

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

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор Биологического института

_____ Д.С. Воробьев

« 22 » _____ апреля 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

Радиационная экология

по направлению подготовки

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) подготовки:
«Экология»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2021

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.19

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

_____ А.М. Адам

Председатель УМК

_____ А.Л. Борисенко

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 – способен использовать теоретические основы экологии, геоэкологии, природопользования, охраны природы и наук об окружающей среде в профессиональной деятельности;

– ОПК-4 – способен осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с нормативными правовыми актами в сфере экологии, природопользования и охраны природы, нормами профессиональной этики;

– ПК-1 – способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1. Использует теоретические основы экологии, геоэкологии, охраны окружающей среды и природопользования при решении задач в профессиональной деятельности.

ИОПК-4.1. Использует знания нормативно-правовых актов в сфере охраны окружающей среды и природопользования при осуществлении профессиональной деятельности.

ИПК-1.1. Определяет проблему, формулирует цели и задачи научного исследования, анализирует источники информации и литературы.

2. Задачи освоения дисциплины

– освоить теоретические основы и принципы воздействия различных видов ионизирующих излучений на биотические и абиотические объекты окружающей природной среды;

– научиться применять нормативно-правовую документацию в области радиационной безопасности для решения практических задач профессиональной деятельности;

– освоить навыки работы с базами данных и информации в области радиационного контроля.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

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

Семестр 8, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Охрана окружающей среды, Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды, Экологическое проектирование, оценка воздействия на окружающую среду, Спецпрактикум.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 22 ч.;

– практические занятия: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Введение. Радиоэкология: история и причины возникновения.

Радиоактивность как природное явление, понятие о радиационном фоне. Радиоактивное загрязнение биосферы, гидросферы и приземной атмосферы. Радиоактивное загрязнение почв: миграция радионуклидов.

Тема 1. Предмет, основные понятия и принципы радиационной экологии.

Радиоактивность – история открытия и изучения явления радиоактивности, Общие представления об атоме и радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Распространенность радиоактивных элементов в природе: естественные и искусственные (техногенные) дозообразующие радионуклиды. Природный и техногенный радиационный фон. Единицы измерения радиоактивности. Радиационная безопасность, радиационноопасный объект, радиационная авария, радиоактивное загрязнение, радиационный контроль и его виды.

Тема 2. Виды и источники ионизирующих излучений.

Типы ионизирующих излучений, Космическое излучение, земная радиация, излучения и эволюция биосферы, современная радиационная среда. Непосредственно ионизирующее излучение. Косвенно ионизирующее излучение. Экспозиционная доза. Поглощенная доза. Эквивалентная доза.

Тема 3. Биологические эффекты облучения.

Биологическое воздействие ионизирующего излучения. Генетические аспекты облучения. Радиационный канцерогенез. Стадии радиобиологических процессов. Акоголь, курение и ионизирующее излучение. Радиационный риск. Эффективная эквивалентная доза. Коллективная доза. Беспороговая и пороговая концепции радиационных эффектов. Малые дозы радиации и эффект Петко. Оптимизация радиационной защиты.

Тема 4. Ядерный топливный цикла и его основные производства.

Физические основы атомной энергетики. Понятие о ядерном топливном цикле (ЯТЦ). Стадии ЯТЦ: добыча и обогащение урана, изготовление топливных элементов и сборок, облучение топлива в реакторе. Ядерный реактор: строение типы и характеристики энергетических и промышленных ядерных реакторов. Безопасность реакторов. Открытый и замкнутый ЯТЦ: Отработанное ядерное топливо (ОЯТ), понятие о переработке (репроцессинге) ОЯТ. Плутоний и рециклированный уран. МОХ-топливо в ядерных реакторах. Крупнейшие предприятия ядерного топливного цикла в России. Опасность радиохимических производств.

Тема 5. Экологические последствия гонки ядерных вооружений в период холодной войны.

