

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет біології та лісового господарства
Кафедра фізіології людини і тварин

СИЛАБУС
вибіркового освітнього компонента

РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

підготовки бакалавра

Луцьк - 2025

Силабус вибіркового освітнього компонента Радіаційна безпека біологічних систем

Розробник: Журавльов Олександр Анатолійович, кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології людини і тварин

Погоджено:

Гарант освітньо-професійної програми:

Шепелюк М.О.

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри фізіології людини і тварин

Протокол № 1 від 28. 08. 2025 р.

Завідувач кафедри:

Качинська Т.В.

© Журавльов О., 2025

I. Опис освітнього компонента

| Найменування показників | Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень | Характеристика освітнього компонента |
|--|--|--------------------------------------|
| Денна форма здобуття освіти | Галузь знань: Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина Спеціальність: Н4 Лісове господарство Освітньо-професійна програма «Лісове господарство» Освітній рівень: перший (бакалаврський) | Вибірковий |
| Кількість годин/кредитів: 150/5 | | Рік навчання – 2-й |
| | | Семестр – 4-ий |
| ІНДЗ: немає | | Лекції – 10 год. |
| | | Практичні – 20 год |
| | | Самостійна робота – 110 год |
| | | Консультації – 10 год |
| | | Форма контролю: залік |
| Мова навчання: українська | | |

II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові: Журавльов Олександр Анатолійович

Науковий ступінь: кандидат біологічних наук

Вчене звання: доцент

Посада: доцент кафедри фізіології людини і тварин

Контактна інформація: 0504387290, Zhuravlov.Oleksandr@vnu.edu.ua

Розклад занять розміщено на <https://ps.vnu.edu.ua/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

1. Анотація.

Освітній компонент «Радіаційна безпека біологічних систем» спрямований на формування у здобувачів вищої освіти системного та міждисциплінарного розуміння фізичних, біологічних і екологічних основ дії іонізуючого випромінювання на живі організми, а також принципів забезпечення радіаційної безпеки в біологічних, лісгосподарських та природоохоронних дослідженнях і практиці. Дисципліна інтегрує положення радіобіології, екології, біофізики, токсикології та охорони праці, розкриваючи механізми взаємодії випромінювання з біологічними структурами на молекулярному, клітинному, організмовому, популяційному та екосистемному рівнях.

У межах освітнього компонента розглядаються фізичні основи радіоактивності, типи іонізуючого випромінювання, їхні характеристики та джерела природного і техногенного походження. Значна увага приділяється радіобіологічним ефектам опромінення, зокрема первинним фізико-хімічним процесам, ушкодженням ДНК, порушенням клітинного циклу, мутагенезу, канцерогенезу та механізмам репарації.

Окремий блок присвячено впливу радіації на рослини, тварин і людину, з аналізом радіочутливості різних таксонів, особливостей формування адаптивних відповідей і стійкості біологічних систем. Розглядаються екологічні наслідки радіаційного забруднення, міграція радіонуклідів у ґрунтах, водних екосистемах, лісових біоценозах та трофічних ланцюгах.

Освітній компонент охоплює принципи нормування радіаційного навантаження, методи радіаційного моніторингу, дозиметрії та біоіндикації, а також організаційні, технічні й поведінкові

заходи забезпечення радіаційної безпеки в лабораторних і польових умовах. Акцент робиться на формуванні екологічно відповідального мислення та готовності застосовувати знання з радіаційної безпеки у професійній діяльності.

Зміст освітнього компонента орієнтований на поєднання теоретичних знань із розвитком практичних навичок аналізу радіаційних ризиків, інтерпретації результатів вимірювань та прийняття обґрунтованих рішень щодо мінімізації негативного впливу іонізуючого випромінювання на біологічні системи.

2. Мета і завдання освітнього компонента

Метою освітнього компонента «Радіаційна безпека біологічних систем» є формування у здобувачів вищої освіти цілісного уявлення про природу іонізуючого випромінювання, механізми його дії на живі організми та екосистеми, а також розвиток здатності застосовувати принципи радіаційної безпеки для оцінки ризиків і забезпечення захисту біологічних систем у професійній діяльності.

