

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: 17.08.2023 13:47:19

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
Б1.0.7 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В
КОМПОНЕНТАХ ПРИРОДЫ

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 20.04.02 – Природообустройство и водопользование

Направленность: Насосы, насосные станции, водоснабжение, водоотведение и
управление водными ресурсами

Курс 1

Семестр 1

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
20.04.02 – Природообустройство и водопользование 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 сельскохозяйственного
Водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций

Али М.С., к.т.н., доц.



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.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	11
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.....	17
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	17
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	17
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	18
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	18
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	19
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .	19
Виды и формы отработки пропущенных занятий	20
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	20

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины

Б1.О.7 «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» для подготовки магистров по направлению 20.04.02 – Природообустройство и водопользование

направленность: Насосы, насосные станции, водоснабжение, водоотведение и управление водными ресурсами

Цель освоения дисциплины «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» 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 природообустройства и водопользования, применения современных информационных технологий при решении научных и практических задач.

Место дисциплины в учебном плане. Дисциплина **«Математическое моделирование процессов в компонентах природы»** включена в обязательный перечень дисциплин ФГОС ВО и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Учебного плана по направлению 20.04.02 – Природообустройство и водопользование направленность «Насосы, насосные станции, водоснабжение, водоотведение и управление водными ресурсами».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-4.1; УК-4.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2

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).

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» 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 природообустройства и водопользования, 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 «Математическое моделирование процессов в компонентах природы»;
- 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 «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» включена в базовую часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 20.04.02 – Природообустройство и водопользование. Дисциплина «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, и учебного плана по направлению 20.04.02 – Природообустройство и водопользование направленность «Насосы, насосные станции, водоснабжение, водоотведение и управление водными ресурсами».

Поскольку изучение дисциплины начинается в первом семестре, достаточно знание таких дисциплин как «Математика», «Информационные технологии» либо «Информатика» из курса бакалавриата/специалитета. Дисциплина «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Управление качеством окружающей среды» (2 семестр), и «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» (3 семестр), кроме того, знания, умения и навыка, приобретенные в процессе изучения дисциплины, могут быть использованы при написании выпускной квалификационной работы магистра.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» 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

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 №1
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108 / 0	108 / 0
1. Контактная работа:	54,4 / 0	54,4 / 0
Аудиторная работа		
<i>в том числе:</i>		
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	52 / 0	52 / 0
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	53,6 / 0	53,6 / 0
<i>контрольная работа</i>	10	10
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям и т.д.)</i>	19	19
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

* в том числе практическая подготовка

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-4	получение обучающимися теоретических знаний и практических навыков математического моделирования систем и процессов, изучение этапов математического моделирования, достоинств и недостатков математических моделей различных классов	УК-4.1 Знания русского и иностранного(ых) языков	Терминологию математического моделирования	Выполнять поиск научно-технической информации по моделированию процессов в компонентах природы, в том числе на иностранном языке	Навыками работы в международных и отечественных базах официальных статистических данных, документальных системах и системах цитирования
			УК-4.2 Умение применять в практической деятельности знания русского и иностранного(ых) языков для академического и профессионального взаимодействия	Основы работы с сайтами отраслевых научных и научно-практических журналов	Осуществлять профессиональное взаимодействие с редакцией научных и научно-практических журналов для публикации результатов исследований	Навыками написания научных статей по результатам моделирования
2.	ОПК-2	Способен качественно и количественно оценивать результаты, математически формулировать поставку задачи и использовать известные решения в новом приложении применительно к профессиональной деятельности в области природообустройства и водопользования	ОПК-2.1 Знание методов качественной и количественной оценки результатов, математического формулирования задачи деятельности, методов принятия решений	Детерминированные и стохастические подходы к моделированию	Применять качественные и количественные методы сравнения, основанные на статистических критериях	Навыками оценки статистического качества и приемлемости результатов моделирования
			ОПК-2.2 Умение применять в практической деятельности	Виды математических моделей, описывающих природные процессы, их	Применять математический аппарат для описания процессов в компо-	Находить оптимальные решения по оптимизации процессов, осно-

