



РАДІОЕКОЛОГІЯ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНА БЕЗПЕКА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другій (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>18 Виробництво та технології</i>
Спеціальність	<i>183 Технології захисту навколишнього середовища</i>
Освітня програма	<i>Екоефективне повоєнне відновлення забруднених територій Сертифікатна програма: Екоаналітика наслідків бойових дій</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 рік навчання /весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (150 год.), аудиторні заняття 54 год., самостійна робота 96 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР/ Реферат</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: проф., д.т.н., проф.кафедри геоінженерії Ремез Наталя Сергіївна, nataly.remez@gmail.com, Практичні / Семінарські: проф., д.т.н., проф. кафедри геоінженерії Ремез Наталя Сергіївна, nataly.remez@gmail.com
Розміщення курсу	Доступний в Googleclassroom. Код доступу надається викладачем на першому занятті.

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

У зв'язку зі зростанням радіаційних аварій та радіаційним забрудненням довкілля у результаті військових дій виникає потреба в комплексній оцінці джерела енергії, його впливу на навколишнє середовище, здоров'я людини, рослинний і тваринний світ. Дуже гостро постала проблема радіаційного моніторингу для поліпшення контролю за середовищем, розробки методів і заходів стабілізації обстановки на забруднених радіонуклідами територіях і створення безпечних умов для життя й праці людини.

Навчальна дисципліна належить до циклу варіаційної підготовки

Предметом навчальної дисципліни є отримання теоретичних знань та практичних навичок щодо закономірностей хронічної дії ізотопів різних хімічних елементів, що є гама, бета- і альфа-випромінювачами, на прикладі різних організмів та природних угруповань та принципи електромагнітної безпеки навколишнього середовища.

Мета дисципліни – формування у майбутніх фахівців теоретичних знань та практичних навичок зі здатності застосування сучасних наукових знань з дії іонізуючих та електромагнітних випромінювань на живі організми, освоєння прикладних аспектів спеціальності, пов'язаних з радіаційною безпекою та регламентацією радіаційного фактору, а також практичне

застосування знань для вирішення прикладних та дослідницьких завдань

Програмні результати навчання.

Здатність оцінювати ступінь забруднення компонентів довкілля та прогнозувати вплив дій людини на довкілля.

Здатність розробляти рекомендації зі зменшення негативних впливів на довкілля або подолання їх наслідків.

Здатність розробляти та впроваджувати заходи з детоксикації забруднених територій.

Здатність розробляти рекомендації для мінімізації радіоактивного забруднення територій.

Здатність розробляти рекомендації для мінімізації електромагнітного забруднення територій.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити навчальної дисципліни: «Екологія», «Хімія», «Моніторинг довкілля», «Фізика», «Хімія навколишнього середовища».

Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Радіоекологія як наука.

Тема 2. Радіоактивність і одиниці її вимірювання.

Тема 3. Біологічна дія іонізуючих випромінювань.

Тема 4. Джерела опромінення біоти й людини іонізуючою радіацією.

Тема 5. Надходження радіонуклідів у зовнішнє середовище.

Тема 6. Міграція радіонуклідів у навколишньому середовищі.

Тема 7. Вплив радіонуклідів на рослини.

Тема 8. Надходження радіонуклідів в організм.

Тема 9. Радіобіологія тварин і людини.

Тема 10. Променева ураження тварин і людини.

Тема 11. Міграція радіонуклідів в агроєкосистемах.

Тема 12. Міграція радіонуклідів у деревну продукцію лісу.

Тема 13. Міграція радіонуклідів у гідроекосистемах.

Тема 14. Міграція радіонуклідів в урбоекосистемах.

Тема 15. Заходи радіоекологічного напрямку, які зменшують дозове навантаження.

Тема 16. Радіаційний моніторинг навколишнього середовища.

Тема 17. Електромагнітне випромінювання.

Тема 18. Взаємодія електромагнітного-випромінювання з речовиною.

3. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Клименко М.О., Клименко О.М., Клименко Л.В. Радіоекологія: підручник. – Рівне: НУВГП, 2020. – 304 с.
2. Шугуров О. О. Практикум з радіобіології: посібник / О. О. Шугуров, Т. В. Ананьєва. – Д.: ЛІРА, 2015. – 64 с.
3. Основи радіобіології та радіоекології. Лекції. / Сіренко А. Г. – ІваноФранківськ, 2023. - 364 с.
4. Герасимов О.І., Худинцев М.М., Кудашкіна Л.С. Фізичні основи електромагнітного забруднення навколишнього середовища: навчальний посібник. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2023.- 66 с.
5. Радіоекологія: підручник. В.П. Шапорєв, Ю.Г. Масікевич, В.Ф. Моїсєєв, та ін. – Чернівці: «Місто» АНТ, 2018. – 440 с.

Додаткова література

1. *Основи радіобіології та радіоекології. Лекції.* / Сіренко А. Г. – ІваноФранківськ, 2023. - 364 с.
2. *Кіцно В.О. Основи радіобіології та радіоекології: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів* / В. Кіцно, С. Поліщук, І. Гудков; Кабінет Міністрів України, Нац. аграрний ун-т України. - 2-е видання. - К. : Хай-Тек Прес, 2009. - 316 с.
3. *Бажинів О. В., М. М. Кравцов М. М.. Електромагнітна безпека транспортних засобів: монографія* / О. В. Бажинів, М. М. Кравцов. ; Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, 2021. – 133 с.
4. *Неведомська Є. О. Вплив мобільного телефону на здоров'я (огляд вітчизняних та зарубіжних досліджень)* // WORLD SCIENCE № 7(35), Vol.4, July 2018, с. 53-58.

Інформаційні ресурси

1. <http://www.uia.org.ua/Ukr/eighth.htm>
2. <https://ns-plus.com.ua/2021/05/21/elektromagnitni-polya-ta-vasha-bezpeka/>
3. <https://matrix-info.com/elektromagnitna-bezpeka-lyudyny/>
4. <https://ekosvit.kiev.ua/elektro-magnitna-bezpeka>
5. <https://nanomarket.ua/yak-zakhistitis-vid-elektromagnitnogo-viprominuvannya/>

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1-5]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу)
Лекція 1	Загальна радіобіологія та радіоекологія. Визначення радіоекології як науки. Об'єкт, предмет та завдання радіоекології. Етапи розвитку радіоекології. Література [1, с. 10-24], [3, с. 5-46]
Лекція 2	Радіоактивність і одиниці її вимірювання. Явище радіоактивності. Типи іонізуючих випромінювань. Одиниці вимірювань. Апаратура для дозиметричних і радіометричних досліджень. Література [1, с. 24-34], [2, с. 6-20]
Лекція 3	Біологічна дія іонізуючих випромінювань. Біологічна дія іонізуючих випромінювань. Теорія прямого і непрямого впливу іонізуючого випромінювання. Теорія прямої дії радіації. Теорія непрямої дії іонізуючих випромінювань. Література [1, с. 34-53]
Лекція 4	Джерела опромінення біоти й людини іонізуючою радіацією. Природні джерела опромінення. Космічні промені. Антропогенні зміни радіоактивного фону. Чорнобильська та Фукусімська катастрофи. Література [1, с. 53-81], [3, с. 46-74]

