Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана П.В. Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины:**

**ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ**

---

**Уровень высшего образования:**

***Бакалавриат***

**Направление подготовки (специальность):**

***06.03.02 Почвоведение***

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Земельные ресурсы и функционирование почв**

**Форма обучения: очная**

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета почвоведения (протокол №_____, дата _____ )

---

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 06.03.02 Почвоведение программы бакалавриата.

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 28 декабря 2020 года (протокол № 7).

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** вариативная часть, модуль профессиональный, дисциплина по выбору, обязательна для освоения

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** (*указать входные результаты обучения или перечень освоенных дисциплин (практик))*.
Высшая математика, физика, общая химия, органическая химия, аналитическая химия, физическая химия, коллоидная химия, геология с основами геоморфологии, ботаника с основами геоботаники.

3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

| **Компетенции выпускников (коды)** | **Индикаторы (показатели) достижения компетенций** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями** |
|---|---|---|
| Б-СПК-5. Способен использовать в профессиональной деятельности знания о техногенных трансформациях почв и экосистем, как основе для поддержания их устойчивого развития и рекультивации, а также понимание принципов устойчивого развития и предотвращения деградации экосистем | Б-СПК-5.1. Использует знания о техногенных трансформациях почв и экосистем для их выявления, исследования и предложения мероприятий по поддержанию их устойчивого развития и рекультивации.<br>Б-СПК-5.2. На основе принципов устойчивого развития определяет пути предотвращения деградации экосистем. | Знать процессы техногенного загрязнения почв и его экологических последствий. Понимать современные представления об основных загрязняющих веществах техногенного происхождения, закономерностях и особенностях их миграции, трансформации и аккумуляции в почвах и экосистемах; устойчивости почв под воздействием техногенного загрязнения. Уметь находить пути предотвращения деградации экосистем на основе принципов устойчивого развития. |
| Б-ПК-5. Способен обрабатывать информацию в профессиональной сфере по заданным параметрам в процессе проведения экспертно-аналитических работ. | Б-ПК-5.1. Обрабатывает информацию в профессиональной сфере по заданным параметрам в процессе проведения экспертно-аналитических работ. | Уметь критически анализировать изменения почвенных свойств под воздействием техногенного загрязнения, давать научно обоснованную оценку состояния почв и их способности выполнять экологические функции. |
| | | |
| | | |

4. **Объем дисциплины** 2 з.е.**,** в том числе 20 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 52 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения: очная** *(отметить, если дисциплина или часть ее реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий)*

6. **Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий**:

| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации** *(тестирование, доклад с презентацией, устный опрос и т.д.)* | **Всего (часы)** | В том числе | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)** ***Виды контактной работы, часы из учебного плана*** | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося** ***Виды самостоятельной работы, часы*** *(подготовка докладов, рефератов, анализ литературы и др.)* | | |
| | | Занятия лекционного типа *(по учебному плану)* | Занятия семинарского типа (семинары) *(по учебному плану)* | Занятия семинарского типа (лабораторные) *(по учебному плану)* | Занятия семинарского типа (практические) *(по учебному плану)* | **Всего** | Подготовка докладов, рефератов | Анализ литературы | **Всего** |
| Раздел 1. Техногенное загрязнение как важнейшая экологическая проблема современности | 16 | 4 | | | | 4 | | 12 | 12 |
| Тема 1. Источники и масштабы распространения загрязняющих веществ | 8 | 2 | | | | 2 | | 6 | 6 |
| Тема 2. Экологические последствия техногенного загрязнения окружающей среды | 8 | 2 | | | | 2 | | 6 | 6 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Форма текущей аттестации по разделу – | *Тестирование* | | | | | | | | |
| Раздел 2. Устойчивость почв к техногенному загрязнению | 16 | 4 | | | | 4 | | 12 | 12 |
| Тема 3. Основы устойчивости почв к техногенному загрязнению | 8 | 2 | | | | 2 | | 6 | 6 |
| Тема 4. Масштабы и степень загрязнения почв | 8 | 2 | | | | 2 | | 6 | 6 |
| Форма текущей аттестации по разделу – | *Контрольная работа* | | | | | | | | |
| Раздел 3. Воздействие различных загрязняющих веществ на почвы | 40 | 12 | | | | 12 | 8 | 20 | 28 |
| Тема 5. Антропогенное подкисление почв | 6 | 2 | | | | 2 | | 4 | 4 |
| Тема 6. Загрязнение почв тяжелыми металлами | 12 | 4 | | | | 4 | 4 | 4 | 8 |
| Тема 7. Загрязнение почв органическими соединениями | 4 | 2 | | | | 2 | | 2 | 2 |
| Тема 8. Проблема парниковых газов и изменения климата | 8 | 2 | | | | 2 | | 6 | 6 |
| Тема 9. Леса и почвы России в регулировании | 10 | 2 | | | | 2 | 4 | 4 | 8 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| баланса углерода | | | | | | | | | |
| Форма текущей аттестации по разделу – | *Доклад с презентацией* | | | | | | | | |
| … | | | | | | | | | |
| Практическая подготовка***(при наличии)* | | | | | | | | | |
| Промежуточная аттестация_____ *(указывается форма проведения)* | *Зачет* | | | | | | XX - ***Часы на проведение промежуточной аттестации выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося.*** | | |
| **Итого:** | **72** | **20 (20 – лекции)** | | | | | **52** | | |

