

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

Геолого-географический факультет

  
УТВЕРЖДАЮ:  
Декан ГГФ  
П.А. Тивин  
« 30 » июня 2022г.

Рабочая программа дисциплины

**Экологический мониторинг**

по направлению подготовки

**05.03.06 Экология и природопользование**

Направленность (профиль) подготовки / специализация:  
**«Природопользование»**

Форма обучения  
**Очная**

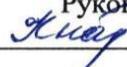
Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.10

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 Р.В. Кнауб

Председатель УМК

 М.А. Каширо

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 – Способность освоить основы организации производственного экологического контроля и мониторинга качества окружающей среды в организации.

ПК-2 – Способность осуществлять контроль за достижением нормативов качества окружающей среды.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1 - Знает основы организации производственного экологического контроля и мониторинга качества окружающей среды в организации.

ИПК-1.2 - Владеет навыками сбора, обработки и первичного анализа данных по воздействию организации на окружающую среду.

ИПК-2.1 - Способен осуществлять контроль за достижением нормативов качества окружающей среды.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Семестр 5, зачет.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: метеорология и климатология, ландшафтоведение, ГИС в экологии и природопользовании, общая геология, инженерно-экологические изыскания, общая экология, экология человека.

Некоторые аспекты дисциплины будут полезны при освоении курса «Инженерно-экологические изыскания», «ОВОС и экологическая экспертиза», «Приборы и системы контроля окружающей среды».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

– лекции: 14 ч.;

– практические занятия: 12 ч.;

- в том числе практическая подготовка: 12 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

**Тема 1.** Вводная лекция. Основные термины. Определение «мониторинга», «экологического мониторинга». Виды мониторинга. Цели и задачи проведения мониторинга.

**Тема 2.** Концепция мониторинга антропогенных изменений.

Определения. Основные задачи и схема мониторинга. Мониторинг антропогенных изменений природной среды, как составная часть гидрометеорологической, сейсмической, ионосферной, гравиметрической, магнитометрической и др. систем наблюдений и контроля. Наблюдения за локальными источниками воздействий и загрязнений и факторами воздействий.

Геодинамические (опустынивание, дефляция, вторичное засоление, абразия, оврагообразование, плоскостной смыв, просадка, суффозия, карст, изменение уровня грунтовых вод, селевые потоки, оползни, обвалы, осыпи, землетрясения, засуха, извержение вулканов, заболачивание и т.д.). Геохимические (литохимические, обусловленные составом горных пород, почв, донных осадков, техногенных грунтов; гидрогеохимические – подземных вод; гидрохимические – поверхностных вод;

атмохимические – газовый состав атмосферы; геохимические - снегового покрова; биохимические - биоты).

Геофизические (магнитное, гравитационное, температурное, электромагнитное, атмосферное электричество, ионизирующее излучение).

Оценка и прогноз антропогенных изменений состояния биосферы. Понятие предельно допустимых нагрузок на среду и экологического резерва экосистемы. Подходы к определению экологического ущерба. Оценка состояния окружающей среды и возможного экологического ущерба на основе критериев качества окружающей среды и допустимости интенсивности источника воздействия при существующих реальных условиях.

Определение ПДК, ПДВ, ПДЭН.

Мониторинг – как основа прогнозирования состояния биосферы.

Этапы прогнозирования: прогноз изменений интенсивности источников воздействий и загрязнений; прогноз факторов воздействий. Проблемы прогноза распространения в различных средах загрязняющих веществ на примерах: двуокиси серы и продуктов её превращений (серной кислоты, сульфатов); тяжёлых металлов (ртути, свинца, кадмия); канцерогенных веществ, в частности бензапирена; нефти и её продуктов – в морях и океанах; хлорорганических пестицидов, а в городах также окиси углерода и окислов азота.

Вероятностные подходы к оценке риска при возможной опасности для элементов биосферы и человека. Определение риска как вероятностной характеристики той угрозы, которая возникает в рассматриваемом случае для окружающей природной среды (и человека) при возможных антропогенных воздействиях или других явлениях и событиях. Количественная оценка риска на основе данных наблюдений мониторинга.

Уровни реализации системы мониторинга: импактный уровень (изучение сильных воздействий локального масштаба); региональный уровень (проявление проблем миграции и трансформации загрязняющих веществ, совместного воздействия различных факторов, характерных для экономики региона); фоновый уровень (на базе биосферных заповедников, где исключена всякая хозяйственная деятельность).

Геоэкологический мониторинг в зоне высоких антропогенных воздействий: определение уровней выбранных критических загрязнителей в определённой среде, их распределения в пространстве и изменения во времени; исследование величины и скоростей потоков выбранных загрязнителей и вредных продуктов и их превращений; обеспечение сравнений методов проб отбора и анализа между странами для получения сравнимых результатов и обмен опытом по организации систем мониторинга.

