

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора Института мелиорации, водного хозяйства и

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 15.08.2023 15:59:27

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства
имени А.Н. Костякова

Кафедра Систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора Института мелиорации,
водного хозяйства и строительства

Д.М. Бенин

30.08.2022



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.02 ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПРОЦЕССОВ В МЕЛИОРАЦИИ

для подготовки бакалавров
ФГОС ВО

Направление 35.03.11 Гидромелиорация

Направленность: Проектирование и строительство гидромелиоративных систем, Техника и технологии гидромелиоративных работ

Гидромелиорация, Механизация и автоматизация гидромелиоративных работ

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2022

Москва, 2022

Разработчик: Снежко Вера Леонидовна, доктор технических наук,
профессор

Рецензент: Колесникова И.А., к.т.н.

«30» 08 2022г.

«30» 08 2022г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.11 Гидромелиорация и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры САПР и ИР
протокол № 1 от 30.08.2022.

Зав. кафедрой Снежко В.Л., д.т.н., профессор

«30» 08 2022

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии Института мелиорации, водного хозяйства и строительства
имени А.Н. Костякова

Смирнов А.П.

к.т.н., доцент

Заведующий выпускающей кафедрой сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства

академик РАН, д.с-х. н,
профессор

Дубенок Н.Н.

Заведующий выпускающей кафедрой мелиоративных и строительных машин

д. техн. н, профессор

Балабанов В.И.

Отдел комплектования ЦНБ

Ефимова Я.В.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	10
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	12
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	12
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	13
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	13
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	16
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	16
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	17
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	17
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	18
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	18
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .	18
Виды и формы отработки пропущенных занятий	19
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	19

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины

Б1.В.02 «Основы математического моделирования процессов в мелиорации» для подготовки бакалавров по направлению 35.03.11 – Гидромелиорация направленность: Проектирование и строительство гидромелиоративных систем, Техника и технологии гидромелиоративных работ

Цель освоения дисциплины «Основы математического моделирования процессов в мелиорации» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих **способность к применению** навыков математического моделирования систем и процессов, оценивания результатов моделирования, использования известных решений применительно к профессиональной деятельности в области гидромелиорации, применения современных информационных технологий при решении научных и практических задач.

Место дисциплины в учебном плане. Дисциплина «**Основы математического моделирования процессов в мелиорации**» включена в вариативную часть дисциплин ФГОС ВО и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Учебного плана по направлению 35.03.11 – Гидромелиорация направленность Проектирование и строительство гидромелиоративных систем, Техника и технологии гидромелиоративных работ.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1 (индикатор достижения УК-1.1); ПКос-2 (индикатор достижения ПКос-2.1); ПКос-5 (индикатор достижения ПКос-5.2; ПКос-5.3) ; ПКос-7 (индикатор достижения ПКос-7.2; ПКос-7.3); ПКос-11 (индикатор достижения ПКос-11.1)

Краткое содержание дисциплины. Дисциплина включает разделы:

- «**Исходные данные для моделирования**», в котором изучаются темы «Поиск и первичная обработка данных», «Поиск факторов, влияющих на процесс».
- «**Регрессионные модели**», в котором изучаются темы «Модели линейной регрессии», «Модели нелинейной регрессии».

Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетных единицы (108 часов), включая 4 часа на практическую подготовку

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы математического моделирования процессов в мелиорации» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих **способность к применению** навыков математического моделирования систем и процессов, оценивания результатов моделирования, использования известных решений применительно к профессиональной деятельности в области гидромелиорации, применения современных информационных технологий при решении научных и практических задач.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины необходимо решить следующие задачи:

- сформировать представления об основных компонентах комплексной дисциплины «Основы математического моделирования процессов в мелиорации»;
- раскрыть понятийный аппарат фундаментального и прикладного аспектов дисциплины;
- сформировать навыки работы в прикладных программах общего назначения;
- сформировать умения анализа предметной области, разработки концептуальной и математической модели явления или процесса;
- ознакомить с этапами реализации математической модели на ПК.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Основы математического моделирования процессов в мелиорации» включена в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 35.03.11 – Гидромелиорация. Дисциплина «Основы математического моделирования процессов в мелиорации» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, профессионального стандарта и учебного плана по направлению 35.03.11 – Гидромелиорация направленность Проектирование и строительство гидромелиоративных систем, Техника и технологии гидромелиоративных работ.

