

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ



СИЛАБУС
навчальної дисципліни
«РАДІОБІОЛОГІЯ»

для студентів, що навчаються за **ОПП «Захист і карантин рослин»**
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти за спеціальністю
202 «Захист і карантин рослин» галузі знань
20 Аграрні науки та продовольство

Львів 2023

АНОТАЦІЯ КУРСУ

На живі та неживі об'єкти навколишнього середовища постійно діє велика кількість різноманітних чинників фізичної природи, в тому числі і випромінювань – видиме світло, ультрафіолетове, інфрачервоне, магнітні поля, радіохвилі різних діапазонів. Діє і іонізуюча радіація природних радіоактивних елементів та ізотопів і та, що надходить з космосу від сонця та зірок галактики. Однак, якщо більшість видів випромінювань віддзеркалюються від предметів або поглинаються поверхневими шарами, то іонізуючі проникають далеко у глибину, взаємодіючи при цьому з атомами і молекулами речовини.

Радіобіологія – це наука, яка вивчає дію іонізуючих випромінювань на живі організми та їх угруповання. Специфіка радіобіології обумовлена надзвичайно високою енергією досліджуваних нею квантів і частинок випромінювань, що перевищують енергію іонізації атомів і здатних проникати всередину речовин клітин і тканин живих організмів, впливаючи на стан їх молекул та атомів.

Згідно програми курсу «Радіобіологія» студенти мають засвоїти відомості про природу іонізуючих випромінювань, їхні джерела, взаємодію з речовинами живих організмів; основні принципи радіаційної безпеки; біологічні ефекти іонізуючих випромінювань, радіочутливість організмів різних таксономічних груп, можливості її модифікації; процеси міграції радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища та шляхам надходження в рослини та організм тварин і людини; особливості господарювання на забруднених радіонуклідами територіях та використання іонізуючих випромінювань у різних сферах народного господарства.

Програма навчальної дисципліни складається з двох розділів:

Розділ 1. Фізичні основи радіобіології та вплив іонізуючого випромінювання на живі організми.

Розділ 2. Ведення виробництва на забруднених радіонуклідами територіях.

ТРИВАЛІСТЬ КУРСУ

3 кредити (90 годин): 56 годин аудиторної роботи, 34 години самостійної роботи.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання навчальної дисципліни «Радіобіологія» є оволодіння теоретичними основами про дію іонізуючих випромінювань на живі організми, формування практичних навичок з оцінки радіаційної ситуації й розробки практичних заходів щодо ведення сільського господарства на забруднених радіоактивними речовинами територіях.

Основним завданням вивчення дисципліни є набуття студентом наступних компетентностей:

ЗК13. Здатність реалізувати свої права й обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини й громадянина в Україні.

Програмні результати навчання:

РН1. Володіти знаннями, що сприяють розвитку загальної політичної культури та активності, формуванню національної гідності й патріотизму, соціалізації особистості, схильності до етичних цінностей.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

РОЗДІЛ 1. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ РАДІОБІОЛОГІЇ ТА ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ.

- Тема 1. Радіобіологія як наука: предмет, завдання, історія та перспективи
- Тема 2. Фізичні основи радіоактивності
- Тема 3. Типи іонізуючих випромінювань та їх дозиметрія
- Тема 4. Джерела іонізуючих випромінювань на землі
- Тема 5. Фізичні та хімічні основи взаємодії іонізуючих випромінювань із речовинами клітин живих організмів
- Тема 6. Дія іонізуючого випромінювання на основні молекулярні компоненти клітини і процеси метаболізму
- Тема 7. Чинні норми радіаційної безпеки України.

РОЗДІЛ 2. ВЕДЕННЯ ВИРОБНИЦТВА НА ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОНУКЛІДАМИ ТЕРИТОРІЯХ

- Тема 8. Види зон радіоактивного забруднення території.
- Тема 9. Ведення рослинницької галузі в умовах радіоактивного забруднення території.
- Тема 10. Ведення тваринництва в умовах радіоактивного забруднення.
- Тема 11. Заходи щодо зниження вмісту радіонуклідів у продукції рослинництва
- Тема 12. Заходи щодо зниження вмісту радіонуклідів у продукції рослинництва
- Тема 13. Віддаленні наслідки опромінення та особливості дії іонізуючої радіації у малих дозах
- Тема 14. Практичне використання іонізуючих випромінювань.

