

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

Оценочные материалы по дисциплине

Физика почв

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. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

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.

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. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

– доклады.

Доклады

Тема 1. Структура почв.

1. Формирование почвенной структуры (**ИОПК-1.1**).
2. Строение агрегата (**ИОПК-1.1**).
3. Основные теории структурообразования (**ИОПК-1.1**).
4. Значение амфифильных свойств почвенного органического вещества (**ИОПК-1.1**).
5. Оптимальные диапазоны содержания воды и воздуха (**ИОПК-2.1**).
6. Структура почвы и урожай (**ИПК-2.4**).
7. Оценка структуры (**ИОПК-1.2**).
8. Ситовой анализ (**ИОПК-1.2**).

Тема 2. Газовая фаза почв.

1. Основные понятия: аэрация и порозность аэрации, воздухообмен, воздухоносная порозность, дыхание почв (**ИОПК-2.1**).
2. Газовый состав почвенного воздуха (**ИОПК-1.1**).
3. Газообмен с атмосферой (**ИОПК-1.1**).
4. Перенос газов в почве (**ИОПК-1.1**).
5. Конвекция. Диффузия (**ИОПК-1.1**).
6. Методы исследования газового состава почвенного воздуха (**ИОПК-1.2**).

Тема 3. Основные гидрофизические характеристики.

1. Зависимость между капиллярно-сорбционным (матричным) давлением влаги и влажностью основная гидрофизическая характеристика (ОГХ) (**ИОПК-1.1**).
2. Физическая сущность и формы представления (**ИОПК-1.1**).

3. Зависимость ОГХ от фундаментальных свойств почв (ИОПК-2.1).
4. Использование ОГХ (ИОПК-1.1).
5. Гистерезис ОГХ (ИОПК-1.1).
6. О методах определения ОГХ (ИОПК-1.2).
7. Педотрансферные функции (ИОПК-2.1).

Тема 4. Водный режим и водный баланс почв.

1. Водный режим почв. Типы водного режима и их характеристика (ИОПК-2.1).
2. Динамика влажности в почве. Различные формы представления водного режима: распределение влажности по глубине, послонные динамики, хроно- и топоизоплеты (ИОПК-2.1).
3. Водный баланс почв. Уравнение водного баланса общего вида. Уравнение водного баланса по А.А. Роде. Составляющие водного баланса. Оценка некоторых составляющих водного баланса (ИОПК-2.1).
4. Испарение с поверхности почвы. Транспирация. Эвапотранспирация (ИОПК-1.1).
5. Внутрипочвенный отток. Перенос растворимых веществ в почве. Уравнение неразрывности (ИОПК-1.1).
6. Конденсация. Конвективный перенос. Уравнение конвективно-диффузионного переноса «Выходные кривые». Диффузия. Гидродинамическая дисперсия (ИОПК-1.1).

Тема 5. Влажность почв. Движение воды в почве. Потенциал почвенной влаги.

1. О методах определения потенциала влаги в почве. Содержание влаги в почве (ИОПК-2.1).
2. Использование почвенно-гидрологических констант в расчетах движения почвенной влаги (ИОПК-1.1).
3. Функция влагопроводности (коэффициент влагопроводности или ненасыщенной гидравлической проводимости) (ИОПК-1.1).
4. Основное уравнение движения почвенной влаги (ИОПК-1.1).
5. Модифицированный закон Дарси (ИОПК-1.1).
6. Движение влаги в системе почва-растение атмосфера. Понятие о влагообеспеченности растений (ИОПК-2.1).
7. Термовлагоперенос. Термопароперенос. Термодинамический подход к описанию передвижения влаги в системе «почва растение атмосфера» (ИОПК-2.1).

Тема 6. Математические модели движения воды и вещества в почве.

1. Основные этапы моделирования (ИОПК-1.1).
2. Понятие о расчетных схемах, начальных, граничных условиях и экспериментальном обеспечении моделей (ИОПК-1.1).
3. Процесс моделирования: «наполнение» модели экспериментальными данными, поливариантные расчеты (ИОПК-1.1).
4. Использование моделей (ИОПК-1.1).

Тема 7. Реология почв.

1. Типы связей и структур межчастичного взаимодействия (ИОПК-1.1).
2. Основные понятия (ИОПК-1.1).
3. Реологические законы для идеальных систем (ИОПК-1.1).
4. Основные реологические модели, применяемые к почве (ИОПК-1.1).
5. Тиксотропия. Реопексия. Дилатансия. Деформация почв (ИОПК-1.1).
6. Деформации сжатия (растяжения) Деформации сдвига (ИОПК-1.1).
7. Природные и антропогенно обусловленные физико-механические явления при деформациях сжатия и сдвига (ИПК-2.4).

