

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет гидромелиорации
Высшей математики



УТВЕРЖДЕНО

Декан

Бандурин М.А.

Протокол от 16.05.2025 № 9

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В КОМПОНЕНТАХ
ПРИРОДЫ»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 20.04.02 Природообустройство и водопользование

Направленность (профиль) подготовки: Мелиорация, рекультивация и охрана земель

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Формы обучения: очная, заочная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: Очная форма обучения – 2 года
Заочная форма обучения – 3 года

Объем: в зачетных единицах: 5 з.е.
в академических часах: 180 ак.ч.

Разработчики:

Доцент, кафедра высшей математики Гольдман Р.Б.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование, утвержденного приказом Минобрнауки от 26.05.2020 № 686, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам", утвержден приказом Минтруда России от 04.03.2014 № 121н; "Специалист по агромелиорации", утвержден приказом Минтруда России от 30.09.2020 № 682н; "Специалист по эксплуатации мелиоративных систем", утвержден приказом Минтруда России от 20.09.2021 № 648н; "Специалист по экологической безопасности (в промышленности)", утвержден приказом Минтруда России от 07.09.2020 № 569н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Гидравлики и с.х.водоснабжения	Председатель методической комиссии/совета	Хаджиди А.Е.	Согласовано	16.05.2025, № 9
2	Гидравлики и с.х.водоснабжения	Руководитель образовательной программы	Хаджиди А.Е.	Согласовано	16.05.2025, № 9
3	Высшей математики	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Григулецкий В.Г.	Согласовано	07.10.2025

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» является формирование комплекса знаний о математическом моделировании практических задач в области мелиорации, рекультивации и охраны земель, эксплуатации водохозяйственных систем и оборудования на основе передовых инновационных технологий.

Теоретические знания необходимы профессионалу при исследовании, проектировании, реконструкции и эксплуатации гидромелиоративных систем, гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения.

Задачи изучения дисциплины:

- – ознакомление студентов с наукой как сферой человеческой деятельности;;
- – изучение современных методов сбора, обработки и анализа информации;;
- – овладение методами математической статистики, для обработки результатов исследований, полученных в экспериментах; ;
- – овладение методами моделирования систем природообустройства;;
- – анализ опыта работ по природообустройству и водопользованию в целях использования результатов для совершенствования деятельности в этой области..

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-П2 Способен к проведению апробации в производственных условиях новых технологий мелиорации земель сельскохозяйственного назначения

ПК-П2.2 Обработывает результаты исследований, полученных экспериментальным путем с использованием методов математической статистики

Знать:

ПК-П2.2/Зн1 Актуальные задачи и проблемы развития мелиорации земель сельскохозяйственного назначения

ПК-П2.2/Зн2 Основные методы и приемы исследований в области агромиелиорации

ПК-П2.2/Зн3 Методики проведения экспериментов и испытаний, используемые в области агромиелиорации

ПК-П2.2/Зн4 Современные технологии обработки и представления экспериментальных данных

ПК-П2.2/Зн5 Принципы, средства и методы построения физических, математических и компьютерных моделей объектов исследований, используемых в области агромиелиорации

ПК-П2.2/Зн6 Требования государственных стандартов в области информации, библиотечного и издательского дела к подготовке отчетов

Уметь:

ПК-П2.2/Ум1 Вести информационный поиск с использованием ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет»

ПК-П2.2/Ум2 Осуществлять анализ информации в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения, полученной в результате информационного поиска

ПК-П2.2/Ум3 Осуществлять организационно-методологическое обоснование, планирование и проведение апробации новых технологий (элементов технологий) в производственных условиях

ПК-П2.2/Ум4 Пользоваться методами математической статистики при обработке полученных результатов исследований

ПК-П2.2/Ум5 Составлять отчеты по результатам выполненных исследований в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в соответствии с требованиями стандартов, регламентирующих подготовку отчетов

Владеть:

ПК-П2.2/Нв1 Мониторинг новых успешных практик, разработок оборудования, методик и технологий в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения

ПК-П2.2/Нв2 Проведение экспертной оценки предлагаемых инновационных технологических решений в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения

ПК-П2.2/Нв3 Организация проведения экспериментов (опытов) по оценке эффективности инновационных технологий (элементов технологий), технических разработок в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения

ПК-П2.2/Нв4 Обработка результатов исследований, полученных в экспериментах, с использованием методов математической статистики

ПК-П2.2/Нв5 Создание физических, математических и компьютерных моделей, а также систем сбора, обработки и анализа информации в области агро-мелиорации, мониторинга (контроля) состояния мелиорируемых земель

ПК-П2.2/Нв6 Разработка рекомендаций по внедрению в производство полученных результатов апробации в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения

ПК-П2.3 Создает физические и математические модели, а также системы сбора, обработки и анализа информации в области мелиорации и мониторинга земель

Знать:

ПК-П2.3/Зн1 Актуальные задачи и проблемы развития мелиорации земель сельскохозяйственного назначения

ПК-П2.3/Зн2 Основные методы и приемы исследований в области агро-мелиорации

ПК-П2.3/Зн3 Методики проведения экспериментов и испытаний, используемые в области агро-мелиорации

ПК-П2.3/Зн4 Современные технологии обработки и представления экспериментальных данных

ПК-П2.3/Зн5 Принципы, средства и методы построения физических, математических и компьютерных моделей объектов исследований, используемых в области агро-мелиорации

ПК-П2.3/Зн6 Требования государственных стандартов в области информации, библиотечного и издательского дела к подготовке отчетов

