

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:

Директор
Д. С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

Радиоэкология

по направлению подготовки

06.03.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:

Биология

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
В.В. Ярцев

Председатель УМК
А.Л. Борисенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-4 Способен осуществлять мероприятия по охране, использованию, мониторингу и восстановлению биоресурсов, используя знание закономерностей и методов общей и прикладной экологии.

ОПК-6 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

ПК-2 Способен изучать научно-техническую информацию по направлению исследований и представлять результаты своих исследований в научном сообществе.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-4.1 Демонстрирует понимание закономерностей общей экологии

ИОПК-6.1 Использует основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии в профессиональной деятельности

ИПК-2.1 Владеет навыком поиска и анализа научной информации по направлению исследований

2. Задачи освоения дисциплины

– Уметь использовать полученные знания в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения.

– Быть способным применять базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципах оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Шестой семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения курса студенты предварительно проходят подготовку по дисциплинам «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Зоология беспозвоночных», «Зоология позвоночных», «Почвоведение», «Цитология и гистология», «Биохимия», «Радиобиология», «Экология».

Дисциплина «Радиоэкология» является логическим продолжением в цепи дисциплин по принципу «от простого к более сложному», и сама является основой для углубленного изучения специальных дисциплин.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 20 ч.

-семинар: 8 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет, задачи, история развития, этапы и периоды становления радиоэкологии. Связь с другими науками и современные проблемы радиоэкологии. Использование атомной энергии и радиоактивных изотопов в науке и производстве.

Тема 2. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОЭКОЛОГИИ

Основные сведения о строении вещества. Строение атомов. Массовое число, атомный номер. Явление изотопии. Естественная и искусственная радиоактивность. Основные виды ионизирующих излучений (ИИ), их свойства. Радиоактивный распад ядер, виды распада. Закон радиоактивного распада. Единицы активности радионуклидов. Использование радиоактивных изотопов в науке, медицине и производстве.

Основы дозиметрии ИИ. Понятие о дозе. Единицы измерения дозы. Методы дозиметрии ИИ: Взаимодействие ИИ с веществом. Возбуждение и ионизация атомов и молекул. Образование пар ионов. Линейная плотность ионизации (ЛПИ) и линейная передача энергии (ЛПЭ). Особенности поглощения энергии ИИ биологическим веществом. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) ИИ. Связь относительной биологической эффективности с линейной передачей энергии.

Тема 3. ДЕЙСТВИЕ ИИ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ.

Реакция клеток на облучение. Действие ИИ на макромолекулы и клеточные органеллы. Повреждение и репарация ДНК в облученной клетке. Радиочувствительность биомолекул, клеток, тканей и органов. Группы критических органов. Понятие о ЛД50/30. Видовая радиочувствительность. Процессы восстановления в облученных клетках, тканях и органах.

Тема 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ МАЛЫХ ДОЗ ИИ. ЛУЧЕВАЯ БОЛЕЗНЬ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ.

Критерии определения малых доз облучения. Биологические эффекты облучения в малых дозах. Радиационный гормезис. Радиационно-индуцированный адаптивный ответ. Общая неспецифическая реакция организмов на облучение в малых дозах. Механизмы действия ИИ в малых дозах на клетки.

Острая лучевая болезнь. Зависимость клинической формы острой лучевой болезни, степени тяжести и прогноза течения от поглощенной дозы. Периодизация и формы острой лучевой болезни.

Хроническая лучевая болезнь, вызываемая внешним и внутренним облучением. Модификация внутреннего облучения.

Выздоровление от лучевой болезни и отдаленные последствия облучения. Соматические, канцерогенные и генетические последствия.

Тема 5. ЕСТЕСТВЕННЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ ФОН ЗЕМЛИ.

Излучатели естественного происхождения: земные и космические. Облучение человека от естественных источников ионизирующего излучения. Проблема защиты от излучения радона.

Тема 6. ИСКУССТВЕННЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ ФОН.

Источники радиоактивного загрязнения внешней среды. Глобальные выпадения радиоактивных осадков после радиационных аварий и испытаний ядерного оружия. Миграция радионуклидов в биосфере. Перенос радиоактивного загрязнения по пищевым цепям.

Тема 7. ВЛИЯНИЕ ЯДЕРНО-ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА НА ЭКОСИСТЕМЫ.

Ядерно-топливный цикл как источник радиоактивного загрязнения окружающей среды. Экологические проблемы атомной энергетики. Проблема захоронения радиоактивных отходов.

