


НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора з наукової роботи

 **В. В. Давидовський**

« 05 » листопада 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЗАГАЛЬНОЇ РАДІОБІОЛОГІЇ
для аспірантів

Освітньо-кваліфікаційний рівень: *доктор філософії*

Галузь знань: *09 – Біологія*

Спеціальність: *091 – Біологія та біохімія*

Напрямок підготовки: *Радіобіологія*

Статус курсу: *вибірковий*

Київ 2023

Актуальні проблеми загальної радіобіології: Навчально-методичний комплекс дисципліни. – Київ: ІЯД НАНУ , 2023 . 25 с.

Укладач: А.І. Липська, д.б.н., с.н.с., завідувач відділу радіобіології і радіоекології

Ухвалено на засіданні Вченої ради Інституту ядерних досліджень НАН України

протокол № 6 від "05" липня 2021 р.

I. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма з курсу «Актуальні проблеми загальної радіобіології» відповідає навчальному плану підготовки аспірантів за спеціальністю **091 – біологія та біохімія** (галузь знань: **091 - біологія**), що здобувають освітньо-кваліфікаційний рівень доктора філософії на освітній програмі «Радіобіологія» ІЯД НАН України.

Місце дисципліни (в структурно-логічній схемі підготовки фахівців відповідного напрямку): курс «Актуальні проблеми загальної радіобіології» є частиною обов'язкової складової професійної підготовки аспірантів в галузі 09 – Біологія, спеціальність 091 – Біологія та біохімія, напрям підготовки: «Радіобіологія». Система знань, отримана при вивченні даного курсу, є необхідною для виконання кваліфікаційної роботи у галузі радіобіології. Освоєння даного курсу надає можливість аспірантам опанувати фундаментальні знання про основні радіобіологічні парадигми, базові принципи радіобіологічних досліджень, закономірності формування радіаційно-індукованих ефектів теоретичні і практичні завдання сучасної радіобіології.

Дисципліна «Актуальні проблеми загальної радіобіології» входить до циклу дисциплін за вибором аспіранта. Викладається аспірантам другого року навчання спеціальності в обсязі 3-х кредитів ЄКТС.

Метою навчальної дисципліни «Актуальні проблеми загальної радіобіології» є: формування у аспірантів сучасних уявлень про механізми дії різних видів іонізуючих випромінювання на живі організми, радіобіологічні ефекти та їх модифікацію; ознайомлення з напрямками та сучасними проблемами радіобіологічних з метою розширення наукового кругозору та набуття базових знань для виконання самостійної науково-дослідної роботи.

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, працювати в команді.

ЗК5. Здатність збирати і аналізувати науково-технічну інформацію, враховувати сучасні тенденції розвитку, проводити патентний пошук, використовувати досягнення науки, техніки та технології в професійній діяльності.

ЗК6. Здатність до самостійної роботи під час дисертаційного дослідження, до ефективної комунікації та представлення одержаних знань та результатів в усній та письмовій формі науковій спільноті та громадськості.

ЗК7. Здатність до дотримання норм академічної доброчесності та авторського права при проведенні наукових досліджень.

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

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК)

ФК 1. Здатність до самостійного освоєння фахових знань, сучасних наукових теорій і методів радіобіології, ефективного їхніх застосування при виконанні дисертаційного дослідження.

ФК 2. Здатність аналізувати широке коло проблем та задач радіобіології та суміжних біологічних наук шляхом розуміння їхніх фундаментальних основ та практичного вирішення.

ФК 5. Здатність до характеристики основних радіобіологічних парадигм, осмислення основних принципів кількісної радіобіології.

ФК 6. Здатність оцінювати закономірності формування радіобіологічних ефектів на різних рівнях організації живих організмів.

ФК 7. Здатність аналізувати процеси ураження та пострадіаційного відновлення організму та корекції радіогенних порушень, обґрунтовувати застосування засобів радіаційного захисту.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН 1. 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.

ПРН 2. Використовувати сучасні інформаційні джерела національного та міжнародного рівня для оцінки стану вивченості об'єкту досліджень, актуальності наукової проблеми.

ПРН 4. Здійснювати інформаційний пошук та комунікацію за науковою проблематикою, працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, наукометричними платформами.

ПРН 6. 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.

ПРН 7. 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.

ПРН 8. Аналізувати та узагальнювати медико-біологічні наслідки впливу радіаційних чинників на людину та довкілля.

ПРН 12. Нести персональну відповідальність за результат роботи, набувати та використовувати навички організаційної та інноваційної діяльності.

ПНР 13. Здійснювати науково-дослідницьку, науково-організаційну, науково-педагогічну діяльність, дотримуючись наукової професійної етики, принципів академічної доброчесності та громадянської позиції.

ПНР 14. Удосконалювати знання з обраної спеціальності, дотримуватися принципу "life-learning" - безперервного самостійного набуття знань та вмінь.