			методы качественной и количественной оценки результатов деятельности, математического формулирования задачи для принятия решений при управлении процессами природообустройства и водопользования.	достоинства и недостатки	нентах живой и неживой природы	вываясь на результатах моделирования
3.	ОПК-3	Способен анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных и практических задач в области природообустройства и водопользования	ОПК-3.1 Знание методов современных информационных технологий, анализа и оптимизации при решении научных и практических задач	Государственные информационные системы и официальные базы данных, содержащие информацию по природным процессам	Анализировать массивы связанных данных	Применять пакеты прикладных программ для обработки данных
			ОПК-3.2 Умение применять в практической деятельности знание методов современных информационных технологий, анализа и оптимизации при решении научных и практических задач в области природообустройства и водопользования	Пакеты прикладных программ, используемых для моделирования процессов в компонентах природы	Выбирать программное средство для реализации модели конкретного процесса	Интерпретировать результаты моделирования применительно к специфике рассматриваемого процесса

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа		Внеаудио- рная работа СР
		ЛР всего/*	ПКР всего/*	
Раздел I. Исходные данные для моделирования				
Тема 1. Поиск и первичная обработка данных		12/0		6
Тема 2. Поиск факторов, влияющих на процесс		12/0		8
Раздел II. Регрессионные модели				
Тема 1. Модели линейной регрессии		12/0		8
Тема 2. Модели нелинейной регрессии		16/0		7
Консультации перед экзаменом	2		2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4		0,4	
Подготовка к экзамену	24,6			24,6
Всего за 1 семестр	108	52/0	2,4	53,6
Итого по дисциплине	108	52/0	2,4	53,6

* в том числе практическая подготовка

Раздел I. Исходные данные для моделирования

Тема 1. Поиск и первичная обработка данных

Введение. Классификация математических моделей и этапы их разработки. Цели математического моделирования и требования к моделям. Этапы математического моделирования. Виды математических моделей по форме представления, характеру модели. Достоинства и недостатки теоретических и эмпирических моделей.

Лабораторная работа №1 Моделирование случайных величин

Теоретическая часть. Законы распределения случайных величин. Дискретные распределения: биномиальное распределение, распределение Пуассона. Непрерывные одно-, двух- и трех-параметрические распределения (экспоненциальное, нормальное, Вейбулла, гамма-распределение).

Практическая часть: Построение в электронных таблицах функций распределения дискретных и непрерывных случайных величин с заданными параметрами.

Лабораторная работа №2. Поиск данных в ГИС и специализированных базах.

Теоретическая часть. 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.

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

Лабораторная работа №3 Описательная статистики исходных данных

Теоретическая часть. 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.

Практическая часть. Выполнить описательную статистику каждого из показателей, база которых была сформирована в ходе выполнения Лабораторной работы №1.

Лабораторная работа №4 Проверка закона распределения выборочной совокупности

Теоретическая часть. Общая схема проверки параметрических гипотез по критерию значимости. Простые и сложные гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Критерий и его мощность. Параметрические и непараметрические критерии проверки гипотез.

Практическая часть. 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.

Тема 2. Поиск факторов, влияющих на процесс

Лабораторная работа №5 Факторный анализ

Теоретическая часть. Основы факторного анализа. Цели дисперсионного анализа и используемые критерии. Работа с пакетом «Анализ данных». Одно- и двухфакторный дисперсионный анализ. Проверка гипотез о равенстве средних и дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей.

Практическая часть. Используя критерии Стьюдента и Фишера проверить гипотезу о том, повлиял ли фактор/факторы на исследуемый показатель.

Лабораторная работа №6 Анализ влияния качественных признаков на основании сравнения двух групп

Теоретическая часть. Использование Z-критерия для сравнения двух групп. Построение доверительного интервала для разности долей для доверительной вероятности 95%.

Практическая часть. Сравнить эффективность смены одного реагента на другой по результатам биохимического анализа проб воды на станции очистки.

Лабораторная работа №7 Анализ влияния качественных признаков на основании сравнения трех и более групп

Теоретическая часть. Использование χ^2 -критерия для сравнения трех и более групп. Решение задач для таблиц сопряженности большей размерности. Построение таблиц сопряженности.

Практическая часть. 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.

Раздел II. Регрессионные модели

Тема 1. Модели линейной регрессии

Лабораторная работа №8 Корреляционный анализ

Теоретическая часть. Понятие статистической связи. Парная и множественная корреляция. Линейный коэффициент корреляции и его статистическая значимость. Вычисление коэффициента корреляции и корреляционной матрицы в электронных таблицах.

