

СИЛАБУС
навчальної дисципліни
«ЗАСТОСУВАННЯ ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ В МЕДИЦИНІ»

Галузь знань	09 – Біологія
Спеціальність	091 – Біологія та біохімія
Освітня програма	Радіобіологія
Освітній рівень	доктор філософії
Статус дисципліни	Вибірковий
Мова викладання	Українська
Курс / семестр	III курс, 1 (2) семестр
Кількість кредитів ЄКТС	2 кредити ЄКТС
Розподіл за видами занять та годинами навчання	Лекції – 24 год. Самостійна робота – 36 год.
Форма підсумкового контролю	Залік
Відділ	Відділ ядерних реакцій, ІЯД НАН України, корп. 101, к.402 тел. +380-44-525-5257
Викладач	Поворозник Орест Михайлович, завідувач відділу ядерних реакцій, д.ф-м.н.
Контактна інформація викладача	orestpov@kinr.kiev.ua, +380-93 -993-0005
Дні занять	За розкладом
Консультації	Дистанційні, за домовленістю з ініціативи здобувача, групові

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

Мета навчальної дисципліни – формування у аспірантів компетентностей у застосуванні методів ядерної фізики як для медичної візуалізації, яка використовує невелику кількість радіоактивного матеріалу для діагностики та визначення тяжкості різних захворювань, так і для лікування цих виявлених недуг шляхом використання тих же методів ядерної фізики.

Предмет навчальної дисципліни – застосування методів ядерної фізики в сучасній медицині, а саме яким чином знання та вміння, отримані при вивченні ядерної фізики, використовуються в медицині для якісної діагностики та лікування захворювань.

Компетентності

Інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв’язувати комплексні проблеми в області радіаційної біології, екології, проводити науково-дослідницьку, інноваційну діяльність, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань, оволодіння методологією наукової та науково-педагогічної діяльності, проведення власного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до освоєння і системного аналізу нових знань в предметній та суміжних галузях, формування системного наукового та культурного світогляду.

ЗК2. Здатність до критичного аналізу і креативного синтезу нових ідей, які можуть сприяти технологічному та соціальному прогресу, базованому на здобутих знаннях.

ЗК3. Здатність до вирішення комплексних науково-дослідних задач в професійній галузі, планування та здійснення дослідницької діяльності.

Спеціальні (фахові) компетентності (ФК):

ФК2. Здатність аналізувати широке коло проблем та задач радіобіології та суміжних біологічних наук шляхом розуміння їхніх фундаментальних основ та практичного вирішення.

ФК3. Здатність застосовувати сучасні методи біологічного та радіобіологічного експерименту, відповідного математичного, статистичного аналізу результатів.

ФК7. Здатність аналізувати процеси ураження та пострадіаційного відновлення організму та корекції радіогенних порушень, обґрунтовувати застосування засобів радіаційного захисту.

ФК9. Здатність застосовувати принципи радіаційного нормування та безпеки в роботі з джерелами іонізуючого випромінювання.

Програмні результати навчання:

ПРН2. Використовувати сучасні інформаційні джерела національного та міжнародного рівня для оцінки стану вивченості об'єкту досліджень, актуальності наукової проблеми.

ПРН4. Здійснювати інформаційний пошук та комунікацію за науковою проблематикою, працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, наукометричними платформами.

ПРН6. Мати знання теоретичних, методологічних проблем та перспектив розвитку сучасної радіаційної біології та екології; сучасної теорії біологічної дії іонізуючих випромінювань; основ застосування ядерних технологій в народному господарстві та медицині.

ПРН8. Аналізувати та узагальнювати медико-біологічні наслідки впливу радіаційних чинників на людину та довкілля.

ПРН12. Нести персональну відповідальність за результат роботи, набувати та використовувати навички організаційної та інноваційної діяльності.

ПРН13. Здійснювати науково-дослідницьку, науково-організаційну, науково-педагогічну діяльність, дотримуючись наукової професійної етики, принципів академічної доброчесності та громадянської позиції.

ПРН14. Удосконалювати знання з обраної спеціальності, дотримуватися принципу “life-learning” – безперервного самостійного набуття знань та вмінь.