Тема 8. Набухание и усадка.

1. Липкость почв (**ИОПК-1.1**).
2. Набухание (**ИОПК-1.1**).
3. Усадка почв и почвенных агрегатов (**ИОПК-1.1**).
4. Прогноз уплотнения почв (**ИПК-2.4**).
5. Соппротивление пенетрации (**ИОПК-1.1**).

Тема 9. Гранулометрический состав почв.

1. Количественные характеристики распределения частиц по размерам (**ИОПК-1.2**).
2. Классификации почв по гранулометрии (**ИПК-2.4**).
3. Гранулометрический состав почвенного профиля (**ИОПК-1.2**).
4. Гранулометрический анализ почв (**ИОПК-1.2**).

Тема 10. Теплофизика почв.

1. Теплофизические свойства почв (**ИОПК-1.1**).
2. Тепловой и температурный режимы почв (**ИОПК-2.1**).
3. Температурные оптимумы (**ИОПК-2.1**).
4. Классификация тепловых режимов (**ИПК-2.4**).
5. Методы изучения составляющих радиационного баланса и теплофизических свойств почв (**ИОПК-1.2**).

Тема 11. Электрофизика почв.

1. Электрические поля и свойства почв (**ИОПК-1.1**).
2. Электрические параметры и почвообразование (**ИОПК-1.1**).
3. Электрофизические свойства и экологический мониторинг почв (**ИПК-2.4**).
4. Стационарные электрические поля и ЭПП (**ИОПК-1.1**).
5. Стационарные электрические поля и профильная организация почв (**ИОПК-1.1**).
6. Модели почвенно-электрических профилей основных генетических типов почв (**ИОПК-1.1**).
7. Современные методики измерения электрических параметров почв (**ИОПК-1.2**).
8. Возможности практического применения электрофизических свойств почв (**ИОПК-1.2**).

Тема 12. Некоторые специальные вопросы физики почв.

1. Преимущественные потоки влаги и веществ в почве (**ИОПК-1.1**).
2. Пространственная неоднородность физических свойств и процессов (**ИОПК-1.1**).
3. Многокомпонентный перенос в зоне аэрации и в грунтовых водах (**ИОПК-2.1**).
4. Конструирование почвы (**ИПК-2.4**).

Критерии оценивания:

Баллы за семинарское занятие начисляются по следующей схеме:

0 баллов – студент отсутствует на семинарском занятии;

1 балл – студент посетил занятие в качестве слушателя;

2 балла – студент не проработал взятый вопрос (вопрос раскрыт поверхностно);

3 балла – студент раскрыл вопрос частично (раскрыты основные моменты);

4 балла – студент, в достаточной мере, раскрыл тему, но не смог ответить на дополнительные/уточняющие вопросы;

5 баллов – студент полностью раскрыл тему, и смог ответить на дополнительные/уточняющие вопросы.

Дополнительно *1 балл* присваивается студенту за активную работу на семинарском занятии (отвечал на дополнительные и уточняющие вопросы, сам задавал вопросы). Дополнительный балл выставляется только в тот семинар, на котором он был получен и не переносится.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится в шестом семестре в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов:

Первый вопрос проверяет **ИОПК-1.1**.

Второй вопрос проверяет **ИОПК-1.2**.

Третий вопрос проверяет **ИОПК-2.1** или **ИПК-2.4**.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Физика почв»

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

1. Фундаментальные законы физики и физики почв. Сходства и различия.
2. Принципы изучения почвы как природного естественно-исторического тела.
3. Почва как физическое тело. Предмет физики почв.
4. Фазы почвы, их соотношение.
5. Понятие о структуре почвы как об ее агрегатном составе.
6. Основные теории структурообразования.
7. Полная, внутренняя и внешняя удельные поверхности почв.
8. Формы воды в почве и энергетические константы.
9. Зависимость между капиллярно-сорбционным (матричным) давлением влаги и влажностью основная гидрофизическая характеристика (ОГХ). Физическая сущность и формы представления.
10. Закон Дарси в физике почв. Где и как применяется.
11. Критическое давление влаги в почве. Научные основы регулирования водного питания растений.
12. Газовый состав почвенного воздуха. Газообмен с атмосферой.
13. Интегральные и дифференциальные кривые гранулометрического состава. Количественные характеристики распределения частиц по размерам.
14. Гидродинамическая дисперсия. Уравнение конвективно-диффузионного переноса.
15. Понятие о капиллярно-сорбционном (матричном) давлении влаги в почве.

