

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

«21» марта 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**Физика почв**

по направлению подготовки

**06.03.02 Почвоведение**

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

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2021**

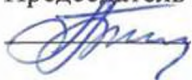
Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.27

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 С.П. Кулижский

Председатель УМК

 А.Л. Борисенко

Томск – 2022

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

*Целью освоения дисциплины* является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 – способность 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 – использовать в профессиональной деятельности теоретические и практические основы фундаментальных дисциплин почвоведения.

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

*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-1.2. Аргументирует использование методов естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.

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.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Сформировать представление о почве, как об естественно-историческом теле природы, о ее физических свойствах, для решения задач в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования.

– Изучить влияние факторов почвообразования на формирование почв и их физические свойства.

– Знать классификации почв по гранулометрии отечественных и зарубежных ученых.

– Уметь анализировать и оценивать влияние экологических (в т.ч. антропогенных) факторов на физические свойства почв и закономерности их распространения.

– Уметь аргументированно выбирать и использовать методы естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Семестр 6, экзамен.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам, таким как: «Почвоведение», «Химия почв», «Эрозия и охрана почв», «Математика», «Физика», в рамках которых студенты приобретают необходимые для дальнейшей профессиональной деятельности общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

– лекции: 6 ч.;

– семинарские занятия: 42 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Фундаментальные законы. Основные понятия.

Принципы изучения почвы как природного естественно-исторического тела. Почва как физическое тело. Предмет физики почв. Влияние факторов почвообразования на физические свойства почв. Влияние экологических (в т.ч. антропогенных) факторов на физические свойства почв и закономерности их распространения.

Почва гетерогенная многофазная пористая система. Фазы почвы, их соотношение. Плотность твердой фазы, почвы, агрегатов. Порозность почв, агрегатов, межагрегатная. Типичные значения плотности и порозности почв. Плотность почвы и урожай. Экологическое значение плотности почвы. Размеры пор и их функции. Дифференциальная порозность почв. Методы определения плотности почв, агрегатов, твердой фазы.

Тема 2. Гранулометрический состав почв.

Фракции элементарных почвенных частиц. Состав и свойства фракций гранулометрических элементов. Интегральные и дифференциальные кривые гранулометрического состава. Количественные характеристики распределения частиц по размерам. Классификации почв по гранулометрии. Гранулометрический состав почвенного профиля. Гранулометрический анализ почв.

Тема 3. Структура почвы.

Микроагрегатный состав почв. Понятие о структуре почвы как об ее агрегатном составе. Ситовой анализ. Оценка структуры почвы. Структура почвы и урожай. Оптимальные диапазоны содержания воды и воздуха. Формирование почвенной структуры. Строение агрегата. Основные теории структурообразования. Значение амфифильных свойств почвенного органического вещества.

Тема 4. Удельная поверхность почв.

Полная, внутренняя и внешняя удельные поверхности почв. Изотерма адсорбции паров воды почвами. Уравнение БЭТ. Определение и анализ данных по удельной поверхности. Принципы методов определения удельной поверхности.

Тема 5. Влажность почвы.

Давление (потенциал) влаги в почве. Влажность. Различные формы выражения формы воды в почве и энергетические константы.

Тема 6. Методы определения влажности почвы. Прямые методы. Косвенные методы.

Давление (потенциал) влаги в почве. Понятие о капиллярно-сорбционном (матричном) давлении влаги в почве. Составляющие полного давления влаги в почве. Термодинамическое обоснование потенциала влаги. Полный потенциал влаги и его составляющие. О методах определения потенциала влаги в почве.

Тема 7. Основная гидрофизическая характеристика.

Зависимость между капиллярно-сорбционным (матричным) давлением влаги и влажностью основная гидрофизическая характеристика (ОГХ). Физическая сущность и формы представления. Зависимость ОГХ от фундаментальных свойств почв. Использование ОГХ. О методах определения ОГХ. Педотрансферные функции.

Тема 8. Движение воды в почве.

Движение воды в насыщенной влагой почве (фильтрация). Закон Дарси. Виды фильтрации и фильтрационных задач. Отклонения от закона Дарси. Водопроницаемость. Впитывание (инфильтрация) воды в почву. Коэффициенты фильтрации и впитывания: экспериментальные определения и расчеты.

Тема 9. Движение воды в не насыщенной влагой почве.

Функция влагопроводности (коэффициент влагопроводности или ненасыщенной гидравлической проводимости). Модифицированный закон Дарси. Основное уравнение движения почвенной влаги. Оценка некоторых составляющих водного баланса. Испарение с поверхности почвы. Транспирация. Внутрипочвенный отток. Конденсация. Перенос растворимых веществ в почве. Конвективный перенос. Уравнение неразрывности. Диффузия. Гидродинамическая дисперсия. Уравнение конвективно-диффузионного переноса «Выходные кривые».