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ

Основними видами навчальних аудиторних занять, під час яких здобувачі вищої освіти отримують необхідні знання, є лекції, семінарські заняття, консультації.

При викладанні лекційного матеріалу передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як лекції – бесіди і лекції-візуалізації. Лекція-бесіда забезпечує безпосередній контакт викладача з аудиторією і дозволяє привернути увагу здобувачів вищої освіти до найбільш важливих питань теми лекції, визначити у процесі діалогу особливості сприйняття навчального матеріалу здобувачами вищої освіти.

Лекція-візуалізація – візуальна форма подачі лекційного матеріалу з розгорнутим або коротким коментуванням візуальних матеріалів, що переглядають технічними засобами навчання або аудіо-відеотехніки. При проведенні семінарських занять передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як робота у малих групах або дискусія.

Здобувачі вищої освіти працюють з друкованим інформативним матеріалом або з матеріалом мережі Інтернет, виконують усні та письмові завдання (контрольні питання або тести), виступають з доповідями і презентаціями, підготовленими як індивідуальні проекти. Програмою передбачено такі проекти для формування професійної компетентності: виступ за темою індивідуального науково-дослідного завдання (або з темою самостійного вивчення дисципліни) та виступ-інформування

**ПЛАН ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ
«РАДІОБІОЛОГІЯ»**

№ з/п	Тема, питання що вивчаються
1.	<p align="center">РОЗДІЛ 1</p> <p>ФІЗИЧНІ ОСНОВИ РАДІОБІОЛОГІЇ ТА ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ</p> <p>Тема 1. РАДІОБІОЛОГІЯ ЯК НАУКА: ПРЕДМЕТ, ЗАВДАННЯ, ІСТОРІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ</p> <p>Визначення радіобіології як науки. Місце радіобіології серед суміжних наук. Напрями розвитку радіобіології. Етапи розвитку радіобіології.</p>
2.	<p>Тема 2. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ РАДІОАКТИВНОСТІ</p> <p>Радіоактивність. Одиниці радіоактивності. Закон радіоактивного розпаду. Будова атома. Ізотопи Явище радіоактивності. Типи ядерних перетворень</p>
3.	<p>Тема 3. ТИПИ ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ ТА ЇХ ДОЗИМЕТРІЯ</p> <p>Типи іонізуючих випромінювань Електромагнітне іонізуюче випромінювання Корпускулярне іонізуюче випромінювання Радіометрія і дозиметрія іонізуючих випромінювань. Зв'язок між радіоактивністю та дозою іонізуючого випромінювання Види опромінення.</p>
4.	<p>Тема 4. ДЖЕРЕЛА ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ НА ЗЕМЛІ</p> <p>Космічне випромінювання Випромінювання радіонуклідів Випромінювання природних радіонуклідів Випромінювання штучних радіонуклідів Радіаційні аварії Генератори іонізуючих випромінювань Внесок різних джерел іонізуючих випромінювань у формування дози опромінення людини.</p>
5.	<p>Тема 5. ФІЗИЧНІ ТА ХІМІЧНІ ОСНОВИ ВЗАЄМОДІЇ ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ ІЗ РЕЧОВИНАМИ КЛІТИН ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ</p> <p>Взаємодія електромагнітних випромінювань із речовиною Взаємодія корпускулярних випромінювань із речовиною Лінійна передача енергії іонізуючих випромінювань атомам і молекулам речовини та їх відносна біологічна ефективність Пряма і непряма дія іонізуючих випромінювань.</p>
6	<p>Тема 6. ДІЯ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОСНОВНІ МОЛЕКУЛЯРНІ КОМПОНЕНТИ КЛІТИНИ І ПРОЦЕСИ МЕТАБОЛІЗМУ</p> <p>Дія випромінювання на нуклеїнові кислоти Радіаційно-хімічні зміни білків, амінокислот і вуглеводнів Дія випромінювання на білково-ліпідні мембрани Дія випромінювання на деякі фізіолого-біохімічні процеси рослин</p>