Уметь:

ПК-П2.3/Ум1 Вести информационный поиск с использованием ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет»

ПК-П2.3/Ум2 Осуществлять анализ информации в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения, полученной в результате информационного поиска

ПК-П2.3/Ум3 Осуществлять организационно-методологическое обоснование, планирование и проведение апробации новых технологий (элементов технологий) в производственных условиях

ПК-П2.3/Ум4 Пользоваться методами математической статистики при обработке полученных результатов исследований

ПК-П2.3/Ум5 Составлять отчеты по результатам выполненных исследований в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в соответствии с требованиями стандартов, регламентирующих подготовку отчетов

Владеть:

ПК-П2.3/Нв1 Мониторинг новых успешных практик, разработок оборудования, методик и технологий в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения

ПК-П2.3/Нв2 Проведение экспертной оценки предлагаемых инновационных технологических решений в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения

ПК-П2.3/Нв3 Организация проведения экспериментов (опытов) по оценке эффективности инновационных технологий (элементов технологий), технических разработок в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения

ПК-П2.3/Нв4 Обработка результатов исследований, полученных в экспериментах, с использованием методов математической статистики

ПК-П2.3/Нв5 Создание физических, математических и компьютерных моделей, а также систем сбора, обработки и анализа информации в области агро-мелиорации, мониторинга (контроля) состояния мелиорируемых земель

ПК-П2.3/Нв6 Разработка рекомендаций по внедрению в производство полученных результатов апробации в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения

ПК-П2.3/Нв7 Оформление результатов исследований по апробации новых технологий для мелиорации земель сельскохозяйственного назначения

ПК-П11 Способен производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять моделирование систем природообустройства

ПК-П11.2 Анализирует результаты экспериментов и наблюдений при решении научно-исследовательских задач; осуществлять их теоретическое обобщение

Знать:

ПК-П11.2/Зн1 Методы анализа научных данных

ПК-П11.2/Зн2 Методы теоретического обобщения результатов исследований систем природообустройства

Уметь:

ПК-П11.2/Ум1 Применять методы анализа при решении научно-исследовательских задач

ПК-П11.2/Ум2 Использовать методы теоретического обобщения результатов исследований систем природообустройства

Владеть:

ПК-П11.2/Нв1 Проведением анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования

ПК-П11.2/Нв2 Организацией сбора и изучения научно-технической информации по научным разработкам в области природообустройства

ПК-П11.3 Выполняет моделирование систем природообустройства

Знать:

ПК-П11.3/Зн1 Способы математического моделирования систем природообустройства

Уметь:

ПК-П11.3/Ум1 Использовать способы математического моделирования при решении научно-исследовательских задач

Владеть:

ПК-П11.3/Нв1 Обоснование перспектив проведения исследований в соответствующей области природообустройства и водопользования

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): Очная форма обучения - 3, Заочная форма обучения - 3.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Очная форма обучения

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Третий семестр	180	5	88	6	42	40	38	Курсовой проект Экзамен (54)
Всего	180	5	88	6	42	40	38	54

Заочная форма обучения

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Третий семестр	180	5	20	6	4	10	151	Курсовой проект Экзамен (9)
Всего	180	5	20	6	4	10	151	9

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий (часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Роль математических методов при изучении сложных систем. Классификация моделей. Этапы построения модели	31		12	9	10	ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П11.2 ПК-П11.3
Тема 1.1. Математическое моделирование водно-, соле- и теплового баланса с различной испаряющей поверхностью участков.	13		4	3	6	
Тема 1.2. Конвективный перенос, диффузионный перенос, гидравлическая дисперсия.	9		4	3	2	
Тема 1.3. Сорбция, растворение солей. Особенности планирования мелиоративных исследований.	9		4	3	2	
Раздел 2. Основные особенности построения модели	33		12	11	10	ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П11.2 ПК-П11.3
Тема 2.1. Элементы прикладной математической статистики	14		4	4	6	
Тема 2.2. Обработка материалов многолетних наблюдений	10		4	4	2	
Тема 2.3. Оценка степени влияния контролируемого фактора	9		4	3	2	
Раздел 3. Обработка материалов многолетних режимных наблюдений за уровнем и составом грунтовых вод, водотоков.	26		10	8	8	ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П11.2 ПК-П11.3
Тема 3.1. Статистическая проверка гипотез.	15		5	4	6	
Тема 3.2. Доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии	11		5	4	2	

Раздел 4. Однофакторная модель. Метод наименьших квадратов. Линейная, квадратичная зависимости	30		8	12	10	ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П11.2 ПК-П11.3
Тема 4.1. Вероятностные модели природных процессов, рассматриваемых в природообустройстве.	10		2	3	5	
Тема 4.2. Двухфакторная модель. Уравнение регрессии	12		3	6	3	
Тема 4.3. Логнормальное распределение случайной величины Барьерные, емкостные свойства компонентов природы	8		3	3	2	
Раздел 5. Курсовая работа (проект)	3	3				ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П11.2 ПК-П11.3
Тема 5.1. Защита курсовой работы (проекта)	3	3				
Раздел 6. Промежуточная аттестация	3	3				ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П11.2 ПК-П11.3
Тема 6.1. Экзамен	3	3				
Итого	126	6	42	40	38	

Заочная форма обучения

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Роль математических методов при изучении сложных систем. Классификация моделей. Этапы построения модели	40		2	2	36	ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П11.2 ПК-П11.3
Тема 1.1. Математическое моделирование водно-, соле- и теплового баланса с различной испаряющей поверхностью участков.	15		1	2	12	
Тема 1.2. Конвективный перенос, диффузионный перенос, гидравлическая дисперсия.	13		1		12	

