

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник директора з наукової роботи

В. В. Давидовський
« 5 » 2023 р.



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛІНИ
ОСНОВИ ПРИКЛАДНОЇ ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ, РАДІАЦІЙНІ ТА
ЯДЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА

Освітньо-кваліфікаційний рівень: доктор філософії

Галузь знань: 10 – Природничі науки

Спеціальність 104 – Фізика та астрономія

Освітня програма: Фізика ядра, фізика елементарних частинок і високих енергій; ядерно-фізичні установки; радіаційна фізика конденсованого стану; фізика плазми і ядерного синтезу

Статус курсу: фаховий (вибірковий)

Основи прикладної ядерної фізики, радіаційні та ядерні технології виробництва: Навчально-методичний комплекс дисципліни. – Київ: ІЯД НАНУ, 2023 . - 18 с.

Укладач: Саврасов А.М., доктор фізико-математичних наук, провідний науковий співробітник відділу структури ядра ІЯД НАН України.

Ухвалено на засіданні Вченої ради Інституту ядерних досліджень НАН України

протокол № 6 від “ 5 ” липня 2023 р.

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

**ОСНОВИ ПРИКЛАДНОЇ ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ, РАДІАЦІЙНІ ТА
ЯДЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА**

Освітньо-кваліфікаційний рівень: *доктор філософії*

Галузь знань: *10 – Природничі науки*

Спеціальність *104 – Фізика та астрономія*

Освітня програма: *Фізика ядра, фізика елементарних частинок і високих енергій; ядерно-фізичні установки; радіаційна фізика конденсованого стану; фізика плазми і ядерного синтезу*

Статус курсу: *фаховий (вибірковий)*

Київ -2023

І. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма з курсу «**Основи прикладної ядерної фізики, радіаційні та ядерні технології виробництва**» відповідає навчальному плану підготовки аспірантів за спеціальністю **104 – Фізика та астрономія** (галузь знань: **10 - Природничі науки**), що здобувають освітньо-кваліфікаційний рівень доктора філософії на відповідній освітній програмі ІЯД НАН України.

Курс «**Основи прикладної ядерної фізики, радіаційні та ядерні технології виробництва**» є складовою вибіркових навчальних дисциплін циклу професійної та практичної підготовки докторів філософії за спеціальністю **104 – Фізика та астрономія**, напрям підготовки: Фізика ядра, фізика елементарних частинок і високих енергій; ядерно-фізичні установки; радіаційна фізика конденсованого стану; фізика плазми і ядерного синтезу.

Він дає можливість ознайомити аспірантів з понятійним апаратом фізики ядра, фізики пучків заряджених частинок, динаміки та техніки прискорення заряджених частинок, фізикою та особливостями конструкції інших джерел іонізуючих випромінювань, методів, приладів та техніки ядерних експериментів, метрологією промислових ядерних процесів.

Курс «**Основи прикладної ядерної фізики, радіаційні та ядерні технології виробництва**» викладається на 2 році навчання в осінньому або весняному семестрі та розрахований на 120 навчальних годин. Вивчення курсу передбачає аудиторну (лекції – 32 год.; практичні заняття – 16 год.; консультація – 2 год.) і самостійну роботу (70 год.). Загальна кількість годин, відведених на опанування дисципліни – 120 (4 кредити ЄКТС).

Метою та завданням навчальної дисципліни є освоєння сучасних знань щодо механізмів дії іонізуючого випромінювання на різні види матерії; набуття умінь та навичок проведення досліджень дії іонізуючої радіації на атомному та молекулярному рівні, опанування теоретичних та практичних основ оцінки радіаційно-стимульованих ефектів в органічних матеріалах та твердому тілі для виконання поставлених науково-дослідницьких задач.

Завданням навчальної дисципліни є опанування теоретичних та практичних основ радіаційно-стимульованих ефектів в різноманітних матеріалах для розв'язання поставлених власних науково-дослідницьких задач.

