

СИЛАБУС
навчальної дисципліни
«Радіаційна цитогенетика»

Галузь знань	09 - біологія
Спеціальність	091 - біологія
Освітня програма	Радіобіологія
Освітній рівень	доктор філософії
Статус дисципліни	фаховий / вибірковий
Мова викладання	Українська
Курс / семестр	III курс, 1 (2) семестр
Кількість кредитів ЄКТС	3 кредити ЄКТС
Розподіл за видами занять та годинами навчання	Лекції – 20 год. Практичні (семінарські) – 10 год. Лабораторні – 0 год. Самостійна робота – 60 год.
Форма підсумкового контролю	Залік
Відділ	Відділ радіобіології та радіекології, ІЯД НАН України, корп. 101, к.316 тел. +380-067-250-6857
Викладач (-і)	Бездробна Лариса Костянтинівна., к.б. н. с.н.с., зав. лаб. радіаційної цитогенетики та доклінічного випробування РФП відділу радіобіології та радіоекології.
Контактна інформація викладача (-ів)	lbezdrob@ukr.net , +380-067-250-6857
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 - поглиблення знань з закономірностей дії іонізуючого випромінювання на генетичний апарат клітин ссавців і людини, основних механізмів, що лежать в основі спонтанного та індукваного мутаційного процесу, а також з частоти індукції хромосомних мутацій різними видами радіації та їх наслідків для людини і довкілля; опанування методів цитогенетичної дозиметрії людини та ознайомлення з тест-системами і методами для моніторингу довкілля.

Предмет навчальної дисципліни – радіаційна цитогенетика, частота та механізми виникнення пошкоджень хромосом індукваних різними типами радіаційного випромінювання у всіх живих організмів.

Компетентності

Інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі Біології, зокрема в області радіаційної біології, екології; проводити науково-дослідницьку, інноваційну діяльність, що передбачає 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, формувати системний науковий та культурний світогляд.

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.

ЗК4. Здатність до формування гнучкого та логічного мислення, саморозвитку та самовдосконалення, адаптації до роботи в науковому колективі.

ЗК8. Здатність до планування та проведення науково-дослідної роботи з дотриманням норм біоетики та гуманного поводження з лабораторними тваринами.

Спеціальні (фахові) компетентності (ФК):

ФК1. Здатність до самостійного освоєння фахових знань, сучасних наукових теорій і методів радіобіології, ефективного їхнього застосування при виконанні дисертаційного дослідження.

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

ФК6. Здатність оцінювати закономірності формування радіобіологічних ефектів на різних рівнях організації живих організмів.

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

Програмні результати навчання

ПРН1. Мати знання методології та проектування наукових досліджень, принципів системного підходу та аналізу при вирішенні наукових завдань в галузі біологічних наук, зокрема радіобіології. Обирати адекватні методи досліджень, інтегрувати існуючі методики та адаптувати їх для розв'язання наукових завдань при проведенні дисертаційного дослідження.

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.

ПРН7. Застосовувати у науковій діяльності знання закономірностей формування радіобіологічних ефектів на різних рівнях організації живих організмів; процесів пострадіаційного відновлення та адаптації клітин та організму; нових концептуальних та методологічних підходів до оцінки радіаційно-індукованих ефектів; особливостей дії малих доз опромінення на організм; генетичних та канцерогенних ефектів іонізуючої радіації.

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: вивчити основні закономірності дії іонізуючого випромінювання на генетичний апарат клітин. Основні механізми, що лежать в основі спонтанного і індукованого мутагенезу. Типи мутацій (генних, структурних аберацій хромосом, кількісних змін хромосом), їх класифікації, відмінності мутагенної дії різних видів іонізуючих випромінень. Основні методи цитогенетичного аналізу. Основи цитогенетичної дозиметрії, проблеми оцінки малих доз. Роль цитогенетичного аналізу у біомоніторингу довкілля.

Мати навички роботи зі світловим мікроскопом. Класифікувати цитогенетичні порушення.

