



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Казанский государственный аграрный университет»  
(ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)**

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра физики и математики



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-  
воспитательной работе, доцент  
А.В. Дмитриев  
«20» мая 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование**

Направление подготовки  
**35.03.06 Агроинженерия**

Направленность (профиль) подготовки  
**Автоматизация и роботизация технологических систем**

Форма обучения  
**Очная**

Казань – 2021

Составитель: доцент кафедры физики и математики, к.т.н.  Зиннатуллина А.Н.

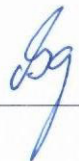
Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры физики и математики  
«12» мая 2021 (протокол № 9)

Заведующий кафедрой физики и математики, д.т.н., профессор  Ибяттов Р.И.

Рассмотрены и одобрены на заседании методической комиссии Института механизации и  
технического сервиса «14» мая 2021 г. (протокол № 9)

Председатель методической комиссии:  
доцент кафедры ЭиРМ, к.т.н., доцент  Шайхутдинов Р.Р.

Согласовано:  
Директор Института механизации  
и технического сервиса,  
д.т.н., профессор

 Яхин С.М.

Протокол Ученого совета ИМиТС № 10 от «17» мая 2021 г.

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

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность (профиль) «Автоматизация и роботизация технологических процессов», обучающийся по дисциплине «Математическое моделирование» должен овладеть следующими результатами:

| Код индикатора достижения компетенции | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                          | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1.                                | Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационных технологий |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ОПК – 1.2.                            | Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии                                                       | <p><b>Знать:</b> основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, статистических методов обработки экспериментальных данных</p> <p><b>Уметь:</b> использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач и анализа данных в агроинженерии</p> <p><b>Владеть:</b> навыками построения математических моделей типовых инженерных задач в агроинженерии</p> |

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части (к части, формируемой участниками образовательных отношений) блока 1 «Дисциплины». Изучается в 8 семестре, на 4 курсе при очной форме обучения.

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана: Математика, Информатика.

## 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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (з.е.), 72 часа.

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

| Вид учебных занятий                                           | Очное обучение | Заочное обучение |
|---------------------------------------------------------------|----------------|------------------|
|                                                               | VIII семестр   | 4 курс, 2 сессия |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b> | <b>29</b>      | <b>-</b>         |
| в том числе:                                                  |                |                  |
| - лекции, час                                                 | 14             | -                |
| в том числе в виде практической подготовки (при наличии), час | -              | -                |

|                                                                                           |            |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|
| - практические занятия, час в том числе в виде практической подготовки (при наличии), час | 14         | -        |
| - зачет, час                                                                              | 1          | -        |
| - экзамен, час                                                                            | -          | -        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (всего, час)</b>                                    | <b>43</b>  | <b>-</b> |
| в том числе:                                                                              |            |          |
| - подготовка к практическим занятиям, час                                                 | 20         | -        |
| - работа с тестами и вопросами для самоподготовки, час                                    | 19         | -        |
| - подготовка к зачету, час                                                                | 4          | -        |
| - подготовка к экзамену, час                                                              | -          | -        |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                                                 | <b>час</b> | <b>-</b> |
| <b>з.е.</b>                                                                               | <b>2</b>   | <b>-</b> |

## 4 Содержание дисциплины, 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                              | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость |          |                      |          |                          |          |                        |          |
|--------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|----------|--------------------------|----------|------------------------|----------|
|        |                                                | лекции                                                                       |          | практические занятия |          | всего аудиторных занятий |          | самостоятельная работа |          |
|        |                                                | очно                                                                         | заочно   | очно                 | заочно   | очно                     | заочно   | очно                   | заочно   |
| 1      | Введение в математическое моделирование        | 2                                                                            | -        | 2                    | -        | 4                        | -        | 8                      | -        |
| 2      | Программная реализация математических моделей  | 2                                                                            | -        | 2                    | -        | 4                        | -        | 8                      | -        |
| 3      | Получение и обработка данных для моделирования | 2                                                                            | -        | 2                    | -        | 4                        | -        | 8                      | -        |
| 4      | Оптимизационные модели                         | 4                                                                            | -        | 4                    | -        | 8                        | -        | 8                      | -        |
| 5      | Численная реализация математических моделей    | 4                                                                            | -        | 4                    | -        | 8                        | -        | 10                     | -        |
|        | <b>Всего</b>                                   | <b>14</b>                                                                    | <b>-</b> | <b>14</b>            | <b>-</b> | <b>28</b>                | <b>-</b> | <b>42</b>              | <b>-</b> |