***** Практическая подготовка (при наличии) осуществляется на базе …(указать – структурное подразделение МГУ или организацию (предприятие), практическая подготовка на базе которого осуществляется на основании Договора)***

## Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

**Раздел 1.** Техногенное загрязнение как важнейшая экологическая проблема современности

**Тема 1.** ИСТОЧНИКИ И МАСШТАБЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Техногенное загрязнение среды в комплексе антропогенных факторов воздействия на экосистемы. Основные источники техногенного загрязнения: промышленные предприятия, электростанции, транспорт. Масштабы распространения загрязняющих веществ: локальный, региональный и глобальный уровни загрязнения.

**Тема 2.** ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Понятия и термины. Классификации загрязняющих веществ по их токсичности для живых организмов, устойчивости в почве, растениях, воде, влиянию их на пищевую ценность сельскохозяйственных продуктов и способности мигрировать в ландшафте. Превращения загрязняющих веществ в окружающей среде и их поступление в почвы.

**Раздел 2.** Устойчивость почв к техногенному загрязнению

**Тема 3.** ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ К ТЕХНОГЕННОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ

Роль и место почв в поддержании устойчивости экосистем к техногенному загрязнению. Теоретические основы оценки устойчивости почв к техногенному загрязнению. Основные процессы, определяющие поведение загрязняющих веществ в почвах и их буферность по отношению к поллютантам (сорбция, комплексообразование, растворение/осаждение).

**Тема 4.** МАСШТАБЫ И СТЕПЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

Анализ масштабов и степени загрязнения почв в мире, Европе и России. Междисциплинарный характер проблемы техногенного загрязнения почв, необходимость комплексных исследований на стыке почвоведения, биологии, экологии, сельскохозяйственных наук, медицины. Основные этапы развития исследований техногенного загрязнения почв.

**Раздел 3.** Воздействие различных загрязняющих веществ на почвы

**Тема 5.** АНТРОПОГЕННОЕ ПОДКИСЛЕНИЕ ПОЧВ

Кислотообразующие соединения выбросов промышленных предприятий в атмосферу. Миграция, трансформация и выведение из атмосферы загрязняющих веществ. Прямое и косвенное воздействие кислотообразующих поллютантов на живые организмы. Взаимодействие компонентов кислотных осадков с почвами. Буферность почв и их способность нейтрализовать кислоты. Антропогенное подкисление почв. Подкисление подземных и поверхностных природных вод. Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. Методологические основы и методы оценки устойчивости почв к подкислению. Статические и динамические модели. Прогноз изменения свойств почв при различных стратегиях сокращения выбросов кислотообразующих соединений в атмосферу.

**Тема 6.** ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Природное содержание тяжелых металлов в породах и почвах. Биогеохимические провинции. Техногенные источники и уровни загрязнения почв металлами. Важнейшие тяжелые металлы – загрязнители окружающей среды. Биохимические функции тяжелых металлов, влияние их дефицита и избытка на живые организмы. Прямое и косвенное

воздействие, биологическая доступность, токсичность и толерантность. Трансформация техногенных соединений металлов в почвах. Почвенные компоненты, влияющие на поведение металлов в почвах. Механизмы закрепления металлов в почвах. Закономерности аккумуляции и миграции металлов в почвах и ландшафтах. Особенности загрязнения почв тяжелыми металлами в зонах воздействия промышленных предприятий, транспортных магистралей и в городах.