Атомная бомба. Технологии производства компонентов ядерного оружия (обогащение урана и производство плутония). Ядерный потенциал в странах мира. Экологические проблемы ядерных военно-промышленных комплексов СССР и стран НАТО. Боевое применение ядерного оружия в Хиросиме и Нагасаки. Войсковые учения с применением ядерного оружия в СССР и США. Испытания ядерного оружия: Ядерные полигоны планеты и глобальные рассеяния радионуклидов. Военный атомный флот, аварии на атомных судах и подводных лодках. Демонтаж ядерных боезарядов в России и обращение с оружейным плутонием.

Тема 6. Ядерная энергия. Основные опасности ядерных технологий.

Атомная энергетика России и зарубежных стран. Преимущества и недостатки ядерной энергетики. Атомные электростанции в странах мира. Подземные ядерные взрывы в мирных целях. Гражданский атомный флот. Радионуклиды и их применение в народном хозяйстве. Международная шкала ядерных событий, аварийность АЭС. Схема возможных чрезвычайных ситуаций для ядерно-топливного цикла, особенности и

последствия аварий на АЭС. Характеристики известных радиационных аварий. Авария на Три-Майл-Айленд (США) Чернобыль: причины, оценки, последствия, масштабы радиоактивного загрязнения и воздействие на живую природу. Прогнозирование обстановки при авариях на АЭС.

Тема 7. Радиоактивные отходы: проблемы и решения.

Радиоактивные отходы: определение и классификация. Проблемы радиоактивных отходов. Радиоактивные отходы предприятий ядерного военно-промышленного комплекса и атомной энергетики России. Состав радиоактивных отходов. Дезактивация радиоактивных отходов: газообразные, аэрозольные, жидкие, твердые радиоактивные отходы. Работы с отработанным ядерным топливом. Сбор и хранение (размещение) радиоактивных отходов. Работы с РАО агропромышленного производства, РАО исследовательских ядерных установок гражданского назначения. Полигоны для хранения РАО. Захоронение РАО. Дозиметрический контроль при работе с РАО.

Тема 8. Законодательные и нормативные документы в области обеспечения радиационной безопасности.

Федеральный Закон «Об использовании атомной энергии» от 21.11.1995 № 170-ФЗ, Федеральный Закон «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996 № 3-ФЗ, Федеральный Закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 № 68-ФЗ, Федеральный Закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 № 52-ФЗ, Федеральный Закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ, Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009, Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.3684-21. Категорирование облучаемых и классы нормативов. Ограничение облучения населения природными источниками. Радонобезопасность. Ограничение медицинского облучения населения. Ограничение облучения населения при аварии на радиационно-опасном объекте. Зонирование территорий при аварии на ядерно- и радиационноопасных объектах.

Тема 9. Организация и методы контроля за радиационной обстановкой.

Общие положения по организации и проведению контроля. Государственный контроль за глобальным и региональным загрязнением объектов природной среды. Ведомственный контроль за радиационной обстановкой на территориях, прилегающих к объектам ЯТЦ. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки (АСКРО). Организация контроля за радиационной безопасностью строительных материалов и жилых помещений.

Тема 10. Физические основы радиационного контроля.

Виды взаимодействия гамма-квантов с веществом (электронами): фотоэффект; комптоновское рассеяние; образование электрон-позитронных пар. Основные принципы детектирования. Ионизационная камера, пропорциональный счетчик, полупроводниковый детектор, сцинтилляционные детекторы. Характеристики детекторов: энергетическое разрешение и шумы. Дозиметрические и радиометрические приборы. Спектрометрия: что такое спектр, структурная схема спектрометра. Определение радионуклидного состава объектов окружающей среды спектрометрическими методами.

Тема 11. Региональные радиоэкологические проблемы Томской области.