7	<p>Тема 7. ЧИННІ НОРМИ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ Загальна характеристика ЗУ «Про введення в дію Державних гігієнічних нормативів "Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)" Допустимі рівні вмісту радіонуклідів стронцію і цезію у продуктах харчування (ДР-97)». Міра дії іонізуючого випромінювання в будь-якому середовищі: експозиційну, поглинену та еквівалентну дози іонізуючого випромінювання. Поняття ризику.</p>
8.	<p style="text-align: center;">Розділ II.</p> <p>ВЕДЕННЯ ВИРОБНИЦТВА НА ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОНУКЛІДАМИ ТЕРИТОРІЯХ Тема 8. ВИДИ ЗОН РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ. Загальна характеристика та класифікація зон радіоактивного забруднення на місцевості. Визначення зона відчуження, зона безумовного відселення, зона гарантованого (добровільного) відселення, зона підвищеного радіоекологічного контролю. Умовами проживання і трудової діяльності населення на радіоактивних територіях.</p>
9	<p>Тема 9. ВЕДЕННЯ РОСЛИННИЦЬКОЇ ГАЛУЗІ В УМОВАХ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ. Дія радіонуклідів на рослини. Поняття міграції радіонуклідів. Основні чинники, які визначають кількість та просторову міграцію радіонуклідів. Міграція радіоактивних речовин у рослинах. Вплив біотичних та абіотичних компонентів на ступінь поглинання радіонуклідів різними ґрунтами. Надходження радіоактивних речовин у рослини. Поняття радіоекологічної ємкості.</p>
10.	<p>Тема 10. ВЕДЕННЯ ТВАРИННИЦТВА В УМОВАХ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ. Шляхи надходження радіонуклідів в організм тварин. Кількісні показники нагромадження радіонуклідів в організмі тварин. Метаболізм радіонуклідів в організмі тварин. Всмоктування радіонуклідів у шлунково-кишковому тракті: швидкість і місця всмоктування, роль фізико-хімічних властивостей радіонуклідів та форм їх сполук, роль виду і віку тварин. Перехід радіонуклідів у продукти тваринництва. Виведення радіонуклідів із організму тварин. Дія радіонуклідів на організм тварин.</p>
11.	<p>Тема 11. ЗАХОДИ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДІВ У ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА Агрохімічні заходи зменшення надходження радіонуклідів до рослин: вапнування та гіпсування, застосування збільшених норм фосфатних і калійних добрив, використання мікроелементів та органічних добрив. Застосування спеціальних хімічних речовин та сполук для зменшення нагромадження радіонуклідів рослинами. Технологічні прийоми переробки продукції рослинництва. Зниження вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції у процесі переробки.</p>
12.	<p>Тема 12. ЗАХОДИ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ У ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА Шляхи зниження надходження стронцію-90 і цезію-137 у продукцію тваринництва. Шляхи зниження надходження радіонуклідів у продукцію тваринництва в період йодної небезпеки. Радіометричний контроль кормів. Зменшення вмісту радіонуклідів у продукції тваринництва в процесі переробки. Сорбенти, що прискорюють виведення радіонуклідів із організму тварин.</p>
13.	<p>Тема 13. ВІДДАЛЕНІ НАСЛІДКИ ОПРОМІНЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ДІЇ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ У МАЛИХ ДОЗАХ Близькі та віддалені ефекти іонізуючого випромінювання. Протирадіаційний біологічний захист і сенсibilізація радіаційного ураження. Основні категорії</p>

	віддалених наслідків опромінення. Особливості дії малих доз іонізуючої радіації на живі організми: стимуляційна, антиімунна, канцерогенна, генетична. Канцерогенні ефекти дії іонізуючої радіації у малих дозах. Гормезис – позитивний вплив опромінення в малих дозах.
14	Тема 14. ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ. Використання іонізуючих випромінювань у різних галузях науки. Використання іонізуючих випромінювань у медицині. Використання іонізуючих випромінювань у сільському господарстві.

