

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

«29» июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**Загрязнение почв**

по направлению подготовки

**06.03.02 Почвоведение**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Генезис и эволюция почв»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.08.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОИ

С.П. Кулижский

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2023

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

*Целью освоения дисциплины* является формирование следующих компетенций:

- ОПК-2. Способен использовать в профессиональной деятельности теоретические и практические основы фундаментальных дисциплин почвоведения
- ОПК-3. Способен оценивать качество земель, проводить почвенные, геоботанические, агрохимические и необходимые обследования, изыскания, а также проектировать и осуществлять мероприятия по охране, использованию, мониторингу и восстановлению почв и почвенного покрова
- ПК-2. Способен решать профессиональные задачи при организации почвенных обследований в рамках почвенной съемки.
- ПК-3. Способен проводить подготовительный, полевой и камеральный этапы агрохимического обследования.

*Результатами освоения дисциплины* являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИОПК-2.1. Устанавливает причинно-следственные связи в системе: «почва - факторы почвообразования».
- ИОПК-2.2. Анализирует и объясняет взаимосвязи между количественными параметрами свойств почв на основе экспериментальных исследований и данных других источников.
- ИОПК-3.2. Оценивает качество целинных и нарушенных земель.
- ИПК-2.4. Знает и использует классификацию почв, анализирует и оценивает влияние экологических (в т.ч. антропогенных) факторов на свойства почв и закономерности их распространения
- ИПК-3.1. Фиксирует процессы ухудшения состояния сельскохозяйственных земель, в том числе эрозии, переувлажнения, засоленности и других видов деградации

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Сформировать представление о загрязнении почв и научиться устанавливать причинно-следственные связи в системе: «почва – антропогенные факторы почвообразования.
- Научиться анализировать и объяснять взаимосвязи между количественными параметрами свойств загрязненных почв на основе литературных теоретических и экспериментальных исследований.
- Освоить принципы оценки качества загрязненных земель.
- Научиться анализировать и оценивать влияние антропогенных факторов на свойства почв и закономерности их распространения.
- Научиться определять на основе информации о свойствах и признаках почв наличие процессов ухудшения состояния сельскохозяйственных земель в результате загрязнения.

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся по выбору

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

Семестр 8, зачет

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по дисциплинам: «Общая и неорганическая химия» «Органическая химия», «Почвоведение»,

«География почв», «Экология почв», «Химический анализ почв», «Биогеохимия», «Химия почв», «Лабораторный практикум по химии почв»,

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

– лекции: 10 ч.;

– семинарские занятия: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

**Тема 1.** Введение. Цели и задачи дисциплины. Современное состояние проблемы загрязнения почв.

Общие представления о химическом загрязнении почв и загрязняющих веществах. Понятийно-терминологический аппарат: техногенное воздействие, технофильность элемента, фактор техногенного обогащения, антропогенное воздействие, загрязнение почвы, химическое загрязнение почвы, загрязняющее вещество, источник загрязнения, фоновое содержание, предельно допустимая концентрация, подвижность вещества в почве, соединения химических элементов в почвах, формы нахождения химических элементов в почвах. Экологически опасные виды производств и объектов. Стресс-индексы загрязняющих веществ.

**Тема 2.** Виды загрязняющих веществ и источники загрязнения.

Классификация загрязнителей по природе, происхождению, степени опасности. Характеристика основных видов химических загрязняющих веществ: соединения серы, фосфора и азота; галогены, озон и фреоны; оксиды углерода и углеводороды; тяжелые металлы; ароматические соединения; нефть и нефтепродукты; пестициды; радиоактивные отходы и выбросы. Общие закономерности распределения химических загрязняющих веществ в биосфере.

**Тема 3.** Общие закономерности распределения химических загрязняющих веществ в биосфере.

Локальные загрязнения. Региональное загрязнение биосферы. Глобальное загрязнение биосферы. Общие закономерности распределения химических загрязняющих веществ в биосфере.

**Тема 4.** Техногенные потоки и миграция химических загрязняющих веществ. Основы теории устойчивости природных систем. Актуальность проблемы устойчивости экосистем. Виды устойчивости. Представления об инертности и упругости природных систем. Параметры, характеризующие устойчивость природных систем. Техногенные потоки веществ в биогеоценозе. Миграция химических загрязняющих веществ в биогеоценозе. Миграция химических загрязняющих веществ в природных, грунтовых и лизиметрических водах и почвенных растворах. Миграция химических загрязняющих веществ в почвенном профиле. Экологические последствия промышленного загрязнения биогеоценозов. Воздействие химических загрязняющих веществ. Понятие о фитотоксичности и толерантности.