Лекція 5	<p>Надходження радіонуклідів у зовнішнє середовище.</p> <p>Шляхи надходження радіонуклідів у зовнішнє середовище. Загальні закономірності переміщення радіоактивних речовин у біосфері. Повітряний шлях надходження радіонуклідів.</p> <p>Література [1, с. 81-91]</p>
Лекція 6	<p>Міграція радіонуклідів у навколишньому середовищі.</p> <p>Шляхи міграції радіонуклідів. Токсикологія радіоактивних речовин. Основні фактори, що обумовлюють токсичність радіонуклідів. Фактори, що визначають ступінь біологічної дії радіоактивних ізотопів.</p> <p>Література [1, с. 97-114]</p>
Лекція 7	<p>Вплив радіонуклідів на рослини.</p> <p>Формування радіаційного синдрому у рослин. Радіочутливість організмів. Радіочутливість і радіостійкість різних типів рослинних угруповань.</p> <p>Література [1, с. 127-134]</p>
Лекція 8	<p>Надходження радіонуклідів в організм.</p> <p>Характеристика шляхів надходження радіонуклідів і їхніх сумішей в організм. Нагромадження радіонуклідів в органах і тканинах. Видалення радіонуклідів з організму.</p> <p>Література [1, стр.138 – 146]</p>
Лекція 9	<p>Радіобіологія тварин і людини</p> <p>Радіаційний синдром у ссавців. Кістково-мозковий синдром. Гастроінтестинальний синдром. Синдром центральної нервової системи.</p> <p>Література [1, с. 146 -154], [2, стр.20 – 27], [2, стр.226 – 243]</p>
Лекція 10	<p>Променеве ураження тварин і людини.</p> <p>Променева хвороба. Діагностика променевої хвороби у сільськогосподарських тварин. Профілактика променевої хвороби. Лікування променевої хвороби. Променеві опіки. Віддалені наслідки дії радіації.</p> <p>Література [1, с. 154-162]</p>
Лекція 11	<p>Міграція радіонуклідів в агроекосистемах.</p> <p>Особливості міграції радіонуклідів в агроекосистемах. Основні закономірності поглинання радіонуклідів у ґрунті. Значення мінералогічного та гранулометричного складу ґрунтів у сорбції радіонуклідів. Вплив агрохімічних властивостей ґрунту на рухливість радіонуклідів.</p> <p>Література (1, с.162-179)</p>

Лекція 12	<p>Міграція радіонуклідів у деревну продукцію лісу. Особливості просторового забруднення радіонуклідами території держлісфонду. Вертикальний розподіл у лісових ґрунтах основних типів умов місцезростання. Міграція радіонуклідів у різних типах ландшафтів. Міграція в основні лісоутворюючі породи. Розподіл в основних компонентах лісових ценозів. Накопичення радіонуклідів недеревній продукції лісів. Література [1, с. 179-218]; [6, с. 275-290]</p>
Лекція 13	<p>Міграція радіонуклідів у гідроекосистемах. Загальні властивості гідроекосистем. Розподіл радіонуклідів серед компонентів гідроекосистем. Радіоємність каскаду прісноводних волоймищ. Література [1, с. 218-222], [11]</p>
Лекція 14	<p>Міграція радіонуклідів в урбоекосистемах. Надходження радіонуклідів в урбоекосистеми. Розподіл і міграція радіонуклідів в урбоекосистемі. Література [1,с. 226-231]</p>
Лекція 15	<p>Заходи радіоекологічного напрямку, які зменшують дозове навантаження. Біологічний ефект іонізуючого опромінення. Основні чинники, що зумовлюють формування дозового навантаження для населення. Заходи зниження радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції. Дезактивація ґрунтів. Агротехнічні заходи. Агрохімічні та агро меліоративні заходи. Література [1, с. 231-258]</p>
Лекція 16	<p>Радіаційний моніторинг навколишнього середовища. Радіаційний моніторинг навколишнього середовища. Радіаційний моніторинг сфери агропромислового виробництва. Принципи організацій й структура радіаційного моніторингу агропромислового комплексу. Література [1, с. 258-270]</p>
Лекція 17	<p>Електромагнітне випромінювання Основні відомості про електромагнітне випромінювання. Характеристики електромагнітного випромінювання. Природні та штучні джерела електромагнітних випромінювань. Взаємодія електромагнітного випромінювання з речовиною. Поширення електромагнітних хвиль в середовищах. Хвилі на поверхні розділу двох діелектриків. Хвилі на поверхні розділу діелектрик – провідник. Література [1, с. 8-20], [5, с. 6-42]</p>
Лекція 18	<p>Взаємодія електромагнітного-випромінювання з речовиною Елементи навколишнього середовища як системи і об'єкти захисту. Елементи навколишнього середовища – повітря, вода, ґрунт, біологічні системи і засоби їх захисту. Селективність у виборі технологій захисту навколишнього середовища. Захисні екрани. Література [1, с. 20-28], [7, с. 7-117]</p>