**Тема 7.** ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Стойкие органические загрязнители. Диоксины, дибензофураны и дифенилы: основные источники поступления, токсичность, поведение в окружающей среде и почвах.

Загрязнение пестицидами. Важнейшие пестициды, их экологическая классификация и функции. Поведение пестицидов в почве (миграция, адсорбция, трансформация). Устойчивость в почве и основные механизмы детоксикации. Методы уменьшения отрицательного влияния загрязнения почвы пестицидами.

Полициклические ароматические углеводороды: основные представители, поступление в окружающую среду, воздействие на живые организмы, поведение в почвах.

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами. Запасы, производство и потребление нефти в мире. Рост нефтедобычи и крупные экологические катастрофы. Характеристика нефти как загрязняющего вещества. Токсическое и модифицирующее действие нефти. Загрязнение поверхностных вод. Загрязнение наземных экосистем и почв. Изменение физических, химических и биологических свойств почв при загрязнении. Физико-химическая и микробиологическая деградация нефти в почвах, самоочищение почв.

**Тема 8.** ПРОБЛЕМА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Основные пулы и потоки углерода в биосфере. Эмиссия CO2 при сжигании ископаемого топлива. Рост концентрации парниковых газов в атмосфере. Изменения климата и их экологические последствия. Роль наземных экосистем, в том числе почв, в регулировании баланса углерода. Рамочная Конвенция ООН по изменению климата. Киотский протокол. Парижское соглашение. Сокращение выбросов. Мировая стратегия по снижению прироста парниковых газов в атмосфере с помощью природных экосистем. Инициатива «Soil carbon 4 per mille», направленная на увеличение содержания органического углерода в почвах мира на 4‰ в год для компенсации прироста глобальной эмиссии парниковых газов антропогенными источниками.

**Тема 9.** ЛЕСА И ПОЧВЫ РОССИИ В РЕГУЛИРОВАНИИ БАЛАНСА УГЛЕРОДА

Глобальное значение лесов России, их потенциал в компенсации выбросов парниковых газов. Проблемы лесоуправления и лесопользования. Потребность в адаптации. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. Углеродный налог как механизм перехода к «зеленой экономике». Лесная биоэкономика замкнутого цикла. Динамика запасов почвенного углерода при разных климатических сценариях и лесопользовании. Потенциал секвестрации углерода почвами России.

**Задания для самостоятельной работы:**

1. Провести анализ литературы по масштабам и экологическим последствиям деградации почв под воздействием кислотных осадков, тяжелых металлов, органических поллютантов (по выбору). Подготовить реферат по выбранной теме с конкретными примерами.
2. Ознакомиться с документальными фильмами:

«Soil Organic Carbon – the treasure beneath our feet». Food and Agriculture Organization of the United Nations (https://www.youtube.com/watch?v=Ymy0IO7nizw) и
«4 per 1000: Soils For Food Security And Climate (https://www.4p1000.org). В развернутой таблице проанализировать проблемы и перспективы осуществления этой инициативы.

3. Ознакомиться с литературными источниками и документальными фильмами:

«Как рубят и восстанавливают наши леса: три основные системы лесопользования» (https://www.youtube.com/watch?v=M7DJdkn5Lrw);
Лесной пожар: последствия, выводы, рекомендации на будущее (https://www.youtube.com/watch?v=hhnN8c0RX60);
Почему сейчас нельзя посчитать, сколько $CO_2$ поглощают леса России (https://www.youtube.com/watch?v=AbA1O_VpFPA);
Подготовить доклад с презентацией о роли лесных экосистем в компенсации выбросов парниковых газов.

7.**Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

7.1. **Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля:**

***Примеры тестов:***

Что такое глобальное загрязнение окружающей среды:

1) это изменение естественных характеристик среды во всем мире
2) это влияние хозяйственной деятельности на территории одних государств на состояние среды других государств
3) это любое антропогенное вмешательство в окружающую среду

Что такое трансграничный перенос загрязняющих веществ:

1) распространение на большое расстояние от источника воздействия
2) распространение на территории нескольких государств или нескольких регионов
3) распространение на соседние природные регионы

Чем меньше токсическая доза, тем токсичность:

1) ниже
2) выше
3) зависит от величины предельно допустимой концентрации

Предельно допустимая концентрация – это показатель:

1) степени технофильности элемента
2) степени опасности вещества
3) источника техногенного загрязнения

Что такое фоновая концентрация вещества?