ПНР 15. 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:

- предмет і сучасні задачі радіаційної біології, її зв'язку з іншими науками;

- джерела іонізуючого та неіонізуючого випромінювання;
- основні поняття та фізичні основи взаємодії іонізуючих випромінювань з біологічними об'єктами.
- основні теорії та гіпотези біологічної дії іонізуючого випромінювання.
- принципи кількісної радіобіології; теорію мішені; немішенні радіобіологічні ефекти;
- поняття радіобіологічного ефекту та його класифікації; міри радіобіологічних ефектів;
- характеристику радіаційних уражень субклітинних структур, клітин, багатоклітинних організмів;
- дію малих доз іонізуючого випромінювання на живі організми;
- способи модифікації радіаційного ураження організму;
- особливості біологічних ефектів за надходження радіонуклідів до організму;
- антропоцентричний та екоцентричний підходи у стратегії радіаційного захисту;
- сучасні уявлення щодо розвитку стохастичних ефектів іонізуючого випромінювання.

Вміст:

- застосовувати у науково-дослідній діяльності знання отримані під час вивчення дисципліни;
- характеризувати та аналізувати радіобіологічні ефекти на різних рівнях організації біологічних об'єктів;
- характеризувати специфічні реакції живих організмів за дії малих доз радіації;
- застосовувати методологію кількісного визначення радіобіологічних ефектів;
- класифікувати протирадіаційні хімічні речовини та механізми їх дії.
- застосовувати наукові підходи для вирішення певних радіобіологічних задач;
- здійснювати науковий пошук актуальних задач сучасної радіобіології.

Програма навчальної дисципліни «Актуальні проблеми загальної радіобіології» викладається аспірантам другого року навчання за ОНП «Радіобіологія» і реалізується через викладання теоретичного матеріалу та проведення практичних занять. Базовим навчальним планом для вивчення дисципліни відведено 90 годин аудиторних занять (3 кредити ЄКТС), що включають 20 годин лекційних занять, 10 годин семінарських/практичних занять та 57 годин самостійної роботи. Контроль знань аспіранта здійснюється за

модульно-рейтинговою системою. Змістовий модуль 1 включає 3 теми, змістовий модуль 2 – 3 теми, змістовий модуль -1 тему. Формою підсумкового контролю є залік.

Зв'язок з іншими дисциплінами. Система знань, отримана при вивченні даного курсу, є базою для подальшого освоєння спеціальних фахових дисциплін. Набуті знання будуть використовуватись під час вивчення курсів радіобіології тварин та людини, радіоекології, радіаційної гематології, основ розрахункової дозиметрії, радіаційної біохімії, радіаційної цитогенетики, радіаційної медицини та інших.

II. НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ

№	Назва лекції	Кількість годин			
		Лекції	Практичні/ семінари	Самостійна робота	Консультації
Змістовний модуль 1. Радіобіологія як наука: історія та сучасні проблеми. Радіаційні та ядерні аварії Фізичні основи взаємодії іонізуючих випромінювань з речовинами клітин живих організмів					
	<i>Тема 1.</i> Предмет та задачі радіаційної біології, її зв'язок з іншими науками. Сучасні проблеми радіобіології. Історія розвитку радіобіологічної науки.	1	2	3	
	<i>Тема 2.</i> Радіаційні та ядерні аварії та інциденти в історії людства.	3	4	7	
	<i>Тема 3.</i> Загальна характеристика джерел іонізуючих випромінювань, фізичні параметри радіобіологічних процесів	2		6	1
	Разом за змістовний модуль 1	6	6	16	1
2. Змістовний модуль 2. Дія іонізуючого випромінювання на живі організми.					
	<i>Тема 4.</i> Основні теорії та гіпотези біологічної дії іонізуючого випромінювання. Сучасні уявлення про механізми біологічної дії іонізуючого опромінення	2		10	
	<i>Тема 5.</i> Дія іонізуючого випромінювання на тварин та людину	4		10	
	<i>Тема 6.</i> Модифікації радіаційного ураження організму	2	2	12	
	Разом за змістовний модуль 2	8	2	32	1
Змістовний модуль 3. Радіобіологія інкорпорованих радіонуклідів. Стохастичні (канцерогенні) ефекти в групі ліквідаторів. Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній станції.					

	Тема 7. Особливості біологічних ефектів за надходження радіонуклідів до організму	4	2	9	1
	Тема 8. Основні радіологічні та медичні наслідки аварії на ЧАЕС. Сучасний стан проблеми радіаційно-індукованих стохастичних ефектів	2			
	Разом за змістовий модуль 3	6	2	9	
	Всього	20	10	57	3

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Робоча програма дисципліни:

«Актуальні проблеми загальної радіобіології»

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітньо- кваліфікаційний рівень	Організаційно-методична характеристика навчальної дисципліни	
	Академічна характеристика	Структура
09 – біологія 091 – біологія Освітня програма – «Актуальні проблеми загальної радіобіології» Доктор філософії	Рік навчання 2 Семестр: 1 або 2 Кількість годин на тиждень: 4 Статус курсу: <i>вибірковий</i> Кількість ECTS кредитів: 3	Кількість годин: Загальна: 90 Лекції: 20 Практичні та семінарські заняття – 10 Самостійна робота: 57 Консультації-3 Вид підсумкового контролю – залік

Робоча програма складена для докторів філософії. Освітня програма:
«Актуальні проблеми загальної радіобіології».