Практическая часть. По исходным данным двух показателей, собранным при выполнении Лабораторной работы №2, проверить наличие корреляционной связи, определить ее тесноту и направление, статистическую значимость коэффициента корреляции.

Лабораторная работа №9 Построение модели парной линейной регрессии

Теоретическая часть. Построение уравнений парной регрессии. Проверка качества уравнения. Проверка приемлемости метода наименьших квадратов. Прогнозы по регрессионной модели и их качество.

Практическая часть. Для показателей, корреляционная связь между которыми статистически доказана (Лабораторная работа №8), 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.

Тема 2. Модели нелинейной регрессии

Лабораторная работа №10 Построение модели нелинейной регрессии

Теоретическая часть. Нелинейная связь между функцией отклика и факторными переменными. Нелинейные регрессионные уравнения, сводимые к линейным, существующие способы. Построение и оценка качества нелинейных уравнений регрессии.

Практическая часть. Для показателя, моделируемого в Лабораторной работе №9 построить нелинейные регрессионные уравнения. Вид кривых определить по специфике факторного поля. Получить оценки коэффициентов уравнения, проверить статистическое качество полученной зависимости.

Лабораторная работа №11. Создание аналитического отчета

Теоретическая часть. 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 Лабораторные работы

Таблица 4

Содержание лабораторных работ и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	Раздел I. Исходные данные для моделирования				24
	Тема 1. Поиск и первичная обработка данных	ЛР №1 Моделирование случайных величин	УК-4.1 ОПК-2.1	Устный опрос	4
		ЛР №2. Поиск данных в ГИС и специализированных базах.	УК-4.1 УК-4.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Устный опрос Решение индивидуальных задач.	2
		ЛР №3 Описательная статистики исходных данных	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Устный опрос Решение индивидуальных задач. Дискуссия	2
		ЛР №4 Проверка закона распределения выборочной совокупности	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Устный опрос. Решение индивидуальных задач	4
	Тема 2. Поиск факторов, влияющих на процесс	ЛР №5 Факторный анализ	ОПК-2.2	Устный опрос. Решение типовых задач	6
		ЛР №6 Анализ влияния качественных признаков на основании сравнения двух групп	ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Устный опрос Решение типовых задач	2
		ЛР №7 Анализ влияния качественных признаков на основании сравнения трех и более групп	ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Устный опрос Решение типовых задач	4
2.	Раздел II. Регрессионные модели				28
	Тема 1. Моде-	ЛР №8 Корреляцион-	ОПК-2.1	Устный опрос	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	ли линейной регрессии	ный анализ	ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2		
		ЛР №9 Построение модели парной линейной регрессии	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Устный опрос. Выполнение контрольной работы	8
	Тема 2. Модели нелинейной регрессии	ЛР №10 Построение модели нелинейной регрессии	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Устный опрос Выполнение контрольной работы	10
		ЛР №11. Создание аналитического отчета	УК-4.1 УК-4.2 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Устный опрос	6

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. Исходные данные для моделирования		
1	Тема 1. Поиск и первичная обработка данных	Информационные системы и банки данных. Классификации моделей по степени абстрагирования от оригинала. Дискретные и непрерывные случайные величины. Генеральная и выборочная совокупности. Виды выборок. Требования к выборкам. Дисперсия. Доверительный интервал и доверительная вероятность УК-4.1 УК-4.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-2.1
2	Тема 2. Поиск факторов, влияющих на процесс	Количественные и качественные признаки. Параметрические и непараметрические критерии сравнения. Сравнение средних, дисперсий, долей. ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2
Раздел II. Регрессионные модели		
4	Тема 1. Модели линейной регрессии	Корреляция и ковариация. Статистическая значимость коэффициента корреляции. Виды корреляции. Метод наименьших квадратов .
5	Тема 2. Модели нелинейной регрессии	Гетероскедастичность остатков. Способы линеаризации моделей. Правила инфографики. Структура научных статей. ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2 УК-4.1 УК-4.2

5. Образовательные технологии

Интерактивное обучение обеспечивает взаимопонимание, взаимодействие, взаимообогащение. Интерактивные методики ни в коем случае не заменя-