Поскольку изучение дисциплины начинается в пятом семестре, достаточно знание таких дисциплин как Математика (4 семестр), Информационные технологии» (4 семестр), Геология и гидрогеология (2 семестр), Метрология, стандартизация и сертификация (3 семестр), Мелиоративные и строительные машины (4 семестр).

Знания, умения и навыки, приобретенные в процессе изучения дисциплины, могут быть использованы при написании выпускной квалификационной работы бакалавра и при изучении дисциплин Основы научной деятельности (6 семестр), Эксплуатация и мониторинг гидромелиоративных систем (7 семестр).

Рабочая программа дисциплины «Основы математического моделирования процессов в мелиорации» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Особенностью дисциплины является выполнение всех расчетных заданий на персональном компьютере с использованием прикладного программного обеспечения и сетевых технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

*

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1; Знание способов анализа задач, выделяя их базовые составляющие, осуществления де-композиции задачи.	Основы системного анализа	Осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из интернет-источников	Навыками работы в международных и отечественных базах официальных статистических данных, документальных системах
2	ПКос-2	Способен разрабатывать методики научного обоснования режимов орошения и осушения сельскохозяйственных культур в различных климатических и почвенных условиях, методы определения факторов лимитирующих развитие сельскохозяйственного производства и влияния мелиораций на урожайность культур.	ПКос-2.1; Владение методами научного обоснования режимов орошения и осушения сельскохозяйственных культур в различных природных условиях, производить дифференциацию территории по природно-мелиоративным условиям, выявлять факторы лимитирующие развитие сельскохозяйственного производства и влияния мелиораций на урожайность культур.	Основы математического моделирования	Выполнять поиск научнотехнической информации по моделированию процессов в мелиорации	Методами решения оптимизационных задач на ПК при наличии системы производственных ограничений
3	ПКос-5	Способен проводить геодезические, геологические, почвенно-мелиоративные и гидрологические изыскания на землях сельскохозяйственного назначения для обоснования проектов гидромелиоративных мероприятий	ПКос-5.2; Знание и умение анализировать блоки данных изыскательских работ для принятия проектных решений для выбора параметров объектов гидромелиорации	Методы статистического анализа данных	Применять качественные и количественные методы сравнения, основанные на статистических критериях	Навыками оценки статистического качества и приемлемости результатов моделирования
			ПКос-5.3; Пользоваться электронными информационно-аналитическими ресурсами, геоинформационными	Виды и возможности отраслевых информационных систем	Анализировать массивы связанных данных	Применять пакеты прикладных программ для обработки данных

			системами, программными комплексами при подготовке информации, необходимой для определения видов мелиорации земель сельскохозяйственного назначения.			
4	ПКос-7	Способен разрабатывать проектную документацию по внедрению новых технологий, автоматизации и модернизации применяемых технических устройств для гидромелиоративных систем	ПКос-7.2; Владение способами разрабатывать проекты гидромелиоративных систем с применением новых технологий и технических устройств, автоматизации и модернизации производственных процессов.	Основы процессного подхода к моделированию функционирования производственных систем	Разрабатывать модели производственных процессов	Реализовывать модели процессов в прикладном программном обеспечении
			ПКос-7.3; Умение разрабатывать проекты объектов гидромелиоративных систем и сооружений с использованием автоматизированных систем проектирования и компьютерного программного обеспечения	Пакеты прикладных программ, используемых для моделирования процессов	Выбирать программное средство для реализации модели конкретного процесса	Интерпретировать результаты моделирования применительно к специфике рассматриваемого процесса
5	ПКос-11	Способен рассчитывать и осуществлять требуемые режимы орошения и осушения сельскохозяйственных культур при эксплуатации гидромелиоративных систем для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур.	ПКос-11.1 Знание и владение методами расчета и реализации требуемых мелиоративных режимов на сельскохозяйственных землях в различных природно-климатических зонах для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур.	Виды статистических связей между параметрами и способы их обнаружения	Применять методы регрессионного анализа для изучения и прогноза связей	Прикладным программным обеспечением для построения моделей