Укладач А.І. Липська, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу радіобіології і радіоекології

III. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТА ТА МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЛЕКЦІЙ

Проведення лекційних занять націлено на донесення загальних знань про механізми дії різних видів іонізуючих випромінювання на живі організми, про актуальні проблеми та радіобіологічні дослідження в Україні радіобіології, для сприяння набуття наукових знань і розширення світогляду.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. Радіобіологія як наука: характеристика історія розвитку та сучасні проблеми. Радіаційні та ядерні аварії . Основні поняття та фізичні основи взаємодії іонізуючих випромінювань з біологічними об'єктами.

Тема 1. Предмет та задачі радіаційної біології. Сучасні проблеми радіобіології. Історія розвитку радіобіологічної науки.

Лекція 1. (1 год). Загальна характеристика та структура дисципліни. Предмет та задачі радіаційної біології, її зв'язок з іншими науками. Розділи радіобіології. Теоретичне і практичне значення радіобіології. Історія та етапи розвитку радіобіологічної науки. Досягнення науковців у розвитку основних радіобіологічних знань. Розвиток радіобіологічних досліджень в Україні після аварії на ЧАЕС, досягнення вітчизняних вчених.

Тема 2. Радіаційні та ядерні аварії та інциденти в історії людства

Лекція 1. (1 год) Загальна характеристика радіаційних та ядерних аварій та інцидентів. Розробка та випробування ядерної та термоядерної зброї, радіаційні наслідки. Аварії на атомних електростанціях: Чорнобильська та Фукусіма Радіоактивні речовини, що утворюються внаслідок радіаційних аварій та від об'єктах ядерно-промислових комплексів. Ядерна зброя, ушкоджуючі фактори ядерного вибуху, наслідки використання ядерної зброї.

Лекція 2 (2 год) Основні чинники радіаційних загроз в умовах безпеки життєдіяльності та в умовах воєнних дій, можливі радіаційні наслідки ядерної аварії на атомній електростанції та організаційні заходи для захисту від зброї масового ураження. Стратегія за умов загрози ядерного тероризму, алгоритм дій громадян у разі радіаційної аварії на АЕС (рекомендації МОЗ). Особливості проведення йодної профілактики. Види травмувань та перша допомога у разі ядерної атаки. Клінічні прояви ураження ядерною зброєю.

Тема 3. Загальна характеристика джерел іонізуючих випромінювань, фізичні параметри радіобіологічних процесів.

Лекція 1. (1 год). Характеристика джерел іонізуючих випромінювань: природні та штучні. Космічне випромінювання та природні радіоактивні елементів. Електромагнітне та корпускулярне випромінювання. Проникаюча

здатність різних видів іонізуючих випромінювань. Основні механізми передачі енергії іонізуючих випромінювань, лінійна передача енергії (ЛПЕ). Відносна біологічна ефективність (ВБЕ) різних видів іонізуючих випромінювань. Коефіцієнти якості різних видів випромінювань. Поняття еквівалентної дози та одиниці її виміру.

Лекція 2. (1 год). Загальна характеристика взаємодії іонізуючого випромінювання з біоб'єктами, фізико-хімічні основи. Первинні процеси за дії іонізуючого опромінення в організмі: фізична, фізико-хімічна та хімічна стадія первинного процесу радіаційного ураження макромолекул. Пряма та непряма дія дії іонізуючого випромінювання. Роль вільних радикалів у пошкодженні біомакромолекул.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. Дія іонізуючого випромінювання на живі організми.

Тема 4. Основні положення радіобіології. Теорії та гіпотези біологічної дії іонізуючого випромінювання. Сучасні уявлення про механізми біологічної дії іонізуючого опромінення.

Лекція 1. (2 год). Гіпотеза прямої дії іонізуючого випромінювання: "теорія мішеней і влучень" Тимофєєва-Ресовського, стохастична теорія (ймовірнісна модель радіаційного ураження клітини. Теорії непрямої дії іонізуючої радіації: теорія ліпідних радіотоксинів і ланцюгових реакцій. Непряма дія радіації: структурно-метаболична теорія. Імунобіологічна теорія. Гіпотези про механізм дії малих доз на організми.

Тема 5. Дія іонізуючого випромінювання на тварин та людину.

Лекція 3. (2 год) Загальна характеристика променевого ураження тварин та людини. Класифікація рівнів доз щодо типів радіаційного ураження. Малі, сублетальні, летальні та надлетальні дози. Характеристика біологічних ефектів опромінення в малих дозах. Особливості дії малих доз радіації в нелетальних дозах. Радіаційно-індукована адаптивна відповідь. Радіаційно індукований гормезис. Загальна неспецифічна реакція організмів на опромінення. Стрес-реакції. Кількісна оцінка біологічної дії іонізуючого опромінення в малих дозах. Біологічні критерії /показники оцінки ефектів малих доз радіації.

