

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

УТВЕРЖДАЮ
Декан агроинженерного факультета
Оробинский В.И.
«24» июня 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.О.07 «Моделирование в агроинженерии»

Направление подготовки: 35.04.06 «Агроинженерия»

Направленность (профиль): «Электроснабжение»

Квалификация выпускника: магистр

Факультет: агроинженерный

Кафедра: математики и физики

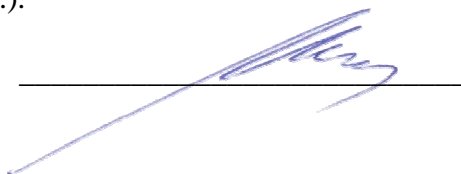
Разработчик рабочей программы: профессор кафедры математики и физики,
д.ф.-м.н., доцент Москалев П.В.

Воронеж – 2021 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», утвержденным приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 26 июля 2017 года №709.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры математики и физики (протокол №11 от 8 июня 2021 г.).

Заведующий кафедрой



В.П. Шацкий

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол №10 от 24 июня 2021 г.).

Председатель
методической комиссии



О.М. Костиков

Рецензент рабочей программы:
Заведующий кафедрой прикладной математики и механики,
Воронежского государственного технического университета, д.т.н., профессор
Ряжских Виктор Иванович

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины

Изучение эффективных методов построения моделей и навыков их анализа при исследовании рабочих процессов технологического оборудования и средств механизации, электрификации и автоматизации в агропромышленном комплексе.

1.2. Задача дисциплины

Приобретение навыков построения математических моделей рабочих процессов технологического оборудования и средств механизации, электрификации и автоматизации в агропромышленном комплексе, а также их последующему применению в практических задачах.

1.3. Предмет дисциплины

Физические и математические модели рабочих процессов технологического оборудования и средств механизации, электрификации и автоматизации в агропромышленном комплексе.

1.4. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина Б1.О.07 «Моделирование в агроинженерии» относится к обязательной части блока дисциплин.

1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Дисциплина Б1.О.07 «Моделирование в агроинженерии» является основой для изучения таких дисциплин как «Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок», а также «Интеллектуальные технологии в сельском хозяйстве» или «Точное земледелие».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
ОПК-4	Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы	З1	Современные методы и способы решения исследовательских задач
		У1	Обрабатывать и анализировать результаты научного исследования
		Н1	Применения баз данных и информационных технологий при проведении научных исследований
ПК-3	Способен применять методики экспериментальных исследований и моделирование в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса	З1	Классы математических моделей, принципы их построения и область применения в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса
		З2	Методики экспериментальных исследований в агроинженерии
		У2	Применять прикладные программы для моделирования процессов в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса
		Н1	Математического моделирования в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса

Обозначение в таблице: З – обучающийся должен знать; У – обучающийся должен уметь; Н - обучающийся должен иметь навыки и (или) опыт деятельности.

3. Объём дисциплины и виды работ

3.1. Очная форма обучения

Показатели	Семестр		Всего
	1		
Общая трудоёмкость, з.е./ч	4 / 144		4 / 144
Общая контактная работа, ч	42,75		42,75
Общая самостоятельная работа, ч	101,25		101,25
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)	42,00		42,00
лекции	14		14
лабораторные-всего	-		-
в т.ч. практическая подготовка	-		-
практические-всего	28		28
в т.ч. практическая подготовка	-		-
индивидуальные консультации при выполнении курсового проекта	-		-
индивидуальные консультации при выполнении курсовой работы	-		-
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	83,50		83,50
Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч)	0,75		0,75
групповые консультации	0,50		0,50
курсовой проект	-		-
курсовая работа	-		-
зачет	-		-
зачет с оценкой	-		-
экзамен	0,25	-	0,25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)	17,75		17,75
выполнение курсового проекта	-		-
выполнение курсовой работы	-		-
подготовка к зачету	-		-
подготовка к зачету с оценкой	-		-
подготовка к экзамену	17,75		17,75
Форма промежуточной аттестации	экзамен		экзамен