Тема 8. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Сибирский химический комбинат: история, радиационные инциденты, ситуация в настоящее время.

Тема 9. ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

Нормирование содержания радионуклидов во внешней среде. Понятие приемлемого риска. Правила работы с источниками ИИ.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу, выполнения докладов на семинарах, и фиксируется в форме контрольной точки один раз в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в шестом семестре проводится по балльно-рейтинговой форме. Рейтинг формируется из баллов, полученных за посещаемость, выполнение тестов, в том числе итоговый тест в iDO, подготовке докладов на семинарах и обсуждению докладов. Доклады готовятся студентами по темам, опубликованным в ЭУКе «Радиоэкология» в iDO. Для получения зачета необходимо набрать установленное количество баллов.

Оценка за семинары учитывает теоретическую подготовку, устный доклад, презентацию, активную работу на семинаре.

Оценка осуществляется по 4-х балльной системе:

2 балла – студент не готов к семинару, не отвечает на вопросы, не владеет предметом, специальной терминологией, при ответах допускает грубые ошибки.

3 балла – студент слабо подготовлен теоретически, знания поверхностны, делал небольшие дополнения к выступлениям других студентов, но сам доклад не готовил, при использовании специальной терминологии допускает ошибки;

4 балла – студент хорошо подготовлен, сделал доклад без презентации, делал дополнения к выступлениям других студентов, при изложении материала и в использовании специальной терминологии допускаются отдельные ошибки;

5 баллов – студент хорошо подготовлен, владеет специальной терминологией, сделал хороший доклад с презентацией, активно работал на семинаре, делал важные дополнения к докладам других студентов, ответы и дополнения четко структурированы, последовательны.

Для тех, кто не набирает достаточного количества баллов по рейтингу, зачет проводится в виде устного зачета, проводимого в аудитории.

Итоговая оценка по дисциплине состоит из оценки за работу на семинарских занятиях (текущий контроль), оценки, полученной при решении итогового теста (промежуточная аттестация) и устного ответа на зачете.

Критерии итоговой оценки:

«Зачтено»

- «автоматический зачет» - студент набрал достаточное количество баллов по рейтингу, т.е. полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских занятиях, делал хорошие доклады с презентациями, отвечал на вопросы других студентов и сам задавал хорошие вопросы, при выполнении итогового теста получил положительную оценку.

- «устный зачет» - студент не набрал достаточного количества баллов по рейтингу, частично выполнил учебный план дисциплины, участвовал в работе семинаров по

отдельным темам, набрал минимальное количество баллов за итоговый тест и показал достаточные знания при ответе на вопросы билета.

«Не зачтено» – студент не выполнил учебный план изучения дисциплины: совсем не посещал занятия или имеет очень много пропусков лекций и семинаров, не участвовал в работе семинарских занятий, не получил достаточного количества баллов за итоговый тест - при выполнении итогового теста продемонстрировал отсутствие знаний по многим вопросам.

На устном зачете не смог ответить на вопросы билета и на дополнительные вопросы.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=2298>

Курс содержит:

- список учебной литературы по курсу;
- видеотека с учебными и научно-популярными фильмами по курсу;
- презентации лекций;
- программы семинарских занятий;
- методические рекомендации для выполнения итогового теста по курсу.

Темы и вопросы семинарских занятий:

Семинар №1 - ЕСТЕСТВЕННЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ ФОН ЗЕМЛИ.

1. Радиоактивные элементы земной коры.
2. Местности с повышенным фоном радиоактивности.
3. Влияние радиоактивного излучения земной коры на людей.
4. Космическое излучение на поверхности Земли.
5. Характеристика радона, как радиоактивного элемента.
6. Опасность радона для человека.
7. Проблема защиты от излучения радона.

Семинар №2 – ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

1. Загрязнение окружающей среды после радиационных аварий – общемировая проблема.
2. Пути поступления и особенности накопления радионуклидов у разных видов растений.
3. Влияние радионуклидов, попавших в окружающую среду, на различные виды животных.
4. Миграция радионуклидов в различных типах почв.
5. Миграция радионуклидов в биосфере.
6. Перенос радиоактивного загрязнения по пищевым цепям.
7. Авария на Чернобыльской АЭС – влияние на окружающую среду, ситуация в прилегающих районах в настоящее время и прогноз на будущее.
8. Авария на АЭС Фукусима - влияние на окружающую среду, ситуация в настоящее время и прогноз на будущее.
9. Авария на комбинате «Маяк» - влияние на окружающую среду, и ситуация в прилегающих районах в настоящее время.

