МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Казанский государственный аграрный университет»

(ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГАУ)

Института механизации и технического сервиса
Кафедра физики и математики

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор - проректор по научной работе и цифровой трансформации, профессор
_____ Б.Г. Зиганшин
«16» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математического моделирования

Группа научных специальностей
4.3 Агроинженерия и пищевые технологии

Научная специальность
4.3.1. Технологии, машины и оборудование агропромышленного комплекса

Уровень
Подготовка научных и научно-педагогических кадров

Форма обучения
Очная

Казань – 2024

Составитель:

д.т.н., профессор	Ибятов Равиль Ибрагимович
Должность, ученая степень, ученое звание	Ф.И.О.

Рабочая программа дисциплины обсуждена и одобрена на заседании кафедры физики и математики «19» апреля 2024 года (протокол № 8)

Заведующий кафедрой:

д.т.н., профессор	Ибятов Равиль Ибрагимович
Должность, ученая степень, ученое звание	Ф.И.О.

Рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии института механизации и технического сервиса «24» апреля 2024 года (протокол № 8)

Председатель методической комиссии:

к.т.н., доцент	Зиннатуллина Алсу Наилевна
Должность, ученая степень, ученое звание	Ф.И.О.

Согласовано:

Директор	Медведев Владимир Михайлович
	Ф.И.О.

Протокол ученого совета института № 8 от «25» мая 2024 года

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

В результате освоения программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование агропромышленного комплекса, обучающийся по дисциплине «Методы математического моделирования» должен овладеть следующими результатами:

Код компетенции	Содержание компетенций (в соответствии с СУТ КГАУ)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	**Знать:** особенности использования современных методов математического моделирования при решении исследовательских и практических задач в профессиональной деятельности. **Уметь:** выполнять работы по использованию современных методов математического моделирования при решении исследовательских и практических задач в профессиональной деятельности. **Владеть:** способами использования современных методов математического моделирования при решении исследовательских и практических задач в профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина относится к образовательному компоненту. Изучается в 3 семестре на 2 курсе при очной форме обучения.

Дисциплина является основополагающей для научной деятельности, направленной на подготовку диссертации к защите, подготовки публикаций и (или) заявок на регистрацию объектов интеллектуальной собственности и итоговой аттестации.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Таблица 3.1 - Распределение фонда времени по семестрам и видам занятий, в часах

Вид учебных занятий	Очное обучение
	5 семестр
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего, час)	**40**
в том числе: лекции, час практические занятия, час	 20 20
Самостоятельная работа обучающихся (всего, час)	**68**

в том числе: -подготовка к практическим занятиям, час - работа с тестами и вопросами для самоподготовки, час - подготовка к зачету, час	 30 30 8
Промежуточная аттестация по дисциплинам (модулям) и практик (дифференцированный зачет)	36
Общая трудоемкость час	**144**
зач. ед.	**4**

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам и темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 4.1 - Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ темы	Раздел дисциплины	Всего часов	В том числе			
			Лекции	Практическое занятие	Самостоятельная работа	Контроль
1	Введение в математическое моделирование.	10	2	-	8	-
2	Оптимизационные модели.	32	6	6	20	-
3	Получение и обработка данных для моделирования.	32	6	6	20	-
4	Численная реализация математических моделей.	34	6	8	20	-
Промежуточная аттестация по дисциплинам (модулям) и практик (дифференцированный зачет)		36	-	-	-	36
	Итого	144	20	20	68	36

Таблица 4.2 - Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№	Содержание раздела (темы) дисциплины	Время (ак.час)
1	**Раздел 1. Введение в математическое моделирование**	
	Лекции	2
1	Классификация, этапы построения и типы задач математического моделирования	2
2	**Раздел 2. Оптимизационные модели**	
	Лекции	6
1	Оптимизационные модели и их классификация.	0,5

