

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра екології та ботаніки**

**«Затверджую»**  
**Завідувач кафедри**  
**екології та ботаніки**  
**В.Г. Скляр**

\_\_\_\_\_“ \_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_2018 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ВБС 1.9 Радіобіологія та радіоекологія**

**Спеціальність: *101 Екологія***

**Факультет: *Агротехнологій та природокористування***

Робоча програма з *Радіобіології та радіоекології* для студентів за спеціальністю: *101 Екологія*

Розробник:., к.б.н., доцент кафедри екології та ботаніки  
Бондарева Л.М. \_\_\_\_\_

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри екології та ботаніки  
Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (Скляр В.Г.)

**Погоджено:**

Декан факультету \_\_\_\_\_ І.М. Коваленко

Декан факультету \_\_\_\_\_ І.М. Коваленко

Методист навчального відділу \_\_\_\_\_ Г.О. Бабошина

Зареєстровано в електронній базі: дата: \_\_\_\_\_ 2018 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3,5	Галузь знань: <i>10 Природничі науки</i>	<i>Варіативна</i>	
Модулів – 2	Спеціальність: <i>101 Екологія</i>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів: 4		2018-2019-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: <i>Відбір проб води з місця проживання студента та її радіометрія</i>		<b>Курс</b>	
		2	
Загальна кількість годин - 105		<b>Семестр</b>	
		3	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента - 3	<b>Лекції</b>		
	14 год.		
	<b>Практичні, семінарські</b>		
	<b>Лабораторні</b>		
	30 год.	-	
	<b>Самостійна робота</b>		
	61 год.		
<b>Вид контролю:</b> Іспит			
	Освітній ступінь: <i>бакалавр</i>		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи для денної форми навчання - 44/61 (42/58)

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** підготовка спеціаліста-еколога, який зможе високо кваліфіковано оцінити радіаційну ситуацію і розробити заходи, що забезпечать ведення рослинництва і тваринництва на забруднених радіоактивними речовинами територіях і одержання чистої від радіонуклідів сільськогосподарської продукції.

**Завдання** вивчення дисципліни «Радіобіологія та радіоекологія» полягають в формуванні спеціалістів, здатних: самостійно оцінити існуючу радіаційну обстановку і у випадках інцидентів, пов'язаних з забрудненням навколишнього середовища радіоактивними речовинами, аварійну радіаційну обстановку; проводити радіометричну експертизу об'єктів навколишнього середовища продукції сільського господарства, продуктів харчування; прогнозувати рівні можливого надходження окремих радіонуклідів в продукцію рослинництва і кормовиробництва, їх перехід у продукцію тваринництва та продукти харчування; розробляти заходи щодо мінімізації надходження радіонуклідів в продукцію рослинництва і тваринництва.

**У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:**

**знати:** джерела іонізуючих випромінювань у навколишньому середовищі; шляхи надходження радіоактивних речовин в сільськогосподарські рослини і організм сільськогосподарських тварин; принципи захисту навколишнього середовища від радіонуклідного забруднення; засоби запобігання надходженню і накопиченню радіоактивних речовин в продукції рослинництва і тваринництва; методологію і технологію ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіоактивними речовинами територіях.

**вміти:** оцінювати радіаційні умови за допомогою дозиметричних приладів різних систем; проводити радіометричну експертизу об'єктів навколишнього середовища та сільськогосподарського виробництва; розробляти заходи щодо мінімізації надходження радіонуклідів в продукцію сільського господарства.

## 3. Програма навчальної дисципліни

*знаходиться на апробації*

### Змістовий модуль 1. Радіобіологія як наука.

**Тема 1. Вступ до радіобіології.** Визначення радіобіології як науки. Радіоекологія – складова частина радіобіології. Місце радіобіології серед суміжних наук. Напрями розвитку радіобіології. Історія радіобіології та радіоекології. Роль досягнень ядерної фізики наприкінці XIX ст. у виникненні радіобіології. Етапи розвитку радіобіології. Сучасні проблеми радіобіології та радіоекології: специфіка дії на живі організми малих доз іонізуючих випромінювань, особливості дії на живі організми хронічного опромінення, профілактика і терапія гострих і хронічних радіаційних уражень, радіаційне порушення імунітету, віддалені наслідки опромінення, спільна дія на організм іонізуючих випромінювань та інших факторів, міграція природних та штучних радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища, особливості дії на організм інкорпорованих радіоактивних речовин, блокування надходження радіоактивних речовин у рослини, організм тварин і людини, виведення радіоактивних речовин з організму. Завдання сучасної радіобіології та радіоекології. Теоретичне і практичне значення радіобіології. Необхідність широкої пропаганди радіобіологічних знань.