ПРН15. Самостійно, незалежно та відповідально приймати рішення щодо виконання індивідуальних наукових проектів, завдань, активно використовувати набуті під час навчання знання, уміння/навички та комунікаційні компетентності.

Після засвоєння матеріалу дисципліни аспіранти повинен знати:

- типи іонізуючого випромінювання та їх властивості;
- основні фізичні механізми взаємодії іонізуючого випромінювання з біологічними об'єктами; механізми дії радіації на біологічно важливі макромолекули;
- основні типи біофізичних моделей радіобіологічних ефектів;
- вплив іонізуючого випромінювання на організм людини; особливості дії підвищених доз радіації на організм та пролонгованого хронічного впливу невеликих доз радіаційного випромінювання;
- фізичні основи і методи, що лежать в основі розробки та застосування сучасних медичних методик та обладнання, що використовує ядерні випромінювання;
- фізичні та математичні основи і методи, що лежать в основі розробки та застосування сучасних медичних томографів;

вміти:

- здійснювати розрахунки величин радіоактивності та доз іонізуючого випромінювання;
- аналізувати особливості взаємодії випромінювання з біооб'єктами;
- оцінювати реальну дозу навантаження організму при роботі з джерелами іонізуючого випромінювання; розраховувати реальні дози при радіохірургічних операціях при лікуванні онкологічних пухлин;
- вирішувати фізичні проблеми при створенні та використанні сучасного високотехнологічного медичного обладнання, що використовує різні види ядерного

випромінювання;

- вирішувати фізико-математичні проблеми.

Передумови для навчання

Перелік попередньо прослуханих дисциплін / Знання, вміння, навички, якими повинен володіти здобувач, щоб приступити до вивчення дисципліни

Для успішного засвоєння дисципліни аспірант повинен знати загальну фізику, ядерну фізику, радіаційну фізику та хімію, фізичні основи радіаційної біології та радіаційної медицини в обсязі стандартних університетських курсів, мати навички програмування. Компетентності, знання, уміння та досвід, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «Застосування ядерної фізики в медицині», є необхідними для розуміння світових тенденцій вирішення сучасних проблем фізичних досліджень у прикладній ядерній фізиці, при розробці радіаційних та ядерних технологій.

Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 2 розділи:

Розділ 1. Медична діагностика, що ґрунтується на ядернофізичних підходах.

Розділ 2. Методи радіаційної терапії.

Матеріально-технічне (програмне) забезпечення дисципліни

Для виконання практичних завдань за темою курсу потрібен персональний комп'ютер. Можна вважати, що ця вимога легко задовольняється для аспірантів ІЯД НАН України у тих відділах, де виконується наукова робота (навіть якщо аспірант не має ані особистого комп'ютера вдома, ані ноутбука). Отже, кожний відділ у змозі створити аспірантові достатні умови для виконання завдань курсу.

Сторінка офіційного веб-сайту ІЯД НАНУ з інформаційним пакетом щодо навчальних дисциплін

<http://www.kinr.kiev.ua/aspirant>

Рекомендовані джерела

Базова література:

1. *Zimmermann Richard NuclearMedicine Radioactivity for Diagnosis and Therapy.*
2. *Maher Kieran and other. Basic physics of nuclear medicine* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Basic_Physics_of_Nuclear_Medicine.pdf.
3. *Бекман И. Н РАДИОХИМИЯ Том VII Радиационная и ядерная медицина: физические и химические аспекты. Учебное пособие* Учебное пособие в 7 томах. — МО, Щёлково: Издатель Мархотин П.Ю., 2012. — 400 с. — ISBN: 978-5-905722-05-9.

Допоміжна література:

1. *Scintigraphy* <https://en.wikipedia.org/wiki/Scintigraphy>.
2. *Single-photon emission computed tomography* https://en.wikipedia.org/wiki/Single-photon_emission_computed_tomography.
3. *Positron emission tomography* https://en.wikipedia.org/wiki/Positron_emission_tomography.
4. *Neutron capture therapy of cancer* https://en.wikipedia.org/wiki/Neutron_capture_therapy_of_cancer.