1) содержание вещества в воздухе или воде, определяемое глобальной или региональной суммой естественных и антропогенных процессов.
2) минимальная концентрация вещества в составляющих биосферы, которая может быть определена современными методами анализа.
3) такая концентрация вредного вещества, которая не вызывает изменений в состоянии здоровья людей.
4) концентрация вещества в выбросах, сбросах предприятий при нормальном режиме работы.

Основные пути поступления азота из атмосферы в экосистемы:

1) сухое осаждение
2) выпадение с атмосферными осадками
3) адсорбция
4) поглощение «снежными корнями»
5) биологическая фиксация

***Примеры тем рефератов, презентаций, докладов:***

Роль почв в поддержании устойчивости экосистем к техногенному загрязнению.

Современное состояние проблемы антропогенного подкислениия почв.

Азотное загрязнение экосистем. Подкисление и эвтрофикация.

Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами.

Парниковые газы, парниковый эффект. Рост концентрации парниковых газов в атмосфере и связь с изменениями климата.

Роль лесов и почв в регулировании баланса углерода.

Проблема загрязнения окружающей среды и почв диоксинами.

Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами.

Виды деградации почв, характерные для городских территорий. Потенциальные источники загрязнения и основные загрязняющие вещества для почв различных функциональных зон (ООПТ, рекреационных, селитебных, транспортных, промышленных зон и т.д.).

7.2. **Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:**

***Примерные вопросы для зачета***

Типы, источники и масштабы техногенного загрязнения почв.

Характеристика загрязняющих веществ по степени их токсичности.

Превращения загрязняющих веществ в окружающей среде и их поступление в почвы.

Особенности поведения загрязняющих веществ в почвах.

Современные научные концепции устойчивости почв к техногенному воздействию.

Основные процессы, определяющие поведение загрязняющих веществ в почвах и их буферность по отношению к поллютантам (сорбция, комплексообразование, растворение/осаждение).

Проблема кислотных осадков. Кислотообразующие вещества в атмосфере. Природные и техногенные источники поступления соединений серы и азота в атмосферу. Масштабы загрязнения и проблема подкисления природных вод и почв.

Экологические последствия выпадения кислотных осадков. Прямое и косвенное воздействие кислотообразующих поллютантов на растения. Взаимодействие кислотных осадков с почвами. Подкисление почв. Устойчивость почв к подкислению.

Загрязнение атмосферы, водоемов и почв азотом. Подкисление и эвтрофикация.

Загрязнение почв тяжелыми металлами. Пути поступления. Поведение в почвах. Влияние на растения и почвенную биоту.

Стойкие органические загрязнители. Диоксины, источники их образования, токсичность. Поведение в окружающей среде и почвах.

Полициклические ароматические углеводороды, источники образования, токсичность. Поведение в окружающей среде и почвах.

Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами.

Рост концентрации парниковых газов в атмосфере, парниковый эффект. Рамочная Конвенция ООН по изменению климата. Киотский протокол, Парижское соглашение.

Инициатива «Soil carbon 4 per mille».

Потенциал секвестрации углерода почвами России.

Роль почв в поглощении углерода и смягчении изменений климата. Возможные меры по длительному депонированию углерода в почвах.

8. **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:**

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

| **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Знания** *Контрольные работы, тесты* | Отсутствие знаний | Фрагментарные знания | Общие, но не структурированные знания | Сформированные систематические знания |
| **Умения** *Написание и защита рефератов на заданную тему* | Отсутствие умений | В целом успешное, но не систематическое умение | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера) | Успешное и систематическое умение |
| **Навыки (владения, опыт деятельности)** *Подготовка и представление докладов с презентациями* | Отсутствие навыков (владений, опыта) | Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта) | В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме | Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач |

***Если используется иная шкала, указать данную шкалу и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.***

9. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы ***(списком, не таблицей). Желательно представлять свежую литературу – за последние 5-10 лет.***

  ***Вся представляемая литература должна быть проверена на наличие в библиотечном фонде МГУ (в бумажном и/или электронном виде и доступна студентам. Ссылка на портал научной библиотеки МГУ -https://nbmgu.ru /***

*Основная литература:*

Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. М.: Изд-во Московского ун-та, 2012. 413 с.

Мотузова Г.В., Карпова Е.А. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия. Учебник. М.: Изд-во Московского ун-та, 2013. 305 с.