Тема 1.3. Сорбция, растворение солей. Особенности планирования мелиоративных исследований.	12				12	
Раздел 2. Основные особенности построения модели	56		2		54	ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П11.2 ПК-П11.3
Тема 2.1. Элементы прикладной математической статистики	20		2		18	
Тема 2.2. Обработка материалов многолетних наблюдений	18				18	
Тема 2.3. Оценка степени влияния контролируемого фактора	18				18	
Раздел 3. Обработка материалов многолетних режимных наблюдений за уровнем и составом грунтовых вод, водотоков.	40			4	36	ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П11.2 ПК-П11.3
Тема 3.1. Статистическая проверка гипотез.	20			2	18	
Тема 3.2. Доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии	20			2	18	
Раздел 4. Однофакторная модель. Метод наименьших квадратов. Линейная, квадратичная зависимости	29			4	25	ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П11.2 ПК-П11.3
Тема 4.1. Вероятностные модели природных процессов, рассматриваемых в природообустройстве.	15			2	13	
Тема 4.2. Двухфакторная модель. Уравнение регрессии	14			2	12	
Тема 4.3. Логнормальное распределение случайной величины Барьерные, емкостные свойства компонентов природы						
Раздел 5. Курсовая работа (проект)	3	3				ПК-П2.2 ПК-П2.3
Тема 5.1. Защита курсовой работы (проекта)	3	3				ПК-П11.2 ПК-П11.3
Раздел 6. Промежуточная аттестация	3	3				ПК-П2.2 ПК-П2.3 ПК-П11.2
Тема 6.1. Экзамен	3	3				ПК-П11.3
Итого	171	6	4	10	151	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Роль математических методов при изучении сложных систем. Классификация моделей. Этапы построения модели

(Заочная: Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 36ч.; Очная: Лекционные занятия - 12ч.; Практические занятия - 9ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)

Тема 1.1. Математическое моделирование водно-, соле- и теплового баланса с различной испаряющей поверхностью участков.

(Заочная: Лекционные занятия - 1ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 12ч.; Очная: Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

В условиях все возрастающего техногенного воздействия на природную среду, накопления значительных объёмов информации об экологическом состоянии природных объектов актуальной является проблема эффективной организации этой информации с целью получения прогнозных и текущих оценок роли промышленных и аграрных комплексов в формировании уровня и гидрохимического режимов подземных вод. В связи с этим несомненный интерес представляет метод водного и солевого балансов земельных участков и водных объектов - универсальный метод обработки и обобщения гидрометеорологической информации.

Тема 1.2. Конвективный перенос, диффузионный перенос, гидравлическая дисперсия.

(Заочная: Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 12ч.; Очная: Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

К главным гидродинамическим формам переноса вещества в относят: конвекцию и гидродисперсию под влиянием гидравлического градиента, плотностную конвекцию под действием плотностного градиента, молекулярную диффузию (кондукцию) под действием градиента концентрации, физическую сорбцию (адгезию, или прилипание) под действием электромагнитных сил. В последнем случае перенос осуществляется под действием напорного градиента и сопровождается влиянием молекулярных сил взаимодействия между жидкой и твердой фазами.

Тема 1.3. Сорбция, растворение солей. Особенности планирования мелиоративных исследований.

(Очная: Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 2ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 12ч.)

Для массивов нового освоения с исходным глубоким залеганием грунтовых вод и значительными запасами солей в зоне аэрации для солевого баланса грунтовых вод большое значение имеет растворение солей грунтовых вод при подъеме их уровня.

Таким образом, солевой баланс грунтовых вод подобен водному балансу, и находится в тесной взаимосвязи с солевым балансом зоны аэрации. В расходной части солевого баланса основную роль играет вынос солей

дренажными водами; он нарастает по мере развития дренажа.

Водный и солевой баланс изучают на ключевых участках, а за тем полученные данные «экстраполируют» на соответствующий район.

Раздел 2. Основные особенности построения модели

(Заочная: Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 54ч.; Очная: Лекционные занятия - 12ч.; Практические занятия - 11ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)

Тема 2.1. Элементы прикладной математической статистики

(Заочная: Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 18ч.; Очная: Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

В математической статистике оценивают параметры и функции от них, представляющие важные характеристики распределений (например, математическое ожидание, медиана, стандартное отклонение, квантили и др.), плотности и функции распределения и пр. Используют точечные и интервальные оценки.

Тема 2.2. Обработка материалов многолетних наблюдений

(Очная: Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 2ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 18ч.)

Вычисление средних многолетних значений и отклонений, наблюдаемых в отдельные годы (установление феноаномалий)

Ценность материалов фенологических наблюдений определяется продолжительностью ряда ежегодных наблюдений. Обработка материалов наблюдений за много лет с одного и того же места (за одним и тем же растением) начинается непосредственно с вычисления средних дат наступления различных фаз. Для пунктов, в которых наблюдения велись недолго, нельзя вычислить надежные средние величины. При наличии известного опыта с помощью приведений удастся вычислить правильную среднюю дату и по короткому ряду наблюдений, причем она оказывается близкой к многолетней средней.

Кроме средних дат, представляют интерес и отклонения от средних показателей в отдельные годы, так называемые феноаномалии. Средние многолетние используются для сравнения данных, полученных для небольшого участка, с данными, полученными для большой области. Но для познания действительного хода развития растительности существенно знать условия развития в отдельные годы. Феноаномалии определяются в виде разности в датах наступления фаз в отдельные годы и многолетней средней.