**Тема 5.** Тяжелые металлы – загрязнители окружающей среды.

Методология изучения загрязнения почв соединениями металлов. Основные этапы исследования химического загрязнения почв соединениями металлов.

Химия и источники поступления тяжелых металлов в почву. Природные источники соединений металлов в почвах. Техногенные источники соединений металлов в почвах.

Почвенные свойства, влияющие на поведение соединений металлов при техногенном загрязнении. Формы нахождения металлов в почвах. Методы исследования загрязнения почв соединениями металлов.

Методы оценки фонового содержания металлов в почве при техногенном загрязнении. Критерии, показатели и методы оценки степени загрязнения почв соединениями металлами.

Нормативы содержания ТМ и металлоидов в почвах. Особенности отбора почвенных проб при изучении загрязнения почв соединениями металлов в зоне воздействия промышленных предприятий и в крупных городах. Биогеохимические провинции. Токсичное влияние на живые организмы и последствия загрязнения почв. Система мониторинга загрязненных почв.

**Тема 6.** Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами.

Химия нефти и нефтепродуктов. Технология переработки нефти. Экотоксикологическая характеристика химического состава нефти. Источники загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами. Поведение и трансформация нефти и нефтепродуктов в почве. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на свойства почвы (морфологические, физические, физико-химические и химические свойства почвы), ферментативную активность почв, живые организмы (комплекс почвенных микроорганизмов, растения, животных и человека). Факторы, определяющие экологические последствия загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами.

Проблема диагностики и нормирования содержания нефтепродуктов в почвах. Охрана почв от нефтяного загрязнения. Экологическая оценка почв при загрязнении их нефтью. Санация и рекультивация почв, загрязненных нефтью. Почвенно-экологический мониторинг нефтяного загрязнения.

**Тема 6.** Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами. Определение понятия «кислые осадки», их химический состав, причины образования и распространение. Воздействие кислых осадков на различные компоненты экосистем. Методологические подходы и методы проведения модельных опытов, их преимущества и ограничения. Изменение почв под действием кислых осадков в условиях модельных полевых и лабораторных экспериментов.

Изменение свойств почв при различных кислотных нагрузках. Методологические подходы к оценке изменения почв под влиянием кислых осадков в природных условиях. Изменение почв под влиянием кислых осадков по данным наблюдений в районах их выпадения. Интенсификация процесса выветривания минералов и выноса веществ в районах выпадения кислых осадков.

Проблемы организации мониторинга кислотно-основного состояния почв. Набор показателей кислотно-основного состояния почв, используемый в национальных и международных программах при организации мониторинга кислотно-основного состояния почвы.

**Тема 8.** Загрязнение почв радионуклидами.

Понятия о радиоактивных элементах. Методологические принципы и методики исследования радиоактивного загрязнения почв. Источники радиоактивного загрязнения почв. Действие радиации и измерение силы и дозы радиации. Радиочувствительность различных организмов. Характеристика радиоактивных веществ. Период полураспада.

Роль лесных биогеоценозов в первичном распределении радиоактивных выпадений. Основные закономерности поведения радионуклидов в лесных почвах.

Биогеохимические потоки радионуклидов в лесных ландшафтах. Концептуальная модель и параметры биогеохимической миграции  $^{137}\text{Cs}$  в лесных ландшафтах.

**Тема 9.** Загрязнение почв биоцидами, органическими и минеральными удобрениями.

Устойчивость биоцидов. Превращения пестицидов в почве. Самоочищение биосферы от пестицидов. Загрязнение почв органическими и минеральными удобрениями.

**Тема 10.** Концепция ПДК загрязняющих веществ в почве.

Экологические последствия химического загрязнения. Воздействие химических загрязняющих веществ на человека (специфические и неспецифические). ПДК загрязняющих веществ в почве. Показатели и параметры химического загрязнения почв, определяющие экологические кризисы и экологические бедствия. Подходы к нормированию загрязняющих веществ. Мониторинг химического загрязнения почв. Законодательная база мониторинга и охраны почв.