Практичні заняття

№ з/п	Завдання, які виносяться на практичні заняття
Практичне заняття 1	<p>Радіоактивність і одиниці її вимірювання. Біологічна дія іонізуючих випромінювань.</p> <p>Явище радіоактивності. Типи іонізуючих випромінювань. Одиниці вимірювань. Апаратура для дозиметричних і радіометричних досліджень. Біологічна дія іонізуючих випромінювань. Теорія прямого і непрямого впливу іонізуючого випромінювання. Теорія прямої дії радіації. Теорія непрямой дії іонізуючих випромінювань.</p>
Практичне заняття 2	<p>Джерела опромінення біоти й людини іонізуючою радіацією.</p> <p>Природні джерела опромінення. Космічні промені. Антропогенні зміни радіоактивного фону. Чорнобильська та Фукусімська катастрофи. Шляхи надходження радіонуклідів у зовнішнє середовище. Загальні закономірності переміщення радіоактивних речовин у біосфері. Повітряний шлях надходження радіонуклідів.</p>
Практичне заняття 3	<p>Променеве ураження тварин і людини.</p> <p>Променева хвороба. Діагностика променевої хвороби у сільськогосподарських тварин. Профілактика променевої хвороби. Лікування променевої хвороби. Променеві опіки. Віддалені наслідки дії радіації.</p>
Практичне заняття 5	<p>Міграція радіонуклідів в екосистемах.</p> <p>Міграція радіонуклідів в агроекосистемах. Міграція радіонуклідів в агроекосистемах. Міграція радіонуклідів у гідроекосистемах. Міграція радіонуклідів в урбоекосистемах.</p>
Практичне заняття 6	<p>Заходи радіоекологічного напрямку, які зменшують дозове навантаження. Біологічний ефект іонізуючого опромінення. Основні чинники, що зумовлюють формування дозового навантаження для населення. Заходи зниження радіоактивного забруднення сільськогоспо-дарської продукції. Дезактивація ґрунтів. Радіаційний моніторинг навколишнього середовища.</p>
Практичне заняття 7	<p>Електромагнітне випромінювання</p> <p>Характеристики електромагнітного випромінювання. Природні та штучні джерела електромагнітних випромінювань. Взаємодія електромагнітного випромінювання з речовиною. Поширення електромагнітних хвиль в середовищах. Хвилі на поверхні розділу двох діелектриків. Хвилі на поверхні розділу діелектрик – провідник</p>
Практичне заняття 8	<p>Взаємодія електромагнітного випромінювання з речовиною</p> <p>Елементи навколишнього середовища як системи і об'єкти захисту. Елементи навколишнього середовища – повітря, вода, ґрунт, біологічні системи і засоби їх захисту. Селективність у виборі технологій захисту навколишнього середовища. Захисні екрани.</p>
Практичне заняття 9	<p>МКР</p>

5. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента передбачає:

підготовку до аудиторних занять – 52 години;

підготовку до МКР - 4 годин;

виконання реферату - 10 годин;

підготовку до екзамену – 30 годин.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom, а також відкрито курс «Радіоекологія та електромагнітна безпека» на платформі «Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом). Заняття згідно з розкладом проводяться за допомогою додатку Zoom (за умови дистанційного навчання). Силабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; тести, які потрібно виконати за кожною лекцією; варіанти залікової контрольної роботи розміщено на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Під час проходження курсу «Зміни клімату та декарбонізація промислового сектору» студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

За участь у Всеукраїнській олімпіаді (конкурсі наукових робіт) екологічного спрямування студенту нараховується 5 (I тур) або 10 (II тур) балів. За написання статті екологічного спрямування та її публікацію студенту нараховується 10 балів (видання, що входить до Scopus або Web of Science) або 8 балів (фахове видання України). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 4 бали. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

Дедлайни виконання кожного завдання зазначено у курсі «Радіоекологія та електромагнітна безпека» на платформі «Сікорський».