Последствия испытаний ядерного оружия в период холодной войны на Семипалатинском и Новоземельском полигонах. Точные учения и их последствия для Томской области. Состояние проблемы в зоне Сибирского химического комбината. Характеристика комплекса производств ядерного цикла СХК. Радиоэкологическая обстановка на территории Томской области, прилегающей к СХК. Оценка возможности дозовых нагрузок на человека в зоне влияния СХК. Состояние биоты в зоне влияния СХК. Состояние здоровья населения на юге Томской области и в тридцатикилометровой зоне влияния СХК.

Тема 12. Виды работ, выполняемых при ликвидации аварий на радиационно опасных объектах.

Этапы аварийных работ. Планирование аварийных работ. Методы сбора и локализация высокоактивных радиоактивных материалов. Основные методы дезактивации объектов. Санитарная обработка при радиоактивном загрязнении. Дезактивация одежды и средств индивидуальной защиты.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в восьмом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей (теоретические вопросы).

Первая часть включает вопросы, проверяющие достижение индикаторов ИОПК-2.1 и ИПК-1.1.

Вторая часть включает вопросы, проверяющие достижение индикатора ИОПК-4.1.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Радиоэкология, история и причины возникновения. Основные понятия радиационной экологии.

2. Явление радиоактивности: история открытия и изучения явления радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада.

3. Типы ионизирующих излучений, Космическое излучение, земная радиация излучения и эволюция биосферы, современная радиационная среда.

4. Распространенность радиоактивных элементов в природе: естественные и искусственные (техногенные) дозообразующие радионуклиды.

5. Краткая характеристика альфа -, бета - и гамма-излучений, прохождение каждого из них через вещество.

6. Характеристика экспозиционной, поглощенной и эквивалентной доз. Связь понятий поля, дозы, радиобиологического эффекта и единиц их измерений.

7. Физические основы радиационного контроля: виды взаимодействия гамма-квантов с веществом (электронами)

8. Биологическое воздействие ионизирующих излучений на организм человека. Стадии радиобиологических процессов.

9. Последствия радиоактивного загрязнения территории для флоры, фауны, сфер деятельности и здоровья людей.

10. Характеристика эквивалентной и эффективной эквивалентной доз. Коллективная доза. Радиационный риск.

11. Характеристика степеней лучевой болезни и дозы, не вызывающие лучевую болезнь.

12. Воздействие малых доз ионизирующих излучений на организм человека и эффект Петко.

13. Оптимизация радиационной защиты.

14. Категорирование облучаемых и классы нормативов.

15. Ограничение облучения населения природными источниками. Радонобезопасность. Ограничение медицинского облучения населения.

16. Ограничение облучения населения при аварии на радиационно опасных объектах (РОО). Зонирование территорий при аварии на РОО.

17. Ядерный топливный цикл (ЯТЦ) и физические основы атомной энергетики. Особенности открытого и замкнутого ЯТЦ.

18. Схема возможных чрезвычайных ситуаций для ядерно-топливного цикла. Международная шкала ядерных событий.

19. Транспортировка ядерных материалов: особенности и проблемы.

20. Атомная энергетика России. Основные типы и характеристики энергетических реакторов. Безопасность реакторов.

21. Преимущества и недостатки ядерной энергетики.

22. Последствия и характеристики известных радиационных аварий.

23. Особенности аварий на атомных станциях. Авария на Чернобыльской АЭС.

24. Прогнозирование обстановки при авариях на АЭС.

25. Проблемы радиоактивных отходов: классификация, характеристики, сбор и захоронение, утилизация. Работы с РАО агропромышленного производства.

26. Хранение и переработка отработанного ядерного топлива. Радиоактивные отходы атомной энергетики России.

27. Обращение с жидкими радиоактивными отходами: способы утилизации и хранения, полигоны захоронения ЖРО.

28. Способы обнаружения ионизирующих излучений. Приборы радиационной разведки и радиационного контроля.

29. Радиационный контроль: методы, организация и осуществление. Дозиметрия.

30. Спектрометрия: понятие спектра, структурная схема и принцип работы спектрометра. Определение радионуклидного состава объектов окружающей среды спектрометрическими методами.