Таблица 4.2 - Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

| № | Содержание раздела (темы) дисциплины | Время, ак. час (очно/заочно) |
|---|--------------------------------------|------------------------------|
|---|--------------------------------------|------------------------------|

|     |                                                                                                                                  | очно  |                                                           | заочно |                                                           |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------|
|     |                                                                                                                                  | всего | в том числе в форме практической подготовки (при наличии) | всего  | в том числе в форме практической подготовки (при наличии) |
|     | Раздел 1. Введение в математическое моделирование                                                                                |       |                                                           |        |                                                           |
|     | Лекционный курс                                                                                                                  |       |                                                           |        |                                                           |
| 1.1 | Тема лекции 1: Классификация, этапы построения и типы задач математического моделирования                                        | 2     | -                                                         | -      | -                                                         |
|     | Раздел 2. Программная реализация математических моделей                                                                          |       |                                                           |        |                                                           |
|     | Лекционный курс                                                                                                                  |       |                                                           |        |                                                           |
| 2.1 | Тема лекции 1. Вычислительный эксперимент и программные средства математического моделирования                                   | 2     | -                                                         | -      | -                                                         |
|     | Раздел 3. Получение и обработка данных для моделирования                                                                         |       |                                                           |        |                                                           |
|     | Лекционный курс                                                                                                                  |       |                                                           |        |                                                           |
| 3.1 | Тема лекции 1: Методы обработки результатов экспериментальных исследований.                                                      | 2     | -                                                         | -      | -                                                         |
|     | Практические занятия                                                                                                             |       |                                                           |        |                                                           |
| 3.2 | Тема занятия 1: Метод наименьших квадратов.                                                                                      | 2     | -                                                         | -      | -                                                         |
|     | Раздел 4. Оптимизационные модели                                                                                                 |       |                                                           |        |                                                           |
|     | Лекционный курс                                                                                                                  |       |                                                           |        |                                                           |
| 4.1 | Тема лекции 1: Оптимизационные модели и их классификация. Задача линейного программирования                                      | 2     | -                                                         | -      | -                                                         |
| 4.2 | Тема лекции 2: Методы решения линейных и нелинейных задач оптимизации                                                            | 2     | -                                                         | -      | -                                                         |
|     | Практические занятия                                                                                                             |       |                                                           |        |                                                           |
| 4.3 | Тема занятия 1: Графический метод решения задач планирования производства                                                        | 2     | -                                                         | -      | -                                                         |
| 4.4 | Тема занятия 2: Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.                                                        | 2     | -                                                         | -      | -                                                         |
| 4.5 | Тема занятия 3: Решение транспортной задачи                                                                                      | 2     | -                                                         | -      | -                                                         |
| 4.6 | Тема занятия 4: Моделирование с помощью методов многокритериальной оптимизации ротационного почвообрабатывающего рабочего органа | 2     | -                                                         | -      | -                                                         |
|     | Раздел 5. Численная реализация математических моделей                                                                            |       |                                                           |        |                                                           |
|     | Лекционный курс                                                                                                                  |       |                                                           |        |                                                           |
| 5.1 | Тема лекции 1: Введение в теорию ошибок. Решение нелинейных уравнений                                                            | 2     | -                                                         | -      | -                                                         |
| 5.2 | Тема лекции 2: Математическое моделирование инженерных задач с помощью дифференциальных уравнений                                | 2     | -                                                         | -      | -                                                         |
|     | Практические занятия                                                                                                             |       |                                                           |        |                                                           |

|     |                                                                   |   |   |   |   |
|-----|-------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| 5.3 | Тема занятия 1: Учет погрешностей в косвенных измерениях          | 2 | - | - | - |
| 5.4 | Тема занятия 3: Решение краевой задачи методом конечных разностей | 2 | - | - | - |