Тема 2.3. Оценка степени влияния контролируемого фактора

(Очная: Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 2ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 18ч.)

Дисперсионный анализ применяется для исследования влияния одной или нескольких качественных переменных (факторов) на одну зависимую количественную переменную (отклик).

Раздел 3. Обработка материалов многолетних режимных наблюдений за уровнем и составом грунтовых вод, водотоков.

(Очная: Лекционные занятия - 10ч.; Практические занятия - 8ч.; Самостоятельная работа - 8ч.; Заочная: Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 36ч.)

Тема 3.1. Статистическая проверка гипотез.

(Очная: Лекционные занятия - 5ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.; Заочная: Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 18ч.)

Проверка статистических гипотез – это пятиступенчатая процедура, которая на основании данных выборки и при помощи теории вероятностей позволяет сделать вывод об обоснованности гипотезы. Другими словами, этот способ проверить, действительны ли результаты, полученные на выборке, и для генеральной совокупности.

Тема 3.2. Доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии

(Очная: Лекционные занятия - 5ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 2ч.; Заочная: Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 18ч.)

Интервальной называют оценку, которая определяется границами: началом и концом диапазона значений характеристики. Интервальные оценки позволяют установить точность и надёжность оценок. Однако граничные значения также случайные величины. Следовательно, строится интервал со случайными границами, который с заданной вероятностью содержал бы неизвестное значение параметра распределения.

Раздел 4. Однофакторная модель. Метод наименьших квадратов. Линейная, квадратичная зависимости

(Очная: Лекционные занятия - 8ч.; Практические занятия - 12ч.; Самостоятельная работа - 10ч.; Заочная: Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 25ч.)

Тема 4.1. Вероятностные модели природных процессов, рассматриваемых в природообустройстве.

(Очная: Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 5ч.; Заочная: Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 13ч.)

Модель природного явления есть строгое математическое выражение сформулированной гипотезы. 3. Проверка модели — расчет на основе модели и сличения результатов с действительностью. При этом проверяется правильность сформулированной гипотезы.

Тема 4.2. Двухфакторная модель. Уравнение регрессии

(Очная: Лекционные занятия - 3ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 3ч.; Заочная: Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 12ч.)

Парная линейная регрессия - это зависимость между одной переменной и средним значением другой переменной. Чаще всего модель записывается как $y = ax + b + e$, где x - факторная переменная, y - результативная (зависимая), e - случайная компонента (остаток, отклонение).

Уравнение двухфакторной множественной регрессии

Тема 4.3. Логнормальное распределение случайной величины Барьерные, емкостные свойства компонентов природы

(Лекционные занятия - 3ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Логнормальное распределение используется, например, при моделировании , допустимое отклонение от стандарта вредных веществ в продуктах питания и т. д. Итак, если величина x имеет нормальное распределение, то величина $y = ex$ имеет логнормальное распределение.

Природным процессам свойственна изменчивость во времени (например, динамика влагозапасов, уровней воды, запасов солей, содержания загрязняющих веществ). Динамика определяется действующими силами, проводимостью природных тел, а кроме того — способностью вмещать в себя вещество и энергию. Вмещающая способность природных тел не всегда сводится к исчислению геометрических объемов, свободных для вмещения. В природных телах существует равновесное насыщение, когда количество вмещаемого вещества или энергии является результатом действия суммы удерживающих и вытесняющих сил. В качестве примера можно назвать запас влаги в капиллярной кайме, который определяется балансом между каркасно-капиллярным и гравитационным потенциалами.

Емкость — способность природного тела вмещать и удерживать определенное количество вещества и энергии при равновесии всех действующих сил. Так, почву можно характеризовать коэффициентом влагоемкости, который показывает, как меняется влажность (содержание влаги в единице объема почвы) в зависимости от полного напора (т. е. суммы всех действующих сил).

Емкостные свойства изменчивы и зависят от состава и свойств природного тела (для влагоемкости почвы — от относительного объема порового пространства и размеров пор, следовательно, от водоудерживающей способности). Возможность управления емкостными свойствами можно проиллюстрировать на примере тепло: емкости почвы.

Барьерные свойства компонентов геосистем. Наряду с «размазыванием» в природе идут и процессы концентрации веществ, исключения их из круговорота, сосредоточения в некоторых областях. В качестве примера можно привести месторождения различных полезных ископаемых: известняки, металлические руды. Иными словами, наряду с проводимостью природные тела обладают свойствами задерживать некоторые вещества, что можно назвать барьерностью. В самом общем смысле барьер можно понимать как локальное нарушение проводимости, что ускоряет или замедляет потоки веществ и круговорот в целом.

Барьеры могут быть природными и техногенными (созданными человеком)

Раздел 5. Курсовая работа (проект)

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)

Тема 5.1. Защита курсовой работы (проекта)

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)

Защита курсовой работы (проекта)

Раздел 6. Промежуточная аттестация

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)

Проведение промежуточной аттестации в форме /экзамена

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Роль математических методов при изучении сложных систем. Классификация моделей. Этапы построения модели

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Выберите свойство модели, заключающееся в слабой чувствительности результата к изменениям ее параметров, называется
непротиворечивость
реалистичность
точность
устойчивость

2. Выберите последовательность этапов моделирования:
цель, объект, модель, метод, алгоритм, программа, эксперимент, анализ, уточнение
цель, модель, объект, алгоритм, программа, эксперимент, уточнение выбора объекта;
объект, цель, модель, эксперимент, программа, анализ, тестирование;
объект, модель, цель, алгоритм, метод, программа, эксперимент

