

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

Радиационная экология

по направлению подготовки

06.04.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:

«Биоремедиация и мониторинг»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Ю.А. Франк

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- ОПК-7 - Способен в сфере своей профессиональной деятельности самостоятельно определять стратегию и проблематику исследований, принимать решения, в том числе инновационные, выбирать и модифицировать методы, отвечать за качество работ и внедрение их результатов, обеспечивать меры производственной безопасности при решении конкретной задачи;
- ПК-1 - Способен обрабатывать и использовать научную и научно-техническую информацию при решении исследовательских задач в соответствии с профилем (направленностью) магистерской программы;
- ПК-3 - Способен осуществлять разработку, реализацию и контроль биотехнологических и природоохранных проектов.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИУК-2.1. Формулирует цель проекта, обосновывает его значимость и реализуемость;

ИУК-2.2 Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений;

ИОПК-7.1. Подбирает и анализирует информацию в профессиональной сфере деятельности, применяет принципы оценки достоверности научной информации;

ИПК-1.2. Осуществляет подбор и модификацию методик исследования в соответствии с поставленными задачами и на основе знаний принципов полевых и лабораторных исследований;

ИПК-3.2. Разрабатывает компоненты производственных биотехнологий переработки отходов.

2. Задачи освоения дисциплины

- Освоить основные понятия и терминологию радиационной экологии;
- Изучить основные источники радиационного загрязнения и пути ликвидации аварийных ситуаций. Пути поступления искусственных радионуклидов в живые организмы и их распределение.
- Изучить влияние радиации на живые организмы, популяции, сообщества и экосистемы.
- Биоиндикация радиоактивных загрязнений. Методы и объекты радиоэкологических исследований, принципы радиоэкологического нормирования.

3. Место дисциплины (модуля) 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

Второй семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения программ предшествующего уровня образования.

Необходимо знать основы биологии (физиология, экология, генетика, зоология и др.) и прикладные дисциплины (физика, химия);

- в семинарской части курса делается упор на обсуждение радиационной обстановки в различных регионах страны, последствий крупных радиационных аварий;
- оценка знаний и умений осуществляется в процессе написания контрольных работ, выступлений на семинарских занятиях и сдачи зачёта (2 семестр).

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

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

- лекции: 8 ч.;
- семинарские занятия: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом – 44,45 ч.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Программа дисциплины построена блочно, в ней выделено пять блоков:



Тема 1. Предмет и задачи радиоэкологии. История радиобиологии и радиоэкологии.

Предмет и задачи радиоэкологии, история развития. Ионизирующая радиация как экологический фактор. Некоторые сведения из ядерной физики. Радиоактивность. Ионизирующее излучение (1 час).

Лекция 2. Искусственные (стронций-90, цезий-135) и естественные радионуклиды (калий-40, радий-226, уран-238, торий 230). Зоны повышенного содержания естественных

радионуклидов. Характеристики основных экологически значимых радионуклидов, единицы измерения, дозы, эффекты, риск.

Источники и пути поступления искусственных радионуклидов в биосферу: предприятия атомной промышленности и энергетики, испытания ядерного оружия, пункты захоронения радиоактивных отходов, радиационные аварии в России и за рубежом (1 час).

Лекция 3. Биологические механизмы воздействия ионизирующей радиации на организм. Действие радиации на макромолекулы, структуры клетки, биохимические процессы. Сравнительная радиочувствительность организмов (1 час).

Лекция 4. Радиочувствительность органов и тканей. Пути поступления и распределение радионуклидов по организму. Распределение по органам и тканям, удержание и выведение радионуклидов: стронция, цезия, плутония. Поведение в организме трансплутониевых радионуклидов: нептуния, америция, кюрия. Воздействие радиации на организм человека: стадии лучевой болезни, отдаленные эффекты воздействия радиации. Защита от радиационного облучения: радиопротекторы, адаптогены (1 час).

Лекция 5. Поведение долгоживущих искусственных радионуклидов в организме животных, растений и грибов (1 часа).

Воздействие облучения на уровне популяций и экосистем. Миграция радионуклидов и их изотопных и неизотопных носителей в трофических цепях основных экосистем. Основные экосистемы: морские, пресноводные, естественные наземные экосистемы. Коэффициенты накопления и наблюдаемые отношения.