3.2. Заочная форма обучения

Показатели	Семестр		Всего
	1		
Общая трудоёмкость, з.е./ч	4 / 144		4 / 144
Общая контактная работа, ч	14,75		14,75
Общая самостоятельная работа, ч	129,25		129,25
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)	14,00		14,00
лекции	6		6
лабораторные-всего	-		-
в т.ч. практическая подготовка	-		-
практические-всего	8		8
в т.ч. практическая подготовка	-		-
индивидуальные консультации при выполнении курсового проекта	-		-
индивидуальные консультации при выполнении курсовой работы	-		-
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	111,50		111,50
Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч)	0,75		0,75
групповые консультации	0,50		0,50
курсовой проект	-		-
курсовая работа	-		-
зачет	-		-
зачет с оценкой	-		-
экзамен	0,25	-	0,25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)	17,75		17,75
выполнение курсового проекта	-		-
выполнение курсовой работы	-		-
подготовка к зачету	-		-
подготовка к зачету с оценкой	-		-
подготовка к экзамену	17,75		17,75
Форма промежуточной аттестации	экзамен		экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

Раздел 1. Принципы математического моделирования.

1.1. Построение математической модели: а) принципы построения математических моделей; б) построение содержательной модели; в) построение формальной модели; г) построение алгоритмической модели.

1.2. Анализ математической модели: а) реализация программной модели; б) отладка и тестирование программной модели; в) вычислительный эксперимент и анализ данных.

Раздел 2. Программное обеспечение для моделирования.

2.1. Система компьютерной математики Maxima: а) объекты системы Maxima; б) выражения системы Maxima; в) ввод/вывод система Maxima; г) программирование в системе Maxima.

2.2. Система программирования и анализа данных R: а) объекты языка R; б) выражения языка R; в) функции языка R; г) ввод/вывод на языке R; д) программирование на языке R.

Раздел 3. Построение детерминированных моделей.

3.1. Моделирование тепловых установок: а) элементы теории подобия; б) моделирование движения жидкости; в) моделирование процессов теплопроводности; г) моделирование процессов теплопереноса.

3.2. Моделирование электрических установок: а) схемы замещения электроустановок; б) моделирование силового трансформатора; в) моделирование синхронных электрических машин.

Раздел 4. Построение стохастических моделей.

4.1. Моделирование процессов фильтрации: а) характеристики пористых сред; б) континуальные модели фильтрации; в) дискретные модели фильтрации.

4.2. Моделирование сыпучих сред: а) характеристики сыпучих сред; б) континуальные модели сыпучих сред; в) дискретные модели сыпучих сред.

Раздел 5. Планирование экспериментов и анализ данных.

5.1. Методы планирования экспериментов: а) полный факторный эксперимент по схеме 2^k ; б) полный факторный эксперимент по схеме 3^k ; в) схемы дробных факторных экспериментов.

5.2. Методы статистического анализа данных: а) одно- и многофакторный факторный дисперсионный анализ; б) линейные модели парной регрессии; в) линейные модели множественной регрессии.

4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы при подготовке к занятиям по подразделам

4.2.1. Очная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	Л	ЛР	ПЗ	
1. Принципы математического моделирования	2	—	4	10
1.1. Построение математической модели	1	—	2	5
1.2. Анализ математической модели	1	—	2	5
2. Программное обеспечение для моделирования	2	—	4	10
2.1. Система компьютерной математики Maxima	1	—	2	5
2.2. Система программирования и анализа данных R	1	—	2	5
3. Построение детерминированных моделей	4	—	8	24
3.1. Моделирование тепловых установок	2	—	4	12

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	Л	ЛР	ПЗ	
3.2. Моделирование электрических установок	2	—	4	12
4. Построение стохастических моделей	4	—	8	24
4.1. Моделирование процессов фильтрации	2	—	4	12
4.2. Моделирование сыпучих сред	2	—	4	12
5. Планирование экспериментов и анализ данных	2	—	4	15,5
5.1. Методы планирования экспериментов	1	—	2	6
5.2. Методы статистического анализа данных	1	—	2	7,5
Всего	14	—	28	83,5