31. Этапы и планирование радиационных аварийных работ.

32. Методы сбора и локализация высокоактивных радиоактивных материалов при аварии на ядерных объектах.

33. Основные методы дезактивации местности и объектов.

34. Санитарная обработка при радиоактивном загрязнении. Дезактивация продуктов питания, одежды и средств индивидуальной защиты.

35. Федеральное законодательство в области использования атомной энергии и обеспечения радиационной безопасности населения.

36. Нормы радиационной безопасности НРБ-96/2009. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН)

37. Организационные и технические мероприятия по радиационной защите населения.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично» – свободно владеет понятиями и основными терминами, чётко и аргументировано раскрывает исследуемую проблему, умеет вести диалог и вступать в научную дискуссию, отвечает на основные и дополнительные вопросы.

«Хорошо» – знания имеют достаточный содержательный уровень, однако отличаются слабой структурированностью и изложение вопроса недостаточно логично, содержание билета раскрыто, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы либо недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета, в ответе имеют место несущественные фактические ошибки, которые студент способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу.

«Удовлетворительно» – знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью, содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета, студент не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала.

«Неудовлетворительно» – обнаружено незнание или непонимание студентом исследуемой проблемы, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно. На большую часть дополнительных

вопросов по содержанию экзамена студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.

Допуск к экзамену производится при условии успешного выполнения всех контрольных работ и тестов по лекционному материалу в процессе текущего контроля. За каждое задание выставляется оценка по пятибалльной системе.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/enrol/index.php?id=21734>.

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

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Белозерский Г.Н. Радиационная экология. – М.: Изд-во Академия, 2009. – 384 с.
2. Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. – М.: Изд-во Академия, 2004. – 239 с.
3. Смирнов С.Н. Радиационная экология. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000.
4. Василенко О.И. Радиационная экология: Учебное пособие для вузов - М: Изд-во Медицина, 2004. – 216 с.
5. Клековкин Г. Радиоэкология. Учебное пособие. Изд-во Удмуртский университет, 2004. – 256 с.
6. Старков В.Д., Мигунов В.И. Радиационная экология. Тюмень: ФГУ ИПП «Тюмень», 2003, 304 с., табл. 57, ил. 77, прил. 10.

б) нормативно-правовые документы:

1. Федеральный закон «Об использовании атомной энергии» от 21.11.1995 № 170-ФЗ.
2. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996 № 3-ФЗ.
3. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 № 68-ФЗ.
4. Федеральный Закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 № 52-ФЗ.
5. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ.
6. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). СП 2.6.1.758-99.
7. СП 2.6.1.2612-10 "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)" (далее - ОСПОРБ-99/2010)
8. СанПиН 2.6.1.2800-10 Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения

в) дополнительная литература:

1. Алексахин Р.М. Ядерная энергетика и биосфера. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 216 с.
2. Баженов Л.А., Булдаков В.А., Василенко И.Я. и др.; Вредные химические вещества. Радиактивные вещества: Справ. изд. / Под ред. В.А. Филова и др. - Л.: Химия, 1990. - 464 с.
3. Бойко В.И. Кошелев Ф.П. Что необходимо знать каждому человеку о радиации. – Томск Изд-во Красное знамя 1993. – 39 с.