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	Семестр №5
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108 / 4	108 / 4
1. Контактная работа:	50,4 / 4	50,4 / 4
Аудиторная работа		
<i>в том числе:</i>		
<i>Лекции (Л)</i>	16	16
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	32 / 4	32 / 4
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	57,6 / 0	57,6 / 0
<i>реферат</i>	10	10
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям и т.д.)</i>	23	23
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР всего/*	
Раздел I. Модели оптимизации					
Тема 1. Детерминированные модели		2	2/0		6
Тема 2. Модели процессов		4	10/2		8
Раздел II. Вероятностные модели					
Тема 1. Дисперсионный анализ		4	12/1		8
Тема 2. Корреляционно-регрессионный анализ		6	8/1		7
Консультации перед экзаменом	2			2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
Всего за 5 семестр	108	16	32/4	2,4	57,6
Итого по дисциплине	108	16	32/4	2,4	57,6

* в том числе практическая подготовка

Раздел I. Модели оптимизации

Тема 1. Детерминированные модели

Лекция 1. Математические модели при исследовании систем. Введение. Классификация математических моделей и этапы их разработки. Цели математического моделирования и требования к моделям. Этапы математического моделирования. Виды математических мо-

делей по форме представления, характеру модели. Достоинства и недостатки теоретических и эмпирических моделей. Подходы к исследованию систем. Причинно-следственный подход, системный подход, ситуационный подход, процессный подход. Основные свойства системы: целенаправленность, сложность, делимость, целостность, многообразие элементов и различие их природы, структурированность. Градация систем по сложности и масштабу.

Практическое занятие 1. Линейная оптимизация. Модель распределения ограниченного водного ресурса в оросительной системе. Разработка уравнений модели. Оптимизация в надстройке «Поиск решения».

Тема 2. Модели процессов

Практическое занятие 2. Система и среда. Системный анализ как метод системного подхода. Понятие среды. Процесс взаимодействия среды и системы. Входные и выходные связи. Решение задач по самостоятельной классификации систем, определению входных и выходных связей между системой и средой. Методология моделирования открытых систем ARIS. Требования к аппаратному обеспечению. Интерфейс и возможности программы.

Лекция 2. Модели функций, продуктов, данных. Цели системы и входящих в нее элементов. Функции управления в системе. Виды целей. Требования к построению вербальных моделей целей (адресность, измеримость, контролируемость, критерии достижения). Управляемость как возможность перевода системы из одного состояния в другое. Критерий управляемости (критерий Калмана).

Практическое занятие 3. Организационные модели. Создание в базе данных организационной модели. Элементы системы. Связи в системе, их классификация и способы задания. Детализация элементов системы в окне свойств.

Практическое занятие 4. Функциональные модели. Модель стратегических целей и ее элементы. задание ключевых факторов достижения целей (индикаторов). Связь между моделями организационного типа и моделью целей. Модели функций элементов системы. Построение деревьев функций по объектно-ориентированному, функционально-ориентированному и процессно-ориентированному принципу. Модели продуктов, их элементы и связи. Модели данных, их элементы и связи. Модели продуктов и их декомпозиция.

Лекция 3 Модели процессов. Процессное моделирование. Модели еЕрс. Логические функции. Ветвящиеся и циклические процессы. Логические операторы в моделях. Основы имитационного моделирования процессов. Включение в модель процесса элементов из моделей, созданных на предыдущих уровнях описания системы. Логика построения моделей (входы/выходы, элементы системы, функции и их исполнитель).

Практическое занятие 5. Простые процессы. Построение модели неразветвляющегося процесса. Модели разветвляющихся процессов. Логические операторы в модели процесса и правила их применения.

Практическое занятие 6. Сложные процессы. Построение модели разветвляющегося и циклического процесса. Задание параметров для имитационного моделирования. Анализ результатов имитации процесса.

Раздел II. Вероятностные модели

Тема 1. Дисперсионный анализ

Лекция 4. Статистические оценки. Непрерывные одно-, двух- и трехпараметрические распределения (экспоненциальное, нормальное, Вейбулла, гамма-распределение). Описательная статистики исходных данных. Организация выборочных исследований. Методы формирования выборочных совокупностей (случайные и не строго случайные выборки). Простая случайная, Систематическая случайная, Серийная (гнездовая), Целенаправленная, Квотная, Стихийная. Точечные и интервальные характеристики выборки.

Практическое занятие 7. Поиск данных в ГИС и специализированных базах. Состав и особенности банка данных. Поиск данных в ГИС и специализированных базах. Обзор возможностей и поиск данных в Автоматизированной системе государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО). База данных специализированных массивов для климатических исследований. Базы данных ГИС МЕТЕО.