**Тема 2. Радіоактивність, типи іонізуючих випромінювань та їх дозиметрія.** Явище радіоактивності. Закон радіоактивного розпаду. Природа іонізації атомів і молекул речовини. Визначення поняття іонізуючих випромінювань. Типи іонізуючих випромінювань: електромагнітне і корпускулярне випромінювання. Види електромагнітних іонізуючих

випромінювань: рентгенівське, гамма- і гальмівне випромінювання. Фізичні характеристики основних видів випромінювань: альфа-, бета-, протонного, дейтронного та нейтронного. Експозиційна, поглинута та еквівалентна дози іонізуючих випромінювань. Потужність дози. Види опромінення залежно від потужності дози, фактора часу і кратності опромінення: гостре і пролонговане (хронічне), одноразове і багаторазове (фракціоноване). Одиниці радіоактивності і доз іонізуючих випромінювань. Зв'язок між радіоактивністю речовини і дозою іонізуючого випромінювання.

**Тема 3. Джерела іонізуючих випромінювань на Землі.** Природні та штучні джерела іонізуючих випромінювань. Космічне випромінювання і випромінювання природних радіоактивних елементів. Сонячне і галактичне випромінювання. Випромінювання радіоактивних елементів з родин урану, актиноурану і торію. Внесок випромінювання радону. Випромінювання позародинних природних радіоактивних ізотопів. Внесок випромінювання радіоактивного калію. Космогенні радіоактивні елементи. Радіоактивні водень і вуглець. Природний радіаційний фон. Оцінки доз опромінення живих організмів, зумовлених природним іонізуючим випромінюванням. Можливе значення природного випромінювання в процесах життєдіяльності організмів. Іонізуюче випромінювання від штучних радіоактивних речовин. Джерела штучних радіоактивних речовин у навколишньому середовищі. Випромінювання від радіоактивних речовин, що утворюються внаслідок випробувань атомної зброї. «Глобальні» радіоактивні опади. Випромінювання радіоактивних речовин, що надходять у довкілля від підприємств ядерної енергетики. Випромінювання від джерел, що застосовуються в медицині та побуті.

## **Змістовий модуль 2. Біологічна дія іонізуючого випромінювання на живі об'єкти**

**Тема 4. Фізичні та фізико-хімічні основи взаємодії іонізуючих випромінювань з речовинами клітин живих організмів.** Передача енергії іонізуючого випромінювання атомам і молекулам. Іонізація та збудження атомів і молекул. Вторинні електрони та їх участь в іонізації та збудженні атомів і молекул. Основні процеси, які відбуваються за взаємодії електромагнітних іонізуючих випромінювань з речовиною: фотоефект, комптонівський ефект, народження пар іонів. Особливості взаємодії корпускулярних іонізуючих випромінювань з речовиною: роль маси, заряду, енергії. Проникальна здатність іонізуючих випромінювань. Рідко- і щільноіонізуючі випромінювання. Лінійна втрата енергії (ЛВЕ) іонізуючих випромінювань. ЛВЕ і будова треку. Крива Бреґга. Відносна біологічна ефективність (ВБЕ) і коефіцієнт якості іонізуючих випромінювань. Зв'язок ЛВЕ і ВБЕ. Особливості взаємодії нейтронів з речовиною. Пряма і непряма дія іонізуючих випромінювань на молекули. Сутність теорії мішені. Мішень дії іонізуючого випромінювання – ДНК та ДНК-мембранний комплекс. Іонізовані атоми і молекули та вільнорадикальний стан молекул. Кількісна характеристика радіаційно-хімічних реакцій. Радіаційно-хімічні перетворення води. Участь кисню у цих процесах. Радіаційно-хімічні ушкодження нуклеїнових кислот. Зміни структури хроматину під впливом іонізуючого випромінювання. Радіаційно-хімічні перетворення білкових молекул. Радіаційна хімія амінокислот. Перетворення ліпідів під впливом іонізуючого випромінювання. Вільнорадикальні стани ліпідних молекул і ланцюгове окислення ліпідів. Радіаційно-хімічні реакції вуглеводів. Радіаційне ушкодження мембран. Вплив випромінювань на окремі системи метаболізму: синтез ДНК та РНК, білків, ліпідів, фотосинтез, дихання, синтез гормонів, мінеральний та водний обмін й інші. Токсичні продукти радіолізу органічних сполук. Гіпотеза «радіотоксинів». Структурно-метаболична теорія біологічної дії іонізуючих випромінювань.