Лекція 4. (1 год). Основні радіаційні синдроми у ссавців: кістково-мозковий гастроінтестинальний, центральної нервової системи. Променеві реакції окремих органів і тканин. Променева хвороба та її наслідки. Променева хвороба у жителів Хіросіми та Нагасакі, що пережили атомні бомбардування та у ліквідаторів на ЧАЕС. Діагностика, клінічні прояви ГПХ. Лікування променевої хвороби.

Лекція 5. (1 год) Віддалені наслідки опромінення організмів в нелетальних дозах. Радіаційний канцерогенез, онкогематологічні наслідки радіаційного впливу у людини та у потомства. Генетичні ефекти опромінення у людини.

Тема 6. Модифікації радіаційного ураження організму.

Лекція 1 (1 год). Модифікація радіаційного ураження організму. Задачі протирадіаційного захисту. Класифікація протирадіаційних хімічних речовин та механізми їх дії. Радіопротекторні ефекти та їх кількісна характеристика. Природні та штучні радіопротектори.

Лекція 2. (1 год)

Універсальні закономірності синергічної взаємодії. Комбінована дія іонізуючих випромінювань та інших шкідливих чинників. Значимість синергічної взаємодії іонізуючого випромінювання та інших чинників довкілля для посилення наслідків чорнобильської аварії

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3. Біологічна дія інкорпорованих радіонуклідів.

Тема 7. Особливості біологічних ефектів за надходження радіонуклідів до організму.

Лекція 1. (2 год.) Загальна характеристика техногенних радіонуклідів. Токсикологія радіоактивних речовин. Шляхи надходження радіонуклідів до організму, розподіл та їх депонування у тканинах і органах. Періоди напіврозпаду та напіввиведення радіонуклідів з організму. Дозоутворення та радіобіологічні ефекти за надходження до організму радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr .

Лекція 2. (1 год). Дослідження біологічних ефектів за одноразового та тривалого надходження радіонуклідів аварійного викиду (^{131}I) в модельних експериментах: гематологічні, гено- та цитотоксичні ефекти. Особливості радіобіологічних ефектів у потомства щурів, що зазнали впливу інкорпорованого ^{131}I , віддалених наслідків опромінення у потомків першого покоління опроміненних ^{131}I щурів.

Лекція 3. (1 год) Сучасний стан радіобіологічних досліджень в чорнобильській зоні відчуження. Ранні та віддалені радіобіологічні наслідки аварії на ЧАЕС. Вплив радіаційного фактору чорнобильської зони на організм тварин. Антропоцентричний та екоцентричний підходи у стратегії захисту та охорони живих об'єктів навколишнього середовища від дії техногенних факторів (іонізуюча радіація).

Тема 8. Основні радіологічні та медичні наслідки аварії на ЧАЕС. Сучасний стан проблеми радіаційно-індукованих стохастичних ефектів.

Лекція 1 (1 год.). Оцінка доз опромінення і радіаційно-гігієнічний моніторинг у віддаленому періоді після Чорнобильської катастрофи. Дози опромінення населення радіаційно забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій. Стан здоров'я, онкологічні захворювання, смертність постраждалих осіб внаслідок аварії на ЧАЕС. Злоякісні гематологічні захворювання в Україні у віддалений постчорнобильський період.

Лекція 2 (1 год.) Сучасні уявлення щодо розвитку стохастичних ефектів іонізуючого випромінювання. Стохастичні (канцерогенні) ефекти в групі ліквідаторів наслідків чорнобильської катастрофи. Стохастичні (канцерогенні) ефекти в групі професіоналів, що працюють у сфері дії іонізуючого випромінювання

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 СЕМІНАРСЬКИХ ТА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Заняття спрямовані на перевірку глибини та повноти знань, здатності до аналізу і синтезу явищ, здатності до встановлення логічних взаємозв'язків.

Передбачаються такі види аудиторної роботи:

- розгляд і обговорення теоретичного матеріалу за переліком контрольних питань по відповідних темах лекційних занять та питань для самостійного опрацювання;
- перевірка практичних завдань, виконаних студентами під час самостійної роботи;

- розгляд та обговорення на семінарських заняттях, питань з дисципліни, що були важкі для засвоювання на самостійному опрацюванні
- перевірка завдань, виконаних аспірантами під час самостійної роботи;
- проведення консультацій з дисципліни.