4.2.2. Заочная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	Л	ЛР	ПЗ	
1. Принципы математического моделирования	1	—	1	18
1.1. Построение математической модели	0,5	—	0,5	9
1.2. Анализ математической модели	0,5	—	0,5	9
2. Программное обеспечение для моделирования	1	—	1	18
2.1. Система компьютерной математики Maxima	0,5	—	0,5	9
2.2. Система программирования и анализа данных R	0,5	—	0,5	9
3. Построение детерминированных моделей	2	—	2	28
3.1. Моделирование тепловых установок	1	—	1	14
3.2. Моделирование электрических установок	1	—	1	14
4. Построение стохастических моделей	2	—	2	28
4.1. Моделирование процессов фильтрации	1	—	1	14
4.2. Моделирование сыпучих сред	1	—	1	14
5. Планирование экспериментов и анализ данных	2	—	2	19,5
5.1. Методы планирования экспериментов	1	—	1	9,5
5.2. Методы статистического анализа данных	1	—	1	10
Всего	6	—	8	111,5

**4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся**

№	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч Форма обучения	
			Очная	Заочная
1	Принципы математического моделирования	Гордеев А. С. Моделирование в агроинженерии. — М.: Лань, 2021. — С. 9-42. — URL: https://e.lanbook.com/book/168603	6	8
2	Программное обеспечение для моделирования	Москалев П.В., Шацкий В.П., Основы математического моделирования в системе Maxima. — Воронеж: ВГАУ, 2015. — С. 16-25. — URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b108207.pdf	6	8
3	Построение детерминированных моделей	Гордеев А. С. Моделирование в агроинженерии. — М.: Лань, 2021. — С. 58-105. — URL: https://e.lanbook.com/book/168603	10	12
4	Построение стохастических моделей	Гордеев А. С. Моделирование в агроинженерии. — М.: Лань, 2021. — С. 124-196. — URL: https://e.lanbook.com/book/168603	10	12
5	Планирование экспериментов и анализ данных	Буховец А.Г., Москалев П.В. Алгоритмы вычислительной статистики в системе R. — М.: Лань, 2021. — С. 63-83, 93-113. — URL: https://e.lanbook.com/book/168872	10	12
		Всего	42	52

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля

5.1. Этапы формирования компетенций

Подраздел дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции
1.1. Построение математической модели	ПК-3	31
1.2. Анализ математической модели	ПК-3	31
2.1. Система компьютерной математики Maxima	ПК-3	У2
2.2. Система анализа данных R	ПК-3	32
3.1. Моделирование тепловых установок	ПК-3	Н1
3.2. Моделирование электрических установок	ПК-3	Н1
4.1. Моделирование процессов фильтрации	ОПК-4	Н1
4.2. Моделирование сыпучих сред	ОПК-4	Н1
5.1. Методы планирования экспериментов	ОПК-4	31
5.2. Методы статистического анализа данных	ОПК-4	У1

5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций

Вид оценки	Оценки			
Академическая оценка по 4-х балльной шкале	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Академическая оценка по 2-х балльной шкале	не зачетно		зачтено	

5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций

5.2.2.1. Критерии оценки на экзамене, на зачете с оценкой

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Студент показал полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано ответил на все вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать сложные задачи дисциплины
Хорошо, продвинутый	Студент твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе, достаточно полно ответил на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины
Удовлетворительно, пороговый	Студент показал знание только основ программного материала, усвоил его поверхностно, но не допускал грубых ошибок или неточностей, требует наводящих вопросов для правильного ответа, не ответил на дополнительные вопросы, способен решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Студент не знает основ программного материала, допускает грубые ошибки в ответе, не способен решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя

5.2.2.2. Критерии оценки на зачете

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Студент выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя отличное знание освоенного материала и умение самостоятельно решать сложные задачи дисциплины
Зачтено, продвинутый	Студент выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя хорошее знание освоенного материала и умение самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины
Зачтено, пороговый	Студент выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя знание основ освоенного материала и умение решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя
Не зачтено, компетенция не освоена	Студент выполнил не все задания, предусмотренные рабочей программой, или не отчитался об их выполнении, не подтверждает знание освоенного материала и не умеет решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя

5.2.2.3. Критерии оценки тестов

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Содержание правильных ответов в тесте не менее 90%
Хорошо, продвинутый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 75%
Удовлетворительно, пороговый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 50%
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Содержание правильных ответов в тесте менее 50%

5.2.2.4. Критерии оценки устного опроса

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Студент демонстрирует уверенное знание материала, четко выражает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу, приводя соответствующие примеры
Зачтено, продвинутый	Студент демонстрирует уверенное знание материала, но допускает отдельные погрешности в ответе
Зачтено, пороговый	Студент демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала, допускает ошибки в ответах
Не зачтено, компетенция не освоена	Студент демонстрирует незнание материала, допускает грубые ошибки в ответах

5.2.2.5. Критерии оценки решения задач

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Студент уверенно знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает ошибок при ее выполнении.

Зачтено, продвинутый	Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает грубых ошибок при ее выполнении.
Зачтено, пороговый	Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, допускает ошибок при ее выполнении, но способен исправить их при помощи преподавателя.
Не зачтено, компетенция не освоена	Студент не знает методику и алгоритм решения задачи, допускает грубые ошибки при ее выполнении, не способен исправить их при помощи преподавателя.

5.2.2.6. Критерии оценки рефератов

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Структура, содержание и оформление реферата полностью соответствуют предъявляемым требованиям, обоснована актуальность темы, даны четкие формулировки, использованы актуальные источники информации, отсутствуют орфографические, синтаксические и стилистические ошибки
Зачтено, продвинутый	Структура, содержание и оформление реферата полностью соответствуют предъявляемым требованиям, обоснована актуальность темы, даны четкие формулировки, использованы актуальные источники информации, имеются отдельные орфографические, синтаксические и стилистические ошибки
Зачтено, пороговый	Структура, содержание и оформление реферата в целом соответствуют предъявляемым требованиям, обоснована актуальность темы, даны четкие формулировки, использованы как актуальные, так и устаревшие источники информации, имеются отдельные орфографические, синтаксические и стилистические ошибки
Не зачтено, компетенция не освоена	Структура, содержание и оформление реферата не соответствуют предъявляемым требованиям, актуальность темы не обоснована, отсутствуют четкие формулировки, использованы преимущественно устаревшие источники информации, имеются в большом количестве орфографические, синтаксические и стилистические ошибки

5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5.3.1.1. Вопросы к экзамену

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Основные этапы математического моделирования.	ПК-3	31
2	Классификация содержательных математических моделей.	ПК-3	31
3	Принципы построения формальных математических моделей.	ПК-3	31
4	Классификация основных источников погрешностей численного решения.	ПК-3	31
5	Погрешности арифметических операций с приближёнными числами.	ПК-3	31
6	Погрешности вычисления явных функций для приближенного аргумента.	ПК-3	31
7	Базовые типы и атрибуты объектов языка R.	ПК-3	32
8	Выражения и управляющие структуры языка R.	ПК-3	32
9	Массивы, списки и индексирование элементов в языке R.	ПК-3	32
10	Написание функций на языке R.	ПК-3	32
11	Ввод/вывод данных на языке R.	ПК-3	32
12	Основные операторы и выражения системы Maxima.	ПК-3	У2
13	Базовые типы данных системы Maxima.	ПК-3	У2