3. Математическая модель – это....
1) математическое описание процесса или явления
2) расчет состояния (выходных параметров) моделируемой системы по формулам, связывающим ее входные и выходные параметры
3) интегрирование
4) дифференцирование

4. Метод наименьших квадратов основан на выборе....
1 формул сокращенного умножения
2 функциональной кривой, для которой сумма квадратов отклонений экспериментальных значений от теоретических наименьшая
3 формул интегралов
4 формул производных

5. Для метода наименьших квадратов поставить в соответствие формулы и виды функциональной зависимости:

1) $y=ax+b$	3) линейная
2) $y=ax^2+bx+c$	1) квадратичная
3) $y=a+b/x$	4) гиперболическая
4) $y=ab^x$	2) показательная

6. Дайте правильный ответ
Система уравнений для определения параметров теоретической модели линейной зависимости $y=ax+b$ по методу наименьших квадратов содержит уравнения

7. Объем генеральной совокупности – это
1. количество объектов для обследования
2. объем тела
3. объем издания
4. объем программы

8. Ответьте на вопрос
Количество слагаемых N в уравнении регрессии двухфакторной модели определяют по

формуле $N = C_k^2 + 2k + 1$.N равно...

$$N = C_k^2 + 2k + 1$$

Раздел 2. Основные особенности построения модели

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Аналоговые системы основаны на...

на сходстве математических описаний объекта и модели
одинаковой физической природе процессов в объекте и в модели
использовании аналоговых интегральных микросхем
моделировании динамики протекания процесса во времени.

2. Состояние объекта определяется....

количеством информации, полученной в конкретный момент времени
множеством свойств, характеризующим объект в конкретный момент времени относительно
заданной цели.

только физическими данными об объекте
параметрами окружающей среды

3. Общее решение дифференциального уравнения далее см. рисунок.

см. рисунок.

Общее решение дифференциального уравнения $y'' = \frac{1}{x^2}$ имеет вид...

1. $\ln|x| + cx$

2. $-\frac{1}{2}\ln|x| + c$

3. $\ln\frac{1}{|x|} + c_1x + c_2$

4. $-\ln|x| + c_1x + c_2$

4. Дискретная случайная величина X задана законом распределения.

X -5 2 3 4

P 0,4 0,3 0,1 0,2

Среднее значение \bar{x} дискретной случайной величины равно...

5. Функциональная зависимость $y = ab^x$ – это..... зависимость.

1. гиперболическая

2. линейная

3. квадратичная

4. показательная

6. Для уравнения линейной регрессии $y = a_0 + a_1x$ условие $a_1 < 0$ означает, что с
увеличением x величина y....

1. увеличивается в a_1 раз

2. увеличивается

3. уменьшается

4. остается постоянной

7. Представить результаты 10 равноточных измерений в виде ранжированного
вариационного ряда 2; 5; 7; 2; 3; 7; 2; 5; 2; 5.

1. 2;2;2;2;3;5;5;5;7;7

2. 2×4; 3; 5×3; 7×2

3. 7;7;3;5;5;5; 2;2;2;2

4. 7;7;3; 2;2;2;2; 5;5;5

8. Количество слагаемых N в уравнении регрессии определяют по формуле....

1 $a^2 + b^2 = c^2$

- 2 $a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$
- 3 $N = C_k^2 + 2k + 1$
- 4 $a^2 + b^2 = (a+bi)(a-bi)$

Раздел 3. Обработка материалов многолетних режимных наблюдений за уровнем и составом грунтовых вод, водотоков.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Среднее значение дискретной случайной величины \bar{x} определяют по формуле см рисунок.

- 1) $\bar{x} = \sum_{i=1}^n p_i x_i^2$
- 2) $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
- 3) $\bar{x} = x_1 + x_2 + \dots + x_n$
- 4) $\bar{x} = nx_1 + M$

2. Если связь между признаками отсутствует, то парный коэффициент корреляции равен....

см. рисунок.

3. Функциональная зависимость $y = ax + b$ – это..... зависимость.

1. линейная
2. квадратичная
3. показательная

4. Функциональная зависимость $y = ax^2 + bx + c$ – это..... зависимость.

1. гиперболическая
2. линейная
3. квадратичная
4. показательная

5. Функциональная зависимость $y = a + b/x$ – это..... зависимость.

1. гиперболическая
2. линейная
3. квадратичная
4. показательная

6. Статистическая оценка признака X , определяемая одним числом, называется

1. интервальной
2. точечной
3. суммарной
4. разностной

7. Вариационный ряд – это выборка значений признака, представленная....

1. убывающей последовательностью чисел
2. множеством натуральных чисел
3. множеством квадратов чисел
4. неубывающей последовательностью чисел

8. Представить результаты 10 равноточных измерений в виде дискретного вариационного ряда 2; 5; 7; 2; 3; 7; 2; 5; 2; 5.

1. 2;2;2;2;3;5;5;5;7;7
2. 2×4 ; 3; 5×3 ; 7×2
3. 7;7;3;5;5;5; 2;2;2;2
4. (2;4); (3;1); (5;3); (7;2)

Раздел 4. Однофакторная модель. Метод наименьших квадратов. Линейная, квадратичная зависимости

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Точка бифуркации – это
1. точка фазовой траектории, предшествующая резкому изменению состояния объекта
2. точка равновесия

2. Дискретная случайная величина X задана законом распределения

X -5 2 3 4

P 0,4 0,3 0,1 0,2.