Поиск данных наблюдений за выбранными показателями на официальных сайтах. Формирование базы данных для дальнейшего построения математических моделей. Число исследуемых показателей – не менее 3-х.

Практическое занятие 8. Аналитическая статистика. Общая схема проверки параметрических гипотез по критерию значимости. Простые и сложные гипотезы. Проверка соответствия выборки исследуемого показателя нормальному распределению. Непараметрические гипотезы (согласно ГОСТ). Критерии согласия. Проверка гипотезы о законе распределения генеральной совокупности по критерию Крамера-Мизеса-Смирнова.

Лекция 5. Факторный анализ. Цели дисперсионного анализа и используемые критерии. Работа с пакетом «Анализ данных». Одно- и двухфакторный дисперсионный анализ.

Практическое занятие 9. Количественные и качественные сравнения. Используя критерии Стьюдента и Фишера проверить гипотезу о том, повлиял ли фактор/факторы на исследуемый показатель. Использование Z-критерия для сравнения двух групп. Построение доверительного интервала для разности долей для доверительной вероятности 95%. Использование χ^2 -критерия для сравнения трех и более групп. Решение задач для таблиц сопряженности большей размерности. Построение таблиц сопряженности.

Практическое занятие 10. Сравнения случайных величин. Сравнить эффективность смены одного реагента на другой по результатам биохимического анализа проб воды на станции очистки. Исследовалась работа нового фильтра для очистки воды, по результатам испытаний на воде различной мутности. При этом фиксировалось, происходило ли снижение мутности до нормативных значений, или не происходило. Необходимо на основании статистически обоснованного сравнения сделать вывод о том, действительно ли разработанный фильтр способен очищать воду до заданных значений.

Тема 2. Корреляционно-регрессионный анализ

Лекция 8 Корреляционный и регрессионный анализ Понятие статистической связи. Парная и множественная корреляция. Линейный коэффициент корреляции и его статистическая значимость. Построение уравнений парной регрессии. Проверка качества уравнения. Прогнозы по регрессионной модели.

Практическое занятие 11. Значимость коэффициента корреляции По исходным данным двух показателей, на предыдущих занятиях, проверить наличие корреляционной связи, определить ее тесноту и направление, статистическую значимость коэффициента корреляции.

Практическое занятие 12 Модель парной линейной регрессии Для показателей, корреляционная связь между которыми статистически доказана, построить факторное поле и модель парной линейной регрессии. Проверить ее статистическое качество и правомерность применения метода наименьших квадратов. Сделать прогноз и определить границы доверительного интервала прогнозных значений для заданной доверительной вероятности.

Практическое занятие 13 Создание аналитического отчета Правила создания научных презентаций. Работа в российских и международных системах научного цитирования. Сайт Российской государственной библиотеки, Высшей аттестационной комиссии, WOS и Scopus, РИНЦ. Поиск научных публикаций по тематике выполненных исследований.

Практическая часть. Используя системы научного цитирования и электронных научных библиотек найти исследования по показателям, используемым в выполненных расчетах. Сделать краткий аналитический обзор, составить презентацию с отчетом, которая содержит построенные математические модели и исследования, выполненные другими авторами по близкой тематике.