**Тема 5. Радіобіологічні ефекти.** Поняття радіобіологічного ефекту. Класифікація радіобіологічних ефектів. Соматичні і генетичні радіобіологічні ефекти. Сутність радіаційної стимуляції. Радіаційна стимуляція у рослин і тварин. Основні типи морфологічних змін органів рослин і тварин під впливом іонізуючої радіації. Сутність тератогенної дії іонізуючих випромінювань. Поняття радіаційної химери. Канцерогенна дія випромінювань. Ознаки променевої хвороби у рослин. Види і ступені променевої хвороби ссавців. Вплив іонізуючих випромінювань на прискорення старіння і тривалість життя. Загибель організмів за високих доз

опромінення. «Загибель під променем». Специфіка радіаційної загибелі рослин. Особливості дії іонізуючого випромінювання на лісові насадження. Реакції дерев на опромінення. Неспецифічність типів мутацій, що виникають за дії іонізуючих випромінювань. Безпороговий характер канцерогенної і генетичної дії іонізуючих випромінювань. Безпорогова і порогова концепції дії іонізуючої радіації в радіобіології. Близькі та віддалені ефекти іонізуючих випромінювань. Стохастичний характер віддалених наслідків радіаційного ураження. Особливості дії малих доз іонізуючої радіації на живі організми: стимуляційна, антиімунна, канцерогенна, генетична.

#### **Тема 6. Радіочутливість рослин, тварин та інших організмів**

Поняття радіочутливості та радіостійкості організмів. Ефективні дози: летальні, півлетальні і критичні. Принципи і методологія побудови кривих доза-ефект. Аналіз кривих доза-ефект та визначення на них ефективних доз іонізуючих випромінювань. Порівняльна радіочутливість видів різного таксономічного походження. Радіочутливість рослин. Радіочутливість сільськогосподарських рослин. Порівняльна радіочутливість вегетуючих рослин і насіння. Радіочутливість рослин на окремих етапах онтогенезу. Радіочутливість тварин. Радіочутливість сільськогосподарських тварин. Радіочутливість інших організмів: птахів, риб, амфібій, плазунів, безхребетних тварин, найпростіших, бактерій, вірусів, грибів. Радіочутливість тварин на окремих етапах онтогенезу. Радіочутливість біоценозів, фітоценозів, агроценозів. Причини широкої варіабельності радіочутливості організмів: структурні і функціональні фактори. Порівняльна радіочутливість клітин на різних фазах розвитку. Закон (правило) Бергон'є і Трібондо. Репродуктивна та інтерфазна загибель клітин. Критичні тканини і органи рослин і тварин.

**Тема 7. Протирадіаційний біологічний захист і радіосенсибілізація.** Явища антагонізму і синергізму в разі спільної дії на живі організми іонізуючих випромінювань та інших факторів. Поняття модифікації радіаційного ураження організму. Протирадіаційний біологічний захист і сенсибілізація радіаційного ураження. Фізичні радіозахисні і радіосенсибілізуючі фактори: склад атмосфери, температура, вологість, світло та інші. Кисневий ефект. Кількісна характеристика кисневого ефекту – коефіцієнт кисневого посилення ( $K_{КП}$ ). Хімічні радіозахисні речовини і радіосенсибілізатори. Визначення понять радіопротекторів, радіоблокаторів і радіодекорпорантів. Основні вимоги до характеристики радіозахисних речовин. Фактор зміни дози (ФЗД) і його визначення. Основні класи радіопротекторів. Природні радіопротектори. Нативні радіопротектори клітин. Радіопротектори пролонгованої дії. Механізми дії радіопротекторів: індукція гіпоксивного стану, «перехоплювання» вільнорадикальних станів, утворення змішаних дисульфідів, гіпотеза «біохімічного шоку». Хімічні радіосенсибілізуючі речовини. Механізми дії радіосенсибілізаторів.

**Тема 8. Післярадіаційне відновлення рослин і тварин.** Поняття післярадіаційного відновлення. Основні шляхи післярадіаційного відновлення: репарація, репопуляція, регенерація та компенсаторне відновлення. Репарація ДНК та інших молекул і структур клітини. Сублетальні та потенційно летальні пошкодження ДНК, їх репарація. Фотореактивація. Темнова репарація. Пострепликативна репарація. SOS-репарація. Самозбирання надмолекулярних асоціатів. Репарація мембранної системи клітини. Відновлення хромосом. Гетерогенність клітин критичних тканин та органів рослин і тварин. Радіочутливість клітин у різні фази клітинного циклу. Стан клітинного спокою. Роль радіостійких клітин та клітин поза циклом у формуванні резервів репопуляційного відновлення. Тканини і органи у стані спокою. Центри регенерації. Роль апікального домінування рослин у їх регенераційному відновленні. Післярадіаційне відновлення лісів. Тимчасове прискорення поділу клітин критичних тканин та органів як первинна реакція на радіаційне ушкодження. Дедиференціація клітин як окремий шлях їх післярадіаційного відновлення. Можливості управління процесами післярадіаційного відновлення.