14	Массивы, списки и структуры в системе Maxima.	ПК-3	У2
15	Управляющие структуры в системе Maxima.	ПК-3	У2
16	Написание функций в системе Maxima.	ПК-3	У2
17	Графические возможности в системе Maxima.	ПК-3	У2
18	Система уравнений одномерного теплопереноса.	ПК-3	Н1
19	Методы решения уравнений одномерного теплопереноса.	ПК-3	Н1
20	Свойства методов решения уравнений одномерного теплопереноса.	ПК-3	Н1
21	Система уравнений двумерной диффузии в изотропной среде.	ПК-3	Н1
22	Методы решения уравнений двумерной диффузии в изотропной среде.	ПК-3	Н1
23	Свойства методов решения уравнений двумерной диффузии в изотропной среде.	ПК-3	Н1
24	Основные характеристики сыпучих сред.	ОПК-4	З1
25	Методы исследования сыпучих сред.	ОПК-4	З1
26	Континуальные методы моделирования сыпучих сред.	ОПК-4	З1
27	Свойства континуальных моделей сыпучих сред.	ОПК-4	З1
28	Дискретные методы моделирования сыпучих сред.	ОПК-4	З1
29	Свойства дискретных моделей сыпучих сред.	ОПК-4	З1
30	Основные характеристики пористой среды.	ОПК-4	З1
31	Методы исследования структуры пористой среды.	ОПК-4	З1
32	Континуальные методы моделирования процесса фильтрации.	ОПК-4	З1
33	Свойства континуальных методов моделирования процесса фильтрации.	ОПК-4	З1
34	Дискретные методы моделирования процесса фильтрации.	ОПК-4	З1
35	Свойства дискретных методов моделирования процесса фильтрации.	ОПК-4	З1
36	Планирование экспериментов по схеме ПФЭ 2 ⁿ .	ОПК-4	У1
37	Планирование экспериментов по схеме ПФЭ 3 ⁿ .	ОПК-4	У1
38	Планирование экспериментов по схеме ДФЭ 2 ⁿ⁻¹ .	ОПК-4	У1
39	Статистические свойства линейных моделей парной регрессии.	ОПК-4	У1
40	Статистические оценки качества линейных моделей парной регрессии.	ОПК-4	У1
41	Статистические свойства линейных моделей множественной регрессии.	ОПК-4	У1
42	Статистические оценки качества линейных моделей множественной регрессии.	ОПК-4	У1

5.3.1.2. Задачи к экзамену

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Оценить коэффициенты выборочного уравнения $y = b_0 + b_1x$ по выборочным векторам x и y .	ОПК-4	Н1
2	Оценить значимость уравнения регрессии с помощью критерия Фишера.	ОПК-4	Н1
3	Оценить качество регрессионной модели с помощью коэффициента детерминации.	ОПК-4	Н1
4	На уровне значимости 0,05 построить доверительные интервалы для оценки параметров уравнения регрессии и сделать вывод об их значимости.	ОПК-4	Н1
5	На уровне значимости 0,05 построить доверительные интервалы для оценки среднего и индивидуального значений зависимой переменной по данному значению независимой переменной.	ОПК-4	Н1

5.3.1.3. Вопросы к зачету с оценкой

Не предусмотрен.

5.3.1.4. Вопросы к зачету

Не предусмотрен.