4.3 Лекции и практические занятия работы

Таблица 4

Содержание лабораторных работ и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	Раздел I. Модели оптимизации				18 / 2
	Тема 1. Детерминированные модели	Л1. Математические модели при исследовании систем	УК 1.1 ПКос-2.1		2
		ПЗ1. Линейная оптимизация.	УК 1.1 ПКос-2.1	Устный опрос	2
	Тема 2. Модели процессов	ПЗ 2. Система и среда.	УК 1.1 ПКос-5.3		2
		Л 2. Модели функций, продуктов, данных.	УК 1.1 ПКос-7.2 ПКос-7.3;	Решение инд. задач на ПК	2
		ПЗ 3. Организационные модели.	УК 1.1 ПКос-7.2 ПКос-7.3;	Решение инд. задач на ПК	2
		ПЗ 4. Функциональные модели.	УК 1.1 ПКос-7.2 ПКос-7.3;	Решение инд. задач на ПК	2 / 1
		Л 3. Модели процессов.	УК 1.1 ПКос-7.2 ПКос-7.3;		2
		ПЗ 5. Простые процессы.	УК 1.1 ПКос-7.2 ПКос-7.3;	Решение инд. задач на ПК	2 / 1
		ПЗ 6. Сложные процессы.	УК 1.1 ПКос-7.2 ПКос-7.3;	Решение инд. задач на ПК	2
2.		Раздел II. Вероятностные модели			
	Тема 1. Дисперсионный анализ	Л 4. Статистические оценки	УК 1.1 ПКос-5.3		2
		ПЗ 7. Поиск данных в ГИС и специализированных базах.	УК 1.1 ПКос-2.1 ПКос-5.3	Устный опрос Решение инд. задач на ПК	2 / 1
		ПЗ 8. Аналитическая статистика	УК 1.1 ПКос-5.2	Устный опрос Дискуссия	4
		Л5. Факторный анализ	УК 1.1 ПКос-5.2		2
		ПЗ 9. Количественные и качественные сравнения	УК 1.1 ПКос-5.2	Устный опрос	2
		ПЗ 10. Сравнения случайных величин.	УК 1.1 ПКос-5.2	Устный опрос	4
	Тема 2. Корреляционно-регрессионный анализ	Л 6. Корреляционный и регрессионный анализ	УК 1.1 ПКос-5.3		6
		ПЗ 11 Значимость коэффициента корреляции	УК 1.1 ПКос-5.3 ПКос-11.1	Устный опрос Решение инд. задач на ПК	2
		ПЗ 12 Модель парной линейной регрессии	УК 1.1 ПКос-5.3	Устный опрос Решение инд.	4 / 1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
			ПКос-11.1	задач на ПК	
		ПЗ 13 Создание аналитического отчета	УК 1.1 ПКос-2.1	Устный опрос	2

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Перечень вопросов для самостоятельного изучения приведен в таблице 5.

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел I. Раздел I. Модели оптимизации		
1	Тема 1. Детерминированные модели	Матрицы и матричные операции при решении систем линейных уравнений. Виды задач оптимизации УК 1.1 ПКос-2.1
2	Тема 2. Модели процессов	Сущность процессного подхода. Основные и вспомогательные процессы. Интерфейсы процессов. УК 1.1 ПКос-5.3 ПКос-7.2
Раздел II. Вероятностные модели		
4	Тема 1 Дисперсионный анализ	Количественные и качественные признаки. Параметрические и непараметрические критерии сравнения. Сравнение средних, дисперсий, долей. УК 1.1 ПКос-5.2 ПКос-5.3 ПКос-2.1
5	Тема 2. Корреляционно-регрессионный анализ	Корреляция и ковариация. Статистическая значимость коэффициента корреляции. Виды корреляции. Правила инфографики. Структура научных статей. УК 1.1 ПКос-2.1 ПКос-5.3

5. Образовательные технологии

Интерактивное обучение обеспечивает взаимопонимание, взаимодействие, взаимообогащение. Интерактивные методики ни в коем случае не заменяют учебный материал, но способствуют его лучшему усвоению и, что особенно важно, формируют мнения, отношения, навыки поведения.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
		Л	ПЗ
1	Детерминированные модели	Л ПЗ	Презентация. Решение инд. задач на ПК
2	Модели процессов	Л ПЗ	Презентация. Решение инд. задач на ПК
3	Дисперсионный анализ	Л ПЗ	Презентация. Решение инд. задач на ПК Дискуссия
4	Корреляционно-регрессионный анализ	Л	Презентация.

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
			ПЗ

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль).

Устный опрос

Раздел I. Модели оптимизации_Тема 1. Детерминированные модели

- Классы моделей в исследованиях.
- Перечислить цели математического моделирования.
- Основные требования к математическим моделям.
- Этапы математического моделирования.
- Виды математических моделей по форме представления.
- Виды моделей по характеру модели.
- Особенности эмпирических моделей.
- Достоинства и недостатки теоретических моделей.
- Достоинства и недостатки эмпирических моделей.

Раздел II. Вероятностные модели Тема 1. Дисперсионный анализ

- Законы распределения случайных величин.
- Описательная статистика случайных величин.
- Виды случайного отбора
- Примеры серийной выборки
- Примеры направленного отбора
- Примеры механической выборки
- Как определить объем выборки
- Вычисление абсолютных частот.
- Вычисление относительных частот.
- Особенности параметрических критериев проверки гипотез
- Особенности непараметрических критериев проверки гипотез
- Понятие качественных и количественных факторов
- Критерий хи-квадрат
- Сравнение выборок с помощью критерия Стьюдента.
- Понятие дисперсионного анализа.
- Область применения однофакторного дисперсионного анализа.
- Область применения и использование двухфакторного дисперсионного анализа без повторений.
- Область применения и использование двухфакторного дисперсионного анализа с повторениями.
- Парный двухвыборочный t-тест для средних.
- Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями.
- Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями.
- Что такое таблицы сопряженности
- Основные этапы построения таблиц сопряженности
- Использование Z-критерия для сравнения двух групп.
- Использование χ^2 -критерия для сравнения трех и более групп.