Основними завданнями освітнього компонента є:

- ознайомлення з фізичними та біологічними основами радіоактивності й іонізуючого випромінювання;
- формування уявлень про класифікацію джерел радіації та їхні характеристики;
- розкриття механізмів ушкоджувальної дії випромінювання на клітинному й молекулярному рівнях;
- аналіз впливу радіації на рослини, тварин і людину;
- вивчення екологічних наслідків радіаційного забруднення та міграції радіонуклідів у природних системах;
- ознайомлення з принципами дозиметрії, радіаційного моніторингу та біоіндикації;
- формування навичок оцінки радіаційних ризиків і застосування заходів захисту;
- розвиток умінь використовувати знання з радіаційної безпеки в біологічних і лісогосподарських дослідженнях;
- сприяння усвідомленню значення радіаційної безпеки для збереження біорізноманіття, здоров'я людини та сталого розвитку.

3. Результати навчання (компетентності)

Soft skills:

Системне, аналітичне та критичне мислення – здатність комплексно аналізувати ритмічну організацію біологічних процесів на різних рівнях організації живого, інтерпретувати експериментальні та літературні дані з хронобіології, виявляти причинно-наслідкові зв'язки між механізмами формування біологічних ритмів, факторами середовища та адаптивними реакціями організмів, аргументовано обґрунтовувати наукові висновки;

Комунікативні навички – готовність до професійної взаємодії з викладачами, здобувачами освіти та фахівцями біологічного й медико-біологічного профілю, уміння чітко й коректно представляти результати навчальних і дослідницьких робіт з проблематики біологічних ритмів, брати участь у наукових дискусіях та міждисциплінарному обговоренні;

Навички командної роботи – здатність ефективно працювати у малих групах під час виконання практичних, лабораторних і навчально-дослідних завдань, пов'язаних з аналізом ритмічних процесів, координувати спільну діяльність і досягати узгоджених рішень;

Лідерство та відповідальність – уміння ініціювати навчальні та наукові мініпроекти з хронобіології, організувати роботу групи, брати відповідальність за якість виконання завдань і достовірність отриманих результатів;

Креативність, ініціативність та інноваційність – здатність пропонувати нестандартні підходи до аналізу біологічних ритмів, використовувати сучасні методи досліджень і цифрові інструменти для візуалізації та обробки даних;

Гнучкість і адаптивність – готовність швидко адаптуватися до змін освітніх умов, опанувати нові технології навчання та ефективно працювати в очному, дистанційному й змішаному форматах під час вивчення хронобіології.

4. Структура освітнього компонента

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | Форма контролю / бали |
|---|-----------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------------------|
| | Усього год | Лекції | Практ. | Самост. робота | Конс. | |
| Змістовий модуль 1. Радіоактивність. Основні поняття і терміни. | | | | | | |
| Тема 1. Вступ в радіобіологію. Визначення радіобіології як науки, її предмет та методи. | 14 | 1 | 2 | 10 | 1 | УО, Т / 5 б |
| Тема 2. Характеристика іонізуючих випромінювань (ІВ). Взаємодія ІВ з речовиною. | 14 | 1 | 2 | 10 | 1 | УО, Т, ВПЗ / 5 б |
| Тема 3. Фізичні параметри радіобіологічних процесів. | 14 | 1 | 2 | 10 | 1 | УО, Т, ДС / 5 б |
| Тема 4. Радіостійкість клітин та багатоклітинних організмів. | 14 | 1 | 2 | 10 | 1 | УО, Т, ВПЗ / 5 б |
| Контрольна робота 1 | | | | | | 30 |
| Разом за модулем 1 | 56 | 4 | 8 | 40 | 4 | 50 |
| Змістовий модуль 2. Системний рівень радіобіологічних процесів. | | | | | | |
| Тема 5. Загальна схема перетворень молекул при опроміненні. | 16 | 1 | 2 | 12 | 1 | УО, Т, РМГ / 5 б |
| Тема 6. Інтегративні радіобіологічні ефекти клітин та багатоклітинних систем. | 14 | 1 | 2 | 10 | 1 | УО, Т, РМГ / 5 б |
| Тема 7. Радіобіологічні аспекти радіоекології. | 16 | 1 | 2 | 12 | 1 | УО, Т, ВПЗ / 5 б |
| Тема 8. Проблема захисту від радіаційного ураження за умов радіонуклідного забруднення територій. | 18 | 1 | 2 | 14 | 1 | УО, Т, ВПЗ / 5 б |
| Тема 9. Радіаційна ситуація у лісах України та механізми лісокористування у радіаційно несприятливих умовах | 16 | 1 | 2 | 12 | 1 | УО, Т, ВПЗ / 5 б |
| Тема 10. Норми радіаційної безпеки | 14 | 1 | 2 | 10 | 1 | УО, Т / 5 б |
| Контрольна робота 2 | | | | | | 20 |
| Разом за модулем 2 | 94 | 6 | 12 | 70 | 6 | 50 |
| Усього годин/балів | 150 | 10 | 20 | 110 | 10 | 100 |