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

1. Плотность твердой фазы, почвы, агрегатов.
2. Порозность почв, агрегатов, межагрегатная.
3. Типичные значения плотности и порозности почв.
4. Методы определения плотности почв, агрегатов, твердой фазы.
5. Гранулометрический состав почв. Методы определения.
6. Микроагрегатный состав почв. Метод выполнения.
7. Оценка структуры. Ситовой анализ.
8. Определение и анализ данных по удельной поверхности.
9. Принципы методов определения удельной поверхности.
10. Методы определения влажности почвы.
11. Методы определения потенциала влаги в почве.

12. Методы изучения составляющих радиационного баланса и теплофизических свойств почв.

13. Методы исследования газового состава почвенного воздуха.

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

1. Как влияет плотность почвы на состояние почвенного плодородия и на урожай сельскохозяйственных культур.

2. Радиационный баланс почв.

3. Тепловой баланс почв.

4. Перенос тепла в почве. Основные механизмы.

5. Теплофизические свойства почв.

6. Зависимость критического давления почв от различных факторов почвообразования.

7. Водный режим почв.

8. Динамика влажности в почве. Водный баланс почв.

9. Основные понятия: аэрация и порозность аэрации, воздухообмен, воздухоносная порозность, дыхание почв.

10. Составляющие и уравнение водного баланса.

11. Размеры пор и их функции. Дифференциальная порозность почв.

12. Термодинамический подход к описанию передвижения влаги в системе почва–растение–атмосфера.

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.

1. Экологическое значение плотности почвы.

2. Классификации почв по гранулометрии.

3. Классификация тепловых режимов почв.

4. Конструирование почвы. Понятие. Задачи. Какие материалы используются.

5. Прогноз уплотнения почв при влиянии различных антропогенных факторов.

6. Оценка структуры почвы.

7. Экологическая роль почвенного воздуха, его значение в процессах почвообразования.

8. Экологические функции, обусловленные физическими свойствами почв.

9. Причины физической деградации почв.

10. Влияние антропогенного фактора на почвообразовательный процесс, в том числе и на физические свойства.

11. Антропогенная трансформация структурного состояния почв в агроэкосистемах.

12. Оценка экологической устойчивости и агрофизических параметров обрабатываемых почв.

Критерии оценивания:

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, который:

- демонстрирует глубокие знания основ почвоведения, полно усвоил предусмотренный программный материал по физике почв и отлично ориентируется в нем;
- 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;
- ответил на вопросы, с приведением примеров, однако с небольшими неточностями;
- 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;
- решает типовые задания на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения;
- 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.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

ИОПК-1.1

1. Укажите правильный перечень водно-физических свойств почвы.

- а. влагоемкость, водный баланс, водоиспаряющая способность, водоподъемная способность;
- б. влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная и водоиспаряющая способность;
- в. водоподъемная способность, максимальная гигроскопичность, влагоемкость;
- г. коэффициент увлажнения, водопроницаемость, влажность почвы;
- д. водоиспаряющая и водоподъемная способность, максимальная гигроскопичность.

2. Что относится к непостоянно действующим факторам газообмена?

- а. выпадение атмосферных осадков;
- б. изменение барометрического давления;
- в. суточное изменение температуры;
- г. деятельность микроорганизмов;
- д. рост корневой системы.

3. Структура почвы - это...

- а. комочки почвы диаметром от 1 до 10 мм, в которые склеиваются почвенные частицы;
- б. почвенные частицы разного размера и формы;
- в. различные по величине и форме агрегаты, в которые склеиваются почвенные частицы;
- г. соотношение элементов питания в почве;
- д. содержание органического вещества в почве.

4. Укажите полный перечень категорий почвенной влаги.

- а. кристаллизационная, пленочная, гигроскопическая, парообразная, свободная;
- б. кристаллизационная, парообразная, сорбированная, свободная;
- в. сорбированная, кристаллизационная, гравитационная, капиллярная;
- г. парообразная, свободная, кристаллизационная;
- д. гравитационная, капиллярная, пленочная, гигроскопическая.

5. Что не относится к тепловым свойствам почвы?

- а. сумма активных температур;
- б. теплоемкость;
- в. теплопоглощательная способность;
- г. теплопроводность;
- д. температуропроводность.