Раздел II. Вероятностные модели_Тема 2. Корреляционно-регрессионный анализ

- Что такое вектор входных переменных
- Что такое вектор помех
- Модель парной регрессии и требования к ее построению.
- Точечные оценки выборки
- Интервальное оценивание. Доверительный интервал и доверительная вероятность для среднего значения.
- Вычисление коэффициентов корреляции Пирсона.
- Проверка статистической значимости коэффициента корреляции Пирсона
- Модель парной линейной регрессии
- Требования к построению модели парной линейной регрессии
- Оценка параметров уравнения парной линейной регрессии.
- Сущность метода наименьших квадратов.
- Возможности надстройки «Пакет анализа» электронных таблиц
- Правила оформления библиографических ссылок.
- Возможности РИНЦ.
- Поиск научно-технических текстов.
- Поисковые системы РГБ.
- Правила инфографики.
- Создание скрытых слайдов.
- Стандарты оформления научной документации.
- Электронные ресурсы для поиска результатов научных исследований

Вопросы для дискуссии

Раздел II. Вероятностные модели_Тема 1. Дисперсионный анализ

Какие методы отбора лучше применять для исследований: водопотребления жилого или промышленного района, показателей качества воды в водоисточнике, спроса на бутылированную чистую воду?

Примеры индивидуальных задач (практическая подготовка)

Раздел I. Модели оптимизации. Тема 2. Модели процессов

Студент выбирает подразделение гидромелиоративного предприятия, формирует вербальное описание системы и процессов, затем строит в пакете прикладных программ все последующие модели: Модель структуры, целей (с указанием индикаторов их достижения и базовых функций элементов), модель добавления качества, функциональные модели, модель выбранного производственного процесса и ее анализ. Типы процессов студенты выбирают для рассматриваемого предприятия самостоятельно.

Раздел II. Вероятностные модели. Тема 1. Дисперсионный анализ

Трубопровод имеет 11 ремонтных участков. Количество аварийных выездов за год до санации трубопровода и через год после ее проведения приведено в таблице. Различаются ли число аварийных выездов до и после санации? Пример исходных данных

1	25	22
2	23	25
3	28	23
4	29	22
5	35	30
6	31	27
7	24	20
8	24	19
9	38	32
10	26	25
11	20	20

Раздел II. Вероятностные модели. Тема 2. Корреляционно-регрессионный анализ

На официальном сайте Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов найти данные многолетних наблюдений за водным объектом, выбранным из раздела, проверить статистическую однородность ряда путем построения модели парной регрессии:

№	Показатель
1	Расход воды рек, ручьев, каналов, куб. м/с
2	Уровни воды рек, ручьев, каналов, см
3	Уровни воды озер, прудов, обводненных карьеров, водохранилищ, см
4	Расходы взвешенных и влекомых наносов (кг/с)
5	Качество воды поверхностных водных объектов (гидрохимические показатели)
6	Сведения о санитарно-эпидемиологической обстановке на водных объектах - источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения
7	Сведения о загрязнении водных объектов - источников хозяйственно-питьевого водоснабжения
8	Сведения о радиационной безопасности водных объектов - источников хозяйственно-питьевого водоснабжения
9	Сведения о санитарно-эпидемиологической обстановке на водных объектах, используемых для рекреационных целей
10	Данные наблюдений за водными объектами (их морфометрическими особенностями)

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):