**Тема 9. Атмосфера і ґрунт як вихідні ланки міграції радіонуклідів у природному середовищі.** Загальні шляхи міграції радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища і сільського господарства. Трофічний або харчовий ланцюжок. Джерела

надходження радіоактивних речовин в атмосферу. Фактори міграції радіоактивних речовин в атмосфері: висота викиду, рух повітря, гравітація і атмосферні опади. Шляхи надходження радіонуклідів у ґрунт. Типи випадання радіонуклідів: локальні, тропосферні і стратосферні; сухі і мокрі. Сорбція радіонуклідів різними типами ґрунтів. Роль фізико-хімічних властивостей радіонуклідів у їх міграції в ґрунті. Вплив агрохімічних властивостей ґрунту на процеси міграції. Вертикальна і горизонтальна міграція. Конвективне перенесення, дифузія, перенесення кореневими системами рослин. Вплив погодно-кліматичних умов на міграцію радіонуклідів у ґрунті. Вітровий підйом ґрунту, його види.

**Тема 10. Надходження радіонуклідів з ґрунту в рослини та організми тварин, особливості біологічної дії інкорпорованих радіонуклідів.** Шляхи надходження радіонуклідів у рослини: позакореневе (аеральне) і кореневе. Кількісні показники накопичення радіонуклідів рослинами: коефіцієнт накопичення ( $K_H$ ), коефіцієнт переходу ( $K_P$ ). Радіоактивні викиди в атмосферу як головне джерело позакореневого надходження радіонуклідів у рослини. Специфіка позакореневого надходження радіонуклідів з твердих аерозолей. Надходження розчинних радіонуклідів у рослини з повітря. Вітровий і дощовий підйом радіонуклідів з поверхні ґрунту як джерело вторинного забруднення рослин. Вплив біологічних особливостей рослин і погодних умов на позакореневе надходження радіонуклідів у рослини. Вплив фізико-хімічних властивостей радіонуклідів на їх перехід з ґрунту в рослини через корені. Вплив властивостей ґрунту на кореневе надходження радіонуклідів у рослини: механічного складу, мінеральної частки, органічних речовин, кислотності, карбонатності, вологості, розподілу радіонуклідів за профілем ґрунту. Роль біологічних особливостей сільськогосподарських рослин, фази їх розвитку і фізіологічного стану у нагромадженні радіонуклідів. Вплив прийомів агротехніки на надходження радіонуклідів у рослини через корені. Специфіка надходження в сільськогосподарські рослини окремих радіонуклідів. Особливості міграції радіонуклідів у лісових біогеоценозах. Шляхи надходження радіонуклідів в організм тварин: пероральний (через шлунково-кишковий тракт), інгаляційний (через органи дихання) і перкутальний (через шкіру і ранову поверхню). Кількісні показники накопичення радіонуклідів в організмі тварин: коефіцієнт накопичення ( $K_H$ ), коефіцієнт всмоктування ( $K_B$ ), період напіввиведення радіонуклідів ( $T_{1/2}$ ). Метаболізм радіонуклідів в організмі сільськогосподарських тварин. Всмоктування радіонуклідів у шлунково-кишковому тракті: швидкість і місця всмоктування, роль фізико-хімічних властивостей радіонуклідів і форм їх сполук, роль виду і віку тварин. Специфіка накопичення радіонуклідів в організмі тварин у випадку тривалого надходження. Основні шляхи виведення радіонуклідів з організму тварин. Визначення поняття інкорпорованих радіонуклідів. Особливості дії інкорпорованих радіонуклідів на організм. Радіобіологічні ефекти за дії інкорпорованих радіонуклідів на рослини і організм тварин. Особливості біологічної дії гарячих частинок. Дозиметрія інкорпорованих радіонуклідів. Прогнозування надходження радіоактивних речовин у сільськогосподарські рослини і в організм сільськогосподарських тварин. Підходи до нормування надходження і накопичення радіонуклідів у сільськогосподарських рослинах й організмі сільськогосподарських тварин.

**Тема 11. Заходи зменшення надходження радіонуклідів у продукцію рослинництва і тваринництва.** Основні принципи застосування прийомів із зменшення переходу радіонуклідів з ґрунту в сільськогосподарські рослини. Загальноприйняті і спеціальні прийоми обробітку ґрунту, які зменшують надходження радіонуклідів у рослини: звичайні культивування і оранка, глибока оранка плантажним плугом, зняття верхнього шару ґрунту, засипання забрудненого шару чистим ґрунтом. Агрохімічні засоби зменшення надходження радіонуклідів у рослини: вапнування та гіпсування, застосування збільшених норм фосфорних і калійних добрив, використання мікроелементів, органічних добрив. Підбір сільськогосподарських культур як захід зменшення вмісту радіонуклідів у рослинах. Управління режимом зрошення – ефективна міра зниження надходження радіонуклідів у сільськогосподарські культури. Застосування спеціальних хімічних речовин та сполук для зменшення накопичення радіонуклідів у рослинах. Фітодезактивація ґрунтів. Меліорація забруднених радіонуклідами луків і пасовиськ як засіб зменшення вмісту радіонуклідів у кормах. Радіометричний контроль

кормів і продукції тваринництва. Вплив зміни режиму годівлі і складу раціонів, вмісту в раціоні лужноземельних елементів та інших факторів на перехід радіонуклідів з кормів у молоко, м'ясо, яйця та іншу продукцію тваринництва. Включення до раціонів мінеральних добавок і препаратів, що перешкоджають переходу радіонуклідів з кормів до організму тварин та прискорюють їх виведення. Радіоблокатори і радіодекорпоранти. Організаційні заходи.

