

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

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:

Директор
Д. С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

Биогеохимия

по направлению подготовки

06.03.02 Почвоведение

Направленность (профиль) подготовки:
Управление земельными ресурсами

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
С.П. Кулижский

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен для решения профессиональных задач использовать основные закономерности в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии, прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности.

ОПК-2 Способен использовать в профессиональной деятельности теоретические и практические основы фундаментальных дисциплин почвоведения.

ПК-2 Способен решать профессиональные задачи при организации почвенных обследований в рамках почвенной съемки.

ПК-4 Способен решать научно-исследовательские задачи в области профессиональной деятельности под руководством специалиста более высокой квалификации.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Применяет знания основных общих закономерностей в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии для решения профессиональных задач

ИОПК-2.1 Устанавливает причинно-следственные связи в системе: «почва–факторы почвообразования»

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-4.1 Владеет знаниями основ теории формирования почв и современными методами их исследования; составляет обзор по заданной тематике с использованием отечественных и зарубежных публикаций

2. Задачи освоения дисциплины

- Сформировать, на основе классических и современных знаний, представление о биогеохимии как науки, изучающей химический состав живого вещества и геохимические процессы, протекающие в Биосфере Земли при участии живого вещества.
- Научиться устанавливать причинно - следственные связи процессов миграции и массообмена химических элементов между живыми организмами и окружающей средой.
- Научиться анализировать и оценивать влияние экологических (в т.ч. антропогенных) факторов на процессы миграции химических элементов, закономерностей их аккумуляции, участие в геохимических процессах зоны гипергенеза и почвообразования.
- Научиться применять знания основ теории формирования почв, как природного образования и аккумулятора энергии, для оценки их общебиосферных и целостных биогеоценологических функций.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Восьмой семестр, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по дисциплинам: «Геология», «Почвоведение», «География почв», «Химия почв», «Экологии почв».

6. Язык реализации

Русский.

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 26 ч.

-семинар: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Понятие о биогеохимии как науке, методология, место в системе наук. Роль В.И. Вернадского в становлении и развитии науки.

Исторические и методологические предпосылки возникновения биогеохимии как науки и история развития идей биогеохимии. В.И. Вернадский - основоположник биогеохимии. Развитие биогеохимических идей в работах В.И. Вернадского, В.М. Гольдшмидта, Б.Б.Полынова, А.П. Виноградова.

Тема 2. Геохимическая организация биосферы. Химический состав земной коры как фактор биосферы.

Относительное содержание химических элементов в земной коре. Понятие о кларках. Формы нахождения химических элементов в земной коре. Особенности распределения химических элементов в земной коре.

Тема 3. Биогеохимия газовой оболочки Земли.

Биогеохимическая эволюция состава атмосферы и жизнедеятельности организмов в массообмене газов. Геохимия и биогеохимия аэрозолей. Значение атмосферного массопереноса водорастворимых форм химических элементов.

Тема 4. Биокосная система гидросферы.

Состав Мирового океана - результат биогеохимической деятельности организмов. Особенности геохимии поверхностных вод суши. Трансформация геохимического состава природных растворов на контакте речных и океанических вод.

Тема 5. Живое вещество. Биогеохимические функции живого вещества и влияние геохимической среды на развитие и химический состав растений.

Компоненты биосферы. Живое вещество. Состав живого вещества. Микроэлементы. Геохимические аспекты учения о биосфере, роль живого вещества в геологической истории развития Земли. Учение В.И. Вернадского о биосфере как о структурной оболочке планеты Земля. Общепланетарные закономерности взаимодействия живых организмов с окружающей средой. Особенности биосферы (структура, организация, поступательное развитие от простого к сложному, мозаичность, устойчивость и саморегуляция в процессе развития). Элементарная структурная единица - биогеоценоз (экосистема). Понятие о ландшафтах: элементарный, геохимический. Биогеохимическая зональность океана и суши. Геохимическая неоднородность биосферы и природных зон.

Биогеохимические функции живого вещества (газовая, окислительно-восстановительная концентрационная, биохимическая - синтез и разложение органических веществ). Организмы-концентраторы. Интенсивность биологического поглощения элементов. Коэффициент биологического поглощения элементов (КБП). Ряды биологического поглощения элементов растениями.