**Тема 3. Экологический мониторинг природной среды.**

Мониторинг атмосферного воздуха.

Сеть мониторинга качества воздуха, организация системы регулярных наблюдений: городские фоновые (в жилых районах), промышленные, авто (вблизи крупных магистралей) и региональные станции.

Основные характеристики для определения уровня загрязнения атмосферы: средняя концентрация примеси в воздухе (мг/м<sup>3</sup> или мкг/м<sup>3</sup>); максимальная разовая концентрация примеси (мг/м<sup>3</sup> или мкг/м<sup>3</sup>); повторяемость, %, разовых концентраций примеси в воздухе выше предельно допустимой концентрации (ПДК) данной примеси; наибольшая повторяемость превышения ПДК любым веществом в городе; повторяемость, %, разовых концентраций примеси в воздухе выше 5 ПДК, 10 ПДК; наибольшая измеренная в городе максимальная разовая концентрация любого вещества, делённая на ПДК – стандартный индекс (СИ); индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).

Определение ПДК загрязняющего вещества в атмосферном воздухе.

Мониторинг почв.

Сеть мониторинга качества почв, организация системы наблюдений (сельскохозяйственные угодья, отдельные лесные массивы зон отдыха, прибрежные зоны, заповедники). Основные типы почв для определения формирования уровня загрязнения: тундро-глеевые, подзолистые, серые лесные, мерзлотно-таёжные, чернозёмы, каштановые, бурые и серо-бурые, серозёмы. Засоление почв, вторичное засоление. Почвенные ресурсы и их состояние в результате антропогенного воздействия.

Определение ПДК загрязняющего вещества в почве.

Мониторинг подземных вод.

Сеть мониторинга качества подземных вод, организация системы наблюдений.

Основные характеристики для определения состояния подземных вод: пространственное соотношение источников загрязнения, периодичность их функционирования и уровень возмущающего действия; оценка значимости климатических факторов в формировании гидрогеохимических аномалий; техногенные изменения интенсивности и площадей питания отдельных водоносных горизонтов и комплексов; динамика водоотбора, как фактор, контролирующей размеры зоны аэрации и скорости потока подземных вод в пределах депрессионных воронок; природная и техногенная фильтрационные неоднородности водоносных пород и региональных водоупоров, солевой и литолого-петрографический составы пород зоны аэрации.

Комплексная оценка изменений гидрогеохимической и гидродинамической обстановок под воздействием техногенных факторов и прогнозирование их дальнейшего преобразования.

Мониторинг поверхностных вод суши.

Сеть мониторинга качества поверхностных вод, организация системы регулярных наблюдений: пункты наблюдений I, II, III категорий урбанизированных территорий. Наблюдения на базе биосферных заповедников.

Основные характеристики для определения загрязнения поверхностных вод: уровень воды, м; расход воды, м<sup>3</sup>/с, ширина, глубина, площадь поперечного сечения, уклон, скорость течения, шероховатость русла. График изменения во времени расходов воды за год или часть года (сезон, половодье, паводок). Термический режим, ледовый режим, гидрохимический режим водного объекта.

Определение ПДК загрязняющего вещества в поверхностных водах.

Мониторинг качества питьевой воды.

Качество питьевой воды, оцениваемое в контексте общей оценки таких факторов, как система хозяйственно-питьевого водоснабжения, рекреация, структура водопотребления и водоотведения, уровень коммунального благоустройства.

Гигиенические нормативы содержания вредных веществ в питьевой воде по Сан Пин 2.1.4.559-96.

Проблемы хлорирования питьевой воды.

Мониторинг Мирового океана.

Основные источники загрязнения Мирового океана: непосредственные выбросы загрязняющих веществ в океан (в основном, на его поверхность); поступление загрязняющих веществ при подводной разработке и добыче минеральных ресурсов; речной сток; терригенный сток; атмосферный перенос.

Процессы переноса, трансформации загрязняющих веществ и их влияние на границах разделов: океан – атмосфера, океан – суша, вода – донные отложения.

Последствия антропогенного загрязнения: накопление токсичных химических веществ в биоте; микробиологическое загрязнение прибрежных районов моря, снижение биологической продуктивности, прогрессирующая эвтрофикация; возникновение мутагенеза и канцерогенеза; нарушение устойчивости экосистем.

Экологический резерв океана: концепция ассимиляционной ёмкости. Ассимиляционная ёмкость, как характеристика способности морской экосистемы к динамическому накоплению и активному удалению загрязняющих веществ. Процессы самоочищения: гидродинамический перенос, микробиологическое окисление, биологическая трансформация, биохимическое окисление, химическое и физическое превращения, седиментация абиогенных частиц, биоседиментация.

Прогноз состояния Мирового океана.