2	Задача линейного программирования.	1,5
3	Транспортная задача.	2
4	Нелинейные задачи оптимизации.	1
5	Многокритериальные задачи оптимизации.	1
	Практические занятия	6
6	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.	2
7	Решение транспортной задачи методом потенциалов.	2
8	Применение программных средств для реализации численных методов оптимизации.	2
3	**Раздел 3. Получение и обработка данных для моделирования.**	
	Лекции	6
1	Методы обработки результатов экспериментальных исследований.	2
2	Учет погрешностей при косвенных измерениях	0,5
3	Корреляционный анализ. Оценка значимости коэффициента корреляции.	1,5
4	Регрессионный анализ данных. Проверка адекватности модели.	2
	Практические занятия	6
7	Первичная обработки результатов экспериментальных исследований.	2
8	Корреляционный анализ данных.	2
9	Регрессионный анализ данных. Метод наименьших квадратов.	2
4	**Раздел 4. Численная реализация математических моделей.**	
	Лекции	6
1	Методы решения нелинейных уравнений. Точность и сходимость итерационных методов.	2
2	Методы решения систем алгебраических уравнений.	1
3	Численное интегрирование.	1
4	Основы решения дифференциальных уравнений. Виды краевых условий. Задача Коши и краевая задача.	2
	Практические занятия	8
5	Решение нелинейных уравнений итерационными методами.	2
6	Решение системы нелинейных уравнений итерационными методами.	2
7	Решение задачи Коши для дифференциального уравнения первого порядка.	2
8.	Решение краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка.	2

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Электронные версии лекций, программы дисциплины, фонды оценочных средств для промежуточной аттестации.

2. Математическое моделирование: методические указания / Р.И. Ибятов, Н.Г. Киселева, А.Н. Зиннатуллина – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – 45 с.

3. Метод главных компонент: учебное пособие / Р.И. Ибятов, Н.Г. Киселева, А.А. Валиев, А.Н. Зиннатуллина – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – 72 с.

4. Ибятов Р.И., Киселева Н.Г. Задачи линейного программирования: методические указания для практических и самостоятельных работ. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2017. – 51 с.

5. Киселева Н.Г. Математические методы обработки данных: методические указания для лабораторных и самостоятельных работ. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. – 54 с.

6. Ибятов Р.И. Методы оптимизации в задачах математического моделирования: методические указания для лабораторных и самостоятельных работ. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. – 32 с.

Примерная тематика курсовых работ

Не предусмотрено

Примерная тематика рефератов

Не предусмотрено

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Методы математического моделирования» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модулю)

1. Четвергов, В. А. Математические методы в инженерии / В. А. Четвергов, О. В. Гателюк. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 164 с. — ISBN 978-5-507-45086-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/284174 (дата обращения: 25.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-507-46275-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/305219 (дата обращения: 25.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Алпатов, Ю. Н. Математическое моделирование производственных процессов / Ю. Н. Алпатов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-507-47126-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/330485 (дата обращения: 25.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Федоренко, И. Я. Оптимизация и принятие решений в агроинженерных задачах: учебное пособие / И. Я. Федоренко, С. В. Морозова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-2131-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/212402 (дата обращения: 25.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Двойцова, И. Н. Основы математического моделирования социально-экономических процессов : учебное пособие / И. Н. Двойцова. — Железногорск : СПСА, 2022. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —

URL: https://e.lanbook.com/book/253796 (дата обращения: 25.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная учебная литература

1. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 244 с. — ISBN 978-5-507-48455-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/393023 (дата обращения: 25.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Амосов, А. А. Вычислительные методы / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 672 с. — ISBN 978-5-507-47808-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/327497 (дата обращения: 25.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1888-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/212063 (дата обращения: 25.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Стефанова, И. А. Обработка данных и компьютерное моделирование : учебное пособие / И. А. Стефанова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 112 с. — ISBN 978-5-8114-4010-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/126939 (дата обращения: 25.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотечная система «Лань» http://e.lanbook.com
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru
3. Поисковая система Рамблер www. rambler.ru;
4. Поисковая система Яндекс www. yandex.ru;
5. КиберЛенинка: научная электронная библиотека https://cyberleninka.ru/

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Основными видами учебных занятий для студентов по данному курсу учебной дисциплины являются: лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа студентов.