Какие действия можно выполнить для данного распределения?

1. построить многоугольник распределения,
2. составить интегральную функцию распределения и построить ее график
3. вычислить математическое ожидание m_x ,
4. найти дисперсию $D(x)$ и среднее квадратическое отклонение $\sigma(x)$.

3. С помощью каких из предложенных формул можно вычислить вероятность попадания случайной величины в заданный интервал?

1. $P(\alpha \leq X \leq \beta) = F(\beta) - F(\alpha)$

2. $P(\alpha \leq X < \beta) = F(\beta) - F(\alpha)$

3. $P(\alpha < X < \beta) = F(\beta) + F(\alpha)$

4. $P(\alpha \leq X < \beta) = F(\alpha) - F(\beta)$

4. Изменение состояния объекта отображается в виде:

1. статической модели
2. детерминированной модели
3. динамической модели
4. стохастической модели

Раздел 5. Курсовая работа (проект)

Форма контроля/оценочное средство:

Вопросы/Задания:

.

Раздел 6. Промежуточная аттестация

Форма контроля/оценочное средство:

Вопросы/Задания:

.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Очная форма обучения, Третий семестр, Курсовой проект

Контролируемые ИДК: ПК-П2.2 ПК-П11.2 ПК-П2.3 ПК-П11.3

Вопросы/Задания:

1. Критерии экологической безопасности агроландшафтов.
2. Оценка суммарных экологических ущербов при функционировании природно-технических систем.
3. Обеспечение плодородия почв – основа устойчивого состояния природных систем при мелиоративной деятельности.
4. Создание экологически ориентированных гидромелиоративных систем.

5. Оценка продуктивности и экологической устойчивости агроландшафта.
6. Геоинформационная поддержка принятия решений при мелиоративном освоении территории.
7. Статистическая модель продуктивности агроценоза при описании агромелиоративных режимов.
8. ГИС технологии как инструментарий прогнозирования комплексных мелиораций.
9. Информационные технологии управления водораспределением при орошении.
10. Моделирование временных рядов метеорологических параметров суточной дискретности.
11. Математическая модель освоения и использования земельных ресурсов.
12. Математико-картографическое моделирование для расчета комплекса природоохранных мероприятий.
13. Повышение плодородия почв на рисовых оросительных системах с применением ЭГЭ.
14. Построение математической модели эффективного использования водных и земельных ресурсов на РОС.
15. Регулирование баланса гумуса на черноземных почвах в полевом севообороте.
16. Моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды.
17. Математические модели почвенных процессов.
18. Математическое моделирование неустановившегося режима фильтрации.
19. Модель надежности оросительных систем.
20. Математическое моделирование обоснования комплекса мероприятий охраны земель от техногенных загрязнений.
21. Обоснование режимов орошения зерновых культур дождеванием.

Очная форма обучения, Третий семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-П2.2 ПК-П11.2 ПК-П2.3 ПК-П11.3

Вопросы/Задания:

1. 1. Параметры режима уровня грунтовых вод (УГВ) на основе статистических данных.
2. Критерий оценки изменчивости УГВ – среднее квадратическое отклонение УГВ по ряду наблюдений, использование коэффициента вариации УГВ для районирования.

3. Обработка материалов многолетних режимных наблюдений за уровнем и составом грунтовых вод, водотоков.
4. Оценка почвенного покрова агроландшафтов по физическим и экологическим параметрам.
5. Значимые различия частных и общих коэффициентов загрязненности по различным агроучасткам.
6. Значимые различия изменчивости элементов водно-, соле- и теплового балансов, оцененных для природных и антропогенно- измененных условий.
7. Оценка соответствия между наблюдаемыми и теоретическими распределениями по критерию .
8. Оценка различий между дисперсиями по критерию Фишера.
9. Модель управления земельными ресурсами.
10. Формирование рационального соотношения земельных угодий в агроландшафте
11. Информационное обеспечение решения задач моделирования.
12. Основные особенности построения модели гидродинамической системы.
13. Этапы построения модели.
14. Гидродинамические свойства потоков. Принципы схематизации гидрогеологических условий.
15. Пространственно-временное выражение структуры движения гидрогеологического потока.
16. Математические основы изучения процессов фильтрации. Уравнение неразрывности потока.
17. Дифференциальные уравнения стационарной и упругой фильтрации.
18. Свойства и показатели фильтрационной среды.
19. Типы гидродинамических границ и граничных условий. Характеристика основных методов решения дифференциальных уравнений.
20. Основы теории массопереноса в гидрогеологических системах.
21. Дифференциальные уравнения миграции вещества в подземных водах.
22. Математическое моделирование водно-, соле- и теплового баланса с различной испаряющей поверхностью участков

23. Характеристика основных методов решения дифференциальных уравнений.
24. Понятие о прямых и обратных задачах.
25. Анализ пространственно-временной изменчивости уровня грунтовых вод.
26. Количественная оценка роли вклада различных режимобразующих факторов уровня грунтовых вод в природных и антропогенно-измененных гидрогеологических условиях.
27. Основы теории массопереноса в гидрогеологических системах.
28. Конвективный перенос, диффузионный перенос, гидравлическая дисперсия. Физико-химические взаимодействия. Сорбция, растворение солей.
29. Дифференциальные уравнения миграции вещества в подземных водах.
30. Статистическая обработка гидрогеологической информации
31. Статистический ряд и статистическая функция распределения случайного признака.
32. Обработка данных многолетних гидрометеорологических, гидрогеологических наблюдений по сведениям о водно-физических свойствах почво-грунтов
33. Вероятностная оценка природных факторов в мелиоративных исследованиях.
34. Использование гидрологических параметров (осадков, температур, весенних и осенних паводков и др.) для расчета мелиоративных систем.
35. Точечная и интервальная оценки. Приведите примеры точечных оценок случайных величин.
36. Доверительные интервалы для оценки математического ожидания нормального распределения.
37. Модель парной линейной регрессии.
38. Коэффициент детерминации.
39. Статистическая гипотеза и общая схема её проверки.