Теми практичних та семінарських занять (10 год)

№ п/п	Назва теми	К-ть годин
1.	Техніка безпеки під час проведення досліджень у радіобіологічній лабораторії. Робота з приладами індивідуального дозиметричного контролю. Ознайомлення з методами дезактивації радіоактивного зараження.	1
2.	Вивчення одиниць виміру радіоактивності та проникної здатності різних видів випромінювання. Співвідношення між одиницями вимірювання активності, дози та потужності дози у системі СІ та позасистемними одиницями. Визначення поглиненої, експозиційної дози та еквівалентної.	1
3.	Сучасні уявлення про біологічну дію іонізуючих випромінювань. Порівняльна ефективність одноразового та фракційного зовнішнього опромінення. Біологічні наслідки гострого та хронічного опромінення. Порівняльна ефективність біологічного впливу різних видів іонізуючих випромінювань.	1
4.	Особливості реалізації радіобіологічних ефектів за різних доз та режимів опромінення. Основні закономірності ураження організму при тотальному опроміненні.	1
5.	Основні чинники радіаційних загроз в умовах безпеки життєдіяльності та в умовах воєнних дій. Особливості проведення йодної профілактики. Перша допомога у разі ядерної атаки. Клінічні прояви ураження ядерною зброєю. Гостра променева хвороба (ГПХ), причини виникнення та наслідки. Форми та фази ГПХ.	1
6.	Променеве ураження (гостре та хронічне) за надходження радіонуклідів до організму. Внутрішнє локальне опромінення. Біологічна ефективність альфа-, бета-і гамма-випромінювачів.	1
7.	Основні віддалені наслідки іонізуючого опромінення і	1

	ймовірний механізм їх формування.	
8.	Радіобіологічні аспекти аварії на Чорнобильській АЕС. Особливості біологічних ефектів сумісної дії внутрішнього та зовнішнього опромінення в малих дозах.	1
9.	Вплив малих доз на здоров'я людини, медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній станції	1
10.	Модифікація радіобіологічних ефект. Радіозахисні та радіосенсибілізуючі чинники фізичної та хімічної природи. Фактор зміни дози , способи його оцінювання. Класи радіозахисних речовин та механізми їх дії. Радіопротектори пролонгованої дії.	1

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

МЕТА І ЗАВДАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Головна мета проведення самостійної роботи полягає у необхідності більш широкого огляду тематики курсу з використанням матеріалів підручників, періодичних видань, наукових праць, монографій з окремих питань дисципліни.

Важливою складовою самостійної роботи студентів є виконання індивідуальних робіт.

- закріплення знань теоретичного курсу;
- набуття навичок опрацювання наукової літератури (монографій, наукових статей);
- навчання ефективному використанню радіобіологічних довідників, енциклопедій (включно з on-line інформацією) і т. ін.

№	Назва теми	Види навчальної роботи (в годинах)	
		Самостійна робота	завдання
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. Радіобіологія як наука: характеристика історія розвитку та сучасні проблеми. Радіаційні та ядерні аварії в історії людства. Основні поняття та фізичні основи взаємодії іонізуючих випромінювань з біологічними об'єктами.			
	Тема 1. Предмет та задачі радіаційної біології. Сучасні проблеми радіобіології. Історія розвитку радіобіологічної науки.	4	Поглибити знання про сучасні напрямки радіобіологічних досліджень, досягнення науковців у розвитку основних радіобіологічних знань, розвиток радіобіологічних досліджень в Україні після аварії на ЧАЕС.
	Тема 2. Радіаційні та ядерні аварії та інциденти в історії людства	4	Розширити уявлення про радіаційні аварії та інциденти, що мали місце в історії людства. Поглибити знання про наслідки використання ядерної зброї. Детально ознайомитись з алгоритмом дій громадян у разі радіаційної аварії та ядерної небезпеки,

	<i>Тема 3.</i> Загальна характеристика джерел іонізуючих випромінювань, фізичні параметри радіобіологічних процесів.	8	Розширити уявлення про типи іонізуючих випромінювань та їх фізичні характеристики, відносну біологічну ефективність різних видів іонізуючої радіації, про процеси що відбуваються в опроміненому організмі, пряма та непряма дія іонізуючої радіації, немішенні ефекти.
	Разом за змістовний модуль 1	16	
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. Дія іонізуючого випромінювання на живі організми.			
	<i>Тема 4.</i> Основні положення радіобіології. Теорії та гіпотези біологічної дії іонізуючого випромінювання. Сучасні уявлення про механізми біологічної дії іонізуючого опромінення.	9	Вдосконалити знання щодо основних гіпотез та теорій біологічної дії іонізуючого випромінювання, біологічної ефективності різних видів іонізуючого випромінювання.
	<i>Тема 5.</i> Дія іонізуючого випромінювання на тварин та людину.	10	Поглибити знання та розширити уявлення про дію високих та малих доз опромінення, радіаційні синдроми, стадії гострої променевої хвороби. Ознайомитись з поняттям стохастичні та детерміновані ефекти та мати уявлення про їх прояви. Детальне ознайомлення з поняттям малі дози радіації. Мати чітке уявлення про особливості прояву радіаційно-індукованих ефектів за дії малих доз радіації, адаптивна відповідь, гормезис.
	<i>Тема 6.</i> Модифікації радіаційного ураження організму.	6	Чітко знати класифікацію протирадіаційних хімічних речовин та механізми їх дії. Надати характеристику антагоністичній та синергічній дії за сумісного впливу на живі організми іонізуючих випромінювань та інших факторів..
	Разом за змістовний модуль 2	25	
Змістовний модуль 3. Біологічна дія інкорпорованих радіонуклідів.			