Тема 10. Математические модели движения влаги и веществ в почвах.

Основные этапы моделирования. Понятие о расчетных схемах, начальных, граничных условиях и экспериментальном обеспечении моделей. Процесс моделирования: «наполнение» модели экспериментальными данными, поливариантные расчеты. Использование моделей.

Тема 11. Газовая фаза почвы.

Основные понятия: аэрация и порозность аэрации, воздухообмен, воздухоносная порозность, дыхание почв. Газовый состав почвенного воздуха. Газообмен с атмосферой. Перенос газов в почве. Конвекция. Диффузия. Методы исследования газового состава почвенного воздуха.

Тема 12. Теплофизика почв.

Радиационный и тепловой баланс. Радиационный баланс. Тепловой баланс. Перенос тепла в почве. Теплофизические свойства почв. Тепловой и температурный режимы почв. Температурные оптимумы. Классификация тепловых режимов. Методы изучения составляющих радиационного баланса и теплофизических свойств почв.

Тема 13. Реология почв.

Типы связей и структур межчастичного взаимодействия. Основные понятия. Реологические законы для идеальных систем. Тиксотропия. Реопексия. Дилатансия. Деформация почв. Деформации сжатия (растяжения). Деформации сдвига. Природные и антропогенно обусловленные физико-механические явления при деформациях сжатия и сдвига. Прогноз уплотнения почв. Сопротивление пенетрации.

Тема 14. Набухание и усадка почв. Набухание.

Усадка почв и почвенных агрегатов. Липкость почв.

Тема 15. Некоторые специальные вопросы физики почв.

Преимущественные потоки влаги и веществ в почве. Пространственная неоднородность физических свойств и процессов. Многокомпонентный перенос в зоне аэрации и в грунтовых водах. Конструирование почвы.

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

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

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

**Экзамен в шестом семестре** проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов, ответы на которые, позволяют оценить сформированность ИОПК-1.1; ИОПК-1.2; ИОПК-2.1; ИПК-2.4. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

*Примерный перечень теоретических вопросов:*

1. Фундаментальные законы.
2. Принципы изучения почвы как природного естественно-исторического тела.
3. Почва как физическое тело. Предмет физики почв.
4. Фазы почвы, их соотношение.
5. Плотность твердой фазы, почвы, агрегатов.

6. Порозность почв, агрегатов, межагрегатная.
  7. Типичные значения плотности и порозности почв.
  8. Плотность почвы и урожай.
  9. Экологическое значение плотности почвы.
  10. Размеры пор и их функции. Дифференциальная порозность почв.
  11. Методы определения плотности почв, агрегатов, твердой фазы.
  12. Фракции элементарных почвенных частиц.
  13. Состав и свойства фракций гранулометрических элементов.
  14. Интегральные и дифференциальные кривые гранулометрического состава.
- Количественные характеристики распределения частиц по размерам.
15. Классификации почв по гранулометрии.
  16. Гранулометрический состав почвенного профиля.
  17. Гранулометрический анализ почв.
  18. Микроагрегатный состав почв.
  19. Понятие о структуре почвы как об ее агрегатном составе.
  20. Оценка структуры. Ситовой анализ.
  21. Оценка структуры почвы.
  22. Структура почвы и урожай.
  23. Оптимальные диапазоны содержания воды и воздуха.
  24. Формирование почвенной структуры.
  25. Строение агрегата.
  26. Основные теории структурообразования.
  27. Значение амфифильных свойств почвенного органического вещества
  28. Полная, внутренняя и внешняя удельные поверхности почв.
  29. Определение и анализ данных по удельной поверхности.
  30. Принципы методов определения удельной поверхности.
  31. Влажность. Различные формы выражения.
  32. Формы воды в почве и энергетические константы.
  33. Почвенно-гидрологические константы.
  34. Методы определения влажности почвы.
  35. Прямые методы: термостатно-весовой.
  36. Косвенные методы.
  37. Понятие о капиллярно-сорбционном (матричном) давлении влаги в почве.
  38. Составляющие полного давления влаги в почве.
  39. Термодинамическое обоснование потенциала влаги. Полный потенциал влаги и его составляющие.
  40. О методах определения потенциала влаги в почве.
  41. Зависимость между капиллярно-сорбционным (матричным) давлением влаги и влажностью основная гидрофизическая характеристика (ОГХ). Физическая сущность и формы представления.
  42. Движение воды в насыщенной влагой почве (фильтрация).
  43. Закон Дарси.
  44. Виды фильтрации и фильтрационных задач.
  45. Водопроницаемость. Впитывание (инфильтрация) воды в почву.
  46. Движение воды в не насыщенной влагой почве.
  47. Функция влагопроводности (коэффициент влагопроводности или ненасыщенной гидравлической проводимости).
  48. Термовлагоперенос.
  49. Термопароперенос.
  50. Перенос влаги в замерзающих почвах.
  51. Понятие о влагообеспеченности растений.