Лекция 6. Судьба радиоактивных изотопов в окружающей среде. Радиоактивность оболочек земли (1 час).

Лекция 7. Биоиндикация радиоактивных загрязнений. Биоиндикаторы повышенного фона ионизирующей радиации среди грибов, растений, животных (1 часа).

Лекция 8. Динамика биоразнообразия в зонах радиоактивного загрязнения среды. Долговременная динамика биоразнообразия в зонах Чернобыльской аварии и на территории ВУРСа (час).

Принципы и методы радиоэкологического нормирования. Экологические нормативы качества природной среды. Нормы радиационной безопасности. Различия экологического и санитарно-гигиенического нормирования (1 час).

Программа семинарских занятий

Семинарские занятия проводятся один раз в две недели. Студентам предлагается перечень вопросов (тем), выносимых на обсуждение. Каждый выбирает тему и готовит по

ней доклад. На занятии, выступающий раскрывает основные вопросы данной тематики, происходит обсуждение темы группой с постановкой вопросов к выступающему. Преподаватель выступает в качестве слушателя и регламентера.

Тема 1. Ученые радиобиологи и их вклад в развитие науки (3 часа).

Вопросы для подготовки:

1. Мария Складовская-Кюри и Пьер Кюри;
2. Ключковский Всеволод Маврикиевич;
3. Кузин Александр Михайлович;
4. Дубинин Николай Петрович;
5. Тимофеев-Ресовский Николай Владимирович.

Основная литература:

- Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. М.: Академия, 2004
- Ярмоненко С.П. и др. Радиобиология человека и животных. М. 2004
- Бакуров А.С. Научный и практический опыт ликвидации последствий аварии 1957 г.// Наука. Общество. Человек. Инф. вестник УрО РАН, № 2, 2004. С. 84-92

Дополнительная литература:

- История советского атомного проекта. М., 391 с.

Тема 2. Использование радиоактивных изотопов (5 часов):

1. в медицине;
2. в науке;
3. в энергетике, атомные реакторы и электростанции;
4. современные меры безопасности на АЭС;
5. снятие АЭС с эксплуатации;
6. в промышленности (гамма-дефектоскопия);
7. атомные суда;
8. в сельском хозяйстве.

Основная литература:

- Барабой В.А. Ионизирующая радиация в нашей жизни. М.: Наука, 1991
- Клековкин Г.В. Радиоэкология. Ижевск, 2004. 256 с.
- Атом для мира. Сб. статей. М., 1962
- Радиация. Дозы, эффекты, риск. М.: Мир, 1990. 77 с.
- Ярмоненко С.П. и др. Радиобиология человека и животных. М. 2004

Дополнительная литература:

- Радиоактивные индикаторы в химии. М., 1977. 280 с.
- Хавеши Г. Радиоактивные индикаторы. М.: Иностран. Лит. 1950. 539 с.
- Смирнов С.И. Радиационная экология. М.
- Водный промысел: первое радиохимическое производство в России.

Екатеринбург: 2002. 95 с.

- Ж. «Бюллетень по атомной энергии»
- Ж. «Росэнергоатом»

Тема 3. Крупные радиационные катастрофы (6 часов)

1. Взрыв в г. Хиросима 6.08.1945, масштабы и последствия.
2. Взрыв в г. Нагасаки 9.08.1945, масштабы и последствия.
3. Авария на ПО «Маяк», 1957 год, причины, масштабы:
а) ликвидация последствий, воздействие на окружающую среду;
4. Авария на Чернобыльской АЭС:

- а) причины взрыва, хронология взрыва;
- б) масштабы и последствия;
- в) отдаленные последствия и современное состояние загрязненной зоны.

5. Авария на АЭС в Англии (Уиндскейл), 1957 г.

6. Авария на станции испытания реакторов в США, 1961 год.

Основная литература:

- Бакуров А.С. Научный и практический опыт ликвидации последствий аварии 1957 г.// Наука. Общество. Человек. Инф. вестник УрО РАН, № 2, 2004. С. 84-92
- Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. М.: Академия, 2004
- Радиационные аспекты Чернобыльской аварии. Труды I Всесоюзной конф. Т 1-2 СПб.: Гидрометеиздат, 1993.
- Ярошинская А.А. Чернобыль. Совершенно секретно / А.А. Ярошинская . М.: "Другие берега", 1992.