Дефицитные и избыточные элементы. Биогеохимическая аккумуляция элементов в

почве. Биогеохимические провинции. Геохимическая экология. Эндемические заболевания.

Тема 6. Биогеохимия педосферы.

Планетарное значение педосферы. Органическое вещество педосферы. Роль почвы в регулировании углерод-кислородного массообмена в биосфере. Биогеохимическая трансформация минерального вещества педосферы. Проблема возникновения почв и эволюция почвообразования в истории Земли. Распределение рассеянных элементов в педосфере. Педосфера – регулятор биогеохимических циклов. Почва и ее ответственность за развитие и существование биосферы.

Тема 7. Миграция химических элементов в биосфере и геохимические барьеры.

Типы (виды) миграции химических элементов: механическая, воздушная, водная, биогенная. Миграция веществ - основа их круговорота. Геологический и биологический круговороты (общие понятия). Геохимический ряд выноса элементов (по Польшину). Водные мигранты, воздушные мигранты, элементы биофилы, типоморфные элементы. Геохимические барьеры: механические, химические, биологические. Среда миграции элементов: окислительная, восстановительная глеевая, восстановительная сероводородная.

Тема 8. Особенности круговорота различных природных зон.

Биогеохимическая зональность океана и суши. Геохимическая неоднородность биосферы и природных зон. Биомасса Земли и ее состав. Биогеохимия полярного пояса. Биогеохимия пояса внетропических лесов. Биогеохимия пояса внетропических лесов и пустынь. Биогеохимия тропического пояса. Особенности биогеохимии морских островов.

Тема 9. Биогеохимические циклы важнейших химических элементов.

Циклы элементов, поступивших в биосферу в результате дегазации мантии. Глобальный цикл углерода. Влияние живого вещества на геохимию кислорода и водорода биосферы. Глобальный цикл серы. Глобальный цикл азота. Общие черты циклов и распределение масс дегазированных элементов

Циклы элементов, поступивших в биосферу в результате мобилизации из земной коры. Глобальный цикл кальция. Глобальный цикл калия. Глобальный цикл кремния. Глобальный цикл фосфора. Общие черты циклов и распределение масс выщелоченных элементов.

Циклы массообменов тяжелых металлов. Глобальный цикл свинца. Глобальный цикл цинка. Общие черты циклов и распределение масс тяжелых металлов в биосфере.

Тема 10. Ноосфера и техногенная миграция химических элементов.

Понятия о ноосфере. Деятельность человека как сильный геохимический фактор, воздействующий на биосферу. Техногенная миграция и ее роль в преобразовании биосферы в ноосферу. Нарушения в балансе круговорота химических элементов в биосфере (кислорода, азота, углерода, фосфора и др.).

Загрязнение окружающей среды (атмосферы, воды, почвы). Пути оптимизации перехода биосферы в ноосферу: сохранение биосферы (заповедники, заказники, национальные парки), создание культурных ландшафтов (территориально-производственные комплексы, города, поселки), создание культурных агроландшафтов.

9. Текущий контроль по дисциплине

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

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в восьмом семестре проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два вопроса, ответы на которые позволяют оценить сформированность ИОПК-1.1, ИОПК-2.1, ИПК-2.4, ИПК-4.1. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

В промежуточной аттестации учитываются результаты текущего контроля и в случае пропуска лекционного материала и семинарских занятий студенту даются дополнительные вопросы на экзамене.

Примерный перечень вопросов к экзамену:

ИОПК-1.1 Применяет знания основных общих закономерностей в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии для решения профессиональных задач