**Тема 4.** Климатический мониторинг.

Основные задачи: определение, оценка и прогноз антропогенных составляющих изменений и колебаний климата. Практическая значимость климатического мониторинга для целей сельского хозяйства, водного хозяйства, энергетики, строительства и т.д.

Основные разделы климатического мониторинга.

Измерение основных метеорологических величин, изучение и анализ атмосферных явлений и процессов, характеризующих соответствующий режим погоды (температура воздуха, атмосферное давление, влажность воздуха, скорость и направление ветра, интенсивность осадков, определение состояния облачности, данные о снежном покрове, влажности почвы, глубине промерзания почвы и т.д.).

Мониторинг состояния климатической системы. Сбор данных, характеризующих реакцию климатической системы и её составляющих на любые естественные и антропогенные воздействия

(альbedo подстилающей поверхности, энерго- и массообмен между атмосферой и подстилающей поверхностью, площадь морского, речного и озёрного льда, состояние ледников, площади и объёмы снежного покрова на равнинах и горах, состояние поверхности водных объектов суши; изменение биомассы растительного покрова; площади зон опустынивания; состояние зоны вечной мерзлоты; изучение оптических свойств атмосферы, оценка составляющих водного баланса крупных водоёмов, состояние озоносферы).

Мониторинг внутренних и внешних факторов, воздействующих на состояние климатической системы.

Внешние факторы воздействия, обусловленные влиянием солнца и космических излучений: солнечная электромагнитная радиация, корпускулярные потоки различных энергий, магнитное поле. Интенсивность воздействия внешних факторов от солнечной активности, параметров орбиты Земли, скорости вращения Земли.

Внутренние факторы, воздействующие на климат (тепловые выбросы и выбросы различных веществ антропогенного и естественного генезиса в биосферу; аэрозольные составляющие в тропосфере и стратосфере; изменение характера подстилающей поверхности).

Мониторинг экологических признаков изменений климатической системы (оценка урожайности различных культур, морской микрофлоры и микрофауны, оценка изменений популяций насекомых, особенностей распространения болезней животных, растений и т.д.).

Спутниковый климатический мониторинг. Использование спутниковых систем для получения информации о климате Земли. Наблюдения полей облачности и ветра; температуры и влажности воздуха на различных высотах; температуры поверхности океана; протяжённости (границ) морского льда и снежного сезонного покрова суши; растительного покрова; планктона в океане; влажности почвы; зон и интенсивности осадков; основных составляющих радиационного баланса. Идентификация слоёв пыли; определение распределения аэрозольных частиц; общее количество газовых компонентов атмосферы (водяной пар, двуокись углерода, озон); загрязнение нефтепродуктами; образование плёнок на поверхности океана.

**Тема 5.** Научно-теоретическое и практическое использование данных мониторинга.

Оценка состояния элементов биосферы в результате антропогенных воздействий. Разработка эколого-экономических подходов с целью обеспечения управления системами в зависимости от степени антропогенных воздействий и их эффектов с учётом достижений научно-технического прогресса.

Составление экологических краткосрочных и долгосрочных прогнозов состояния биосферы в различных масштабах, вплоть до глобального.

Разработка системы экологического нормирования, позволяющей определить пределы и ограничения возможных антропогенных нагрузок с учётом экологического резерва биосферы, ассимиляционной ёмкости среды при соблюдении полной безопасности для здоровья человека.

Определение технологических (технических) путей решения экологических проблем.

Определение путей совершенствования использования природных ресурсов (в различных отраслях промышленности, энергетике и сельском хозяйстве).

Принятие решений и соответствующих мер по крупномасштабным и глобальным проблемам в рамках международного сотрудничества: предотвращение возникновения необратимых последствий при нарушении озонового слоя; оценка трансграничного переноса загрязняющих веществ; изучение закисления среды и его влияния на биоту; приспособление деятельности человека в условиях изменённой природной среды и т.д.

Разработка экологически оптимальной системы социальных отношений на государственном и международном уровнях, включающий национальные и международные нормы экологического права.

Ликвидация последствий национальных и международных катастроф; восстановление и сохранение качества окружающей среды; поддержание социального минимума: питания, здоровья, образования и жилья.

**Тема 6.** Региональные экологические проблемы.

Архипелаг Новая Земля – функционирование ядерного полигона.

Кольский полуостров – предприятия цветной металлургии.

Московский регион – влияние промышленных предприятий различной направленности.

Центральный, Центральнo-Чернозёмный, Поволжский, Волго-Вятский, Северо-Западный, Северо-Кавказский – влияние Чернобыльской катастрофы.

Чёрное и Азовское моря – снижение качества рекреационных ресурсов, уменьшение биологической продуктивности морей.

Северный Прикаспий (Волго-Ахтубинская пойма) – влияние Астраханского газоперерабатывающего комплекса. Повышение уровня Каспийского моря.