Семинар №3 – ВЛИЯНИЕ ИСПЫТАНИЙ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.

1. Глобальные выпадения радиоактивных осадков после испытаний ядерного оружия.
2. Влияние подземных испытаний ядерного оружия на окружающую среду.

3. Влияние наземных испытаний ядерного оружия на окружающую среду.
4. Влияние надводных испытаний ядерного оружия на окружающую среду.
5. Радиоэкологическая ситуация на Семипалатинском полигоне и в районах, пострадавших от испытаний ядерного оружия на нем.
6. Радиоэкологическая ситуация на полигоне Новая Земля и в районах, пострадавших от испытаний ядерного оружия на нем.
7. Промышленные ядерные взрывы и их влияние на окружающую среду.

Семинар 4 - ВЛИЯНИЕ ЯДЕРНО-ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА НА ЭКОСИСТЕМЫ.

1. Ядерно-топливный цикл как источник радиоактивного загрязнения окружающей среды.
2. Проблема захоронения и утилизации радиоактивных отходов.
3. Радиоэкологическая ситуация в Северске и прилегающих районах.
4. Дебаты сторонников и противников развития атомной энергетики

Самостоятельная работа заключается в подготовке к семинарам и итоговому контролю (тест, зачет).

Для каждого семинарского занятия предлагаются вопросы для обсуждения. При их подготовке рекомендуется внимательно изучить материал лекции по теме занятия и рекомендуемую литературу. Некоторые темы, предлагаемые на семинарах, не освещаются в лекциях и поэтому должны быть полностью освоены самостоятельно обучающимися. При развернутых ответах на семинарах поощряется использование презентаций, подготовленных самостоятельно. Одно-два семинарских занятия могут проводиться в виде дебатов 2-х сторон, которые будут представлять точки зрения «зеленых» и сторонников развития атомной энергетики.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Бекман И. Н.. Радиоэкология и экологическая радиохимия : учебник / И. Н. Бекман.. - 2-е изд.. - Москва : Юрайт, 2024. - 497 с. URL: <https://urait.ru/bcode/538210>
2. Ободовский И.М. Основы радиационной и химической безопасности / И. М. Ободовский. Долгопрудный : ИД Интеллект 2013. - 300 с.
3. Давыдов М.Г. Радиоэкология. Учебник для вузов/М.Г.Давыдов, Бураева Е.А., Зорина Л.В. - Ростов на Дону : «Феникс», 2013. – 635 с.
4. Трошин Е.И. Тесты по радиобиологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие /Е. И. Трошин, Ю. Г. Васильев, И. С. Иванов. - СПб : Лань , 2014. – Электрон. версия печат. публ. – Доступ из электрон.-библ. системы „Издательство „Лань“. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49474.

б) дополнительная литература:

1. Ярмоненко С. П. Радиобиология человека и животных : учеб. пособие / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон ; [под ред. С. П. Ярмоненко]. М. : Высшая школа , 2004. – 548 с.
2. Коггл Дж. Биологические эффекты радиации /Дж. Коггл; Пер. с англ. И. И. Пелевиной, Г. И. Миловидовой; Под ред. А. Н. Деденкова. М. : Энергоатомиздат , 1986. - 184 с.
3. Лысенко Н.П. Радиобиология [Электронный ресурс] : учебник / Н. П. Лысенко, В. В. Пак, Л. В. Рогожина, З. Г. Кусурова ; под ред. Н. П. Лысенко, В. В. Пака. Санкт-Петербург [и др.] : Лань , 2012. – Электрон. версия печат. публ. – Доступ из электрон.-библ. системы „Издательство „Лань“. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4229

в) ресурсы сети Интернет:

1. Кувшинов Н. Н. Радиоэкология : учебно-методический комплекс : [для студентов вузов по направлениям 06.03.01 "Биология", 06.03.02 "Почвоведение", 35.03.01 "Лесное дело"] / Н. Н. Кувшинов ; Томский гос. ун-т. - Томск : Томский государственный университет, 2019. - . URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000673892>

2. Радиационная биология. Радиоэкология : журнал : Рос. АН. - Москва : Наука, 1993-. - . URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7973>

3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

4. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб., 2010- . – URL: <http://e.lanbook.com/>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
– публично доступные облачные технологии (Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юпайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Кувшинов Николай Николаевич, кафедра физиологии человека и животных Биологического института ТГУ, старший преподаватель.