Структура курсу

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

Вивчити теоретичні основи формування структури атомів та ядер, енергетику зв'язків в атомах та ядрах, динаміку трансформації ядерної та атомної енергії, методики модифікації структури атомів та їх ядер, фізику ізотопів та механізми утворення ізомерних станів атомів, методи контролю та практичного використання основних механізмів утворення і модифікації структур атомів для практичного використання при виробництві нових матеріалів та послуг.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

Знати:

- Основи радіаційних та ядерних технологій.
- Принципи застосування радіаційних технологій для створення нових інноваційних матеріалів індустріального призначення.
- Принципи застосування радіаційних технологій для вирішення екологічних проблем, контролю та охорони навколишнього середовища.
- Параметри, структуру і особливості ядерного-фізичного технічного комплексу експериментальних установок ІЯД НАН України.
- Правила радіаційної та загальної технічної безпеки при здійсненні радіаційних технологій з використанням радіаційної техніки.
- Радіаційні і ядерні технології ІЯД НАН України

Вміти:

- Розробляти методики фундаментальних і технологічних досліджень на сучасній радіаційній техніці.
- Характеризувати електрофізичні джерела радіації для технологічного застосування.
- Орієнтуватись у принципах радіаційних технологій, що використовуються у вирішенні актуальних проблем економічного розвитку.
- Здійснювати метрологію радіаційних технологічних процесів.

Зв'язок з іншими дисциплінами. При вивченні дисципліни використовуються знання та вміння, набуті аспірантами під час вивчення курсів із загальної фізики, ядерної фізики, радіаційної фізики, радіаційної хімії, фізичних основ радіаційної біології, радіаційної медицини.

Контроль знань аспіранта здійснюється за модульно-рейтинговою системою. Змістовий модуль 1 включає теми 1-3, змістовий модуль 2 – теми 4-6.

II. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ

Назва лекції			
	лекції	Практичні/ семінари	Самостійна робота
<i>Змістовний модуль 1. Фізико-хімічні основи радіаційних технологій.</i>			
Тема 1. Основи радіаційної фізики.	6	2	14
Тема 2. Основи радіаційної хімії	6	4	14
Тема 3. Основи ядерних технологій.	6	4	12
<i>Разом за змістовний модуль 1</i>	18	10	40
<i>Змістовний модуль 2. Принципи застосування радіаційних технологій</i>			
Тема 4. Радіаційні технології у вирішенні актуальних проблем економічного розвитку.	5	3	16
Тема 5. Радіаційні і ядерні технології ІЯД НАН України	5	3	9
Тема 6. Структура і особливості технічного радіаційного комплексу ІЯД НАН України та перспективи його використання для розвитку прикладної ядерної фізики і промислових технологій.	4	2	5
<i>Разом за змістовний модуль 2</i>	14	8	30
<i>Всього</i>	32	18	70

III. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Фізико-хімічні основи радіаційних технологій

Тема 1. Основи радіаційної фізики.

Лекція 1 (2 год). Основні поняття фізики твердого тіла. Взаємодія іонізуючих випромінювань з твердим тілом. Радіаційна фізика.

Лекція 2 (2 год). Вплив радіації на структуру твердого тіла. Шляхи радіаційної модифікації твердого тіла.

Лекція 3 (1 год). Динаміка енергетичних співвідношень в твердому тілі при опроміненні різними видами радіації і зарядженими частинками.

Тема 2. Основи радіаційної хімії.

Лекція 4 (5 год). Енергетичні показники хімічних реакцій. Вплив радіації на перебіг хімічних реакцій в органічних матеріалах. Сенсibilізатори. Радіаційно-хімічна зшивка. Деструкція органіки під дією радіації. Принципи практичного використання положень радіаційної хімії.

Тема 3. Основи ядерних технологій.

Лекція 5 (2 год). Основні поняття про структуру ядра.

Лекція 7 (2 год). Шляхи модифікації структури ядер.

Лекція 8. (2 год). Екзотичні процеси модифікації атомів при взаємодії з зарядженими частинками низьких енергій.

