна контрольна робота	3

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.

Модульна контрольна робота 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)

Система оцінки успішності за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочою навчальною програмою:

	кількість	бали	сума балів
Реферат	1	виконання завдання та захист	30
СРС	-	виконання	10
Мод. КР	1	виконання	10
Сума вагових балів контрольних заходів			50

Шкала балів за відповідні рівні оцінювання з кожного виду контролю

1. МКР:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними помилками – 7-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 5-6 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам) – 4-0 балів.

2. Реферат:

- за умови повністю правильно виконаного завдання та доповіді, а також відповіді на запитання до доповіді оцінюється в 30 балів;
- за умови несвоєчасного подання реферату на перевірку нараховуються штрафні 3 бали;
- якщо реферат виконано з помилками, то нараховуються штрафні бали (- 1 бал за кожну помилку);
- за умови не відповіді, або помилкової відповіді на захисті за доповіддю нараховуються штрафні бали (- 1 бали по кожній позиції).

3. СРС:

- за умови повністю правильно та повно виконаного завдання, а також відповіді на запитання оцінюється в 9-10 балів;
- за умови несвоєчасного подання СРС на перевірку нараховуються штрафні 2 бали;
- якщо СРС виконано з помилками, то нараховуються штрафні бали (- 1 бал за кожну помилку);
- за умови не відповіді, або помилкової відповіді нараховуються штрафні бали (- 1 бали по кожній позиції).

Заохочувальні і штрафні бали:

	бали
1. Несвоєчасне виконання реферату	-3
3. Відсутність на лекції або на практичних заняттях без поважних причин	-2
4. Ведення конспекту лекцій	1...5
5. Експрес - відповідь на лекції	1...2
Сума заохочувальних і штрафних балів R_5	10

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 36 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 18 балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 42 бали. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 32.

Максимальна сума балів стартової складової складає 50. Необхідною умовою допуску до екзамену є захист реферату та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Залікова робота складається з двох теоретичних питань. Перше і друге питання оцінюються у 25 балів.

Кожне питання залікової роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

- правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 22-25 балів;
- достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 18-22 балів;
- неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 15-19 балів;
- незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 60% потрібної інформації та помилки) – менше 15 балів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань на залік до курсу «Використання обліку та контролю ядерних матеріалів для забезпечення фізичної ядерної безпеки» за денною формою навчання:

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 U235, Pu239 і Pu241, 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 і 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 посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ

Ухвалено кафедрою _____ (протокол № __ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № __ від _____)