ДС – дискусія, ВПЗ – виконання практичних завдань, Т – тести, УО – усне опитування, РМГ – робота в малих групах, РЗ – розв’язання задач, МКР – модульна контрольна робота

5. Питання для самостійної роботи

- Поняття іонізуючого випромінювання та його місце в системі фізичних факторів довкілля.
- Основні типи іонізуючого випромінювання та їх фізичні характеристики.
- Природні й техногенні джерела радіації та їх внесок у радіаційний фон.
- Радіоактивність: види розпаду та їх біологічне значення.
- Поглинена, еквівалентна та ефективна дози: сутність і відмінності.
- Біологічні мішені дії іонізуючого випромінювання.
- Прямі та непрямі механізми ушкодження клітин при опроміненні.
- Радіоліз води та його роль у формуванні біологічних ефектів.
- Ушкодження ДНК: типи та наслідки для клітини.
- Механізми репарації ДНК після радіаційного ушкодження.
- Клітинні відповіді на опромінення: апоптоз, некроз, сенесценція.
- Радіочутливість клітин і тканин: фактори, що її визначають.
- Закономірності «доза–ефект» у радіобіології.
- Стохастичні та детерміністичні радіаційні ефекти.
- Мутагенний і канцерогенний вплив іонізуючого випромінювання.
- Вплив радіації на ембріональний і постембріональний розвиток.
- Особливості дії радіації на рослинні організми.
- Радіаційні ефекти у тварин та їх екологічні наслідки.
- Вплив радіаційного забруднення на лісові екосистеми.
- Міграція радіонуклідів у ґрунтах та ґрунтово-рослинних системах.
- Біоаккумуляція та біомагніфікація радіонуклідів у трофічних ланцюгах.
- Радіоекологічний моніторинг: завдання та основні підходи.
- Методи визначення радіоактивного забруднення об'єктів довкілля.
- Дозиметрія: принципи та засоби вимірювання іонізуючого випромінювання.
- Біоіндикація як метод оцінки радіаційного впливу.
- Нормування радіаційних доз та принципи радіаційного захисту.
- Поняття радіаційного ризику та методи його оцінки.
- Основні принципи ALARA в радіаційній безпеці.
- Засоби індивідуального та колективного захисту від радіації.
- Організація радіаційної безпеки в лабораторних умовах.
- Радіаційна безпека під час польових досліджень.
- Поведінкові заходи зменшення опромінення населення.
- Радіаційні аварії: класифікація та біологічні наслідки.
- Основи медико-біологічного захисту при радіаційному ураженні.
- Роль радіобіології в сучасних екологічних дослідженнях.
- Використання радіонуклідів у біології та лісовому господарстві.
- Етичні та соціальні аспекти проблеми радіаційної безпеки.
- Радіаційна безпека як складова сталого розвитку.
- Перспективи розвитку радіаційно-безпечних технологій.
- Значення радіаційної культури для фахівців-біологів і лісівників.

IV. Політика оцінювання

При вивченні освітнього компонента студент мусить дотримуватися таких правил:

1. Не запізнюватись на заняття; перед початком заняття вимикати звук засобів зв'язку.

2. Не пропускати заняття без поважної причини.
3. Здійснювати попередню підготовку до лекційних та практичних занять згідно з переліком рекомендованої літератури.
4. Згідно з календарним графіком навчального процесу здавати всі види контролю.
5. Брати активну участь у навчальному процесі.
6. Бути терпимими, відвертими і доброзичливими до однокурсників та викладачів, а також відкритими до конструктивної критики.

Поточний контроль здійснюється на кожному практичному занятті відповідно до його конкретних цілей. На всіх практичних заняттях застосовуються види стандартизованого контролю теоретичної підготовки та контроль засвоєння практичних навичок: виконання практичних завдань, вирішення задач, тестовий контроль, усне опитування, письмову відповідь на запитання викладача.

Студенти отримують оцінку за кожне практичне заняття, яка є комплексною та включає контроль теоретичної і практичної підготовки студента.

Самостійна робота студентів, яка передбачена в темі поряд з аудиторною роботою, оцінюється під час поточного контролю теми на відповідному занятті.

За кожен тему за виконання навчальних завдань може отримати максимум 5 балів, максимально за усі практичні заняття студент може отримати 50 балів.

По завершенні змістового модулю студент пише контрольну роботу у формі тестування. Максимальна кількість балів за 1 контрольну – 30 балів, за 2 контрольну – 20 балів.