**Тема 12. Очищення продукції рослинництва і тваринництва від радіонуклідів шляхом технологічних переробок.** Промивання і зневоднення продукції рослинництва і тваринництва як основа її очищення від радіонуклідів. Очищення продукції рослинництва від радіонуклідів: промивання в разі зовнішнього забруднення, одержання олій, вилучення вуглеводів, одержання спирту, кормового і харчового білка, очищення зерна, вилучення фармакологічних, біологічно активних та інших сполук, кулінарна обробка. Очищення продукції тваринництва від радіонуклідів: переробка молока, промивання молочних продуктів, очищення молока за допомогою іонообмінних сполук та електродіалізу, кулінарна обробка м'яса, сала та інших продуктів. Коефіцієнт очищення продукції.

### **Змістовий модуль 3. Іонізуюче випромінювання на службі у людини**

**Тема 13. Використання іонізуючих випромінювань в агропромисловому виробництві та харчовій промисловості.** Визначення поняття радіаційно-біологічної технології. Порівняльні масштаби використання іонізуючих випромінювань у світовому господарстві і в Україні. Радіаційна техніка. Шляхи використання іонізуючих випромінювань у рослинництві: передпосівне опромінення насіння та передсадивне опромінення органів вегетативного розмноження і розсади у стимулюючих дозах для прискорення росту, розвитку і збільшення продуктивності рослин; опромінення насіння і рослин для одержання нових сортів; радіаційна біотехнологія подолання несумісності тканин і стимуляції зростання за вегетативних щеплень рослин; радіаційні біотехнології боротьби з комахами-шкідниками сільськогосподарських рослин; радіаційна технологія поліпшення якості лікарських рослин; радіаційні технології подовження строків зберігання продукції рослинництва і плодівництва, запобігання проростання бульб, коренеплодів і цибулин; радіаційна пастеризація і консервація. Шляхи використання іонізуючих випромінювань у тваринництві: опромінення курячих яєць і молоді тварин у стимулюючих дозах з метою прискорення росту і розвитку тварин; радіаційна дезінсекція продукції тваринництва і стерилізація комах – рознощиків хвороб тварин і людини; радіаційне знезараження продукції тваринництва; радіаційне знезараження стічних вод тваринницьких комплексів; радіаційне консервування кормів і поліпшення їх якості; радіаційна стерилізація інструментарію і матеріалів у ветеринарній медицині; радіаційна пастеризація і консервація продукції тваринництва.

**Тема 14. Метод ізотопних індикаторів у дослідженнях в галузі сільськогосподарської біології та екології.** Визначення поняття ізотопних індикаторів або мічених атомів. Сутність методу ізотопних індикаторів. Радіоактивні і стабільні ізотопи. Ізотопи, що застосовуються в біологічних дослідженнях. Способи отримання мічених сполук. Основні шляхи застосування методу ізотопних індикаторів: дослідження транспорту, розподілу та перетворень окремих сполук в організмі; вивчення ролі окремих речовин у метаболізмі; міграція речовин в екосистемі чи окремих її ланках; міграція окремих видів тварин у різних середовищах існування; визначення чисельності окремих видів мігруючих тварин у певних ареалах. Сутність методу радіоавтографії. Переваги методу радіоавтографії порівняно з іншими способами радіоізотопного аналізу. Етапи радіоавтографічного аналізу. Особливості макрорадіоавтографії і мікрорадіоавтографії. Особливості застосування стабільних ізотопів. Мас-спектрометрія. Застосування стабільного ізотопу N<sup>15</sup> для вивчення метаболізму азотних сполук в організмі та кругообігу азоту в біосфері.

### **Змістовий модуль 4. Радіаційна безпека та радіаційна гігієна.**

**Тема 15. Основи радіаційної безпеки та радіаційної гігієни.** Принципи нормування радіаційного впливу. Категорії осіб, що опромінюються іонізуючою радіацією. Дозові межі