ПЛАН ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ «Радіобіологія»

№ з/п	Тема і короткий зміст заняття
1.	Лабораторна робота № 1. Основні положення радіаційної безпеки та вимоги до роботи з радіоактивними речовинами
2.	Лабораторна робота № 2. Види доз іонізуючих випромінювань, одиниці їх вимірювання, порядок розрахунку і застосування
3.	Лабораторна робота № 3. Основні методи виявлення іонізуючих випромінювань
4.	Лабораторна робота № 4. Методи радіометрії
5.	Лабораторна робота № 5. Призначення, класифікація, принцип будови, дозиметричних приладів
6.	Лабораторна робота № 6. Прилади загального та індивідуального дозиметричного контролю
7.	Лабораторна робота № 7. Визначення щільності забруднення території сільськогосподарських угідь радіонуклідами техногенного походження
8.	Лабораторна робота № 8. Прогнозування забруднення продукції рослинництва
9.	Лабораторна робота № 9. Прогнозування забруднення продукції бджільництва
10.	Лабораторна робота № 10. Прогнозування забруднення продукції тваринництва
11.	Лабораторна робота № 11. Прогнозування забруднення продукції лісового господарства
12.	Лабораторна робота № 12. Розрахунок дози опромінення населення при пероральному надходженні радіонуклідів
13.	Лабораторна робота № 13. Розрахунок і оцінка еквівалентної дози опромінення внаслідок надходження радіонуклідів в організм.
14.	Лабораторна робота № 14. Застосування хімічні чинники радіаційного захисту.

Завдання для самостійного вивчення навчальної дисципліни

№ з/п	Назва теми
1	Земна радіоактивність. Радіоактивні родини.
2	Радіоактивний радон.
3	Сонячне і галактичне випромінювання. Космогенні радіоактивні елементи. Радіоактивні водень і вуглець.

4	Прилади та методи радіаційного контролю. Основні фактори дозоутворення під час аварії на ЧАЕС.
5	Особливості роботи підприємств атомної енергетики
6	Радіаційні методи і засоби досліджень у біології та медицині.
7	Радіаційна техніка, що використовується в радіаційно-біологічних технологіях
8	Основні принципи забезпечення радіаційної безпеки
9	Випромінювання радіоактивних речовин, що надходять у довкілля від підприємств ядерної енергетики.
10	Фізичні радіозахисні та радіосенсибілізуючі фактори Хімічні радіозахисні речовини і радіосенсибілізатори Радіоблокатори і радіодекорпоранти
11	Молекулярні аспекти дії радіаційного випромінювання. Радіаційне пошкодження ДНК
12	Радіаційні аварії.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ

- 1. Усне опитування (фронтальне, індивідуальне, детальний аналіз відповідей студентів).*
 - 2. Письмова аудиторна та позааудиторна перевірка – розв’язування задач і прикладів, підготовка рефератів, презентацій, контрольні роботи (з конкретних питань тощо) або тести.*
 - 3. Практична перевірка – аналіз виробничої інформації.*
- Види контролю: поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.*

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота														Сума балів
Розділ 1 (50 балів)							Розділ 2 (50 балів)							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	100
7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	8	

T1, T2 ... T14 – теми

Відпрацювання пропущених занять студентами здійснюється згідно «Положення про порядок відпрацювання студентами Львівського національного університету природокористування пропущених лекційних, практичних, лабораторних та семінарських занять». Студент представляє конспект а з пропущеної теми лекційного курсу та опрацьований практичний матеріал (захист роботи або контрольна чи тестові завдання) з відповідної тематики. Самостійне вивчення навчальної дисципліни за вищевказаними темами передбачає також підготовку рефератів, доповідей, презентацій (максимальна кількість балів – 5 за одну тему, але не більше 10 балів за весь курс дисципліни).

Форма підсумкового контролю успішності навчання: ЗАЛК.

КРИТЕРІЇ ПОТОЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ

Поточне оцінювання здійснюється за кожним завданням в межах розділів. Оцінюються і завдання, виконувані в аудиторії, і завдання, виконувані під час самостійної роботи. Протягом вивчення дисципліни здійснюється самоконтроль. Загальні критерії оцінок: “відмінно” – здобувач вищої освіти виявив всебічні, систематичні та глибокі знання навчального матеріалу дисципліни, передбаченого програмою; опрацював основну