В лекциях излагаются основные теоретические сведения, составляющие научную концепцию курса. Для успешного освоения лекционного материала рекомендуется:

- после прослушивания лекции прочитать ее в тот же день;
- выделить маркерами основные положения лекции;
- структурировать лекционный материал с помощью заметок, на полях в соответствии с примерными вопросами для подготовки.

В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе или сети «Интернет». Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии. Студенту рекомендуется во время лекции

учувствовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и аргументировать свое мнение.

Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминает отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен усвоения знаний. Рекомендуется перечитать текст лекции, выявить основные моменты в каждом вопросе, затем ознакомиться с изложением соответствующей темы в учебниках, проанализировать дополнительную учебно-методическую и научную литературу по теме, расширив и углубив свои знания. В процессе рекомендуется выписывать из изученной литературы и подбирать свои примеры к изложенным на лекции положениям.

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется следующий порядок действий:

1. Внимательно проанализировать поставленные вопросы, определить объем изложенного материала, который необходимо усвоить.
2. Изучить лекционный материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение.
3. Прочитать рекомендованную обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционным материал (желательно делать письменные заметки).
4. Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы.
5. После усвоения теоретического материала необходимо приступать к выполнению практического задания. Практическое задание необходимо выполнять письменно.

Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет цель закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.

Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, основной и дополнительной литературы; подготовку к практическим занятиям в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроля за деятельностью студента осуществляется во время занятий.

Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углубленного изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на лекциях, отработка навыков решения задач, контрольных знаний студентов.

При подготовке к практическим занятиям и выполнении контрольного задания студентам следует использовать литературу из приведенного в данной программе списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.

Перед каждым практическим занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятии материалу.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:

- проработать конспект лекций;
- проанализировать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить решение типовых задач;
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю;

В конце каждого практического занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройдённого материала. Домашнее задание необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Форма проведения занятия	Используемые информационные технологии	Перечень информационных справочных систем (при необходимости)	Перечень программного обеспечения
Лекции Практические занятия Самостоятельная работа	Мультимедийные технологии в сочетании с технологией проблемного изложения	Гарант-аэро (информационно-правовое обеспечение)	1. Операционная система Microsoft Windows 7 Enterprise. 2. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office Standard 2016. 3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса. 4. «Антиплагиат. ВУЗ». ЗАО «Анти-Плагиат». 5. КОМПАС-3DV14 – система трёхмерного моделирования, универсальная система автоматизированного 2D-проектирования. 7. LMS Moodle (модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения). Software free General Public License(GPL).

11 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекции	Учебная аудитория №805 с мультимедийным оборудованием для проведения занятий лекционного типа. Республика Татарстан, г. Казань, ул. Р. Гареева, д.62. Специализированная мебель: Парты, стулья, доска аудиторная, трибуна, видеопроектор, экран, ноутбук, набор учебно-наглядных пособий.
Практические занятия	Учебные аудитории № 811 с мультимедийным оборудованием для проведения занятий семинарского типа и практических занятий. Республика Татарстан, г. Казань, ул. Р. Гареева, д.62. Специализированная мебель: Парты, стулья, доска аудиторная, трибуна, видеопроектор, экран, ноутбук, набор учебно-наглядных пособий.
Самостоятельная работа	Учебная аудитория № 518 - помещение для самостоятельной работы, текущего контроля и промежуточной аттестации.

	Республика Татарстан, г. Казань, ул. Р. Гареева, д.62. Компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Казанского ГАУ, проектор мультимедийный, экран, доска аудиторная, стол и стул для преподавателя, столы и стулья для студентов, трибуна.