Проводити групове каріотипування в метафазних пластинках лімфоцитів периферійної крові людини і клітинах кісткового мозку гризунів. Ідентифікувати хромосомні аберації в метафазних пластинках лімфоцитів периферійної крові людини і клітинах кісткового мозку гризунів. Розрахувати частоту абераційних клітин і аберацій хромосом у культурі лімфоцитів периферійної крові людини і клітинах кісткового мозку гризунів. Розрахувати дозу гострого і пролонгованого опромінення людини за частотою дицентричних + кільцевих хромосом у лімфоцитах культури периферійної крові людини. Ідентифікувати на цитогенетичних препаратах клітин кісткового мозку гризунів: двоядерні клітини,

клітини з мікроядрами, передчасною конденсацією хроматину, апоптозом і розрахувати їх частоту і частоту пошкоджень в клітинах.

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 біологію, радіобіологію, фізичні основи радіаційної біології та генетики в обсязі стандартних університетських курсів, біологічну статистику. Компетентності, знання, уміння та досвід, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «Радіаційна цитогенетика є необхідними для розуміння основних механізмів, що лежать в основі спонтанного та індукованого мутаційного процесу, з частоти індукції хромосомних мутацій різними видами радіації, дає поняття про «біологічну» зокрема цитогенетичну дозиметрію потерпілих за різних радіаційних аварійних ситуацій та її проблеми в області малих та відносно малих доз, а також про наявні та ті, що в стадії розробки методики, які застосовують для вирішення цих питань.

Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 3 модулі:

Модуль 1. Матеріальні основи спадковості.

Модуль 2. Вплив чинників радіаційної природи на цитогенетичні показники.

Модуль 3. Роль цитогенетичного аналізу у біологічному моніторингу довкілля.

Матеріально-технічне (програмне) забезпечення дисципліни

Для виконання практичних завдань за темою курсу потрібно: стерильний бокс, термостат/водяна баня, реактиви для культивування лімфоцитів та отримання препаратів рівномірно забарвлених метафазних хромосом, також потрібне окреме, не стерильне, приміщення для забору кісткового мозку у гризунів та приготування цитогенетичних препаратів з нього. Для аналізу цитогенетичних препаратів потрібен мікроскоп призначений для досліджень в прохідному світлі зі збільшенням 40x100 та імерсійна олія. Для аналізу отриманих даних потрібен комп'ютер/лептоп та спеціальне програмне забезпечення для розрахунку отриманих поглинених доз «Dose Estimation». Все перелічене є в наявності у відділі.

Сторінка офіційного веб-сайту ІЯД
НАНУ з інформацією щодо
навчальних дисциплін

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

Рекомендовані джерела

Базова література:

- [1] International Atomic Energy Agency. Cytogenetic Analysis for Radiation Dose Assessment. Vienna (2001).
- [2] International Atomic Energy Agency. Cytogenetic dosimetry: applications in preparedness for and response to radiation emergencies. Vienna (2011) 229 p. <https://www.iaea.org/ru/publications/10455/cytogenetic-dosimetry-applications-in-preparedness-for-and-response-to-radiation-emergencies>
- [3] Л.К. Бездробная др. Использование цитогенетической дозиметрии для контроля потенциального переоблучения персонала подрядных предприятий ГСП ЧАЭС. Ядерная физика та энергетика. 17(2) (2016) 166. <https://doi.org/10.15407/jnpae2016.02.166>.
- [4] E. A. Ainsbury et al. Review of retrospective dosimetry techniques for external ionizing radiation exposures. Radiation Protection Dosimetry 147(4) (2011) 573 doi: 10.1093/rpd/ncq499.
- [5] ICRP. Relative biological effectiveness (RBE), quality factor (Q), and radiation weighting factor (WR). ICRP Publication 92. Ann ICRP 33(4) (2003). <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2092>
- [6] United Nations, Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), UNSCEAR 2000 Report, Vol. I, Sources, Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), UN, New York (2000) https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2000_1.html