1. Состав и особенности банка данных.
2. Базы данных ГИС МЕТЕО.
3. Генеральная и выборочная совокупности. Виды выборок. Требования к выборкам.
4. Методы формирования выборочных совокупностей
5. Простая случайная, Систематическая случайная выборки. Примеры.
6. Серийная (гнездовая), Целенаправленная, Квотная, выборка. Примеры.
7. Графическое изображение вариационных рядов: полигон, гистограмма и кумулята.
8. Точечные оценки выборки. Определение объема выборки.
9. Интервальное оценивание. Доверительный интервал и доверительная вероятность для среднего значения.
10. Проверка статистических гипотез. Параметрические гипотезы. Критерии значимости.
11. Проверка гипотезы о законе распределения генеральной совокупности по критерию Крамера-Мизеса-Смирнова.
12. Цели дисперсионного анализа.
13. Парный двухвыборочный t-тест для средних.
14. Модель парной регрессии и требования к ее построению.
15. Оценка параметров уравнения парной линейной регрессии.
16. Цели математического моделирования.
17. Требования к математическим моделям процессов.
18. Вербальное описание системы и его источники
19. Сущность системного подхода.
20. Перечислить свойства системы и привести примеры
21. Прикладные пакеты для моделирования процессов
22. Декомпозиция системы и ее уровни
23. Система и среда. Модели входов/выходов.
24. Функциональные модели элементов системы.
25. Использование логических операторов для ветвлений процесса
26. Использование логических операторов для создания циклического процесса.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. Учебное пособие. М.: Изд-во Лань, 2016, 192 с. Электронный ресурс. Доступ из ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/book/76825?category=916&publisher=905>
2. Григорьев Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели. Учебное пособие. Изд-во Лань, 2015, 320 с. Электронный ресурс. Доступ из ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/book/65949?category=916&publisher=905>
3. Зуева, А. Н. Бизнес-процессы: анализ, моделирование, управление : учебное пособие / А. Н. Зуева. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 157 с. — ISBN 978-5-7339-1550-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/163874> (дата обращения: 24.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Экономико-математические методы и прикладные модели [Текст] : учебное пособие для студ. вузов по экон. спец.; Рекоменд. М-вом общ. и проф. образ. РФ / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, Д. М. Дайитбегов; Ред. В. В. Федосеев. - М. : ЮНИТИ, 2002. - 391 с. (66 экз).
2. Воскобойникова Ю.Е. Эконометрика в Excel: парные и множественные регрессионные модели. Учебное пособие. М.: Изд-во Лань, 2018, 260 с. Электронный ресурс. Доступ из ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/book/108319?category=916&publisher=905>

7.3 Нормативные правовые акты

1. 149-ФЗ Об информации, информационных технологиях и о защите информации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (Доступ свободный)

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Обучение по дисциплине состоит из лекций и практических занятий. Каждая тема структурно состоит из двух частей: теоретической и практической. В начале занятия студенты осваивают теоретические основы, необходимые для расчетного выполнения заданий. Практические задания выполняются студентами на основании собранных самостоятельно официальных отраслевых статистических данных. Каждая последующая работа базируется на результатах расчетов, выполненных в предыдущей работе.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Реестр Федеральных государственных информационных систем <http://rkn.gov.ru/it/register/> (открытый доступ)
2. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1> (открытый доступ)
3. Специализированные массивы для климатических исследований <http://aisori.meteo.ru/ClimateR> (открытый доступ)
4. Официальный сайт Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации. Специализированные массивы <http://meteo.ru/data> (открытый доступ)
5. Официальный сайт службы государственной статистики РФ www.gks.ru (открытый доступ)
6. Официальный сайт международных конференций IEEE <https://www.ieee.org/conferences/> (открытый доступ)

7. Официальный сайт международной системы Scopus (авторский профиль) <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri> (открытый доступ из сети университета)

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Занятия проводятся в аудиториях, оборудованных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть с выходом в интернет с обязательным наличием проектора для возможности показа презентаций и экрана.

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Все разделы	MS Excel	расчетная	Microsoft	2010 и позднее
2	Все разделы	MS Power Point	демонстрационная	Microsoft	2010 и позднее
3	Все разделы	MS Word	расчетная	Microsoft	2010 и позднее
4	Все разделы	Internet Explorer	поисковая	Microsoft	2010 и позднее

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
№29 (ул. Большая Академическая, дом 44, стр. 3), ауд. 203 учебная лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы	Персональный компьютер 32 шт. (Инв. № 210134000001134; 210134000001192; 210134000001193; 210134000001194; 210134000001195; 210134000001196; 210134000001197; 410134000000590; 210134000001181; 210134000001182; 210134000001183; 210134000001184; 210134000001185; 210134000001186; 210134000001187; 210134000001188; 210134000001189; 10134000001190; CNet Switch CNSN-1600 2 шт (Инв. № 410134000000196; 410134000000196)
Библиотека им. Н.И. Железнова (Лиственничная аллея, д. 2 к.1, ком. 133)	Читальный зал. 12 компьютерных мест с доступом в электронный каталог ЦНБ и Интернет.
Комнаты самоподготовки студентов в общежитиях	