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться аспірант – суб'єкт навчання і майбутній науковець.

Лекційні заняття

Розділ 1 МЕДИЧНА ДІАГНОСТИКА, ЩО ҐРУНТУЄТЬСЯ НА ЯДЕРНО-ФІЗИЧНИХ ПІДХОДАХ

Лекції 1-2. ТЕОРІЯ ЯДЕРНОЇ МЕДИЦИНИ.

Іонізуюче випромінювання. Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Променева діагностика. Радіаційна терапія. Радіонуклідна діагностика і терапія.

Лекції 3-4. АТОМНЕ ЯДРО І ЯДЕРНІ ПРОЦЕСИ.

Атом і атомне ядро. Явище радіоактивності. Види радіоактивного розпаду. Ядерні реакції. Види іонізуючих випромінювання. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною. Особливості взаємодії іонізуючого випромінювання з біологічною тканиною

Лекція 5. ВИМІРЮВАННЯ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Детектори іонізуючого випромінювання. Гамма-спектроскопія. Апаратура для створення зображень радіаційних полів

Лекція 6. БІОЛОГІЧНА ДІЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ.

Молекулярний рівень впливу. Клітинний рівень впливу. Організмний рівень впливу. Управління радіобіологічним ефектом. Фізична і біологічна дози. Доза при зовнішньому опроміненні організму. Еквівалентна доза при внутрішньому опроміненні. Норми радіаційної безпеки і санітарні правила.

Лекція 7. ДІАГНОСТИКА.

Рентгенодіагностика. Методи рентгенівської діагностики Проекційна рентгенографія. Апаратуру для рентгенівської діагностики. Рентгенівська комп'ютерна томографія. Принцип комп'ютерної рентгенівської томографії. Застосування комп'ютерної томографії

Лекція 8. СЦИНТИГРАФІЯ.

Особливості радіонуклідної діагностики. Сканування. Статична сцинтиграфія. Динамічна сцинтиграфія. Фармакокінетика. Ізотопи і РФП для радіонуклідної діагностики. Клінічні застосування РФП для діагностики.

Лекція 9. ЕМІСІЙНА ТОМОГРАФІЯ.

Однофотонна емісійна комп'ютерна томографія. Принцип однофотонної емісійної комп'ютерної томографії. Радіонукліди і радіофармпрепарати для Оже-ефект.

ПОЗИТРОННА ЕМІСІЙНА ТОМОГРАФІЯ.

Принцип двофотонної емісійної томографії. Апаратура для ПЕТ. Радіонукліди і радіофармпрепарати для ПЕТ.

Розділ 2. МЕТОДИ РАДІАЦІЙНОЇ ТЕРАПІЇ

Лекція 10. ПРОМЕНЕВА ТЕРАПІЯ.

Основні принципи променевої терапії. Рентгенівська і гамма-терапія. Фотон-захватна терапія. Клінічна променева терапія. Дозиметрія в рентгено- і гамма-терапії.

Лекція 11. БРАХІТЕРАПІЯ.

Сутність методу брахітерапії. Внутрішньо-порожнинне опромінення.

Внутрішньотканинна брахітерапія. Аплікаційна терапія

Лекції 12-13. РАДІОНУКЛІДНА ТЕРАПІЯ.

Методи радіонуклідної терапії. Радіонукліди та РФП для радіонуклідної терапії.

Альфа-випромінюючі радіонукліди. Бета-випромінюючі радіонукліди.

Радіонукліди, що випромінюють оже-електрони. Наночастинки - носії радіонуклідів.

Радіоімунна терапія. Клінічне застосування радіотерапії.

Лекції 14-15. КОРПУСКУЛЯРНА РАДІОТЕРАПІЯ

Електронна терапія. Протонна терапія. Мезонна терапія. Іонна терапія. Нейтронна терапія.

Радіотерапія на швидких нейтронах Нейтрон-захватна терапія.

Лекція 16. МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА РАДІОНУКЛІДІВ.

Виробництво ізотопів на ядерних реакторах прискорювачах заряджених частинок.

МЕТОДИ СИНТЕЗУ РАДІОФАРМПРЕПАРАТІВ.