та додаткову літературу, рекомендовану програмою; проявив творчі здібності у розумінні, логічному, стислому та ясному трактуванні навчального матеріалу; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. “добре” – здобувач вищої освіти виявив систематичні та глибокі знання вище середнього рівня навчального матеріалу дисципліни; продемонстрував уміння легко виконувати завдання, передбачені програмою; опрацював літературу, рекомендовану програмою; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. “задовільно” – здобувач вищої освіти виявив знання навчального матеріалу дисципліни в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; виконав завдання, передбачені програмою; ознайомився з основною літературою, що зазначена у програмі; припустив значну кількість помилок або недоліків у відповідях на запитання співбесіди, тестування, при виконанні завдань тощо, які може усунути самостійно. “незадовільно” – здобувач вищої освіти не має знань зі значної частини навчального матеріалу; припускає принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Гудков І. М. Радіобіологія: підруч. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 504 с.
2. Кутлахмедов Ю.О., Войціцький В.М., Хижняк С.В. Радіобіологія. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2011. 543 с.
3. Гудков І. М., Гайченко В. А., Кашпаров В. О. та інші. Радіоекологія: навч. посіб. Вид. 2-ге доповнене. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 468 с.
4. Чоботько Г. М., Ландін В. П., Василенко М. Г., Кучма М. Д., Швиденко І. К. Рекомендації зі зниження виносу радіонуклідів з агроландшафтів. Київ: ДІА, 2019. 42 с.
5. Гудков І.М., Гайченко В.А., Кашпаров В.О. Сільськогосподарська радіоекологія: підручник / За редакцією академіка НААН України І. М. Гудкова. Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. 268 с.
6. Носовський А. В., Бондар Б.М. Дозиметрія та захист від іонізуючого випромінювання: підручник». Київ: Фенікс, 2020. 408 с.
7. Клименко М. О., Клименко О. М., Клименко Л. В. Радіоекологія: підручник. Рівне: НУВГП, 2020. 304 с.
8. Хоботова Е. Б., Грайворонська І. В., Уханьова М. І. Радіоекологія: навч. посіб. для студентів ВНЗ. Харків: ХНАДУ, 2013. 187 с.
9. Гродзинський Д. М. Радіобіологія. Київ: Либідь, 2000. 448 с.
10. Гайченко В.А., Гудков І.М., Кашпаров В.О., Кіцно В.О., Лазарєв М.М. Практикум з радіобіології та радіоекології. Херсон: Олді Плюс, 2014. 278 с.
11. Клименко М. О., Прищепка А. М., Лебедь О. О. Радіоекологія. Практикум. Навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 404 с.
12. Кіцно В. О., Поліщук С. В., Гудков І. М. Основи радіобіології та радіоекології: навч. посіб. 3-тє видання. Київ: «Хай-Тек Прес», 2010. 320 с.

Допоміжна

13. Царик Л. П., Лісова Н. О. Глобальні і регіональні екологічні проблеми. Навчальний посібник. Тернопіль: Наук-вид. відділ ТНПУ, 2018. 168 с Клименко М. О. Радіоекологія: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2008. 224 с.

14. Гудков І. М., Віннічук М. М. Сільськогосподарська радіобіологія. Житомир: Вид-во ДАУ, 2003. 472 с.
15. Боголюбов В. М., Клименко М.О., Мокін В. Б. та ін. Моніторинг довкілля: підручник. Вид. 2-ге, переробл. і доповн. Київ: НУБіПУ, 2018. 435 с.
16. Герасимов О.І., Курятников В.В., Кудашкіна Л.С., Співак А.Я., Кільян А.М. Методи організації радіаційної безпеки: навчальний посібник. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. 183 с.
17. Клименко М. О. Прищепа А. М. Практикум з радіоекології: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2010. 220 с.
18. Константінов М. П., Журбенко О. А. Радіаційна безпека. Суми, 2003. 189 с.
19. Кутлахмедов Ю. О. Основи радіоекології. Київ: Вища школа, 2003. 319 с.
20. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Київ: МОЗ, 1997. 121 с.
21. Барьяхтар В. Г. Чорнобильська катастрофа. Київ: Наук. думка, 1996. 515 с.

Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси, книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, наукових, науково-технічних та інших бібліотек України.
2. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет з переліком сайтів:
3. <https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u172/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F2016.pdf>
4. <https://moodle.mnau.edu.ua/file.php/1/freebook/radiobiologiya.pdf>
5. <https://www.saveecobot.com/radiation-maps#7/49.432/29.883/gamma>
6. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/52/048/52048852.pdf