Усі без виключення студенти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагиату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: тести за лекціями (18 тестів × 1 бал = 18 балів), завдання в рамках практичного заняття (8 практичних занять × 4 бали = 32 бали), МКР (проводиться безпосередньо на практичному занятті, у присутності викладача, 4 бали), реферат - 16 балів.

Тест містить три запитання і декілька відповідей до кожного з них, одна з яких вірна. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,3 бали.

Завдання в рамках практичного заняття оцінюються в 4 бали за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 4 бали;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 3 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 2 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

МКР складається із тестових завдань двох рівнів складності. Перший рівень складності містить десять запитань, на кожне з яких пропонується декілька відповідей, лише одна правильна. Кожна правильна відповідь у рамках першого рівня оцінюється в 1 бал. Другий рівень складності передбачає розв'язок задачі і за результатами розв'язку вибір однієї правильної відповіді, задача оцінюється у 5 балів.

Для тих студентів, що не змогли виконати МКР вчасно, назначається окремий час в кінці семестру.

Реферат оцінюється в 16 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 16 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 12 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 10 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: екзамен. Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний рейтинг 36 балів, в тому числі виконана і зарахована МКР та реферат.

Студенти, які виконали всі умови допуску до екзамену та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Якщо сума балів менша за 60, але виконані умови допуску до семестрового контролю, студент виконує екзаменаційну роботу. Сума балів за екзаменаційну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у екзаменаційній роботі. Після виконання екзаменаційної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами екзаменаційної роботи. Якщо оцінка за екзаменаційну роботу менша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за рейтингом.

Екзаменаційна робота оцінюється у 100 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох теоретичних запитань з переліку, що наданий у додатку до силабусу, та задачі. Кожне теоретичне запитання оцінюється у 30 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 30 – 27 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 26 – 23 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 22 – 18 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Задача оцінюється у 40 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 40 – 36 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 35 – 30 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 29 – 24 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) складено

проф., д. т. н., проф. каф. геоінженерії РЕМЕЗ Наталею Сергіївною

Ухвалено кафедрою геоінженерії (протокол №10 від 19 січня 2024 року)

Погоджено Методичною радою університету (протокол №5 від 29 лютого 2024 року)