зовнішнього опромінення іонізуючою радіацією та допустимі рівні внутрішнього опромінення. Допустимі рівні (ДР) та тимчасово допустимі рівні (ТДР) вмісту радіоактивних речовин в продуктах харчування. Контрольні рівні вмісту радіоактивних речовин в продукції сільського господарства. Принципи радіаційної безпеки. Радіаційно-гігієнічні регламенти. Основні принципи захисту під час роботи із закритими та відкритими джерелами іонізуючих випромінювань. Основні правила безпеки під час проживання на забруднених радіонуклідами територіях. Гігієна праці під час проведення робіт на забруднених радіоактивними речовинами сільськогосподарських та лісгосподарських угіддях. Організаційні, санітарно-технічні та лікувально-профілактичні заходи, що зменшують імовірність радіаційного ураження людини.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		го	л	п	ла	ін		с.р.	го	л	п	ла
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1.</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Радіобіологія як наука</b>												
Тема 1. Вступ до радіобіології	4	2		2								
Тема 2. Радіоактивність, типи іонізуючих випромінювань та їх дозиметрія	4	2		2								
Тема 3. Джерела іонізуючих випромінювань на Землі	6			2		4						
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>14</b>	<b>4</b>		<b>6</b>		<b>4</b>						
<b>Змістовий модуль 2. Біологічна дія іонізуючого випромінювання на живі об'єкти</b>												
Тема 4. Фізичні та фізико-хімічні основи взаємодії іонізуючих випромінювань з речовинами клітин живих організмів	6			2		4						
Тема 5. Радіобіологічні ефекти	8	2		2		4						
Тема 6. Радіочутливість органів і тканин	4	2		2								
Тема 7. Протирадіаційний біологічний захист і радіосенсибілізація	6			2		4						
Тема 8. Післярадіаційне відновлення живих організмів	4	2		2		-						
Тема 9. Атмосфера і ґрунт як вихідні ланки міграції радіонуклідів у природному середовищі	6			2		4						
Тема 10. Надходження	6			2		4						

радіонуклідів з ґрунту в рослини та організми тварин, особливості біологічної дії інкорпорованих радіонуклідів												
<b>Тема 11.</b> Заходи зменшення надходження радіонуклідів у продукцію рослинництва і тваринництва	<b>6</b>			<b>2</b>		<b>4</b>						
<b>Тема 12.</b> Очищення продукції рослинництва і тваринництва від радіонуклідів шляхом технологічних переробок	<b>6</b>			<b>2</b>		<b>4</b>						
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>52</b>	<b>6</b>		<b>18</b>		<b>28</b>						
<b>Усього годин</b>	<b>66</b>	<b>10</b>		<b>24</b>		<b>32</b>						
<b>Модуль 2 .</b>												
<b>Змістовий модуль 3. Іонізуюче випромінювання на службі у людини</b>												
<b>Тема 13.</b> Використання іонізуючих випромінювань в агропромисловому виробництві та харчовій промисловості	<b>3</b>	<b>1</b>		<b>2</b>								
<b>Тема 14.</b> Метод ізотопних індикаторів у дослідженнях в галузі сільськогосподарської біології та екології	<b>3</b>	<b>1</b>		<b>2</b>								
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>		<b>4</b>								
<b>Змістовий модуль 4. Радіаційна безпека та радіаційна гігієна</b>												
<b>Тема 15.</b> Основи радіаційної безпеки та радіаційної гігієни	<b>8</b>	<b>2</b>		<b>2</b>		<b>4</b>						
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>		<b>2</b>		<b>4</b>						
<b>Усього</b>	<b>14</b>	<b>4</b>		<b>6</b>		<b>4</b>						
<b>Усього годин</b>	<b>80</b>	<b>14</b>		<b>30</b>		<b>36</b>						
<b>ІНДЗ</b>	<b>15</b>					<b>15</b>						
<b>Усього годин</b>	<b>105</b>	<b>14</b>		<b>30</b>	<b>15</b>	<b>46</b>						

#### 5. Теми та план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<b>Тема 1. Вступ до радіобіології</b> 1. Радіобіологія як предмет 2. Історія відкриття радіації 3. Етапи розвитку радіобіології	2
2	<b>Тема 2. Радіоактивність, типи іонізуючих випромінювань та їх дозиметрія</b> 1. Характеристика атомного ядра 2. Типи ядерних перетворень 3. Закон радіоактивного розпаду	2