6. Определите правильный перечень факторов газообмена между почвой и атмосферой:

- а. диффузия газов, газовый баланс, выпадение осадков, действие ветра, изменение барометрического давления;
- б. суточные колебания температуры, воздухопроницаемость, оседание почвы, изменение барометрического давления, диффузия газов, изменение парциального давления газов;
- в. суточные колебания температуры, изменение барометрического давления, диффузия газов, действие ветра, выпадение осадков, оседание почвы;

г. изменение барометрического давления, обработка почвы, внесение удобрений, диффузия газов, действие ветра;

д. воздухопроницаемость, внесение удобрений, газовый баланс, выпадение осадков.

Ключ: 1 б); 2 а); 3 в); 4 б); 5 а); 6 в).

ИОПК-1.2

1. Каким методом определяют структуру почвы?

- а. методом насыщения в цилиндрах;
- б. методом взвешивания;
- в. методом просеивания;
- г. методом высушивания;
- д. органолептическим методом.

2. Каким методом можно определить влажность почвы, не используя специальных приборов?

- а. весовым;
- б. органолептическим;
- в. тензометрическим;
- г. потенциометрическим;
- д. ионизационным.

3. Для определения гранулометрического состава почвы в полевых условиях используют:

- а. метод отмучивания;
- б. сухой метод;
- в. мокрый метод;
- г. сухой и мокрый метод.

4. Какой показатель рассчитывается по формуле $W = ((B_1 - B_2) / (B_2 - B)) * 100$

- а. объемная масса почвы;
- б. удельная масса;
- в. запас влаги в почве;
- г. влажность почвы;
- д. объем пор.

Ключ: 1 в); 2 б); 3 г); 4 г).

ИОПК-2.1

1. Как изменяется плотность почвы при увеличении влажности?

- а. увеличивается;
- б. уменьшается;
- в. остается постоянной.

2. Как изменение температуры влияет на газообмен в почве?

- а. при повышении температуры газообмен уменьшается;
- б. при повышении температуры газообмен увеличивается;
- в. температура не влияет на газообмен.

3. Какая влага доступна растениям:

- а. кристаллическая, гигроскопическая;

- б. рыхлосвязанная;
- в. свободная.

Ключ: 1 б); 2 б); 3 в).

ИПК-2.4

1. Строение пахотного слоя это...

- а. отношение объема твердой фазы почвы к объему пор;
- б. соотношение объемов капиллярных и некапиллярных пор;
- в. соотношение агрегатов различного размера;
- г. соотношение частиц различного размера;
- д. соотношение объемов, занимаемых твердой фазой почвы и различными видами

пор.

2. Какими приемами в земледелия можно регулировать тепловой режим почвы?

- а. мульчирование;
- б. известкование;
- в. внесение минеральных удобрений;
- г. норма высева;
- д. глубина посева.

3. Определите правильный перечень агрофизических показателей плодородия и окультуренности почвы:

- а. кислотность почвы, содержание органического вещества, фитосанитарное состояние почвы;
- б. гранулометрический состав почвы, структура, наличие питательных веществ, мощность пахотного слоя;
- в. агрегатный состав почвы, емкость поглощения, мощность пахотного слоя, гранулометрический состав;
- г. гранулометрический состав почвы, строение пахотного слоя, структура, мощность пахотного слоя.

4. Какие основные фракции, используются для классификации гранулометрического состава почв?

- а. глина, песок, ил;
- б. глина, гравий, камни;
- в. песок, торф, глина.

5. Что означает термин "супесь"?

- а. почва с высоким содержанием ила;
- б. почва с равным содержанием песка и ила;
- в. Почва с высоким содержанием песка.

6. Совокупность механических элементов размером менее 0,01 мм это:

- а. физическая глина;
- б. физический песок;
- в. ил;
- г. мелкозем.

7. Какая почва считается оструктуренной:

- а. $K_c > 1$;
- б. $K_c - 1$;

в. $K_c < 0,3$.

8. Наибольшую водопроницаемость имеют почвы:

- а. глинистые;
- б. супесчаные;
- в. суглинистые;
- г. песчаные.

Ключ: 1 д); 2 а); 3 г); 4 а); 5 б); 6 а); 7 а); 8 г).

Критерии оценивания: правильный ответ на вопрос оценивается в 1 балл.
Неверный ответ оценивается в 0 баллов.

Если получено $> 60\%$ от общей суммы баллов, то студент получает *зачтено*.

Если получено $< 60\%$ от общей суммы баллов, то студент получает *не зачтено*

Информация о разработчиках

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