- [7] ICRP. Age dependent doses to members of the public from intake of radionuclides. International Commission on Radiological Protection. Oxford: Pergamon Press. ICRP Publication 56, Part 1; Annuals of the ICRP 20(2) (1989). <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2056>
- [8] International Commission on Radiological Protection. Age dependent doses to members of the public from intake of radionuclides. Part 2; Ingestion dose coefficients. Oxford: Pergamon Press. ICRP Publication 67, Part 1; Annuals of the ICRP 23(3/4) (1993). <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2067>
- [9] International Commission on Radiological Protection. Limits for intakes of radionuclides by workers. Oxford: Pergamon Press. ICRP Publication 30, Part 1; Annuals of the ICRP 2(3/4)(1979) [https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2030%20\(Part%201\)](https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2030%20(Part%201))
- [10] International Commission on Radiological Protection. Relative biological effectiveness (RBE), quality factor (Q), and radiation weighting factor (WR). ICRP Publication 92. Ann ICRP 33(4) (2003) <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2092>
- [11] М. А. Пилюнская *Спецкурс по радиационной цитогенетике*. Київ, ННЦПМ НАМН України (2007) 53с.
- [12] E.A. Ainsbury, D.C. Lloyd. Dose estimation software for radiation biodosimetry. Health Phys. 98(2) (2010) 290 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20065696>
- [13] E. A. Ainsbury et al. Review of retrospective dosimetry techniques for external ionizing radiation exposures. Radiation Protection Dosimetry 147(4) (2011) 573 doi: 10.1093/rpd/ncq499.

Допоміжна література:

- [1] International Organisation for Standardisation. Radiation protection—performance criteria for service laboratories performing biological dosimetry by cytogenetics. International Standard ISO 19238. ISO (2014a)
- [2] International Organisation for Standardisation. Radiological protection—performance criteria for laboratories using the cytokinesis block micronucleus (CBMN) assay in peripheral blood lymphocytes for biological dosimetry. International Standard ISO 17099. ISO (2014b).
- [3] E. Ainsbury et al. Uncertainty on radiation doses estimated by biological and retrospective physical methods. Radiat Prot Dosimetry 178 (2018) 382. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncx125>
- [4] U. Yadav et al. Refined premature chromosome condensation (G0-PCC) with cryo-preserved mitotic cells for rapid radiation biodosimetry Scientific Reports 11 (2021) <https://www.nature.com/articles/s41598-021-92886-6>
- [5] C. Lindholm et al. Premature chromosome condensation (PCC) assay for dose assessment in mass casualty accidents. Radiat Res 173 (2010) 71. PMID: 20041761 doi: 10.1667/RR1843.1
- [6] C. Lindholm et al. Biodosimetry after accidental radiation exposure by conventional chromosome analysis and FISH. In: J of Rad. Biol. 70 (1996) 647. PMID: 8980661 doi: 10.1080/095530096144527
- [7] C. Lindholm et al. Persistence of translocations after accidental exposure to ionizing radiation. Int. J of Radiat. Biol. 74 (1998) 565. PMID: 9848275 doi: 10.1080/095530098141140
- [8] Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації “Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об’єкта дослідження”. http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/990_005
- [9] Е. А. Дьоміна. Залежність доза/ефект в радіаційній цитогенетиці людини Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 24 (2019). ISSN 2304_8336.
- [10] В. А. Курочкіна та ін.. Калібрувальна залежність «доза-ефект» за частотою нестабільних хромосомних обмінів у лімфоцитах людини за гострого гамма-опромінення ¹³⁷Cs в низьких дозах для біологічної дозиметрії. Ядерна фізика та енергетика 22 (2021) <https://doi.org/10.15407/jnpae2021.02.167>
- [11] L. K. Bezdobna, M. V. Strilchuk, V. A. Kurochkina, V. I. Fedorchenko, I. A. Khomych, T. V. Tsyganok. Simulation of conditions for external and internal exposure of human blood to low doses of caesium-137 radionuclide in vitro to study its genotoxicity. Ядерна фізика та енергетика 21(2020) 166. <https://doi.org/10.15407/jnpae2020.02.166>
- [12] В. А. Курочкіна, Л. К. Бездробна, Т. В. Циганок, М. В. Стрільчук, І. А. Малюк. Хромосомні аберації у лімфоцитах людини за зовнішнього та/або внутрішнього опромінення зразків крові ¹³⁷Cs у модельних експериментах in vitro. Ядерна фізика та енергетика 22(2021). <https://doi.org/10.15407/jnpae2021.03.300>.