### 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

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

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

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

4. Метод главных компонент: учебное пособие/ Р.И. Ибяттов, Н.Г. Киселева, А.А. Ва-лиев, А.Н. Зиннатуллина – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – 72 с.

### 6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Представлен в приложении в рабочей программе дисциплины «Математическое моделирование»

### 7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная учебная литература:

1. Бурнаева, Э. Г. Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие / Э. Г. Бурнаева, С. Н. Леора. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 156 с. — ISBN 978-5-8114-1923-4. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108304> (дата обращения: 17.04.2021)

2. 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: 17.04.2021).

3. Бычкова, Т. В. Математическое моделирование: учебное пособие / Т. В. Бычкова. — Брянск: Брянский ГАУ, 2019. — 109 с. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133097> (дата обращения: 17.04.2021).

4. Болотский, А. В. Исследование операций и методы оптимизации : учебное пособие / А. В. Болотский, О. А. Кочеткова. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 116 с. — ISBN 978-5-8114-4568-4. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136175> (дата обращения: 17.04.2021).

Дополнительная учебная литература:

1. Копченкова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах: учебное пособие / Н. В. Копченкова, И. А. Марон. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-0801-6. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96854> (дата обращения: 17.04.2021).

2. Иванов, Б. Н. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное

пособие/ Б. Н. Иванов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-3636-1. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113901> (дата обращения: 17.04.2021).

3. Эконометрика: учебное пособие / Ш.М. Газетдинов, Р.М. Гильфанов. – Казань: Отечество, 2019. – 176 с.

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

1. Электронная библиотечная система «Znaniy.Com». <https://znaniy.com>
2. Электронная библиотечная система «Лань». <https://e.lanbook.com>
3. Электронная библиотечная система «Руконт». <https://lib.rucont.ru>

## 9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### *Методические указания к лекционным занятиям*

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

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

В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии. Студенту рекомендуется во время лекции участвовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и аргументировать своё мнение. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно это будет сделано, зависит и прочность 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.

### *Методические рекомендации студентам к практическим занятиям*

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется следующий порядок действий:

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

При подготовке к практическим занятиям и выполнении контрольных заданий 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 занятие материалу.

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

### *Методические рекомендации студентам к самостоятельной работе*

Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний. Самостоятельная работа обучающихся регламентируется Положением об организации самостоятельной работы студентов.

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 контроль 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 и системного анализа ситуаций на практических, семинарских занятиях, контроль знаний студентов.

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 решения типовых задач (при наличии);
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

### *Перечень методических указаний по дисциплине:*

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

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

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

4. Метод главных компонент: учебное пособие/ Р.И. Ибятков, Н.Г. Киселева, А.А. Ва-лиев, А.Н. Зиннатуллина – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – 72 с.

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

| Форма | Используемые | Перечень | Перечень программного |
|-------|--------------|----------|-----------------------|
|-------|--------------|----------|-----------------------|

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

**11 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

|                        |                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                 | Учебная аудитория № 813 для проведения занятий лекционного типа.<br>Стол, стулья, парты, доска аудиторная, трибуна, видеопроектор, экран, ноутбук, набор учебно-наглядных пособий.                                                          |
| Практические занятия   | Учебная аудитория № 805 для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.<br>Стол, стулья, парты, доска аудиторная, трибуна, набор учебно-наглядных пособий. |
| Самостоятельная работа | Компьютерные классы № 811, 8к (35 компьютеров, принтер, локальная сеть, интернет)                                                                                                                                                           |