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

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

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

**Зачет в восьмом семестре** проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два вопроса и одну ситуационную задачу, ответы на которые позволяют оценить сформированность ИОПК-2.1; ИОПК-2.2; ИОПК-3.2; ИПК-2.4; ИПК-3.1.

Продолжительность зачета 1,5 час.

*Примерный перечень вопросов к зачету:*

1. Современные проблемы загрязнения окружающей среды и их анализ.
2. Представление о химическом загрязнении почв. Дайте определение (ссылка на авторов обязательна).
3. Принципы и подходы к изучению химического загрязнения почв.
4. Решения Стокгольмской и других международных конференций по охране окружающей среды.
5. Классификация загрязнителей, представляющих экологическую опасность. Соединения серы, фосфора и азота, масштабы их выбросов.
6. Галогены, содержание и распределение их в биосфере, миграция, накопление и экологическая опасность.
7. Фреоны, их роль в биосфере и их экологическая опасность.
8. Парниковый эффект. Причины возникновения и его последствия.
9. Соединения углерода, роль в биосфере и их экологическая опасность.
10. Тяжелые металлы, их роль в биосфере и экологические последствия загрязнения.
11. Ароматические соединения, нефтепродукты и детергенты, и их опасность для биосферы.
12. Обзор радиоактивных веществ, представляющих экологическую опасность, особенности воздействия их на биосферу.
13. Закономерности трансформации в биосфере пестицидов и их экологическая опасность.
14. Оценка влияния на состояние почв промышленных источников химического загрязнения и транспортное загрязнение. Динамика размеров выбросов промышленных предприятий и транспорта.
15. Отходы химической промышленности, добычи и транспортировки нефти и их влияние на химическое состояние почв.
16. Загрязнение почв отходами коммунального хозяйства и оценка их влияния на состояние почв.
17. Общие закономерности распределения химических загрязняющих веществ в биосфере.
18. Локальное, региональное и глобальное загрязнения биосферы. Сущность этих понятий и их отличие друг от друга.
19. Представление основ теории устойчивости природных систем, актуальность этой

- проблемы и современные научные подходы к ее изучению (ссылка на авторов обязательна).
20. Параметры, характеризующие устойчивость природных систем, представления об инертности и упругости.
  21. Техногенные потоки веществ и оценка особенностей миграции химических загрязняющих веществ в биогеоценозе, в природных, грунтовых и лизиметрических водах, в почвенных растворах, в почвенном профиле.
  22. Охарактеризовать понятие фитотоксичности и толерантности. Оценить воздействие химических загрязняющих веществ и экологические последствия промышленного загрязнения биогеоценозов.
  23. Определение понятия тяжелых металлов, их деление на классы токсичности; привести примеры.
  24. Методы исследования и особенности отбора почвенных проб при изучении загрязнения почв соединениями металлов.
  25. Формы нахождения тяжелых металлов, источники поступления в почву, токсичное влияние на живые организмы и здоровье человека. Необходимость их изучения при контроле загрязнения почв.
  26. Химическая природа нефти и нефтепродуктов, технология переработки нефти и экотоксикологическая характеристика.
  27. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на морфологические, физические, физико-химические и химические свойства почв и характер изменения в почвенных процессах.
  28. Воздействие органических поллютантов на биологические свойства почв (в том числе ферментативную активность почв, комплекс почвенных микроорганизмов) и живые организмы.
  29. Методы рекультивации нефтезагрязненных почв.
  30. Кислые осадки, характеристика их химического состава, причины образования, распространение и воздействие кислых осадков на почвенный покров.
  31. Изменения в химическом состоянии почв при различных кислотных нагрузках (по данным наблюдений в районах их выпадения).
  32. Понятия о радиоактивных элементах и источниках радиоактивного загрязнения почв, действие радиации, характеристика радиоактивных веществ.
  33. Роль лесных экосистем в первичном и вторичном распределении радиоактивных выпадений и отдельных радионуклидов в их составе на территории загрязнения.
  34. Основные закономерности поведения радионуклидов в лесных почвах и оценка миграционной способности радионуклидов.
  35. Сформулируйте понятия биогеохимических потоков радионуклидов в ландшафтах.
  36. Характеристика биоцидов и степени их устойчивости.
  37. Превращения пестицидов в почве и закономерности их трансформации.
  38. Загрязнение почв органическими и минеральными удобрениями.
  39. Концепция ПДК загрязняющих веществ в почве. Показатели и параметры химического загрязнения почв, определяющие экологические кризисы и экологические бедствия, объективные сложности их выделения

*Примеры ситуационных задач:*

Задача 1.