	<p>Тема 7. Загальна характеристика інкорпорованих радіонуклідів. Особливості біологічних ефектів за надходження радіонуклідів до організму.</p>	9	<p>Розширити знання про специфіку дії радіонуклідів різної тропності. Знати їх фізико-хімічні характеристики та процеси обміну в організмі, ефективні періоди напіввиведення. Ознайомитись з сучасним станом радіобіологічних досліджень в чорнобильській зоні відчуження. Ретельно ознайомитись з дослідженнями радіобіологічних ефектів за надходження радіонуклідів різної тропності до організму.</p> <p>Мати уявлення про ранні та віддалені радіобіологічні наслідки аварії на ЧАЕС. Детально ознайомитись з сучасним екоцентричним підходом у радіобіологічних дослідженнях.</p>
	<p>Тема 8. Основні радіологічні та медичні наслідки аварії на ЧАЕС. Сучасний стан проблеми радіаційно-індукованих стохастичних ефектів.</p>	7	<p>Розширити уявлення та поглибити знання щодо медичних наслідків аварії на ЧАЕС: у ліквідаторів та у жителів, що мешкають на забруднених радіонуклідами територіях. Стохастичні (канцерогенні) ефекти в групі ліквідаторів наслідків чорнобильської катастрофи у віддалений постчорнобильський період.</p>
	<p>Разом за змістовний модуль 3</p>	16	
	<p>Всього</p>	57	

ФОРМИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль – оцінює ступінь засвоєння теоретичного і практичного матеріалу та рівень знань студентів з відповідних розділів дисципліни.

Оцінюється в балах по кожному із передбачених видів практичних завдань окремо.

– *володіння.*

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 іспиту з дисципліни не допускаються. Аспіранти, які за роботу в семестрі та на іспиті 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

1. Предмет і задачі радіаційної біології. Зв'язок радіобіології з іншими науками. Етапи розвитку радіобіології.
2. Основні напрямки радіобіології. Сучасні проблеми радіобіології. Перспективи розвитку радіобіології.
3. Ядерна зброя, вплив ядерних випробувань на довкілля та людей.
4. Природа радіоактивності. Закон радіоактивного розпаду. Поняття «радіоактивний ізотоп», «радіоактивний елемент», «радіоактивна речовина», «радіонуклід».
5. Типи іонізуючих випромінювань. Види та загальна характеристика електромагнітних іонізуючих випромінювань.
6. Основні процеси, що відбуваються при взаємодії електромагнітних іонізуючих випромінювань з речовиною.
7. Лінійна передача енергії випромінювань. Рідко- та щільноіонізуючі випромінювання.
8. Відносна біологічна ефективність іонізуючих випромінювань.
9. Залежність ефектів дії іонізуючої радіації на організм від фактору часу – тривалість опромінення та фракціонування дози.
10. Які основні процеси розвитку радіаційного ураження організму при опроміненні? Які стадії включає первинний етап дії іонізуючого випромінювання?
11. Пряма та непряма дія іонізуючого опромінення на молекули. Які процеси відбуваються за прямої дії радіації? Які процеси відбуваються за непрямої дії радіації?
12. Які радіаційно-хімічні перетворення відбуваються в молекулах, водних розчинах та безводних системах?
13. Яка роль кисню в радіаційно-хімічних перетвореннях молекул води?
14. Основні продукти радіолізу води. Прямий та зворотній кисневий ефект.
15. Радіаційно-хімічні ушкодження ДНК та РНК.
16. Радіаційно-хімічні перетворення, що відбуваються в білках амінокислотах та вуглеводах.
17. Роль утворення вільних радикалів і ланцюгових реакцій в процесах окиснення ліпідів.
18. Суть стохастичної теорії, її відмінності від принципів попадання та мішені. Ймовірнісна модель радіаційного ураження.
19. Що таке радіотоксини, де вони утворюються?
20. Які процеси відбуваються в клітині за дії радіотоксинів?

21. В чому полягає гіпотези біохімічного шоку?
22. За рахунок яких процесів відбувається підвищення біохімічного фону радіорезистентності?
23. Основні положення структурно-метаболическої гіпотези.
24. Закон Бергонье и Трибандо.
25. Вплив радіації на основні компоненти живої клітини.
26. Радіочутливість клітин у різні фази клітинного циклу поділу.
27. Критичні органи тварин.
28. Специфіка ураження клітин інкорпорованими радіонуклідами.
29. Променева ураження (гостре та хронічне) за надходження радіонуклідів до організму.
30. Біологічна ефективність інкорпорованих радіонуклідів (альфа-, бета-і гамма-випромінювачів)
31. Основні закономірності ураження організму при тотальному опроміненні.
32. Малі, сублетальні, летальні дози.
33. Стадії розвитку променевої хвороби.
34. Зміни в критичних органах за променевого ураження.
35. Основні закономірності ефектів малих доз радіації. Особливості біологічних ефектів малих доз радіації низької інтенсивності.
36. Радіаційно-індукована нестабільність геному.
37. Основні віддалені наслідки опромінення і ймовірний механізм формування віддалених наслідків.
38. Основні типи взаємодій за комбінованої дії іонізуючого випромінювання та агентів іншої природи.
39. Кількісна оцінка ефектів сумісної дії. Основні механізми синергічних ефектів і закономірності реакції біологічних систем на сумісну дію різних факторів (агентів).
40. Біологічні ефекти за комбінованої дії іонізуючого випромінювання та хімічних речовин.
41. Механізми протипроменевого захисту .
42. Протирадіаційний біологічний захист.
43. Поняття модифікації радіаційного ураження.
44. Явище синергізму в дії іонізуючого випромінювань.
45. Шляхи надходження радіонуклідів до організму, розподіл та їх депонування у тканинах і органах.
46. Сучасний стан радіобіологічних досліджень в чорнобильській зоні відчуження.