5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля

5.3.2.1. Вопросы тестов

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Выберите фразу, наилучшим образом характеризующую упрощённые модели: ...	ПК-3	31
2	Выберите фразу, наилучшим образом характеризующую гипотетические модели: ...	ПК-3	31
3	Выберите фразу, наилучшим образом характеризующую феноменологические модели: ...	ПК-3	31
4	Алгоритм называется линейным, если: ...	ПК-3	31
5	Алгоритм называется циклическим, если: ...	ПК-3	31
6	Выберите результат округления к большему значению действительных чисел "3.14159" и "2.71828" до третьего знака: ...	ПК-3	У2
7	Выберите результат округления к меньшему значению действительных чисел "3.14159" и "2.71828" до третьего знака: ...	ПК-3	У2
8	Выберите действительное число, записанное с использованием трёх значащих цифр: ...	ПК-3	У2
9	Выберите действительное число с плавающей точкой, записанное в нормализованной форме: ...	ПК-3	У2
10	Предельная абсолютная погрешность вычисления функции $y = f(x)$ имеет вид: ...	ПК-3	У2
11	Если основная статистическая гипотеза имеет вид $H_0: a \leq 20$, то альтернативной H_1 может быть: ...	ПК-3	32
12	Если основная статистическая гипотеза имеет вид $H_0: a = 20$, то альтернативной H_1 может быть: ...	ПК-3	32
13	Если основная статистическая гипотеза имеет вид $H_0: a \neq 20$, то альтернативной H_1 может быть: ...	ПК-3	32
14	Полный факторный эксперимент – это: ...	ОПК-4	31
15	Матрица планирования эксперимента – это: ...	ОПК-4	31
16	Интервал варьирования фактора – это: ...	ОПК-4	31
17	Какой метод используется для расчета коэффициентов регрессионной модели многофакторного эксперимента: ...	ОПК-4	31
18	Оценка значимости параметров уравнения регрессии осуществляется с помощью критерия: ...	ОПК-4	31
19	Сколько опытов потребуется для полного факторного эксперимента по схеме 3^2 : ...	ОПК-4	У1
20	Сколько опытов потребуется для полного факторного эксперимента по схеме 2^3 : ...	ОПК-4	У1
21	Сколько опытов потребуется для дробного факторного эксперимента по схеме $\frac{1}{2} 2^3$: ...	ОПК-4	У1
22	Какое значение R^2 для данной выборки дает метод наименьших квадратов: ...	ОПК-4	У1
23	Если $M(\varepsilon) \neq 0$, то МНК-оценки коэффициентов регрессии: ...	ОПК-4	У1
24	Выберите формулу, выражающую решение системы нормальных уравнений МНК: ...	ОПК-4	У1
25	Если n – число наблюдений, то стандартное отклонение коэффициента $\sigma(b_j)$ будет обратно пропорционально: ...	ОПК-4	У1
26	Если в матрице парных коэффициентов корреляции $r_{ij} \geq 0.8$, то это говорит: ...	ОПК-4	У1
27	Если независимые переменные имеют ярко выраженный временной тренд, то они оказываются: ...	ПК-3	У2
28	Число степеней свободы для уравнения m -мерной регрессии при достаточном числе наблюдений n составляет: ...	ПК-3	У2
29	Оценка параметра b_j для модели парной регрессии вычисляется по	ПК-3	У2

	формуле: ...		
30	Для построения регрессионной модели вида $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$ рекомендуемое количество наблюдений должно быть: ...	ПК-3	У2
31	Выберите условие, не требуемое теоремой Гаусса-Маркова: ...	ПК-3	32
32	Условие гетероскедастичности означает, что дисперсия случайного члена будет: ...	ПК-3	32
33	Выберите возможное значение скорректированного коэффициента детерминации R^2 : ...	ПК-3	32
34	При добавлении еще одной переменной в уравнение регрессии коэффициент детерминации: ...	ПК-3	32

5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Сформулируйте определение математической модели.	ПК-3	31
2	Сформулируйте определение физической модели.	ПК-3	31
3	Сформулируйте определение линейного алгоритма.	ПК-3	31
4	Сформулируйте определение циклического алгоритма.	ПК-3	31
5	В чем заключается различие между гипотетическими и феноменологическими моделями?	ПК-3	32
6	В чем заключается различие между гипотетическими и моделями по аналогии?	ПК-3	32
7	В чем заключается различие между гипотетическими и упрощенными моделями?	ПК-3	32
8	Округлите заданное число до второго знака к большему значению.	ПК-3	У2
9	Округлите заданное число до второго знака к меньшему значению.	ПК-3	У2
10	Запишите формулу оценки предельной абсолютной погрешности функции приближенного аргумента Δy^* .	ПК-3	У2
11	Сформулируйте определение критерия подобия.	ПК-3	Н1
12	В чем состоит физический смысл числа Рейнольдса?	ПК-3	Н1
13	В чем состоит физический смысл числа Прандтля?	ПК-3	Н1
14	В чем состоит физический смысл числа Био?	ПК-3	Н1
15	На чем основан метод электрогидравлической аналогии?	ПК-3	Н1
16	На чем основан метод электротепловой аналогии?	ПК-3	Н1
17	Приведите основные характеристики сыпучих сред.	ОПК-4	Н1
18	Опишите один из методов экспериментальных исследований характеристик сыпучей среды.	ОПК-4	Н1
19	Перечислите методы моделирования сыпучих сред.	ОПК-4	Н1
20	Приведите основные характеристики пористых сред.	ОПК-4	Н1
21	Опишите один из методов экспериментальных исследований характеристик пористой среды.	ОПК-4	Н1
22	Перечислите методы моделирования пористых сред.	ОПК-4	Н1
23	Какие векторы называются линейно независимыми?	ОПК-4	31
24	Какие векторы называются ортогональными?	ОПК-4	31
25	При каких условиях матрица X будет иметь обратную?	ОПК-4	31
26	В чем различие между статистическими ошибками I и II рода?	ОПК-4	31
27	Чем определяется форма регрессионной модели?	ОПК-4	31
28	Какой метод используется для оценки параметров уравнения регрессии?	ОПК-4	31
29	Запишите формулу вычисления исправленной выборочной дисперсии.	ОПК-4	У1
30	Что показывают выборочные оценки ковариации и коэффициента корреляции?	ОПК-4	У1
31	Как связаны доверительная вероятность и доверительный интервал для оценки неизвестного параметра?	ОПК-4	У1
32	Как оценивается качество построенного уравнения регрессии?	ОПК-4	У1
33	Как проверяется значимость коэффициентов уравнения регрессии?	ОПК-4	У1