Дано: Нефтезагрязненные аллювиальные луговые почвы среднесуглинистого гранулометрического состава высокой степени загрязнения расположены в центральной части поймы.

Требуется:

1. Проанализировать и оценить влияние нефтяного загрязнения по литературным источникам на свойства почв зоны нефтяного загрязнения.

2. Составить прогноз изменения аллювиальных фоновых почв в результате нефтесолевого загрязнения, включая такие параметры как морфологическое строение, трансформация водно-физических, катионообменных, кислотно-основных свойств, состава водной вытяжки, направленности почвообразовательных процессов.

2. Указать показатели потенциальной опасности нефтяного загрязнения для данной территории и предложить способы рекультивации почв нефтесолевого загрязнения.

**Критерии оценивания:**

*Зачтено* – даны полные с некоторыми наводящими вопросами ответы на поставленные теоретические вопросы, показано хорошее умение анализировать информацию, в ходе решения ситуационной задачи даны верные или с небольшими неточностями ответы, демонстрирующие сформированность ИОПК-2.1; ИОПК-2.2; ИОПК-3.2; ИПК-2.4; ИПК-3.1 на высоком и достаточном уровне.

*Не зачтено* – даны слишком краткие, фрагментарные или неверные ответы на поставленные вопросы, показано неумение анализировать информацию, оперировать ею: в ходе решения ситуационной задачи допущены грубые ошибки, свидетельствующие об отсутствии сформированности ИОПК-2.1; ИОПК-2.2; ИОПК-3.2; ИПК-2.4; ИПК-3.1 на достаточном уровне.

**11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине: тестовые задания, контрольные работы, теоретические вопросы и ситуационные задачи к семинарам и зачету, билеты к зачету.

в) План семинарских занятий по дисциплине представлен в курсе Moodle.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов представлены в курсе Moodle.

**12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

– Другов Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов : практическое руководство. – / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. – 469 с.

– Коробкин В.И. Экология и охрана окружающей среды: Учебник. / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – М.: КноРус, 2014. – 329 с.

– Садовникова Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении. / Д.С Орлов, И.Н. Лозановская.– М.: Высшая школа, 2008. – 333 с.

– Середина В.П. Загрязнение почв: учебное пособие. / В.П. Середина. – Томск: Издательский Дом Томск. Гос. Ун-та, 2015. – 345 с.

– Топалова О.В. Химия окружающей среды [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.В. Топалова, Л.А. Пимнева. – Электрон. дан. СПб. : Лань, 2016. – 160 с.

б) Дополнительная литература:

– Водяницкий Ю.Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах / Ю.Н Водяницкий. // Почвоведение. – 2012. – № 3. – С. 368-375.

– Геохимия природных и техногенно-измененных биосистем : [к 80-летию В. В. Добровольского : сборник статей /отв. ред. Филатова Е. В.]. – М.: Научный мир, 2006. – 276 с.

– Орлов Д.С. Химия почв (учебник). / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова. – М.: Высшая школа, 2005. – 558 с.

– Орлов Д.С. Химия почв: Учебник. / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 400 с.

– Середина В.П. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация/ В.П. Середина, Т.А. Андреева, Т.П. Алексеева, Т.И. Бурмистрова, Н.Н. Терещенко. – Томск, Изд-во ТПУ, 2006. – 270 с.

– Ступин Д.Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Электрон. дан. – / Д.Ю. Ступин. – СПб. : Лань, 2009. – 429 с.

– Торшин С.П., Биогеохимия радионуклидов: Уч./ С.П. Торшин, Г.А. Смолина – М.: НИЦ ИНФРА, 2016. – 320 с.

– Экологический мониторинг почв / Г.В. Мотузова, О.С. Бузуглова. – М.: Академический проект, Гаудеамус, 2007. – 237 с.

в) ресурсы сети Интернет:

Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» URL : <http://elibrary.ru/>

1. Почвенный музей ТГУ URL : <http://www.photosoil.ru/>

2. Электронная библиотека НБ ТГУ URL : <http://www.lib.tsu.ru/ru>

### **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/>

### **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.

### **15. Информация о разработчиках**

Середина Валентина Петровна, д.б.н., профессор, кафедра почвоведения и экологии почв БИ НИ ТГУ, профессор.