Модуль 2. Принципи застосування радіаційних технологій

Тема 4. Радіаційні технології у вирішення актуальних проблем економічного розвитку.

Лекція 9 (2 год). Застосування радіаційних технологій в індустрії промислових матеріалів та медицині.

Лекція 10 (1 год). Правила радіаційної та технічної безпеки при використанні радіаційних технологій і роботі з радіаційною технікою.

Тема 5. Радіаційні і ядерні технології ІЯД НАН України.

Лекція 11 (1 год). Ядерні технології на атомному реакторі НАНУ.

Лекція 12 (1 год). Ядерні технології на електрофізичних установках ІЯД.

Лекція 13 (1 год). Радіаційні технології на електрофізичних установках ІЯД.

Лекція 14 (1 год). Комбіновані ядерно-фізичні технології.

Тема 6. Структура і особливості технічного радіаційного комплексу ІЯД НАН України та перспективи його використання для розвитку прикладної ядерної фізики і промислових технологій.

Лекція 15. (2 год). Ядерно-фізичний технічний комплекс експериментальних установок ІЯД НАН України.

Література

Основна:

1. Вишневський І.М., Гайдар Г.П., Коваленко О. В., Ковалінська Т. В. Радіаційні та ядерні технології в Інституті ядерних досліджень НАН України. Київ 2014 – 176с.
2. *Basic physics of nuclear medicine*. Edited by Maher K. http://en.wikibooks.org/wiki/Basic_Physics_of_Nuclear_Medicine
3. *Ободовский И.М.* Физические основы радиационных технологий. М: Интеллект, 2014, 352с.
4. *Ободовский И. М.* / Радиационные технологии. Применения в лабораторных исследованиях, материаловедении и нанотехнологиях, промышленности. Учебное пособие. М: Интеллект, 2015, 296с.
5. William L. Lawrence: Men and Atoms, The discovery, the Uses and the Future of Atomic Energy; Simon and Schuster; New York. [пер. с англ.]/ Под ред. чл.-корр. АН СССР В. С. Емельянова.- М.: Атомиздат, 1966
6. *Иванов, В.С.* Радиационная химия полимеров. Ленинград: Химия, ЛО, 1988, 320 с.
7. Radiation processing: environmental applications.-Vienna: IAEA.-2007.- P.71
8. Одинадцатое международное совещание по применению ускорителей заряженных частиц в промышленности и медицине // Сборник докладов международной конференции - СПб.: СПбГУ, НИИ ВМ и ПУ, ВВМ, (Санкт-Петербург, 10-14 октября 2005 года).- 2005.-448 с.
9. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97): – Киев.- 1998.- 135с.
10. Основные санитарные правила ОСП-72/87.
11. Codex Alimentarius (CAC/Vol, XV – Ed. I) / Rome: FAO/WHO,- 1984. -48 с.

Додаткова:

12. Лоуренс У.Л. Люди и атомы. –М. Атомиздат. 1967. с.207
13. В.І.Сахно, Б.В.Егоров, В.П.Браженко, О.І.Шаповаленко, С.Г.Ковальчук. Електронно - променева обробка комбікорму // Зерно і хліб. – 1997.- № 2.- С.16.