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

Модуль 1 Матеріальні основи спадковості.

Лекція 1 Вступ. Предмет, задачі, методи радіаційної генетики. Основні етапи формування та роль вітчизняних і закордонних вчених в становленні радіаційної генетики. Генетичні пошкодження клітин, як основа радіаційного ураження тканин і організму.

Тема 1.1 Клітинний цикл як основа структурно-функціональних перетворень хромосом у процесі реалізації генетичної програми.

Лекція 2 Роль ядра, хромосом і ДНК у радіаційному ураженні клітин. Принцип попадання і теорія мішені. Основні періоди клітинного циклу.

Тема 1.2 Хромосома як предмет цитогенетичних досліджень.

Лекція 3. Функції хромосом у процесі реалізації спадкової програми (інформативна, реплікативна, сегрегаційна, рекомбінаційна, транскрипційна). Будова хромосоми і каріотип людини. Групове і індивідуальне каріотипування.

Лекція 4. Структурні пошкодження хромосом і їх класифікація. Хромосомні і хроматидні аберації. Анафазний і метафазний аналіз перебудов хромосом. Інверсії, делеції та дублікації генетичного матеріалу. Кількісні зміни хромосом (поліплоїдія, анеуплоїдія).

Лекція 5. Локалізація аберацій в клітинах (соматичних та статевих), передача нащадкам та їх наслідки. Патологія з генетичною компонентою. Спонтанний та індукований мутагенез, його природа.

Тема 1.3 Особливості іонізуючого випромінювання (ІВ), як мутагена.

Лекція 6. Порівняння пошкоджуючої дії ІВ і хімічних мутагенів, характеру розподілу хромосомних пошкоджень в клітинах. Цитогенетичні маркери дії ІВ та дії хімічних мутагенів.

Пряма і непряма дія ІВ. Модифікація ефектів ІВ іншими чинниками. Поняття синергізму і антоганізму.

Модуль 2 Вплив чинників радіаційної природи на цитогенетичні показники.

Лекція 7. Загальна теорія радіаційного мутагенезу. Залежність частоти індукції аберацій хромосом від дози і потужності дози опромінення та від ЛПЕ випромінювання. Характер дозових залежностей. Поняття відносної генетичної ефективності випромінювання.

Клітини з множинними абераціями хромосом. Радіочутливість клітин на різних стадіях мітотичного циклу. Залежність виходу аберацій хромосом від вікового фактора та індивідуальної радіочутливості людини.

Лекція 8. Проблема оцінки цитогенетичних ефектів малих доз ІВ. Нелінійність дозової залежності цитогенетичних ефектів у діапазоні малих доз ІВ. Стохастичні ефекти при опроміненні в малих дозах. Немішенні ефекти ІВ. Радіаційний гормезис.

Лекція 9. Пострадіаційне відновлення. Генетична нестабільність у віддалений період після опромінення. Явище нестабільності генома у нащадків опромінених батьків.

Лекція 10. Цитогенетична індикація та дозиметрія опромінення людини. Поняття цитогенетичної індикації та цитогенетичної дозиметрії. Тест-системи, що використовуються для цитогенетичної індикації та дозиметрії радіаційного впливу на людину; вимоги до них.