ют 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	
		1	Поиск и первичная обработка данных
2	Поиск факторов, влияющих на процесс	ЛР	Презентация. Контекстное обучение
3	Модели линейной регрессии	ЛР	Презентация. Контекстное обучение
4	Модели нелинейной регрессии	ЛР	Презентация. Контекстное обучение

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. Исходные данные для моделирования

Тема 1. Поиск и первичная обработка данных

- 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.
- 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

Тема 2. Поиск факторов, влияющих на процесс

- 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. Регрессионные модели

Тема 1. Модели линейной регрессии

- 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.
- Гомоскедастичность и гетероскедастичность остатков в модели линейной регрессии.
- Автокорреляция в модели линейной регрессии.
- Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.

Тема 2. Модели нелинейной регрессии

- Нелинейные регрессионные уравнения.
- Линеализация в нелинейных регрессиях.
- Возможности надстройки «Пакет анализа» электронных таблиц
- Работа со статистическими функциями электронных таблиц
- Правила форматирования электронных документов.
- Правила оформления библиографических ссылок.
- Возможности РИНЦ.
- Поиск научно-технических текстов.
- Поисковые системы РГБ.
- Правила инфографики.
- Создание скрытых слайдов.
- Стандарты оформления научной документации.
- Необходимые элементы научных статей
- Электронные ресурсы для поиска результатов научных исследований

Вопросы для дискуссии

Раздел I. Исходные данные для моделирования

Тема 1. Поиск и первичная обработка данных

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

Примеры типовых задач

Раздел I. Исходные данные для моделирования

Тема 2. Поиск факторов, влияющих на процесс

Задача 1. t-критерий Стьюдента для зависимых выборок. 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?

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

Задача 2. Решить предыдущую задачу с помощью T-критерия Уилкоксона.

Задача 3. Проверить воспроизводимость опытов по критерию Бартлетта

№ серии опытов	1 опыт	2 опыт	3 опыт	4 опыт
1	85,2	83,8	86,4	
2	92,7	90,5	89,8	93,4
3	76,4	74,3	77,9	

Примеры исходных данных индивидуальных заданий

На официальном сайте Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов найти данные многолетних наблюдений за водным объектом, выбранным из раздела:

№	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. Проверка гипотез о равенстве средних двух нормальных генеральных совокупностей.
14. Проверка гипотез о равенстве дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей.
15. Область применения и использование однофакторного дисперсионного анализа.
16. Область применения и использование двухфакторного дисперсионного анализа без повторений.
17. Область применения и использование двухфакторного дисперсионного анализа с повторениями.
18. Парный двухвыборочный t-тест для средних.
19. Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями.
20. Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями.
21. Модель парной регрессии и требования к ее построению.
22. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
23. Оценка параметров уравнения парной линейной регрессии.
24. Нелинейные регрессионные уравнения.
25. Цели математического моделирования.
26. Требования к математическим моделям процессов.
27. Виды нелинейной регрессии.
28. Линеализация в нелинейных регрессиях.
29. Виды математических моделей.
30. Гомоскедастичность остатков. Тесты проверки.

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. Снежко В.Л. Современные способы обработки данных гидравлического эксперимента : Монография / Снежко Вера Леонидовна . – М. : РГАУ-МСХА, 2015. 140 с. (5 экз., полнотекстовая электронная версия доступна на сайте библиотеки РГАУ-МСХА <http://library.timacad.ru/elektronnyu-katalog>).

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 выполнения лабораторных работ в компьютерном классе. Каждая лабораторная работа структурно состоит из двух частей: теоретической и практической. В начале занятия студенты осваивают теоретические основы, необходимые для расчетного выполнения заданий в лабораторной работе. Лабораторные работы 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)
8. Официальный сайт Высшей Аттестационной комиссии Российской Федерации <http://vak.ed.gov.ru/> (открытый доступ)

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
1	2
№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; 210134000001191; 210134000001168; 10134000001169; 210134000001170; 210134000001171; 10134000001172; 210134000001173; 210134000001174; 10134000001175; 210134000001176; 210134000001177; 10134000001178; 210134000001179; 210134000001180) 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: лабораторные работы (занятия семинарского типа); 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 лабораторных работах 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 «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» 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 готовится 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: лабораторные работы. 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.

Лабораторные работы 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, взаимообогащение. 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 лабораторных работах.

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