14. В.Л.Ауслендер, А.А.Брызгин и др. Импульсные высокочастотные линейные ускорители электронов серии ИЛУ для промышленного применения //Сб. докл. XI междуна. совещ. по применению ускорителей заряженных частиц в промышленности и медицине, Санкт-Петербург.- 2005.- С. 78-81.
15. В.Л.Ауслендер, В. Г. Ческидов. Ускоритель ИЛУ-12 на энергию 5 МэВ и мощностью до 300 кВт // Сб. докл. XI междуна. совещ. по применению ускорителей заряженных частиц в промышленности и медицине, Санкт-Петербург.- 2005.- С.86-89.
16. И.С.Щедрин, В.А.Дворников, И.А.Кузьмин и др. Линейные ускорители электронов МУЛ МИФИ для радиационных технологий //Сб. докл. XI междуна. совещ. по применению ускорителей заряженных частиц в промышленности и медицине, Санкт-Петербург.- 2005.- С. 136-139.
17. Абрамян Е.А. Промышленные ускорители электронов / Е.А.Абрамян, М.,- 1986.-248 с.- (Энергоатомиздат).
18. С.П.Карасев, В.Л.Уваров, И.И.Цветков. Система метрологического обеспечения радиационных технологий с применением электронного и тормозного излучений // ВАНТ, 1997.- Вып.2,3(29,30).- Т.1. С.54-56.
19. А.Г. Зелинский. Разработка технических средств измерения энергии ускоренных электронов // Вопросы атомной науки и техники Сер.: физика радиационных повреждений и явлений в твердых телах. - 2008.- №2.- с.191-192.
20. В.И. Сахно, И.Н. Вишневский, А.Г. Зелинский, А.В. Сахно, С.П. Томчай. Радиационная установка с ускорителем электронов ИЯИ НАН Украины // Атомная энергия. - 2003.- Т.94.-Вып.2.- февраль. - С.163-166.
21. В.И.Сахно. Электрофизический комплекс ИЯИ НАН Украины для облучения пищевых продуктов // Сборник докладов 11-го международного совещания по применению ускорителей заряженных частиц в промышленности и медицине, С.-Петербург.- 2005.- С. 403-406.
22. Абрамян Е.А. Интенсивные электронные пучки. Физика. Техника. Применение / Е.А. Абрамян, Б.А. Альтеркоп, Г.Д. Кулешов, М., 1984.- 233 с. – (Энергоатомиздат).
23. Richard Rhodes. Dark Sun: The Making of the Hydrogen Bomb.- Simon & Schuster, 1995. - 736p. -ISBN 068480400X.

24. Edward Teller. *Memoirs: A Twentieth-Century Journey in Science and Politics.*- Perseus Publishing, 2001.- 628p. -ISBN 073820532X.
25. Андриюшин И. А., Чернышев А. К., Юдин Ю. А. *Укрощение ядра.* - Саранск: Красный Октябрь, 2003.-481 с.-ISBN 5-7493-0621-6..
26. Anne C. Fitzpatrick. *Igniting the Light Elements: The Los Alamos Thermonuclear Weapon Project, 1942-1952.*- BiblioScholar, 2013.-344p.— ISBN 128882498X.(англ.)
27. Действие ядерного взрыва. Сборник переводов. М., «Мир», 1971. — С. 85
28. Защита от оружия массового поражения.—М.: Воениздат, 1989.— С.23.
29. В.А.Котляревский, В.И.Ганушкин, А.А.Костин и др.; Под ред. В.А.Котляревского. *Убежища гражданской обороны: Конструкция и расчёт/— М.: Стройиздат, 1989.— С. 4—5.*ISBN 5-274-00515-2.
30. Морозов, В. И. и др. *Приспособление подвалов существующих зданий под убежища, М., 1966. С. 72.*
31. Иванов, Г. *Нейтронное оружие. // Зарубежное военное обозрение, 1982, №12.— С. 52.*
32. TACTICAL NUCLEAR WEAPONS AND NATO, SSI, April 2012
33. A Shevtsov, *Tactical Nuclear Weapons. A perspective from Ukraine, UN UNIDIR, 2000.*ISBN 92-9045-138-6.
34. William C. Potter, *Tactical Nuclear Weapons. Options for Control, UN UNIDIR, 2000.*ISBN 92-9045-136-X.
35. Amy F. Woolf, *Nonstrategic Nuclear Weapons, Congressional Research Service, March 23, 2016.*
36. Gunnar Arbman, Charles Thornton, *Russia’s Tactical Nuclear Weapons, SWEDISH DEFENCE RESEARCH AGENCY, Systems Technology. November 2003, ISSN 1650—1942.*
37. Andrei Zagorski, *Russia’s Tactical Nuclear Weapons: Posture, Politics and Arms Control, Universität Hamburg, Februar 2011, ISSN 0936-0018.*
38. ТАКТИЧЕСКОЕ ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ/ Ядерное нераспространение: Краткая энциклопедия. ПИР-Центр.
39. Атаманюк В.Г., Ширшев Л.Г. Акимов Н.И. *Гражданская оборона: Учебник для втузов / Под ред. Д.И.Михайдова.—М.: Высш. шк., 1986.— С.39.— 207с.*
40. *Защита от оружия массового поражения. -М.: Воениздат, 1989.- С.79, 81.*