РФП препарати для сцинтиграфії ОФЕКТ та радіоімунного аналізу. РФП для позитронної емісійної томографії. Радіофармпрепарати для радіонуклідної терапії.

Практичні заняття

Заняття 1 Повторення базових понять ядерної фізики.

Заняття 2. Принципи дії діагностики, що побудовані на використанні методів ядерної фізики.

Заняття 3. Принцип дії, властивості різних типів детекторів.

Заняття 4. Контрольна робота.

Заняття 5. Особливості методів радіонуклідної діагностики.

Заняття 6. Особливості променевої та радіонуклідної терапій.

Заняття 7. Ознайомлення з роботою діючого ПЕТ томографа.

Заняття 8. Методи виробництва радіонуклідів.

Самостійна робота аспіранта

Самостійна робота здобувача наукового ступеня доктора філософії є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:

Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
Опанування матеріалів лекцій та додаткових питань із застосуванням основної та додаткової літератури	32
Підготовка до заліку	6

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- правила відвідування занять: заняття проводяться відповідно до розкладу згідно із правилами встановленими Положенням про організацію освітнього процесу в Інституті ядерних досліджень НАН України. (http://www.kinr.kiev.ua/aspirant/creat_ed_inet.pdf), присутність на заняттях є добровільним і не допускається примушування до будь-яких дій в навчальному процесі без особистої згоди аспіранта. Відповідно до робочої навчальної програми даної дисципліни, бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях відповіді до Уніфікованої система оцінювання навчальних досягнень аспірантів. (http://www.kinr.kiev.ua/aspirant/sys_test.pdf).

- правила поведінки на заняттях: аспірант має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Інституту здійснюється за умови вказівки викладача;

- політика дедлайнів та перескладань: якщо аспірант не виконував модульні контрольні роботи (без поважної причини), то його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання передбачено у разі поважних причин;

- політика щодо академічної доброчесності: Положення встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в Інституті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Основи прикладної ядерної фізики, радіаційні та ядерні технології виробництва»;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

Система оцінювання результатів навчання

Види контролю та система оцінювання результатів навчання

Поточний контроль: опитування за темою заняття, модульні контрольні роботи.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: відсутні.

Рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, які він отримує:

1) на лекційних та практичних заняттях;

2) за модульні контрольні роботи;

3) за відповідь на заліку.

Система рейтингових балів

1) Практичні та лекційні заняття. Ваговий коефіцієнт дорівнює 0,5 балів. Максимальна кількість балів, які може отримати аспірант на практичних заняттях становить $40 \times 0,5 = 20$ балів.

2) Модульна контрольна робота. Ваговий коефіцієнт дорівнює 20.

Максимальна кількість балів за контрольну роботу становить $2 \times 20 = 40$ балів.

Нарахування балів за контрольну роботу:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) 18-20 балів;

- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) 15-17 балів;

- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) 11-14 балів;

- «незадовільно», незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) 0.

3) Залік. Критерії оцінювання. Завдання містить три основні, кожне з яких оцінюються у 12 балів та одне додаткове запитання, яке оцінюється 4 балами. Всього $3 \times 12 + 1 \times 4 = 40$ балів.

Нарахування балів за відповідь на заліку:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) 36-40 балів;

- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) 30-35 балів;

- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) 24-29 балів;

- незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) 0.

Накопичування рейтингових балів з навчальної дисципліни

Види навчальної роботи	Мах кількість балів
Навчальна активність на лекційних та практичних заняттях	20
Контрольна робота	40
Залік	40
Максимальна кількість балів	100

Відповідність шкали оцінювання ЄКТС національній системі оцінювання та ІЯД НАНУ

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену (іспиту), диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики, тренінгу	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
75 – 81	C		
69 – 74	D		
60 – 68	E	задовільно достатньо	не зараховано
35 – 59	FX	незадовільно	
1 – 34	F		

Більш детальну інформацію щодо компетентностей, результатів навчання, методів навчання, форм оцінювання, самостійної роботи наведено у Робочій програмі навчальної дисципліни, див сайт ІЯД.