	4. Природа іонізуючих випромінювань 5. Природний і антропогенний радіаційний фон	
3	<b>Тема 3. Радіобіологічні ефекти.</b> 1. Поняття радіобіологічного ефекту. Класифікація радіобіологічних ефектів. 2. Соматичні і генетичні радіобіологічні ефекти. 3. Радіаційна стимуляція у рослин. 4. Радіаційна стимуляція у тварин.	2
4	<b>Тема 4. Радіочутливість рослин, тварин та інших організмів</b> 1. Поняття радіочутливості та радіостійкості організмів. 2. Механізми радіоембріологічного ефекту і оцінка його наслідків. 3. Радіочутливість рослин. 4. Радіочутливість тварин.	2
5	<b>Тема 5. Післярадіаційне відновлення живих організмів</b> 1. Поняття післярадіаційного відновлення. 2. Кінетика відновлення організму після тотального опромінення. 3. Фазна зміна радіорезистентності організму в ранньому пострадіаційному періоді.	2
6	<b>Тема 6. Використання іонізуючих випромінювань в агропромисловому виробництві та харчовій промисловості. Метод ізотопних індикаторів у дослідженнях в галузі біології та екології</b> 1. Методи радіаційної стимуляції. 2. Радіаційна технологія зберігання сільськогосподарської продукції. 3. Радіаційні методи боротьби з комахами – шкідниками. 4. Методи радіаційної селекції. 5. Радіоіндикаційний метод. 6. Радіоавтографія. 7. Використання радіоактивних ізотопів для діагностики і лікування тварин.	2
7	<b>Тема 7. Основи радіаційної безпеки та радіаційної гігієни.</b> 1. Регламентация дії іонізуючих випромінювань на населення. 2. Встановлення контрольних рівнів вмісту радіонуклідів. 3. Контрольні рівні вмісту радіонуклідів в продуктах харчування. 4. Вимоги норм радіаційної безпеки в Україні. 5. Поділ забрудненої території України на радіоекологічні зони. 6. Методи виявлення і реєстрації іонізуючих випромінювань. 7. Класифікація приладів радіаційного контролю. 8. Порядок оцінки радіоактивного забруднення. 9. Служби радіаційного контролю. Організація радіаційного контролю в Сумській області.	2
	<b>Разом</b>	<b>14</b>

#### 6. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
-------	------------	-----------------

1	Радіобіологія як наука	2
2	Біологічна дія іонізуючого випромінювання на живі об'єкти	2
3	Іонізуюче випромінювання на службі у людини	2
	<b>Разом</b>	<b>6</b>

### 7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аварія на ЧАЕС та її наслідки	2
2	Променева хвороба людини	2
3	Прилади дозиметричного контролю	2
	<b>Разом</b>	<b>6</b>

### 8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Відбір проб води та її радіометрія	2
2	Обстеження територій та складання карт радіоактивного забруднення	4
3	Відбір проб зерна та їх радіометрія.	2
4	Відбір проб продуктів харчування та їх радіометрія	2
5	Відбір проб ґрунту та його радіометрія	2
6	Відбір проб рослин та їх радіометрія	2
7	Вплив різних доз опромінення насіння сільськогосподарських рослин на проростання та ріст проростків	2
8	Радіометрія сучасних будівельних матеріалів	2
	<b>Разом</b>	<b>18</b>

### 9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Джерела іонізуючих випромінювань на Землі.	4
2	Фізичні та фізико-хімічні основи взаємодії іонізуючих випромінювань з речовинами клітин живих організмів	4
3	Радіобіологічні ефекти. Канцерогенна дія випромінювань.	4
4	Протирадіаційний біологічний захист і радіо сенсibilізація	4
5	Атмосфера і ґрунт як вихідні ланки міграції радіонуклідів у природному середовищі	4
6	Надходження радіонуклідів з ґрунту в рослини та організми тварин, особливості біологічної дії інкорпорованих радіонуклідів	4
7	Заходи зменшення надходження радіонуклідів у продукцію рослинництва і тваринництва	4
8	Очищення продукції рослинництва і тваринництва від радіонуклідів шляхом технологічних переробок	4
9	Основи радіаційної безпеки та радіаційної гігієни Основні правила безпеки під час проживання на забруднених радіонуклідами територіях.	4
10	ІНДЗ	15
	<b>Разом</b>	<b>46</b>

### 10. Індивідуальні завдання

#### 1. Підготовка рефератів:

- 1.1. Радіоактивність і радіоактивні елементи як загальна властивість матерії.
- 1.2. Зміна параметрів радіоактивності середовища за історичний період нашої ери.
- 1.3. Історія створення і випробування ядерної зброї.

- 1.4. Наслідки випробувань ядерної зброї для біосфери.
- 1.5. Аналіз основних переваг і недоліків ядерної енергетики. «За» і «Проти» атомної енергетики.
- 1.6. Радіоактивність атмосфери.
- 1.7. Радіоактивність води.
- 1.8. Радіоактивність ґрунтів.
- 1.9. Радіоактивність мінералів.

### 2. Підготовка презентацій:

- 2.1. Атомна енергетика - як альтернативне джерело енергії для людства.
- 2.2. Паління і радіоактивність.
- 2.3. Апаратура і методи виміру параметрів радіоактивності середовища.
- 2.4. Радіоактивність продуктів харчування.
- 2.5. Радіація і життя.
- 2.6. Радіоекологічні проблеми України.
- 2.7. Радіоекологічні проблеми Сумської області.

### 3. Дослідження:

- 3.1. Відбір проб води з місця проживання студента та її радіометрія.