41. Гуревич В.И. Электромагнитный импульс высотного ядерного взрыва и защита электрооборудования от него.— М.: Инфра-Инженерия, 2018— 508 с.: ил.
42. Атомный проект СССР. Документы и материалы: В 3 т. / Под общ. ред. Л.Д.Рябева/. Мин-во РФ по атом. энергии — Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1999. — 719 с. ISBN 5-85165-402-3.
43. Атомная бомба. 1945—1954. Книга 1 / Мин-во РФ по атом. энергии; Отв. сост. Г.А.Гончаров. — Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1999. — 719 с. ISBN 5-85165-402-3 (Т. II; Кн.1).
44. Farkas E. Transit of Pressure Waves through New Zealand from the Soviet 50 Megaton Bomb Explosion. Nature.- 1962.- Vol.193.- Iss. 4817 (24 Feb. 1962).- P. 765 - 766.- ISSN 0028-0836.

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Робоча програма дисципліни

ОСНОВИ ПРИКЛАДНОЇ ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ, РАДІАЦІЙНІ ТА ЯДЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітньо- кваліфікаційний рівень	Організаційно-методична характеристика навчальної дисципліни	
	Академічна характеристика	Структура
10 – Природничі Науки 104 – Фізика та астрономія	Рік навчання: 2 Семестр: 1 або 2 Кількість годин на тиждень: 4	Кількість годин: Загальна: 120 Лекції: 32 Практична робота: 18

<p>Освітня програма – Основи прикладної ядерної фізики, радіаційні та ядерні технології виробництва Доктор філософії</p>	<p>Статус курсу: <i>вибірковий</i> Кількість ECTS кредитів: 4</p> <p>* дисципліна може викладатися на 2 або 3 році навчання в осінньому або весняному семестрах</p>	<p>Самостійна робота: 70 Вид підсумкового контролю – залік</p>
---	---	--

Робоча програма з курсу «**Основи прикладної ядерної фізики, радіаційні та ядерні технології виробництва**» складена для докторів філософії

Укладач: Саврасов А.М., доктор фізико-математичних наук, провідний науковий співробітник відділу структури ядра ІЯД НАН України.

IV. ПЛАН ТА МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Мета та особливості проведення практичних занять

Практичні заняття є сполучною ланкою між лекційними заняттями та самостійною роботою і мають на меті поглиблене засвоєння теоретичних понять, термінів і моделей з дисципліни та набуття практичних навиків розв'язання задач.

В процесі практичних занять з'ясовується ступінь засвоєння понятійно-термінологічного апарату та основних положень предмету, вміння розкривати конкретну тему, аналізувати і узагальнювати ключові питання курсу, освоїти основні методичні підходи до виконання радіобіологічних експериментів з культурами клітин.

Одним з важливих завдань проведення занять є отримання аспірантами навиків публічних виступів і дискусій.

Зміст практичних занять

Передбачаються такі види аудиторної роботи:

- розгляд і обговорення теоретичного матеріалу за переліком контрольних питань по відповідних темах лекційних занять та питань для самостійного опрацювання;
- проведення семінарів з публічними виступами та доповідями по рефератах, підготовлених аспірантами самостійно за рекомендованою тематикою;
- виконання контрольних робіт за індивідуальним завданням;
- лабораторна робота;
- перевірка практичних завдань, виконаних аспірантами під час самостійної роботи;
- проведення консультацій з дисципліни.