52. Термодинамический подход к описанию передвижения влаги в системе почва-растение-атмосфера.
53. Критическое давление влаги в почве. Научные основы регулирования водного питания растений.
54. Зависимость критического давления от различных факторов.
55. Водный режим почв.
56. Динамика влажности в почве. Водный баланс почв.
57. Составляющие и уравнение водного баланса.
58. Оценка некоторых составляющих водного баланса.
59. Испарение с поверхности почвы. Транспирация.
60. Внутрипочвенный отток.
61. Конденсация.
62. Конвективный перенос. Уравнение неразрывности.
63. Диффузия.
64. Гидродинамическая дисперсия. Уравнение конвективно-диффузионного переноса.
65. Основные понятия: аэрация и порозность аэрации, воздухообмен, воздухоносная порозность, дыхание почв.
66. Газовый состав почвенного воздуха. Газообмен с атмосферой.
67. Перенос газов в почве.
68. Конвекция.
69. Диффузия.
70. Методы исследования газового состава почвенного воздуха.
71. Радиационный баланс.
72. Тепловой баланс
73. Перенос тепла в почве. Основные механизмы
74. Теплофизические свойства почв.
75. Тепловой и температурный режимы почв.
76. Температурные оптимумы.
77. Классификация тепловых режимов.
78. Методы изучения составляющих радиационного баланса и теплофизических свойств, почв.
79. Типы связей и структур межчастичного взаимодействия.
80. Деформации сжатия (растяжения).
81. Деформации сдвига.
82. Прогноз уплотнения почв.
83. Набухание.
84. Усадка почв и почвенных агрегатов.
85. Липкость почв.
86. Преимущественные потоки влаги и веществ в почве.
87. Конструирование почвы.
88. Влияние экологических (в т.ч. антропогенных) факторов на физические свойства почв.

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

Оценка «отлично» выставляется студенту, который:

- демонстрирует глубокие знания основ почвоведения, полно усвоил предусмотренный программный материал по физике почв и отлично ориентируется в нем, имеет ораторские навыки;
- показал систематизированные знания, легко воспроизводит базовые понятия физики почв;
- правильно и аргументировано ответил на вопросы, с приведением примеров;
- владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников;

- связывает теоретические основы дисциплины с практикой и другими темами данного курса, а также с другими дисциплинами;
  - воспроизводит и объясняет учебный материал с требуемой степенью научной точности;
  - демонстрирует правильную речь, грамотное, логическое изложение ответа.
- Оценка «хорошо» выставляется студенту, который:
- полно освоил предусмотренный программный материал и хорошо ориентируется в физике почв, выступает перед аудиторией с небольшими затруднениями;
  - правильно и аргументировано ответил на вопросы, с приведением примеров;
  - демонстрирует владение методами и навыками с небольшой помощью со стороны и сопоставляет материал из разных источников;
  - применяет знания для решения практических задач, связывает теоретические основы физики почв с практикой и другими темами данного курса, а также другими дисциплинами;
  - воспроизводит и объясняет учебный материал с требуемой степенью научной точности;
  - демонстрирует правильную речь, грамотное, логическое изложение ответа.
- Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который:
- освоил предусмотренный программный материал, но слабо ориентируется в изучаемой области знаний, выступает перед аудиторией с затруднениями;
  - решает типовые задания на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения; с трудом вливается в решение коллективных задач;
  - воспроизводит базовые понятия физики почв, но показывает несистематизированные знания;
  - знает фрагментарно базовые основы физики почв, воспроизводит с затруднением;
  - демонстрирует владение методами и навыками с помощью со стороны, плохо сопоставляет материал из разных источников;
  - допускает неточности в определении понятий, в применении знаний;
  - не умеет доказательно обосновать свои суждения для решения практических задач;
  - излагает материал неполно, непоследовательно.
- Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который:
- имеет разрозненные, бессистемные знания, не справляется с 50% вопросов, предлагаемых на экзамене;
  - в ответах на вопросы допускает существенные ошибки;
  - не умеет выделять главное и второстепенное;
  - не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем;
  - неуверенно излагает материал, не может применить знания для решения практических аспектов физики почв;
  - не имеет целостного представления об основных направлениях физики почв.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=17476>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине представлены в курсе Moodle.
- 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:



1. Мерзляков, О. Э. Физика почв : учебно-методический комплекс / Мерзляков О. Э., Кулижский С. П.; Том. гос. ун-т, [Ин-т дистанционного образования]. - Томск : [ИДО ТГУ], 2011. - . URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000423464>

2. Шеин, Е.В., Дербенцева, А.М., Назаркина, А.В., Нестерова, О.В. и др. Реологические процессы почв физико-механической природы и их связь с эрозионными процессами. Учебное пособие. – Владивосток : Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2011.- 196 с. - . URL: [https://www.studmed.ru/shein-e-v-derbenцева-a-m-i-dr-reologicheskie-processy-pochv-fiziko-mehaničeskoj-prirody-i-ih-svyaz-s-erozionnymi-processami\\_085d2d3dd06.html](https://www.studmed.ru/shein-e-v-derbenцева-a-m-i-dr-reologicheskie-processy-pochv-fiziko-mehaničeskoj-prirody-i-ih-svyaz-s-erozionnymi-processami_085d2d3dd06.html)

3. Шеин, Е. В. Курс физики почв : [учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 510700 "Почвоведение" и специальности 013000 "Почвоведение"] / Е. В. Шеин. - М. : Издательство Московского университета, 2005. - 430 с. : ил. - . URL: <https://www.geokniga.org/books/3461>

4. Агрофизика : учебное пособие : [для студентов вузов по направлению высшего профессионального образования 021900 "Почвоведение" / Е. В. Шеин, М. А. Мазиров, В. М. Гончаров и др.]; Владимирский гос. ун-т им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. - Владимир: Издательство Владимирского государственного университета, 2014. - 1 онлайн-ресурс (91 с.): ил., табл.. URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2017/000554793/000554793.djvu>

5. Воронин, А. Д. Основы физики почв : Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Агрохимия и почвоведение". - М. : Издательство Московского университета, 1986. - 243, [1] с. : ил.

6. Шеин, Е.В., Корпачевский, Б.А. Теории и методы физики почв. - М.:» Гриф и К», 2007. - 571 с. - . URL: [https://www.studmed.ru/shein-ev-karpachevskiy-lo-red-teorii-i-metody-fiziki-pochv\\_333сес6ea11.html](https://www.studmed.ru/shein-ev-karpachevskiy-lo-red-teorii-i-metody-fiziki-pochv_333сес6ea11.html)

б) дополнительная литература:

1. Муха, В. Д. Агрочесоведение : учебник для студентов вузов по агрономическим специальностям / В. Д. Муха, Н. И. Картамышев, И. С. Кочетов, Д. В. Муха; под ред. В. Д. Мухи. - М.: Колос, 2003. - 527, [1] с.: ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений)

2. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методическое руководство / Е. В. Шеин, Т. А. Архангельская, В. М. Гончаров и др. ; Под ред. Е. В. Шеина. - М. : Издательство Московского университета, 2001. - 198,[2] с.: ил.

3. Почвоведение: Учебник для вузов по специальности "Агрохимия и почвоведение" / И. С. Кауричев, Н. П. Панов, Н. Н. Розов и др.; Под ред. И. С. Кауричева. - 4-е изд., перераб. и доп.. - М.: Агропромиздат, 1989. - 719, [1] с.: ил. - (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений)

4. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв : Учебное пособие для вузов по специальности "Агрохимия и почвоведение". - 3-е изд., перераб. и доп.. - М. : Агропромиздат, 1986. - 416 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений)

5. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге. Т. 2 / А. А. Роде. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. - 286, [1] с.: ил.

6. Качинский, Н. А. Физика почвы : Учебник для университетов. Ч. 1. - М.: Высшая школа, 1965. - 324 с.: ил.

7. Качинский, Н. А. Физика почвы : Учебник для биолого-почвенных факультетов университетов. Ч. 2. - М.: Высшая школа, 1970. - 358, [2] с.: ил.

8. Шеин, Е. В. Толковый словарь по физике почв / Е. В. Шеин, Л. О. Карпачевский; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Рос. фонд фундам. исслед.. - М.: ГЕОС, 2003. - 124, [1] с.: табл.



в) ресурсы сети Интернет:  
– Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.  
<http://www.consultant.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**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оборудование: доска (маркер/мел), проектор, ноутбук.

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**

Мерзляков Олег Эдуардович, к.б.н., доцент, кафедра почвоведения и экологии почв БИ, доцент.