34	Запишите систему уравнений множественной регрессии в матричной форме.	ОПК-4	У1
----	---	-------	----

5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Найдите предельную абсолютную погрешность разности двух приближенных чисел $\Delta(a^* - b^*)$, если известны абсолютные погрешности $\Delta(a^*)$ и $\Delta(b^*)$.	ПК-3	Н1
2	Найдите предельную относительную погрешность произведения двух приближенных чисел $\delta(a^* \cdot b^*)$, если известны относительные погрешности $\delta(a^*)$ и $\delta(b^*)$.	ПК-3	Н1
3	Оцените изменение абсолютной погрешности функции $y = x^2 + 4$, при увеличении абсолютной погрешности аргумента в 3 раза.	ПК-3	Н1
4	Оцените изменение абсолютной погрешности функции $y = 13 - x^3$, при уменьшении абсолютной погрешности аргумента в 2 раза.	ПК-3	Н1
5	Найдите значение исправленной выборочной дисперсии для выборки объемом 10 при выборочной дисперсии 1,8.	ОПК-4	Н1
6	Оцените разницу моды и выборочного среднего для дискретного вариационного ряда {2; 3; 3; 4; 4; 4; 5}.	ОПК-4	Н1
7	Оцените число опытов для дробного факторного эксперимента по схеме 2^{k-1} .	ОПК-4	Н1
8	Оцените коэффициенты выборочного уравнения $y = b_0 + b_1x$ по заданным выборочным векторам x и y .	ОПК-4	Н1

5.3.2.4. Перечень тем рефератов, контрольных, расчетно-графических работ

Не предусмотрены.

5.3.2.5. Вопросы для контрольной (расчетно-графической) работы

Не предусмотрена.

5.4. Система оценивания достижения компетенций
5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы					
Индикаторы достижения компетенции ОПК-4		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену	вопросы к зачету	вопросы по курсовому проекту (работе)
З1	Современные методы и способы решения исследовательских задач	1-12			
У1	Обрабатывать и анализировать результаты научного исследования	13-19			
Н1	Применения баз данных и информационных технологий при проведении научных исследований		1-5		
ПК-3 Способен применять методики экспериментальных исследований и моделирование в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса					
Индикаторы достижения компетенции ПК-3		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену	вопросы к зачету	вопросы по курсовому проекту (работе)
З1	Классы математических моделей, принципы их построения и область применения в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса	1-6			
З2	Методики экспериментальных исследований в агроинженерии	7-11			
У2	Применять прикладные программы для моделирования процессов в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса	12-17			
Н1	Математического моделирования в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса	18-23			

5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы				
Индикаторы достижения компетенции ОПК-4		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
З1	Современные методы и способы решения исследовательских задач	14-18	23-28	
У1	Обрабатывать и анализировать результаты научного исследования	19-26	29-34	
Н1	Применения баз данных и информационных технологий при проведении научных исследований		17-22	5-8
ПК-3 Способен применять методики экспериментальных исследований и моделирование в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса				
Индикаторы достижения компетенции ПК-3		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
З1	Классы математических моделей, принципы их построения и область применения в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса	1-5	1-4	
З2	Методики экспериментальных исследований в агроинженерии	11-13, 31-34	5-7	
У2	Применять прикладные программы для моделирования процессов в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса	6-10, 27-30	8-10	
Н1	Математического моделирования в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса		11-16	1-4