4. Булатов В.И. Россия радиоактивная. – Новосибирск: ЦЭРИС, 1996. – 272 с.
5. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений: Учебник для вузов / Под ред. Е.Л. Столяровой. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 464 с.
6. Денисовский Г.М., Лупандин В.М., Малышева П.В. Ядерная энергетика России: неизвестное об известном –М.: ОМННО «Совет Гринпис», 2003. – 68 с.
7. Журавлев В.Ф. Токсикология радиоактивных веществ. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 336 с.
8. Измерение активности радионуклидов: Справ. пособие / Под. ред. Ю.В. Тарбеева. – Л.: ВНИИМ, 1997. – 397 с.
9. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1999. – 520 с.
10. Коняшкин В.А., Болтачев А.Б. СХК глазами зеленого движения. Томск, Изд-во «Социально-экологического союза», 1994. – 73 с.
11. Коняшкин В.А. Зубков Ю.Г. МОКС-программа на сибирском химическом комбинате. Дорога в будущее? Или путь в никуда? – Томск ООО «Дельтаплан», 2004. – 87 с.
12. Кузин А.М. Природный радиационный фон и его значение для биосферы Земли. – М.: Наука, 1991. – 117 с.
13. Ларин В.И. Комбинат «Маяк» - проблема на века. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КМК, 2001. – 504 с.
14. Маргулис У.Я., Брегадзе Ю.И. Радиационная безопасность. Принципы и средства ее обеспечения. - М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 120 с.
15. Марей А.Н., Бархударов Р.М., Книжников В.А. и др.; Глобальные выпадения продуктов ядерных взрывов как фактор облучения человека / Под ред. А.Н. Марей. - М.: Атомиздат, 1980. - 188 с.
16. Марей А.Н., Зыкова А.С. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды. Минздрав СССР – Москва. – 1980. – 336 с.
17. Паутова М., Суглобов А. Сибирский химический комбинат: производства и продукция. - Томск, ООО «Компания Янсон», 2001. – 45 с.
18. Радиационная медицина / Абрамов Ю.В., Бархударов Р.М., Батов З.Г. и др.; Под ред. Л.А. Ильина. - М.: ИздАТ, 2002. - Т. 3. – 608 с.
19. Радиационная обстановка на территории Западно-сибирского региона: Ежегодник. Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Западно-Сибирское территориальное управление). Новосибирск, 2005. – 143 с.
20. Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы 2-й Международной конференции. – Томск: издательство «Тандем – Арт», 2004. – 772 с.
21. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 1997. – 384. с.
22. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС. / Под. ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 264 с.
23. Суглобов А., Червинский В. СХК вчера, сегодня, завтра. – Томск, Томская полиграфическая компания, 2003. – 27 с.
24. Энергетическая стратегия России на период до 2020 г. – М.: ГУ ИЭС Минэнерго России, 2001.
25. Яблоков А.В. Атомная мифология: М.: Наука, 1997. – 271 с.
26. Ярошинская А. А. Ядерная энциклопедия. – М.: Благотворительный фонд Ярошинской, 1996.- 656 с.

г) ресурсы сети Интернет:

1. База нормативно-правовой документации. Консультант Плюс — <http://www.consultant.ru/>
2. Официальный сайт госкорпорации «Росатом» - <https://rosatom.ru/>
3. Официальный сайт ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» («НО РАО») - <https://www.norao.ru/>
4. Официальный сайт АО «Сибирский химический комбинат» (АО «СХК») <http://www.atomsib.ru/>
5. Градостроительный атлас города Томска – <map.admin.tomsk.ru/>
6. Информационный ресурс (научные, справочные, методические и учебные материалы, посвященные вопросам обеспечения экологической безопасности, повышения энергоэффективности экономики, распространения наилучших доступных технологий в ключевых отраслях промышленности) – <http://www.ecoline.ru/>
7. Справочник эколога – https://www.profiz.ru/eco/4_2020/ob_NVOS_treb/
8. Официальный сайт Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области – <http://green.tsu.ru/dep/monitoring/graphs/1/1.xml>
9. Архив экологических обзоров Томской области – https://ogbu.green.tsu.ru/?page_id=1456

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 OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, 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:

- Автоматизированная система контроля радиационной обстановки Томской области. ОГБУ «Облкомприрода» - <https://askro.green.tsu.ru>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий, 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.

15. Информация о разработчиках

Коняшкин Валерий Афанасьевич, Биологический институт, кафедра экологии, природопользования и экологической инженерии, старший преподаватель.