1. Понятие о биогеохимии как науке, методология, задачи и место в системе наук.
2. Водная миграция. Свойства и состав воды.
3. Современное представление о биосфере как природной системе.
4. Основные показатели степени выветрелости пород (Индексы Гарассовица, Руге, E_{AR} и др.).
5. Понятие «геохимический ландшафт». Сопряжение и номенклатура ландшафта.
6. Строение и состав мантии и ядра
7. Биогеохимия ландшафтов. Виды элементарных ландшафтов и их характеристика.
8. Строение и типы земной коры.
9. Формы миграции химических соединений в воде.
10. Роль В.И. Вернадского в становлении науки биогеохимии.
11. Классы водной миграции. Коэффициенты интенсивности водной миграции по Польшову и Перельману.
12. Понятие гипергенеза и основные типы выветривания.
13. Миграция химических элементов. Экстенсивные и интенсивные факторы. Уравнение Перельмана.
14. Особенности биосферы как природной системы.
15. Концентрация и рассеяние химических элементов.
16. Вещественный состав и эволюция земной коры. Ряды Боуэна.
17. Живое вещество, его химический состав и функции в биосфере.
18. Строение и химический состав гидросферы. Классификация природных вод.
19. Химический состав земной коры. Кларки и их связь со строением атомов.
20. Строение и химический состав атмосферы. Биогеохимическая роль атмосферы.
21. Основные, редкие, рассеянные, типоморфные элементы. Биогеохимическая классификация В.И. Вернадского.

ИОПК-2.1 Устанавливает причинно-следственные связи в системе: «почва-факторы почвообразования»

22. Коэффициенты биогенной миграции. Ряды биологического поглощения.
23. Биогенная миграция. Прижизненные типы обмена веществ (анаболизм).
24. Биогенная миграция. Посмертные типы обмена веществ (катаболизм).
25. Щелочно-кислотные и ОВ-условия природных вод и геохимическая обстановка в ландшафте.
26. Особенности биологического круговорота химических элементов в агроценозах.
27. Взаимодействие гидросферы с земной корой, атмосферой и педосферой.
28. Нарушения биогеохимических циклов важнейших химических элементов под влиянием техногенеза

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

29. Ноосфера и техногенная миграция химических элементов.
30. Геохимическая экология, биогеохимические эндемии и принципы биохимического районирования.
31. Биогеохимические функции живого вещества.
32. Геохимические барьеры и их виды. Классификация физико-химических барьеров.
33. Элементарный ландшафт и его морфология.
34. Биогеохимические провинции. Избыточные и дефицитные элементы и их влияние на живые организмы. Биогеохимическое картирование.
35. Виды миграции и классификация геохимических ландшафтов.
36. Основные показатели техногенеза.

ИПК-4.1 Владеет знаниями основ теории формирования почв и современными методами их исследования; составляет обзор по заданной тематике с использованием отечественных и зарубежных публикаций

37. Особенности почв как природного образования. Понятие о гумусосфере.
38. Биогеохимия педосферы. Эволюция и планетарное значение педосферы.
39. Особенности биологического круговорота различных природных зон и связь их с почвообразованием.
40. Геологический круговорот веществ в природе и его стадии.
41. Кора выветривания, ее типы и связь с почвообразованием.
42. Основные параметры биологического круговорота.
43. Химическое выветривание и его роль в почвообразовании.
44. Миграционно-трансформационные циклы и геопедохронология земной коры.

Критерии оценивания:

Отлично – даны полные ответы на поставленные теоретические вопросы, показано отличное умение анализировать информацию, оперировать ею. Умело применяет знания основных общих закономерностей в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии для решения профессиональных задач - ИОПК-1.1. На высоком уровне устанавливает причинно-следственные связи в системе: «почва–факторы почвообразования» - ИОПК-2.1. Отлично знает и использует классификацию почв, анализирует и оценивает влияние экологических (в т.ч. антропогенных) факторов на свойства почв и закономерности их распространения – ИОПК-2.4. На высоком уровне владеет знаниями основ теории формирования почв и современными методами их исследования; составляет обзор по заданной тематике с использованием отечественных и зарубежных публикаций – ИПК-4.1.

Хорошо – даны полные ответы на поставленные теоретические вопросы, показано хорошее умение анализировать информацию, оперировать ею. Хорошо применяет знания основных общих закономерностей в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии для решения профессиональных задач - ИОПК-1.1. Без труда устанавливает причинно-следственные связи в системе: «почва–факторы почвообразования» - ИОПК-2.1. Хорошо знает и использует классификацию почв, анализирует и оценивает влияние экологических (в т.ч. антропогенных) факторов на свойства почв и закономерности их распространения – ИОПК-2.4. Хорошо владеет знаниями основ теории формирования почв и современными методами их исследования; составляет обзор по заданной тематике с использованием отечественных и зарубежных публикаций – ИПК-4.1.