Якщо сума підсумкових оцінок становить не менше 60 балів, то, за згодою студента, вона може бути зарахована як підсумкова оцінка з освітнього компонента.

Політика щодо дедлайнів та перескладання. Здобувач освіти може додатково скласти на консультаціях із викладачем ті теми, які він пропустив протягом семестру (з поважних причин), таким чином покращивши свій результат рівно на ту суму балів, яку було виділено на пропущені теми. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний). Повторне складання екзамену допускається не більше як два рази: один раз – викладачеві, другий – комісії, яку створює декан факультету.

Політика щодо академічної доброчесності. Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної освітньої (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації».

Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Списування під час контрольних та самостійних робіт, іспиту заборонені (зокрема, з використанням мобільних девайсів). Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки.

Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній та/або інформальній освіті, здійснюється на добровільній основі та передбачає підтвердження того, що здобувач досяг результатів навчання, передбачених ОПП, за якою він навчається. Визнанню можуть підлягати такі результати навчання, отримані в неформальній освіті, які за тематикою, обсягом вивчення та змістом відповідають як освітньому компоненту в цілому, так і його окремому розділу, темі (темам),

індивідуальному завданню, курсовій роботі (проекту), контрольній роботі тощо, які передбачені програмою (силабусом) освітнього компонента. Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній та/або інформальній освіті, відбувається в семестрі, що передує семестру початку вивчення освітнього компонента, або першого місяця від початку семестру, враховуючи ймовірність непідтвердження здобувачем результатів такого навчання (ПОЛОЖЕННЯ про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у ВНУ імені Лесі Українки).

Рекомендовані платформи для отримання результатів навчання у неформальній освіті: https://portal.phc.org.ua/uk/view_all_courses/, <https://apps.prometheus.org.ua/>, <https://www.coursera.org/>,

У разі переходу на дистанційну форму навчання викладання курсу відбувається на платформі MS Teams.

V. ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

Форма підсумкового контролю успішності навчання – залік. Оцінка за залік виставляється як сума всіх семестрових оцінювань у випадку, якщо здобувач освіти отримав більше 60 балів. Якщо здобувач освіти не набрав 60 балів або він не погоджується із отриманою оцінкою, то він має право повторно скласти залік викладачу або комісії. Загальна оцінка знань здійснюється під час заліку письмово.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЗАЛІКУ

1. Визначте радіобіологію як науку, її предмет і основні завдання.
2. Охарактеризуйте історичні етапи розвитку радіобіології.
3. Які основні методи використовуються в радіобіологічних дослідженнях?
4. Розкрийте значення радіобіології для біології та лісового господарства.
5. Які міждисциплінарні зв'язки має радіобіологія з іншими науками?
6. Поясніть роль радіобіології у забезпеченні радіаційної безпеки.
7. Охарактеризуйте основні види іонізуючого випромінювання.
8. У чому полягають відмінності між корпускулярним та електромагнітним випромінюванням?
9. Поясніть механізми взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною.
10. Що таке лінійна передача енергії (LET) та її біологічне значення?
11. Які фактори визначають ступінь біологічної дії випромінювання?
12. Охарактеризуйте природні та техногенні джерела іонізуючого випромінювання.
13. Поясніть поняття активності радіонукліда та одиниці її вимірювання.
14. Що таке поглинена, еквівалентна та ефективна дози?
15. У чому полягає різниця між детерміністичними та стохастичними ефектами?
16. Поясніть залежність «доза–ефект» у радіобіології.
17. Яке значення має потужність дози?
18. Поясніть поняття періоду напіврозпаду та його екологічне значення.
19. Що таке радіочутливість і радіостійкість?
20. Поясніть закон Бергоньє і Трибондо.
21. Які клітини організму є найбільш радіочутливими і чому?
22. Охарактеризуйте механізми репарації ДНК після опромінення.
23. Які фактори впливають на радіостійкість рослин?
24. У чому полягають особливості радіостійкості лісових екосистем?
25. Поясніть роль антиоксидантних систем у формуванні радіостійкості.
26. Які адаптивні реакції виникають у багатоклітинних організмів при хронічному опроміненні?