Дополнительная литература:

- Козубов Г.М., Таскаев А.И. Радиобиологические исследования хвойных в районе Чернобыльской катастрофы (1986-2001 гг.). М., 2002. 272 с.

Тема 4. (2 часа)

1. Приборы для измерения радиации, радиометрия.
2. Территории повышенной естественной радиоактивной загрязненности.
3. Добыча и переработка ядерного топлива.
4. Радиационная обстановка в Удмуртии и Ижевске.

Основная литература:

- Клековкин Г.В. Радиоэкология. Ижевск, 2004. 256 с.
- Радиация. Дозы, эффекты, риск. М.: Мир, 1990. 77 с.
- Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. М. 2004. 549 с.

Дополнительная литература:

- О состоянии окружающей природной среды Удмуртской республики в 1996 г. // Национальный доклад. – Ижевск, 1997.

Тема 5. Радиационное загрязнение регионов СНГ (4 часа)

1. Европейского Севера России;
2. Центральной европейской части;
3. Юг Европейской России и северный Кавказ;
4. Западная и восточная Сибирь;
5. Дальний Восток;
6. Алтай;
7. Казахстан;
8. Украина;
9. Белоруссия.

Основная литература:

- Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. М.: Академия, 2004;
- Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды РФ в 2002 г.». [www. mnrg. gov. ru](http://www.mnr.gov.ru)
- Клековкин Г.В. Радиоэкология. Ижевск, 2004. 256 с.
- Сахаров В.К. Радиоэкология. СПб.: Издательство «Лань», 2006. 320 с.

Периодика: Ж. «Радиобиология»

Ж. «Радиационная биология, радиоэкология»

Тема 6. Сельскохозяйственная радиоэкология (4 часа):

- 1) Радиационное загрязнение продуктов растениеводства;
- 2) Радиационное загрязнение продуктов животноводства;
- 3) Радиационное загрязнение лесных насаждений;
- 4) Ведение лесного хозяйства в условиях радиационного загрязнения;
- 5) Ведение лесного хозяйства в период восстановления насаждений;
- 6) Переработка продуктов растениеводства, в условиях радиационного загрязнения;
- 7) Переработка продуктов животноводства, в условиях радиационного загрязнения;

Основная литература:

- Клековкин Г.В. Радиоэкология. Ижевск, 2004. 256 с.

Дополнительная литература:

- Алексахин Р.М., Васильев А.В., Дикарев В.Г. и др. Сельскохозяйственная радиоэкология. М.: Экология, 1991
- Белов А.Д., Киршин В.А. Ветеринарная радиобиология. М.: Агропромиздат, 1987.

Тема 7. (2 часа):

- 1) Радиационная экология в строительстве;
- 2) Влияние естественного радиоактивного фона на биологические процессы земли.
- 3) Радон.

Основная литература:

- Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли.
- Сахаров В.К. Радиоэкология. СПб.: Издательство «Лань», 2006. 320 с.
- Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. М.: Академия, 2004.
- Радиация. Дозы, эффекты, риск. М.: Мир, 1990. 77 с.

Тема 8. Радиоактивные отходы (2 часа):

- 1) Образование радиоактивных отходов;
- 2) Классификация радиоактивных отходов;
- 3) Обращение с радиоактивными отходами;
- 4) Хранение и захоронение радиоактивных отходов;

Основная литература:

- Крышев И.И., Рязанцев Е.П. Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России. М.: ИЗДАТ, 2000. 384 с.
- Сахаров В.К. Радиоэкология. СПб.: Издательство «Лань», 2006. 320 с.

Тема 9. Нормы радиационной безопасности (2 часа):

1. История нормирования радиации;
2. Нормы радиационной безопасности, принятые в России;
3. Организация мер по профилактике последствий радиоактивного загрязнения среды в случае аварий;
4. Дезактивация радиоактивных территорий.