Тематичний план практичних та семінарських занять (18 год)

№	Назва теми	К-ть годин
1.	Практичні роботи по опроміненню матеріалів іонами атмосферних газів.	2
2.	Освоєння методів прикладних досліджень з мегавольтними електронами на електрофізичному джерелі енергії	4

	радіаційної установки ВСЯ	
3.	Семінарські заняття за тематикою прогресу ядерних і радіаційних технологій з відвіданням науково-технічного експериментального комплексу У-240, У-120, ЕГП-10К, НГ-11, ВВР-10. РТУ.	4
4.	Ознайомлення з оригінальними досягненнями фахівців ІЯД в галузі прикладної ядерної фізики, ядерних технологіях медфармпрепаратів, радіаційних технологій сучасних унікальних композитних матеріалів для індустрії, модифікованими фармзасобами.	4
5.	Практичне освоєння методів технологічної дозиметрії, принципів організації (розрахунки та реалізація) протирадіаційного захисту персоналу і довкілля при радіаційних технологіях, опанування методів зовнішнього радіаційного контролю при експлуатації потужних промислових електрофізичних джерел іонізуючих випромінювань.	4

V. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Мета і завдання самостійної роботи

Головна мета проведення самостійної роботи полягає у необхідності більш широкого охоплення та засвоєння тематики курсу з використанням різних джерел наукової інформації: підручників, періодичних видань, наукових праць, монографій з окремих питань дисципліни, ресурсів мережі Інтернет.

Важливою складовою самостійної роботи аспірантів є виконання індивідуальних робіт, що має на меті: закріплення знань теоретичного курсу; набуття навичок опрацювання наукової літератури (монографій, наукових статей); набуття навичок пошуку матеріалів у спеціалізованих наукометричних базах.

ЗМІСТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Назва теми	К-ть год	Теми для самостійного опрацювання	Форма контролю
Тема 1. Основи радіаційної фізики.	12	Природні і штучні джерела радіації. Їх класифікація та області застосування.	Виконання модульних контрольних робіт
Тема 2. Основи радіаційної хімії.	12	Особливості взаємодії матерії з радіацією низької енергії. Механізми поглинання електронів низької енергії в твердих матеріалах і металах.	Виконання модульних контрольних робіт
Тема 3. Основи ядерних технологій.	13	Ядерна медицина. Напрямки і принципи здійснення	Виконання модульних контрольних робіт
Тема 4. Радіаційні технології у вирішенні екологічних проблем та охорони навколишнього середовища	18	Санітарні правила спорудженні і експлуатації потужних джерел радіації. Закони України про радіаційну безпеку. Міжнародне законодавство про ядерні та радіаційні технології. Міжнародні контролюючі органи. Національні контролюючі органи.	Виконання модульних контрольних робіт
Тема 5. Радіаційні і ядерні технології ІЯД НАН України	15	Радіаційні технології в медицині. Особливості і метрологія процесів. Радіаційні технології в сільському господарстві. Ядерна медицина. Напрямки і принципи здійснення.	Виконання модульних контрольних робіт

VI. ФОРМИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Мета **поточного контролю** – оцінити ступінь засвоєння теоретичного і практичного матеріалу та рівень знань аспірантів з відповідних розділів дисципліни.

Основною формою поточного контролю знань є проведення модульних контрольних робіт. За результатами 2-х модульних контрольних робіт виводиться основна оцінка, яка переводиться у рейтингові бали (0-30 балів за модульну контрольну роботу). До них додаються бали за результатами складання заліку (0-40 балів). Згідно поточного оцінювання рейтинг аспіранта розраховується як сума балів за всіма видами завдань.

Аспіранти, поточні знання яких оцінені на “незадовільно” (0-29 балів), вважаються не атестованими і до заліку з дисципліни не допускаються. Аспіранти, які за роботу в семестрі та на заліку набрали 30-59 балів мають право на перескладання.

Підсумковий контроль здійснюється наприкінці семестру шляхом складання заліку.

До заліку допускаються аспіранти, які мають необхідний рівень поточних знань.