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции и практические занятия; групповые консультации; индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся; самостоятельная работа обучающихся. На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Активно-творческий подход к работе с учебным материалом на практических занятиях обусловлен качеством подготовки студента к этим формам занятий: в период самостоятельной работы, активным участием в обсуждении вопросов и решении задач на занятиях. В этих целях задачи, выносимые для решения, должны быть глубоко изучены, продуманы, проанализированы и представлены в конспектах в виде формул и моделей в период самостоятельной работы. Самостоятельная работа студента является важным видом учебной работы в Университете. Основными видами самостоятельной внеаудиторной работы по учебной дисциплине «Основы математического моделирования процессов в мелиорации» являются: самостоятельное углубленное изучение разделов учебной дисциплины с помощью рекомендованной литературы, интернет-ресурсов, повторение и доработка изложенного на занятиях материала, сбор исходных данных для моделирования в глобальной сети, повтор решаемых задач дома, самостоятельную работу с программным обеспечением и подготовку к экзамену.

Подготовка к экзамену. К экзамену необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытка освоить дисциплину в период непосредственной подготовки к экзамену, как правило, бывает мало продуктивной и неэффективной. В самом начале изучения учебной дисциплины необходимо ознакомиться со следующей учебно-методической документацией: программой по учебной дисциплине; перечнем знаний, навыков и умений, которыми студент должен овладеть, составом компетенций, которыми необходимо владеть по окончании изучения курса; тематическим планом и логикой изучения дисциплины; планами занятий и типами решаемых прикладных задач; организацией контрольных мероприятий по проверке текущей успеваемости; рекомендованной литературой и интернет-ресурсами; перечнем вопросов по подготовке к экзамену. Это позволит сформировать четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на практических занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи экзамена.

Виды и формы отработки пропущенных занятий.

Студент, пропустивший занятия, обязан принести конспект занятия.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Занятия по дисциплине проводятся в следующих формах: лекции и практические занятия. Важным моментом при объяснении теоретического материала к работе является предупреждение пассивности студентов и обеспечение активного восприятия и осмысления ими новых знаний. Определяющее значение в решении этой задачи имеют два дидактических условия: во-первых, само изложение материала педагогом должно быть содержательным в научном отношении, живым и интересным по форме; во-вторых, в процессе устного изложения знаний необходимо применять особые педагогические приемы, возбуждающие мыслительную активность студентов и способствующие поддержанию их внимания

Один из этих приемов – *создание проблемной ситуации*. Самым простым в данном случае является достаточно четкое определение темы нового материала и выделение тех основных вопросов, в которых надлежит разобраться студентам. *Обратная связь* - Актуализация полученных знаний путем выяснения реакции участников на обсуждаемые темы.

Практические занятия развивают научное мышление и речь студентов, позволяют проверить их знания, в связи с чем выступают важным средством достаточно оперативной обратной связи. Для успешной подготовки к занятиям студенту невозможно ограничиться

слушанием вводного материала. Требуется предварительная самостоятельная работа студентов по теме планируемого занятия. Не может быть и речи об эффективности занятий, если студенты предварительно не поработают над конспектом, учебником, учебным пособием, чтобы основательно овладеть теорией вопроса.

Интерактивное обучение обеспечивает взаимопонимание, взаимодействие, взаимобогащение. Интерактивные методики ни в коем случае не заменяют теоретический материал, но способствуют его лучшему усвоению и, что особенно важно, формируют мнения, отношения, навыки поведения. Интерактивные методы применяются на лекциях и практических занятиях.

Презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением. Используются различные вспомогательные средств: доска, книги, слайды для компьютеров и т.п. Интерактивность обеспечивается процессом последующего обсуждения.

Решение индивидуальных задач на персональном компьютере составляет важную часть курса. Индивидуальная задача только тогда будет решена правильно и быстро, когда студент внимательно выслушал предварительное объяснение типовой общей задачи и получил ответы от преподавателя по всем неясным вопросам создания модели и ее программной реализации.

Программу разработала:
Снежко Вера Леонидовна,
Доктор технических наук, профессор