## 11. Методи навчання

**Словесні:** розповідь, пояснення, бесіда, лекція, інструктаж, робота з книгою.

**Наочні:** демонстрація, ілюстрація, спостереження.

**Практичні:** практична робота, вправа.

## 12. Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання ЄКТС
2. Проведення проміжного контролю протягом семестру (проміжна атестація)
3. Полікритеріальна оцінка поточної роботи студентів:
  - рівень знань, продемонстрований на лабораторних, практичних та семінарських заняттях;
  - активність під час обговорення питань, що винесені на заняття;
  - результати виконання та захисту лабораторних робіт;
  - самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань;
  - виконання аналітично-розрахункових завдань;
  - письмові завдання при проведенні контрольних робіт;
  - написання рефератів;
  - результати тестування.
4. Пряме врахування у підсумковій оцінці виконання студентом певного індивідуального завдання.

## 13. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота															СРС	Разом за модулі та СРС	Атестація	Підсумковий тест - екзамен	Сума
Модуль 1 – 20 балів										Модуль 2 - 20 балів									
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2							Зм. мод. 3	Зм. мод. 4								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15					
2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	6	6	8	15	55 (40+ 15)	15	30	100

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
75-81	<b>C</b>		
69-74	<b>D</b>	задовільно	
60-68	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

**14. Методичне забезпечення**

- Коровякова Т.О. Радіобіологія та радіоекологія. Методичні вказівки для проведення лабораторно-практичних робіт для студентів 2 курсу факультету агротехнологій та природокористування, напряму підготовки: 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища збалансоване природокористування», освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», денної форми навчання – Суми: Сумський національний аграрний університет, 2013. – 57 с.
- Коровякова Т.О. Радіобіологія та радіоекологія. Навчальний посібник для студентів 2 курсу факультету агротехнологій та природокористування, напряму підготовки: 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища збалансоване природокористування», освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», денної форми навчання – Суми: Сумський національний аграрний університет, 2015. –189 с.
- Абрамов А.А., Бадун Г.А. Методическое руководство к курсу «Основы радиохимии и радиоэкологии». Баку: Филиал Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, 2011. – 140 с.
- Руководство к практическим занятиям по общей и медицинской радиобиологии: учебное пособие / Р. С. Домникова, М.Г. Скороходова, И.О. Наследникова; под ред. В.В. Новицкого. – Томск: 2011. – 140 с.

**15. Рекомендована література****Базова**

- Белов А.Д., Киршин В.А. и др. Радиобиология. – М.: Колос, 1999. - 384с.
- Васькін Р.А. Конспект лекцій з дисципліни „Радіоекологія” – Суми: Сумський державний університет, 2010. – 115 с.
- Кулиев С.И., Радевич А.Г. Радиобиология: Учебно-методический комплекс / С.И. Кулиев, А.Г. Радевич. – Витебск: Издательство УО «ВГУ им П.М. Машерова», 2006. – 196 с.
- Окада Ш. Радиационная биохимия клетки : Пер. с англ.. – Медицина, 1989. – 256с.
- Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии: учебное пособие. - Томск: STT, 2009. – 430 с.
- Тепляков Б.И. Основы сельскохозяйственной радиоэкологии: курс лекций /– Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т., 2010. – 146 с.
- Ярмоненко С.П., Вайсон А.А. Радиобиология человека и животных: учеб. пособие . - М.:Высш школа, 2004. – 549с.

### Допоміжна

1. Джон Гофман. Чернобыльская авария: радиационные последствия для настоящего и будущих поколений (пер. с англ.). – Минск: Высш школа, 1994. – 574с.
2. Давыдов М.Г., Бураева Е.А., Зорина Л.В. Радиоэкология: учебник ://library.sau.sumy.ua/
3. Ильинских Н.Н., Адам А.М., Новицкий В.В. и др. Мутагенные последствия радиационного загрязнения Сибири. Томск,1995.
4. Козлов Ю.А., Новицкий В.В., Байков А.Н. Радионуклиды в медико-биологических исследованиях. – Томск: Изд-во ТГУ,1994. – 353с.
5. Королук Й, Цыб А. Беседы о ядерной медицине. – М.:Молодая гвардия, 1988. – 191с.
6. Кузин А.М. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии. – Наука, 1995. – 158с.
7. Матюхин В.А., Разумов А.Н. Экологическая физиология и радиационный фактор. – М.: Медицина,2003. – 650с.
8. Медицинские последствия Чернобыльской аварии (научный отчет). – ВОЗ, Женева, 1996. – 560с.
9. Москалев Ю.И. Отдаленные последствия ионизирующих излучений. – М.: Медицина, 1991. – 464с.
10. Рихванов Л.П. Региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд-во ТПУ,1997. – 384с
11. Старков В.Д., Мигунов В.И. Радиационная экология. – Тюмень: ФГУ ИПП «Тюмень»,2003. – 304с.

### 16. Інформаційні ресурси

1. <http://pidruchniki.com.ua/>
2. <http://www.mirknig.com/>
3. <http://www.usgs.gov/>
4. <http://www.quarta-rad.ru>
5. <http://www.seu.ru/programs/atomsafe/>
6. <http://library.sau.sumy.ua/>