27. Охарактеризуйте поняття відносної біологічної ефективності (RBE).
28. Які особливості має дія малих доз радіації?
29. Поясніть поняття радіаційного гормезису.
30. Узагальніть основні фактори, що визначають індивідуальну радіочутливість організму.
31. Опишіть первинні фізико-хімічні процеси при опроміненні біомолекул.
32. Поясніть процес радіолізу води.
33. Які активні форми кисню утворюються при опроміненні?
34. Охарактеризуйте ушкодження білків і ліпідів під дією іонізуючого випромінювання.
35. Які типи ушкоджень ДНК виникають при опроміненні?
36. Поясніть роль вільнорадикальних реакцій у розвитку радіаційного ушкодження.
37. Охарактеризуйте клітинні відповіді на опромінення.
38. У чому полягають генетичні наслідки радіаційного впливу?
39. Поясніть механізми канцерогенезу, індукованого радіацією.
40. Які системні реакції організму виникають при гострому опроміненні?
41. Охарактеризуйте форми променевої хвороби.
42. Які віддалені наслідки хронічного опромінення?
43. Поясніть поняття радіоекології та її завдання.
44. Як відбувається міграція радіонуклідів у ґрунті?
45. Які чинники впливають на накопичення радіонуклідів у рослинах?
46. Поясніть процес біоаккумуляції та біомагніфікації.
47. Які радіонукліди є найбільш небезпечними для лісових екосистем?
48. Охарактеризуйте вплив радіаційного забруднення на біорізноманіття.
49. Сформулюйте основні принципи радіаційного захисту.
50. У чому полягає принцип ALARA?
51. Які методи індивідуального та колективного захисту застосовують у лісовому господарстві?
52. Поясніть заходи щодо зменшення внутрішнього опромінення.
53. Які дії передбачені у разі радіаційної аварії?
54. Охарактеризуйте сучасну радіаційну ситуацію у лісах України.
55. Які особливості міграції Cs-137 та Sr-90 у лісових екосистемах?
56. Які обмеження встановлюються щодо заготівлі деревини на забруднених територіях?
57. Які особливості використання недеревної продукції лісу в умовах радіонуклідного забруднення?
58. Поясніть механізми зниження радіонуклідного навантаження при веденні лісового господарства.
59. Охарактеризуйте основні положення норм радіаційної безпеки України.
60. Які допустимі рівні опромінення для населення та персоналу?

VI. Шкала оцінювання

| Оцінка в балах | Лінгвістична оцінка |
|----------------|--|
| 90–100 | Зараховано |
| 82–89 | |
| 75–81 | |
| 67–74 | |
| 60–66 | |
| 0–59 | Незараховано (необхідне перескладання) |

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

1. Гудков І. М., Віннічук М. М. Radiobiology & Radioecology (Основи радіобіології та радіоекології) : навч.-метод. підруч. / І. М. Гудков, М. М. Віннічук. Київ : НУБіП України, 2019. 320 с.
2. Ананьєва Т. В. Радіобіологія : підруч. / Т. В. Ананьєва. Дніпро : ДСАУ, 2022. 304 с.
3. Курбет Т. В., Мельник В. В. Радіаційна безпека : навч. посіб. / Т. В. Курбет, В. В. Мельник. Житомир : ЖДУ ім. І. Франка, 2021. 256 с.
4. Носовський А. В., Іваненко О. П., Петренко С. М. Comprehensive Radioecological Monitoring for Radioactively Contaminated Areas : моногр. / А. В. Носовський, О. П. Іваненко, С. М. Петренко. Київ : Академперіодика, 2022. 388 с.
5. Радіаційна та ядерна безпека : кол. моногр. / за ред. Б. С. Прістера. Київ : SSTC, 2020. 412 с.
6. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Біла книга цивільного захисту України 2021–2022 : наук. вид. / ДСНС України. Київ, 2023. 480 с.
7. Statkiewicz Sherer M. A., Visconti P. J., Ritenour E. R., Haynes K. W. Radiation Safety and Radiobiology in Medical Imaging : 10th ed. / M. A. Statkiewicz Sherer, P. J. Visconti, E. R. Ritenour, K. W. Haynes. Amsterdam : Elsevier Health Sciences, 2025. ISBN 9780443123535.
8. Statkiewicz Sherer M. A., Visconti P. J., Ritenour E. R., Haynes K. W. Radiation Protection in Medical Radiography : 9th ed. / M. A. Statkiewicz Sherer, P. J. Visconti, E. R. Ritenour, K. W. Haynes. St. Louis : Mosby, 2021. ISBN 9780323825030.
9. Johns H. E., Cunningham J. R. The Physics of Radiology / H. E. Johns, J. R. Cunningham. Springfield : Charles C Thomas, 2020. ISBN 9780398076050.
10. Podgoršak E. B. Radiation Physics for Medical Physicists / E. B. Podgoršak. Berlin : Springer, 2021. ISBN 9783030570134.