47. Охарактеризувати основні радіологічні та медичні наслідки аварії на ЧАЕС.

48. Сучасний погляд на формування радіаційно-індукованих стохастичних ефектів.

КРИТЕРІЇ СКЛАДАННЯ ЗАЛІКУ

Кожне завдання для проведення заліку має бути однакової складності. Зміст питань та завдань має бути розрахований на письмову підготовку аспіранта протягом двох академічних годин.

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

За шкалою університету	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)

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Гродзинський Д.М. Радіобіологія: Підручник. – К.:Либідь, 2001. – 448 с.
2. Гудков І.Н., Кудяшева А.Г., Москалев А.А. Радиобиологія с основами радіоекології. Ськтывкар: Издательство СьктГУ, 2015.- 512 с.
3. Гудков. І.М. Радіобіологія: Підручник для вищ. навчальних закладів / І.М. Гудков. – К.: НУБіП України, 2016. – 485 с.
4. IAEA Training course series No. 42. Radiation biology: a handbook for teachers and students. IAEA, Vienna, 2010. - 166 p.
5. Кутлахмедов Ю.О., Войціцький В.М., Хижняк С.В. Радіобіологія. Підручник. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2011. – 543 с.
6. Tubiana M., Dutreix J., Wambersie A. An Introduction to Radiobiology. Taylor&Francis, London, 1990.- 361 p.
7. Серкіз Я.И., Пинчук В.Г., Пинчук Л.Б. и др. Радиобиологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС. – К.: Наукова думка. - 1992.- 169 с.
8. Петин В.Г. Жураковская Г.П., Комарова Л.Н. Радиобиологические основы синергических взаимодействий в биосфере. М.: ГЕОС.-2012.-218 с.
9. Журавлёв В.Ф. Токсикология радиоактивных веществ. М.: Энергоатомиздат, 1989.- 264 с.
10. Кузин А.М. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии.- М.: Наука, 1986.- 222 с.
11. Іванов Є. Радіоекологічні дослідження (навчальний посібник).-Львів: вид. центр ЛНУ ім. Франка, 2004.- 149 с.
12. Вплив радіаційного фактора Чорнобильської зони відчуження на організм тварин / під ред. Я.І. Серкіза, М.Ю. Алесіної. – К.: Атіка, 2006, 315 с.
13. Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній станції під ред. О.Ф. Возіанова, В.Г. Бебешко. – К.: ДІА, 2007, 799 с.
14. Гострий радіаційний синдром та його наслідки. В.Г. Бебешко, О.М. Коваленко, Д.О. Білий Тернопіль : ДТМУ, 2006.- 424 с.
15. Москалёв Ю.И. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов / Ю.И. Москалёв.- М.: Энергоатомиздат, 1989.- 264 с.
16. Чернобыльская катастрофа / Під ред. В.Г Барьяхтара. К.: Наукова думка, 1996. 559 с.
17. Чернобыль. Зона відчуження: Збірник наукових праць /Під ред. В.Г.Бар'яхтар. – Київ: «Наукова думка», 2001.
18. Helth effects of the Chornobyl accident /Eds. Serduk, V. Bebeshko, S. Yamashita.- Kiev.DIA/ 2011, -648 p.
19. Калистратова В.С. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов / [Калистратова В.С., Беляев И.К., Жорова Е.С. и др.] – М.: Изд. ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2012. – 464 с.
20. Ионизирующая радиация и онкогематологические заболевания под ред. Акад. НАНУ В.Ф. Чехуна, док.мед.наук Д.Ф.Глузмана. ДИА, Киев 2016
21. Радиоекологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: био-логические эффекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий / Под ред. чл.-корр. РАН Н.И. Санжаровой и проф. С. В. Фесенко М.: РАН. 2018. 278 с.
22. Гудков І.М., Дрозд І.П. 50 найдраматичніших радіаційних і ядерних подій в історії людства: причини і наслідки (Одеса: Олді, 2022) 298 с.

Додаткова література:

1. Low Doses of Ioizing Radition: Biological Effects and Regulatory Control. Jointly organizationed by IAE and WHO, Spain. 1997.-439 p.
2. ICRP Publication 91. A Framework for Assessing the Impact of Ionising Radiation on Non-human Species. Ann. ICRP 33 (2003) 3.