Перелік питань, які виносяться на екзамен

1. *Визначити радіоекологію як науку.*
2. *Визначити об'єкт, предмет та завдання радіоекології.*
3. *Проаналізувати етапи розвитку радіоекології.*
4. *Визначити явище радіоактивності.*
5. *Класифікувати типи іонізуючих випромінювань, одиниці вимірювань.*
6. *Проаналізувати апаратуру для дозиметричних і радіометричних досліджень.*
7. *Проаналізувати біологічну дію іонізуючих випромінювань.*
8. *Визначити теорію прямого і непрямого впливу іонізуючого випромінювання.*
9. *Визначити теорію прямої дії радіації.*
10. *Визначити теорію непрямої дії іонізуючих випромінювань.*
11. *Проаналізувати природні джерела опромінення.*
12. *Проаналізувати космічні промені.*
13. *Проаналізувати антропогенні зміни радіоактивного фону.*
14. *Проаналізувати Чорнобильську та Фукусімську катастрофи.*
15. *Проаналізувати шляхи надходження радіонуклідів у зовнішнє середовище.*
16. *Визначити загальні закономірності переміщення радіоактивних речовин у біосфері.*
17. *Проаналізувати повітряний шлях надходження радіонуклідів.*
18. *Проаналізувати формування радіаційного синдрому у рослин.*
19. *Визначити радіочутливість організмів.*
20. *Визначити радіочутливість і радіостійкість різних типів рослинних угруповань.*
21. *Класифікувати характеристики шляхів надходження радіонуклідів і їхніх сумішей в організм.*
22. *Проаналізувати нагромадження радіонуклідів в органах і тканинах.*
23. *Проаналізувати видалення радіонуклідів з організму.*
24. *Класифікувати радіаційний синдром у ссавців: кістково-мозковий синдром, гастроінтестинальний синдром, синдром центральної нервової системи.*
25. *Визначити променеву хворобу.*
26. *Проаналізувати діагностику променевої хвороби у сільськогосподарських тварин.*
27. *Проаналізувати профілактику променевої хвороби.*
28. *Проаналізувати лікування променевої хвороби.*
29. *Класифікувати променеві опіки.*
30. *Проаналізувати віддалені наслідки дії радіації.*
31. *Проаналізувати особливості міграції радіонуклідів в агроєкосистемах.*
32. *Класифікувати основні закономірності поглинання радіонуклідів у ґрунті.*
33. *Проаналізувати значення мінералогічного та гранулометричного складу ґрунтів у сорбції радіонуклідів.*
34. *Проаналізувати вплив агрохімічних властивостей ґрунту на рухливість радіонуклідів.*
35. *Визначити особливості просторового забруднення радіонуклідами території держлісфонду.*
36. *Класифікувати вертикальний розподіл у лісових ґрунтах основних типів умов місцезростання.*
37. *Визначити міграцію радіонуклідів у різних типах ландшафтів.*
38. *Визначити міграцію в основні лісоутворюючі породи.*
39. *Класифікувати розподіл в основних компонентах лісових ценозів.*
40. *Проаналізувати накопичення радіонуклідів недеревній продукції лісів.*
41. *Проаналізувати радіоактивне забруднення сіна.*

42. Проаналізувати радіоактивне забруднення деревних соків.
43. Проаналізувати радіоактивне забруднення їстівних грибів.
44. Проаналізувати радіоактивне забруднення дикорослих ягід .
45. Проаналізувати радіоактивне забруднення дикорослої лікарської сировини.
46. Проаналізувати радіоактивне забруднення у бджільництві.
47. Визначити зниження вмісту радіонуклідів у харчовій продукції лісу при переробці.
48. Класифікувати загальні властивості гідроекосистем.
49. Проаналізувати розподіл радіонуклідів серед компонентів гідроекосистем.
50. Проаналізувати радіємність каскаду прісноводних водоймищ.
51. Проаналізувати надходження радіонуклідів в урбоекосистеми.
52. Класифікувати розподіл і міграція радіонуклідів в урбоекосистемі.
53. Визначити біологічний ефект іонізуючого опромінення.
54. Класифікувати основні чинники, що зумовлюють формування дозового навантаження для населення.
55. Проаналізувати заходи зниження радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції.
56. Визначити дезактивацію ґрунтів.
57. Проаналізувати агротехнічні заходи.
58. Проаналізувати агрохімічні та агромеліоративні заходи.
59. Визначити радіаційний моніторинг навколишнього середовища.
60. Визначити радіаційний моніторинг сфери агропромислового виробництва.
61. Проаналізувати принципи організації й структура радіаційного моніторингу агропромислового комплексу.
62. Проаналізувати основні відомості про електромагнітне випромінювання.
63. Проаналізувати характеристики електромагнітного випромінювання.
64. Класифікувати природні та штучні джерела електромагнітних випромінювань.
65. Визначити взаємодію електромагнітного-випромінювання з речовиною.
66. Проаналізувати поширення електромагнітних хвиль в середовищах.
67. Класифікувати хвилі на поверхні розділу двох діелектриків.
68. Класифікувати хвилі на поверхні розділу діелектрик – провідник.
69. Класифікувати елементи навколишнього середовища як системи і об'єкти захисту.
70. Класифікувати елементи навколишнього середовища – повітря, вода, ґрунт, біологічні системи і засоби їх захисту.
71. Визначити селективність у виборі технологій захисту навколишнього середовища.
71. Класифікувати захисні екрани.