Основная литература:

- Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. М.: Академия, 2004. 240 с.
- Сахаров В.К. Радиоэкология. СПб.: Издательство «Лань», 2006. 320 с.
- Радиация. Дозы, эффекты, риск. М.: Мир, 1990. 77 с.
- Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. М. 2004. 549 с.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза 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 во втором семестре проводится на платформе «iDO» на основании результатов текущего контроля, который составляет 40 % рейтинга и итогового теста, на который приходится 60 % рейтинга. Результаты теста определяются необходимым количеством правильных ответов (тест считается выполненным, если студент имеет не менее 70 % правильных ответов).

«Зачтено» ставится по результатам итогового тестирования с учетом выполнения заданий промежуточного контроля.

Итоговый тест содержит 25 вопросов. Продолжительность выполнения 1 час.

Примерный перечень вопросов:

1. Явление радиоактивности открыл: а) А. Беккерель, б) П. Кюри, в) Э. Резерфорд, г) В. Рентген.
2. X - лучами называли: а) Альфа- излучение, б) Бета- излучение, в) Нейтронное излучение, г) рентгеновское излучение.
3. Количество протонов в ядре соответствует а) зарядовому числу Z, б) номеру химического элемента в таблице Менделеева, в) количеству нейтронов.
4. При радиоактивном распаде изотопов естественных радиоактивных семейств ряды заканчиваются стабильными изотопами а) кальция, б) цинка, в) свинца, г) железа.
5. Отношение энергии, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе вещества в этом объеме – это: а) экспозиционная доза, б) поглощенная доза, в) эквивалентная доза.
6. Степень тяжести лучевой болезни строго зависит от: а) объема пораженного органа, б) возраста, в) поглощенной дозы, г) пола.
7. Из эндокринных желез наиболее чувствительной к радиации является: а) надпочечники, б) гипофиз, в) эпифиз, г) щитовидная железа, д) надпочечники.

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

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=34462>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских занятий по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

Основная литература

1. Смирнов, С.Н. Радиационная экология : Учеб.пособие / Междунар.независм.эколого-политолог.ун-т. - М. : Изд-во МНЭПУ, 2000. - 134с.
2. Пивоваров, Ю. П. Радиационная экология : учеб. пособие для вузов по спец. "Экология" рек. УМО / Ю. П. Пивоваров, В. П. Михалев. - М. : Академия, 2004. - 238,[1]с.
3. Ярмоненко, С. П. Радиобиология человека и животных : учеб. пособие для вузов рек. МО РФ / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон. - М. : Высш. шк., 2004. – 548 с.
4. Клековкин, Г. В. Радиоэкология : учеб. пособие для студ. с.-х. вузов рек. УМО вузов России / Г. В. Клековкин, Ижевск. гос. с.-х. академия. - 2-е изд., испр. и доп. - Ижевск : Издат. дом "Удмурт. ун-т", 2004. - 256 с.

Дополнительная литература

1. Гродзинский, Д.М. Радиобиология растений АН УССР, Ин-т ботаники им. Н. Г. Холодного. - Киев : Наук. думка, 1989. - 379 с.
2. Барсуков, О. А. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии / О. А. Барсуков. - М. : Физматлит, 2011. - 559 с.
3. Радиобиология : учеб. для вузов по направлению подгот. (специальности) 111801 - "Ветеринария" (квалификация (степень) "специалист" и направлению подгот. (специальности) 111100 - "Зоотехния" (квалификация (степень) "бакалавр" и "магистр") / Н. П. Лысенко, В. В. Гак, Л. В. Рогожина [и др.] ; под ред.: Н. П. Лысенко, В. В. Пака. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 569 с.
4. Кудряшов, Ю.Б. Радиобиология:вчера,сегодня,завтра / Ю.Б. Кудряшов // Биология в школе. - 2000. - № 8. - 3-10.

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы.

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 OneNote, 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 Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных:

- Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации– <http://egasmro.ru/ru/>;
- База данных Радиационная обстановка на предприятиях Росатома– <https://www.russianatom.ru>.

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, с доступом к сети Интернет.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, с доступом к сети Интернет.

15. Информация о разработчиках

Холмогорова Надежда Владимировна, канд. биол. наук, доцент, кафедра ихтиологии и гидробиологии БИ ГТУ