Залік проводиться в змішаній формі, по завданнях які складені на основі програми курсу та мають однаковий рівень складності. На підготовку відводиться 2 академічні години. Під час проведення заліку дозволяється користуватися конспектом.

Запитання до заліку

Теоретичні основи радіаційних технологій. Теоретичні основи ядерних технологій.

Види радіації, які застосовуються в радіаційних і ядерних технологіях.

Природні джерела радіації. Їх класифікація та області застосування.

Штучні джерела радіації. Їх класифікація та області застосування.

Взаємодія радіації з органічними матеріалами і сполуками. Радіаційні ефекти газового середовища. Радіаційно-хімічний вихід.

Взаємодія радіації з твердим тілом.

Радіоліз води. Залежність радіаційно-хімічного виходу продуктів радіолізу від дози опромінення.

Реакції з продуктами радіолізу. Методи визначення радіаційно-хімічного виходу продуктів радіолізу.

Особливості взаємодії матерії з радіацією низької енергії. Механізми поглинання електронів низької енергії в твердих матеріалах і металах.

Радіаційні технології з випромінюваннями низької енергії.

Техніка для радіаційних технологій низької енергії.

Радіаційні технології з випромінюваннями середньої енергії.

Методи радіаційної обробки матеріалів. Метрологія технологічних процесів радіаційної обробки матеріалів.

Радіаційні технології будівельних матеріалів. Радіаційно-хімічні методи гідрофобізації в індустрії.

Ядерна медицина. Напрямки і принципи здійснення.

Особливості і метрологія процесів.

Ядерні та радіаційні технології в сільському господарстві.

Енергетичні ядерні технології. Ядерна енергетика. Ядерна енергетика України.

Ядерна зброя. Принципи дії, особливості побудови атомної зброї, термоядерної зброї, нейтронних боєприпасів. «Брудна» ядерна зброя.

Основні компоненти ядерної зброї.

Вражаючі фактори ядерної зброї.

Ядерних технічний комплекс ІЯД НАН України. Особливості структури.

Основні напрямки технологічних ядерних досліджень.

Експериментальний дослідницький технологічний комплекс ІЯД. Призначення. Структура. Особливості.

Аероіонні технології. Техніка аероіонних технологій. Метрологія аероіонних технологій. Розробки ІЯД.

Сучасний стан технічних засобів радіаційних технологій. Основні напрямки використання радіаційних технологій в світовій економіці.

Стандарти і метрологія радіаційних технологій.

Загальна і радіаційна безпека в радіаційних технологіях.

Принципи і конструкції протирадіаційного захисту джерел іонізуючої радіації.

Правила безпечної експлуатації радіаційної техніки в науково-дослідних установках та в промисловості.

Санітарні правила при спорудженні і експлуатації потужних джерел радіації.

Закони України про радіаційну безпеку.

Міжнародне законодавство про ядерні та радіаційні технології. Міжнародні контролюючі органи.

Національні контролюючі органи по радіаційній безпеці.

Організація радіаційної безпеки в ІЯД НАН України.

VII. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ І ВМІНЬ АСПІРАНТІВ, УМОВИ ВИЗНАЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО РЕЙТИНГУ

За результатами складання заліку якість підсумкових знань аспіранта оцінюється за рейтинговою системою та трансформується в національну шкалу та шкалу ECTS.

Порядок перерахунку рейтингових показників нормованої 100-бальної університетської шкали оцінювання в національну 4-бальну шкалу та шкалу ECTS

За шкалою навчального закладу	За національною шкалою		За шкалою ECTS
	Іспит	Залік	
91 – 100	5 (відмінно)	Зараховано	A (відмінно)
81 – 90	4 (добре)		B (дуже добре)
71 – 80			C (добре)
66 – 70			D (задовільно)
60 – 65	3(задовільно)		E (достатньо)
30 – 59	2 (незадовільно)	Не зараховано	FX (незадовільно – з можливістю повторного складання)
1 – 29			F (незадовільно – з обов’язковим повторним курсом)