*Заочная форма обучения, Третий семестр, Курсовой проект
Контролируемые ИДК: ПК-П2.2 ПК-П11.2 ПК-П2.3 ПК-П11.3*

Вопросы/Задания:

1. Критерии экологической безопасности агроландшафтов.
2. Оценка суммарных экологических ущербов при функционировании природно-технических систем.

3. Обеспечение плодородия почв – основа устойчивого состояния природных систем при мелиоративной деятельности.
4. Создание экологически ориентированных гидромелиоративных систем.
5. Оценка продуктивности и экологической устойчивости агроландшафта.
6. Геоинформационная поддержка принятия решений при мелиоративном освоении территории.
7. Статистическая модель продуктивности агроценоза при описании агромелиоративных режимов.
8. ГИС технологии как инструментарий прогнозирования комплексных мелиораций.
9. Информационные технологии управления водораспределением при орошении.
10. Моделирование временных рядов метеорологических параметров суточной дискретности.
11. Математическая модель освоения и использования земельных ресурсов.
12. Математико-картографическое моделирование для расчета комплекса природоохранных мероприятий.
13. Повышение плодородия почв на рисовых оросительных системах с применением ЭГЭ.
14. Построение математической модели эффективного использования водных и земельных ресурсов на РОС.
15. Регулирование баланса гумуса на черноземных почвах в полевом севообороте.
16. Моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды.
17. Математические модели почвенных процессов.
18. Математическое моделирование неустановившегося режима фильтрации.
19. Модель надежности оросительных систем.
20. Математическое моделирование обоснования комплекса мероприятий охраны земель от техногенных загрязнений.
21. Обоснование режимов орошения зерновых культур дождеванием.

Заочная форма обучения, Третий семестр, Экзамен
Контролируемые ИДК: ПК-П2.2 ПК-П11.2 ПК-П2.3 ПК-П11.3
Вопросы/Задания:

1. 1. Параметры режима уровня грунтовых вод (УГВ) на основе статистических данных.
2. Критерий оценки изменчивости УГВ – среднее квадратическое отклонение УГВ по ряду наблюдений, использование коэффициента вариации УГВ для районирования.
3. Обработка материалов многолетних режимных наблюдений за уровнем и составом грунтовых вод, водотоков.
4. Оценка почвенного покрова агроландшафтов по физическим и экологическим параметрам.
5. Значимые различия частных и общих коэффициентов загрязненности по различным агроучасткам.
6. Значимые различия изменчивости элементов водно-, соле- и теплового балансов, оцененных для природных и антропогенно- измененных условий.
7. Оценка соответствия между наблюдаемыми и теоретическими распределениями по критерию .
8. Оценка различий между дисперсиями по критерию Фишера.
9. Модель управления земельными ресурсами.
10. Формирование рационального соотношения земельных угодий в агроландшафте
11. Информационное обеспечение решения задач моделирования.
12. Основные особенности построения модели гидродинамической системы.
13. Этапы построения модели.
14. Гидродинамические свойства потоков. Принципы схематизации гидрогеологических условий.
15. Пространственно-временное выражение структуры движения гидрогеологического потока.
16. Математические основы изучения процессов фильтрации. Уравнение неразрывности потока.
17. Дифференциальные уравнения стационарной и упругой фильтрации.
18. Свойства и показатели фильтрационной среды.
19. Типы гидродинамических границ и граничных условий. Характеристика основных методов решения дифференциальных уравнений.
20. Основы теории массопереноса в гидрогеологических системах.

21. Дифференциальные уравнения миграции вещества в подземных водах.
22. Математическое моделирование водно-, соле- и теплового баланса с различной испаряющей поверхностью участков
23. Характеристика основных методов решения дифференциальных уравнений.
24. Понятие о прямых и обратных задачах.
25. Анализ пространственно-временной изменчивости уровня грунтовых вод.
26. Количественная оценка роли вклада различных режимобразующих факторов уровня грунтовых вод в природных и антропогенно-измененных гидрогеологических условиях.
27. Основы теории массопереноса в гидрогеологических системах.
28. Конвективный перенос, диффузионный перенос, гидравлическая дисперсия. Физико-химические взаимодействия. Сорбция, растворение солей.
29. Дифференциальные уравнения миграции вещества в подземных водах.
30. Статистическая обработка гидрогеологической информации
31. Статистический ряд и статистическая функция распределения случайного признака.
32. Обработка данных многолетних гидрометеорологических, гидрогеологических наблюдений по сведениям о водно-физических свойствах почво-грунтов
33. Вероятностная оценка природных факторов в мелиоративных исследованиях.
34. Использование гидрологических параметров (осадков, температур, весенних и осенних паводков и др.) для расчета мелиоративных систем.
35. Точечная и интервальная оценки. Приведите примеры точечных оценок случайных величин.
36. Доверительные интервалы для оценки математического ожидания нормального распределения.
37. Модель парной линейной регрессии.
38. Коэффициент детерминации.
39. Статистическая гипотеза и общая схема её проверки.