Лекція 11. Методи цитогенетичної дозиметрії (аналіз дицентричних і кільцевих хромосом, флуорисцентна гібридизація *in situ* – FISH, мікроядерний тест з блокуванням цитокенеза, передчасна конденсація хромосом) та порівняння їх інформативності.

Лекція 12. Стабільні і нестабільні аберації хромосомного типу як маркери опромінення людини. Побудова калібрувальних кривих доза-ефект при опроміненні зразків цільної крові (або виділених лімфоцитів крові) *in vitro* для використання в цитогенетичній дозиметрії. Фізичні, біологічні та статистичні аспекти при їх побудові.

Лекція 13. Оцінка дози опромінення за рівнем нестабільних хромосомних обмінів. Поріг чутливості

метода цитогенетичної дозиметрії опромінення людини. Значення кількості клітин, що аналізуються, при встановленні мінімально можливої дози опромінення. 95% довірчий інтервал оцінки дози.

Лекція 14. Розрахунок дози за складних сценаріїв опромінення людини: переопромінення в низькій дозі, нерівномірне опромінення тіла, пролонговане або фракціоноване опромінення. Проблема оцінки факту і дози опромінення при інкорпорації радіонуклідів.

Лекція 15. Цитогенетична індикація і дозиметрія зовнішнього і внутрішнього опромінення різних контингентів людей, які зазнали впливу радіації за різних обставин (в наслідок аварійних ситуацій та глобальних аварій, за умов професійної діяльності, за умов проживання на радіаційно-забруднених територіях, в наслідок бомбардування Хіросіми і Нагасакі).

Модуль 3 Роль цитогенетичного аналізу у біологічному моніторингу довкілля.

Лекція 16. Радіаційна генетика природних популяцій. Закономірності і особливості формування цитогенетичних ефектів на популяційному рівні в умовах хронічної дії ІВ. Феномен радіоадаптації.

Практичні заняття

П

1. Вимоги до забору крові у людини та культивування крові (основні етапи і модифікації) для проведення цитогенетичного дослідження лімфоцитів периферійної крові.
2. Приготування препаратів для проведення цитогенетичного аналізу лімфоцитів крові людини. Фарбування препаратів: барвник Гімза, флюоресценція + барвник Гімза.
3. Аналіз каріотипу умовно здорової людини. Групове і індивідуальне каріотипування.
4. Аналіз хромосомних аберацій (структурних – хромосомного і хроматидного типів; кількісних – поліплоїди, анеуплоїди).

Реєстрація даних цитогенетичного аналізу – цитогенетичних протокол. 1

5. Приготування цитогенетичних препаратів кісткового мозку дрібних гризунів (миші, щури) та їх фарбування.

6. Аналіз нормального каріотипу клітин кісткового мозку мишевидних гризунів та щурів, аналіз цитогенетичних пошкоджень в них.

Семинарські заняття

7. Порівняльна характеристика тест-систем і методів, що використовуються для індикації і дозиметрії впливу радіації на людину. Можливості цитогенетичної дозиметрії опромінення людини за нестабільними і стабільними абераціями хромосомного типу. Переваги і недоліки методів.

8. Цитогенетичний моніторинг природних популяцій та його задачі.

Характеристика основних тест-систем і методів для цитогенетичного моніторингу довкілля.

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	33
Виконання експериментальних робіт	21
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). (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 системи оцінювання навчальних досягнень аспірантів](http://www.kinr.kiev.ua/aspirant/sys_test.pdf). (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 «радіаційна цитогенетика»;
- 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 (МКР), Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: іспит (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 (МКР);
- 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 (МКР). 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 оцінюється 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.

Інститут ядерних досліджень НАН України

Накопичування рейтингових балів з навчальної дисципліни (приклад)

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

**Відповідність шкали оцінювання ЄКТС національній системі оцінювання 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	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно	
60 – 65	E	достатньо	
35 – 59	FX	незадовільно	не зараховано
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.

Силабус затверджено на засіданні вченої ради ІЯД НАНУ «05» липня 2023 р. Протокол № 6.