Удовлетворительно – даны не совсем полные ответы на поставленные теоретические вопросы, показано слабое умение анализировать информацию, оперировать ею. Не четко, с затруднениями применяет знания основных общих закономерностей в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии для решения профессиональных задач - ИОПК-1.1. В слабой степени устанавливает причинно-следственные связи в системе: «почва–факторы почвообразования» - ИОПК-2.1. Удовлетворительно знает и использует классификацию почв, анализирует и оценивает влияние экологических (в т.ч. антропогенных) факторов на свойства почв и закономерности их распространения – ИОПК-2.4. Недостаточно владеет знаниями основ теории формирования почв и современными методами их исследования; составляет обзор по заданной тематике с использованием отечественных и зарубежных публикаций – ИПК-4.1.

Неудовлетворительно – даны слишком краткие, фрагментарные или неверные ответы на поставленные теоретические вопросы, показано неумение анализировать информацию, оперировать ею и непонимание возможностей применимости полученных знаний в практической профессиональной деятельности. Не способен применять знания основных общих закономерностей в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии для решения профессиональных задач - ИОПК-1.1. Не ориентируется в установлении причинно-следственных связей в системе: «почва–факторы почвообразования» - ИОПК-2.1. Очень слабо знает и использует классификацию почв, в недостаточной степени анализирует и оценивает влияние экологических (в т.ч. антропогенных) факторов на свойства почв и закономерности их распространения – ИОПК-2.4. Не владеет знаниями основ теории формирования почв и современными методами их исследования; составляет обзор по заданной тематике с использованием отечественных и зарубежных публикаций – ИПК-4.1.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в среде электронного обучения iDO - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=17747>

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

в) План семинарских занятий по дисциплине.

Семинар 1. Газовая оболочка Земли: строение, состав, эволюция (2 часа)

1. Строение и состав современной атмосферы
2. Эволюция состава атмосферы и участие в ней живых организмов
3. Аэрозоли: понятие, виды, геохимия аэрозолей
4. Аэрозоли: биогеохимия аэрозолей
5. Массоперенос водорастворимых форм химических элементов и его значение

Семинар 2. Водная оболочка Земли: состав вод, эволюция в аспекте участия живых организмов, особенности геохимии (2 часа)

1. Мировой океан и его составляющие
2. Эволюция водной оболочки Земли и участие в ней организмов
3. Состав морских и океанических воды

4. Состав вод суши (подземные воды)
5. Состав вод суши (поверхностные воды)
6. Динамика водной оболочки и ее состава

Семинар 3. Геохимическая экология, биогеохимические эндемии и принципы биогеохимического районирования (2 часа)

1. Влияние геохимической среды на развитие и химический состав растений: физиологические и морфологические формы растений.
2. Пороговые концентрации химических элементов; факторы, влияющие на химический состав растений.
3. Практические аспекты геохимической экологии.
4. Биогеохимические эндемии. Биогеохимические провинции. Избыточные и дефицитные элементы и их влияние на живые организмы.
5. Принципы биогеохимического районирования.
6. Основы биогеохимического картографирования.

Семинар 4-5. Особенности круговорота различных природных зон.

Параметры биологического круговорота (БИКа) (4 часа)

1. Особенности БИКа в арктических ландшафтах
2. Особенности БИКа в тундровых ценозах
3. Особенности БИКа в хвойных лесах
4. Особенности БИКа в мелколиственных и широколиственных лесах
5. Особенности БИКа в лесостепной зоне
6. Особенности БИКа в степной зоне
7. Особенности БИКа в биоценозах экстрааридных территорий
8. Особенности БИКа в тропическом поясе
9. Биогеохимия мангров

Семинар 6. БГХ циклы важнейших химических элементов (2 часа)

1. Прогноз изменения биогеохимических циклов углерода
2. Прогноз изменения биогеохимических циклов кислорода
3. Прогноз изменения биогеохимических циклов азота
4. Прогноз изменения биогеохимических циклов фосфора

Семинар 7. БГХ циклы важнейших химических элементов (2 часа)

1. Глобальные циклы кальция и калия.
2. Глобальные циклы тяжелых металлов (Pb, Zn).
3. Глобальные циклы тяжелых металлов (на свой выбор.)
4. Особенности почвы как природного образования. Понятие о гумусосфере как аккумуляторе энергии.