Калмыкия (Чёрные земли) – процессы антропогенного опустынивания.

Среднее Поволжье и Прикамье – загрязнение предприятиями нефтедобычи, нефтепереработки и нефтехимии. Влияние каскада водохранилищ.

Уральский регион – качественное и количественное истощение минерально-сырьевых, водных, атмосферного воздуха, почвенных, лесных ресурсов. Многоплощадное радиационное загрязнение.

Норильский регион – влияние выбросов предприятий цветной металлургии.

Кузнецкий бассейн – влияние предприятий горнодобывающей и металлургической промышленности.

Западно-Сибирский регион – влияние Нефтеперерабатывающего комплекса. Нерациональное ведение поисковых и добывающих работ, что способствует снижению природно-ресурсной базы традиционного хозяйства коренных народов Севера.

Район озера Байкал – загрязнение вод и воздушного бассейна, деградация лесных ресурсов, истощение рыбных запасов.

**Тема 7.** Законодательная и нормативно-правовая база, необходимая при проведении мониторинга.

Закон Российской Федерации от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах», Водный Кодекс Российской Федерации, Земельный кодекс Российской Федерации, Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях», Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе», Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения практических работ, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Порядок формирования компетенций, результаты обучения, критерии оценивания и перечень оценочных средств для текущего контроля по дисциплине приведены в Фондах оценочных средств для курса «Экологический мониторинг».

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет в третьем семестре проводится в письменной форме по тестам. Тесты (не менее 3 вариантов тестов) содержат от 20 до 25 вопросов. Выполнение теста осуществляется в течении 40 минут с начала зачета. Продолжительность зачета 2 часа.

Процедура проверки сформированности компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины «Экологический мониторинг» описаны в Фондах оценочных средств для данного курса.

## **11. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

1. Мелехова О.П. и др. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. – М: Академия, 2010. –288 с.

2. Голицин А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды [Текст]: Учебник /А.Н. Голицин. – 2-е изд., испр. – М.: Оникс, 2010. - 332 с. ISBN 978-5-488-00994-3.

3. Карпенков, С.Х. Экология: учебник для вузов / С.Х. Карпенков. - М. :Директ-Медиа, 2015. - 662 с.

4. Никитин Н.С., Кузнецова Н.В. Совершенствование методов экологического мониторинга загрязнения окружающей среды // Материалы конференции «Стратегия развития сельского хозяйства в современных условиях - продолжение научного наследия Листопада Г.Е., академика ВАСХНИЛ

(РАСХН), доктора технических наук, профессора. Волгоград, 6-7 ноября 2018 г. Издательство: Волгоградский государственный аграрный университет, 2019. С. 229-235.

5. Рожкина А.В. Эффективность применения ГИС-технологий в экологическом мониторинге // Сборник научных трудов по материалам региональной научно-практической конференции «ОБРАЗОВАНИЕ. НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ – 2019». Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "СЕКВОЙЯ". 2019. с. 117-119.

6. Санжарова Н. И., Панов А. В., Кузнецов В. К., Исамов Н. Н., Карпенко Е. И., Гордиенко Е. В., Микаилова Р. А. Комплексный радиационно-экологический мониторинг в районе расположения радиационно опасных объектов как составная часть единой системы государственного экологического мониторинга // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. Издательство: Обнинский институт атомной энергетики - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" (Обнинск). №1. 2019. С. 131-142.

7. Макаревич Т.А., Уточкина С.П. Экологический мониторинг, контроль и экспертиза / Учебное пособие. Изд-во: Белорусский государственный университет. 2012. 223 с.

8. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. – СнП., 2004. – 294 с.

9. Исаченко А.Г. Экологическая география России. – Сиб.: Изд-во Сиб ГУ, 2001. – 205 с.

10. Основы экологической геофизики. СнП.: Изд-во «Лань», 2004.- 384 с.

11. <http://www.lib.tsu.ru/ru> - Электронная библиотека НБ ТГУ.

12. <http://www.mnr.gov.ru> – сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

13. <http://www.meteorf.ru> – Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

14. <http://www.hydrology.ru> – ФГБУ Государственный гидрологический институт.

## **12. Перечень информационных ресурсов**

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/>

в) профессиональные базы данных (при наличии):

– Электронный атлас параметров устойчивого инновационного развития – <http://lt-gis.ru/>

– База данных мониторинга качества жизни населения макрорегионов России.–

<https://качествожизни.life;>

– Региональное устойчивое развитие: аналитические обзоры. -

[http://www.rypravlenie.ru/?page\\_id=3392](http://www.rypravlenie.ru/?page_id=3392)

## **13. 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.

## **14. Информация о разработчиках**

Вершинина Ирина Павловна, кандидат географических наук, доцент кафедры природопользования ГГФ.

Игнатъева Анна Владимировна, ассистент, кафедра природопользования ГГФ.