3. ICRP Publication 107. Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations. Ann. ICRP 38 (2008) 3.
4. ICRP Publication 108. Environmental Protection - the Concept and Use of Reference Animals and Plants. Ann. ICRP 38 (2008) 4.
5. ICRP Publication 114. Environmental Protection: Transfer Parameters for Reference Animals and Plants. Ann. ICRP 39 (2009) 6.
6. ICRP Publication 124. Protection of the Environment under Different Exposure Situations. Ann. ICRP 43 (2014) ICRP Publication 136. Dose coefficients for nonhuman biota environmentally exposed to radiation. Ann. ICRP 46 (2017) 2.
7. ICRP Publication 148. Radiation weighting for Reference Animals and Plants. Ann. ICRP 50 (2021)
8. Дрозд І.П., Сова О.А., Липська А.І. Динаміка накопичення ^{131}I та формування доз в органах і тканинах лабораторних щурів за тривалого перорального надходження. *Ядер. фіз. та енергет.* 2015. Т. 16, № 1. С. 60-67.
9. Рябченко Н.М., Липська А.І., Бурдо О.О. та ін. Гено- та цитотоксичні ефекти в клітинах кісткового мозку та периферичної крові, індуковані тривалим надходженням радіоізоотопу ^{131}I до організму лабораторних щурів. *Пробл. радіац. мед. та радіобіол.* 2015. Т. 20. С. 210-218.
10. Талько В.В., Липська А.І., Дрозд І.П. та ін. Віддалені радіобіологічні ефекти у щурів унаслідок опромінення радіоізотопами йоду-131 in utero. *Ядер. фіз. та енергет.* 2017. Т. 18, № 4. С. 350-355.
11. TkalenkoYe.V., Drozd I.P., Lypska A.I. et al. Neurobiological effects from intra uter in eexposure of rats with iodine-137. *Ядер. фіз. та енергет.* 2017. Т. 18, № 4. С. 356-360.
12. T. G. Sazykina. Population sensitivities of animals to chronic ionizing radiation-model predictions from mice to elephant Journal of Environmental Radioactivity (2017), <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2017.11.013>
13. Tapio Mappes, Zbyszek Boratynski, Kati Kivisaari, Anton Lavrinienko, et. All. Ecological mechanisms can modify radiation effects in a key forest mammal of Chernobyl Ecosphere, April 2019 Volume 10(4), P. 1-11.
14. Липська А.І., Родіонова Н.К., Н.М. Рябченко та ін. Оцінка стану природних популяцій дрібних гризунів з трансформованих екосистем зони відчуження ЧАЕС. *Ядер. фіз. та енергет.* 2020. Т. 21, № 3.- С..
15. Гриневич Ю.П., Липська А.І., Дрозд І.П., Дружина М.О. та ін. Фізико-хімічна регуляція перекисних процесів у крові щурів за дії радіонуклідів різної тропності. *Ядер. фіз. та енергет.* 2020. Т. 21, № 1.- С. 79- 85.
16. Burdo O.O., Lypska A.I., Riabchenko N.M., Sova O.A. Peculiarities of Hematopoiesis in small rodents from the Chernobyl Exclusion Zone on the background of extreme environment //J Environ Radioact. 2020. Vol. 211: 105758; doi: 10.1016/j.jenvrad.2018.06.023.
17. Рябченко Н.М., Бурдо О.О., Липська А.І. Цитогенетичні дослідження *Myodes glareolus* з природних популяцій чорнобильської зони відчуження у віддалений після аварійний період // Ядерна фізика та енергетика. – 2022. – Т. 23, № 1. – С. 39-46.
18. Коваль С.В., Родіонова Н.К. Дослідження динаміки онкогематологічних захворювань у дорослого населення України у віддалений період після аварії на ЧАЕС // Онкологія. – 2022. – Т. 24, № 1. DOI: 10.32471/oncology.2663-7928.t-24-1-2022-g.10153
19. Липська А.І., Ніколаєв В.І., Шитюк В.А., Бурдо О.О., Вишневський Д.О. Радіоекологічні дослідження на осушених ділянках ложа водойми-охолоджувача ЧАЕС // Ядерна фізика та енергетика. – 2022. – Т. 23, № 4., С.263-270. <https://doi.org/10.15407/jnpae2022.04.263>
20. Alla Lypska, Natalia Riabchenko, Natalia Rodionova & Olena Burdo. Radiation-induced effects on bone marrow of bank voles inhabiting the Chernobyl exclusion zone // International Journal of Radiation Biology. – 2022. – Vol. 98, № 8. – P. 1366-1375. DOI: 10.1080/09553002.2022.2047823

21. Чехун В.Ф., Демина Е.А. Сучасний погляд на стохастичні ефекти іонізуючого випромінювання(до 36-ї річниці Чорнобильської катастрофи) ОНКОЛОГІЯ • Т. 24 • № 1 • 2022 С. 5-10. DOI: [10.32471/oncology.2663-7928.t-24-1-2022-g.10339](https://doi.org/10.32471/oncology.2663-7928.t-24-1-2022-g.10339)