Копцик Г.Н., Соколова Т.А., Макаров М.И., Дронова Т.Я., Толпешта И. Гл. 6.2. Деградация почв под влиянием кислых осадков // Деградация и охрана почв / Под ред. Г.В. Добровольского. М., 2002. С. 290-331 (раздел «Воздействие различных загрязняющих веществ на почвы»).

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

Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015 (раздел «Воздействие различных загрязняющих веществ на почвы»).

*Дополнительная литература*

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году». М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2021 (http://www.mnr.gov.ru).
2. Замолодчиков Д.Г. Системы оценки бюджета углерода в лесах. М., 2012.
3. Когут Б.М., Семенов В.М., Артемьева З.С., Данченко Н.Н. Дегумусирование и почвенная секвестрация углерода // Агрохимия. 2021. № 5. С. 3-13.
4. Копцик Г.Н., Макаров М.И., Киселева В.В. Принципы и методы оценки устойчивости почв к атмосферным кислотным выпадениям. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998 (раздел «Воздействие различных загрязняющих веществ на почвы»).
5. Леса России и изменение климата. Что нам может сказать наука / Лескинен П., Линднер М., Веркерк П.Й., Набуурс Г.Я., Ван Брусселен Й., Куликова Е., Хассегава М. и Леринк Б. (ред.). Европейский институт леса. 2020. № 11. (https://doi.org/10.36333/wsctu11).
6. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2020 год. М.: Росгидромет, 2021 (http://www.meteorf.ru).
7. Ревич Б.А. Мелкодисперсные взвешенные частицы в атмосферном воздухе и их воздействие на здоровье жителей мегаполисов // ПЭММЭ. 2018. Т. XXIX, № 3.

- Перечень лицензионного программного обеспечения
  Пакет Microsoft Office.
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
  1. Научная электронная библиотека – https://elibrary.ru
  2. Поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин – https://scholar.google.ru
  3. Полнотекстовая база данных – ведущая информационная платформа Elsevier для ученых, преподавателей, студентов, специалистов – https://www.sciencedirect.com
  4. Социальная сеть и средство сотрудничества учёных всех научных дисциплин – https://www.researchgate.net
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
  - Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации – http://www.mnr.gov.ru
  - Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) – www.meteorf.ru
  - Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН – www.igce.ru
  - Программа ООН по окружающей среде (UNEP) – www.unep.org
  - The European Environment Agency: https://www.eea.europa.eu/
  - Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (The Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution): http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html.html
  - Программа по оценке и мониторингу воздействий загрязнения воздуха на леса (ICP Forests): http://icp-forests.net
  - Coordination Centre for Effects (CCE): https://www.umweltbundesamt.de/en/Coordination_Centre_for_Effects
  - Circumpolar Active Layer Monitoring Network-CALM: Long-Term Observations of the Climate-Active Layer-Permafrost System: http://www.gwu.edu/~calm/
  - Vulnerability of Permafrost Carbon Research Coordination Network (RCN): http://www.permafrostcarbon.org/
  - Международная инициатива 4/1000: https://www.4p1000.org/

- Описание материально-технической базы
  1. Помещения для лекционных занятий.
  2. Компьютер и мультимедийный проектор для проведения занятий.
  3. Меловая или маркерная доска.
  4. Доступ в интернет для демонстрации документальных фильмов во время проведения лекционных занятий.

10. **Язык преподавания:**
Русский
11. **Преподаватель (преподаватели):**
Копцик Галина Николаевна
Должность – профессор

Ученая степень – доктор биологических наук
Ученое звание – доцент

12. **Разработчики программы:**
Копцик Галина Николаевна
Должность – профессор
Ученая степень – доктор биологических наук
Ученое звание – доцент

13. **Краткая аннотация дисциплины:**
Курс посвящен изучению техногенного загрязнения как важнейшей экологической проблемы современности, включая источники, масштабы и экологические последствия техногенного загрязнения окружающей среды. В задачи курса входит освоение современных представлений об устойчивости почв к техногенному загрязнению, масштабах и степени загрязнения почв в мире, Европе и России. Рассматриваются воздействие различных загрязняющих веществ на почвы: антропогенное подкисление почв; загрязнение почв тяжелыми металлами; загрязнение почв органическими соединениями – стойкими органическими загрязнителями, полициклическими ароматическими углеводородами, нефтью и нефтепродуктами; проблема парниковых газов и изменения климата, роль лесов и почв в регулировании баланса углерода.