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

№	Библиографическое описание	Тип издания	Вид учебной литературы
1	Буховец А. Г. Алгоритмы вычислительной статистики в системе R / А. Г. Буховец, П. В. Москалев. — М.: Лань, 2021. — URL: https://e.lanbook.com/book/168872	Учебное	Основная
2	Григорьев Ю. Д. Методы оптимального планирования эксперимента: Линейные модели / Ю. Д. Григорьев. — М.: Лань, 2015. — URL: https://e.lanbook.com/book/168837	Учебное	Основная
3	Гордеев А. С. Моделирование в агроинженерии / А. С. Гордеев. — М.: Лань, 2021. — URL: https://e.lanbook.com/book/168603	Учебное	Основная
4	Демидович Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова; под ред. Б. П. Демидовича — М.: Лань, 2021. — URL: https://e.lanbook.com/book/167810	Учебное	Дополнительная
5	Москалев П. В. Основы математического моделирования в системе Maxima / П. В. Москалев, В. П. Шацкий; Воронеж. гос. аграр. ун-т. — Воронеж: ВГАУ, 2015. — URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b108207.pdf	Учебное	Дополнительная
6	Моделирование в агроинженерии: методические указания для лабораторных занятий магистров агроинженерного факультета по направлению 35.04.06 «Агроинженерия» дневной и заочной форм обучения / сост. П. В. Москалев. — Воронеж: ВГАУ, 2019. — URL: http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m152785.pdf	Методическое	
7	Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т. — Воронеж: ВГАУ, 1998– н. в.	Периодическое	

6.2. Ресурсы сети Интернет

6.2.1. Электронные библиотечные системы

№	Название	Размещение
1	Лань	https://e.lanbook.com
2	ZNANIUM.COM	http://znanium.com/
3	ЮРАЙТ	http://www.biblio-online.ru/
4	IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
5	E-library	https://elibrary.ru/
6	Электронная библиотека ВГАУ	http://library.vsau.ru/

6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

№	Название	Адрес доступа
1	Единая межведомственная информационно–статистическая система	https://fedstat.ru/
3	База данных ФАОСТАТ	http://www.fao.org/faostat/ru/
4	Портал открытых данных РФ	https://data.gov.ru/
5	Портал государственных услуг	https://www.gosuslugi.ru/
6	Аграрная российская информационная система.	http://www.aris.ru/
7	Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям	http://agris.fao.org/

6.2.3. Сайты и информационные порталы

№	Название	Размещение
1	The R Project for Statistical Computing	https://www.r-project.org
2	Система компьютерной алгебры Maxima	http://maxima.sourceforge.net/ru/
3	Все ГОСТы	http://vsegost.com/
4	Российское хозяйство. Сельхозтехника.	http://rushoz.ru/selhoztehnika/
5	TECHSERVER.ru: Ваш путеводитель в мире техники	http://techserver.ru/

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

<p>Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения</p>	<p>Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия</p>	<p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13, а.109</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, презентационное оборудование, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice</p>	<p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13, а.218</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice</p>	<p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13, а.219</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice</p>	<p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13, а.321</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: комплект мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice</p>	<p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина д.1, а.115а</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с</p>	<p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13, а.219</p>

возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice	(с16 до 20 ч.)
Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13, а.321 (с16 до 20 ч.)

7.2. Программное обеспечение

7.2.1. Программное обеспечение общего назначения

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows / Linux	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений MS Windows Office / OpenOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Яндекс Браузер/ Mozilla Firefox / Internet Explorer	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning server	ПК в локальной сети ВГАУ

7.2.2. Специализированное программное обеспечение

№	Название	Размещение
1	Система компьютерной алгебры Maxima	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Язык программирования и анализа данных R	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Среда разработки ПО для языка программирования R Studio Desktop	ПК в локальной сети ВГАУ