Семинар 8-9. Функции почвенного покрова. Охрана почв (2 часа)

1. Глобальные функции почвенного покрова
2. Общебиосферные функции почв
3. Функции почвы, обусловленные ее физическими свойствами
4. Функции почвы, обусловленные ее физико-химическими, химическими и биохимическими свойствами
5. Информационные и целостные биогеоценотические функции
6. Обзор глобальных изменений в биосфере
7. Рациональное использование и охрана ресурсов биосферы.
8. Гидрологическая функция почв и их сельскохозяйственное использование

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.
Самостоятельная работа студентов предполагается в форме углубленного изучения теоретических вопросов, представленных в разделе 8, подготовки к семинарским занятиям и тестам.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Башкин В.Н. Биогеохимия. / В.Н Башкин, Н.С Касимов. – М.: Научный мир, 2004. – 647 с.
- Безуглова О.С. Биогеохимия [Электронный ресурс] : учеб. для студ. высш. учеб. завед. / О.С. Безуглова, Д.С. Орлов. – Ростов н/Д: «Феникс». 2000. – 320 с. – Электрон. верс. печат. публ. – Доступ с электрон. б-ки факультета почвовед. МГУ им. Ломоносова.
- Биогеохимия мировой суши. Т 3: избранные труды. Москва: Научный мир, 2009. – 439 с.
- Добровольский В.В. Основы биогеохимии: Учебник. / В.В. Добровольский. – М.: Академия, 2003. – 397 с.
- Ердаков Л.Н. Человек и биосфера. Учебное пособие. / Л.Н. Ердаков. – Москва: ИНФРА – М. [и др.], 2013. – 204 с.
- Казначеев В.П. Учение В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере. / В.П. Казначеев. – Изд-во Либроком, 2013. – 245 с.
- Наумов Г.Б. Геохимия биосферы. – / Наумов Г.Б. Изд-во Academia, 2010. – 379 с.

б) дополнительная литература:

- Богатырев Л.Г. Биологический круговорот и его роль в почвообразовании. / Л.Г. Богатырев, И.М Рыжова. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 80 с.
- Геохимия природных и техногенно измененных биогосистем : [к 80-летию В. В. Добровольского : сборник статей /отв. ред. Филатова Е. В.]. – М.: Научный мир, 2006. – 276 с.
- Добровольский Г.В. Геосферы и педосфера. / Г.В. Добровольский, Л.О. Карпачевский, Е.А Криксунов. – М.: ГЕОС, 2010. – 190 с.
- Коломыц Э.Г. Локальные механизмы глобальных изменений природных экосистем. / Э.Г. Коломыц. – М.: Наука, 2008. – 426 с.
- Ронов Л.Б. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. / Л.Б. Ронов, А.Л. Ярошевский, А.А. Мигдисов. – М.: Наука, 1990. – 182 с.
- Саджван Н.С. Микроэлементы в окружающей среде. Биогеохимия, биотехнология и биоремедиация [Электронный ресурс]. / Н.С. Саджван, Р. Найду, М.Н.В. Прасад. Микроэлементы в окружающей среде. Биогеохимия, биотехнология и биоремедиация [Электронный ресурс]. – М.: Физматлит, – 2009.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» URL : <http://elibrary.ru/>
2. Почвенный музей ТГУ URL : <http://www.photosoil.ru/>
3. 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 On-eNote, 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

Обучение по дисциплине «Биогеохимия» осуществляется на следующей материально-технической базе:

- Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, оснащенные мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов (аудитории № 041, 141, 215, 322 Главного учебного корпуса ТГУ). В аудиториях 041, 322 имеется интерактивная доска.
- Аудитории для проведения индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. 034 Главного корпуса ТГУ).
- Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам (дисплейный класс БИ ТГУ и ресурсы научной библиотеки ТГУ).
- мультимедийное оборудование кафедры почвоведения и экологии почв БИ ТГУ.

15. Информация о разработчиках

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

Родикова Анна Викторовна, к. б. н., доцент, кафедра почвоведения и экологии почв БИ НИ ТГУ, доцент.