8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. САФРОНОВА Т. И. Математическое моделирование процессов в компонентах природы: метод. указания / САФРОНОВА Т. И.. - Краснодар: КубГАУ, 2019. - 28 с. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=6615> (дата обращения: 15.10.2025). - Режим доступа: по подписке
2. Шилова, З. В. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / З. В. Шилова, О. И. Шилов,. - Теория вероятностей и математическая статистика - Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. - 158 с. - 978-5-906-17262-4. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/33863.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Тарасов, В. Н. Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы: учебное пособие / В. Н. Тарасов, Н. Ф. Бахарева,. - Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы - Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. - 283 с. - 5-7410-0415-6. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/71890.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке
2. Хамидуллин, Р. Я. Математика. Базовый курс: учебник / Р. Я. Хамидуллин, Б. Ш. Гулиян,. - Математика. Базовый курс - Москва: Университет «Синергия», 2019. - 720 с. - 978-5-4257-0386-6. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/101347.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

1. <https://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLibrary
2. <https://www.garant.ru/>
- Гарант информационно-правовой портал
3. <https://www.consultant.ru/> - информационно-правовой портал "КонсультантПлюс!"

Ресурсы «Интернет»

1. <http://www.iprbookshop.ru/> - IPRbook
2. <https://e.lanbook.com/> - Издательство «Лань»
3. <https://edu.kubsau.ru/> - Образовательный портал КубГАУ

8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»;
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;

– контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1 Microsoft Windows - операционная система.

2 Microsoft Office (включает Word, Excel, Power Point) - пакет офисных приложений.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1 Гарант - правовая, <https://www.garant.ru/>

2 Консультант - правовая, <https://www.consultant.ru/>

3 Научная электронная библиотека eLibrary - универсальная, <https://elibrary.ru/>

Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

1. Виртуальная лаборатория сопротивления материалов;

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы бакалавриата, специалитета, магистратуры по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" и Блоку 3 "Государственная итоговая аттестация" в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне его. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

Учебная аудитория

100гд

микровертушка ГМЦМ-01 - 0 шт.

Компьютерный класс

420гд

- 0 шт.

Компьютер персональный iRU/8Гб/512Гб - 0 шт.

9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Учебная работа по направлению подготовки осуществляется в форме контактной работы с преподавателем, самостоятельной работы обучающегося, текущей и промежуточной аттестаций, иных формах, предлагаемых университетом. Учебный материал дисциплины структурирован и его изучение производится в тематической последовательности. Содержание методических указаний должно соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и учебных программ по дисциплине. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале поддержки Moodle.

Методические указания по формам работы

Лекционные занятия

Передача значительного объема систематизированной информации в устной форме достаточно большой аудитории. Дает возможность экономно и систематично излагать учебный материал. Обучающиеся изучают лекционный материал, размещенный на портале поддержки обучения Moodle.

Практические занятия

Форма организации обучения, проводимая под руководством преподавателя и служащая для детализации, анализа, расширения, углубления, закрепления, применения (или выполнения) разнообразных практических работ, упражнений) и контроля усвоения полученной на лекциях учебной информации. Практические занятия проводятся с использованием учебно-методических изданий, размещенных на образовательном портале университета.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объём дисциплины (модуля) в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачётных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Фонды оценочных средств адаптируются к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающимися.

Основные формы представления оценочных средств – в печатной форме или в форме электронного документа.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением зрения:

- устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;
- с использованием компьютера и специального ПО: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, дистанционные формы, если позволяет острота зрения - графические работы и др.;
- при возможности письменная проверка с использованием рельефно-точечной системы Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств (тифлотехнических средств): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением слуха:

- письменная проверка: контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;
- с использованием компьютера: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы и др.;
- при возможности устная проверка с использованием специальных технических средств (аудиосредств, средств коммуникации, звукоусиливающей аппаратуры и др.): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- письменная проверка с использованием специальных технических средств (альтернативных средств ввода, управления компьютером и др.): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;
- устная проверка, с использованием специальных технических средств (средств коммуникаций): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;
- с использованием компьютера и специального ПО (альтернативных средств ввода и

управления компьютером и др.): работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы предпочтительнее обучающимся, ограниченным в передвижении и др.

Адаптация процедуры проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ.

В ходе проведения промежуточной аттестации предусмотрено:

- предъявление обучающимся печатных и (или) электронных материалов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;
- возможность пользоваться индивидуальными устройствами и средствами, позволяющими адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом их индивидуальных особенностей;
- увеличение продолжительности проведения аттестации;
- возможность присутствия ассистента и оказания им необходимой помощи (занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, общаться с преподавателем).

Формы промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ должны учитывать индивидуальные и психофизические особенности обучающегося/обучающихся по АОПОП ВО (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями зрения:

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскостную информацию в аудиальную или тактильную форму;
- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;
- использование инструментов «лупа», «проектор» при работе с интерактивной доской;
- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;
- наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;
- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;
- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей):

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;

- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
- опора на определенные и точные понятия;
- использование для иллюстрации конкретных примеров;
- применение вопросов для мониторинга понимания;
- разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
- увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие четкой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания в них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие):

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскостную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);
- наличие четкой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования; обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);
- четкое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);
- соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);
- минимизация внешних шумов;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания):

- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;

- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы;
- стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
- наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.

10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)

Дисциплина "Математическое моделирование процессов в компонентах природы" ведется в соответствии с календарным учебным планом и расписанием занятий по неделям. Темы проведения занятий определяются тематическим планом рабочей программы дисциплины.