

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Методы математического моделирования социально-экономических процессов

Направление подготовки: 02.04.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Статистические методы науки о данных

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Ожегова А.В. (Кафедра теории функций и приближений, отделение математики), Alla.Ozhegova@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

известные математические модели социально-экономических процессов и основные подходы к математическому моделированию, его этапы.

Должен уметь:

строить математические модели социально-экономических процессов, решать их с использованием компьютерных технологий, проводить анализ, докладывать о полученных результатах.

Должен владеть:

математическим аппаратом, алгоритмическим мышлением.

Должен демонстрировать способность и готовность:

использовать известные математические модели социально-экономических процессов для решения прикладных задач; проводить анализ и докладывать о полученных результатах; применять методы математического и алгоритмического моделирования для решения широкого круга задач, реализовывать математически сложные алгоритмы в программных комплексах.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 02.04.01 "Математика и компьютерные науки (Статистические методы науки о данных)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 84 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 семестре.

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

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N  | Разделы дисциплины / модуля                     | Се-местр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                    |                              |                           |                             |                           | Само-стоя-тельная ра-бота |
|----|---|----------|--|--------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
|    |   |          | Лекции, всего  | Лекции в эл. форме | Практи-ческие занятия, всего | Практи-ческие в эл. форме | Лабора-торные работы, всего | Лабора-торные в эл. форме |                           |
| 1. | Тема 1. Введение в математическое моделирование | 1        | 1  | 0                  | 0                            | 0                         | 0                           | 0                         | 14                        |
| 2. | Тема 2. Элементы финансовой математики          | 1        | 3  | 0                  | 4                            | 0                         | 0                           | 0                         | 21                        |
| 3. | Тема 3. Эконометрика                            | 1        | 4  | 0                  | 4                            | 0                         | 0                           | 0                         | 28                        |

| N  | Разделы дисциплины / модуля                         | Се-<br>местр | Виды и часы контактной работы,<br>их трудоемкость (в часах) |                          |  |                                     |                                       |                                     | Само-<br>стоя-<br>тель-<br>ная<br>ра-<br>бота |
|----|---|--------------|---|--------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---|
|    |   |              | Лекции,<br>всего  | Лекции<br>в эл.<br>форме | Практи-<br>ческие<br>занятия,<br>всего | Практи-<br>ческие<br>в эл.<br>форме | Лабора-<br>торные<br>работы,<br>всего | Лабора-<br>торные<br>в эл.<br>форме |   |
| 4. | Тема 4. Моделирование систем массового обслуживания | 1            | 4   | 0                        | 4                                      | 0                                   | 0                                     | 0                                   | 21  |
|    | Итого   |              | 12  | 0                        | 12                                     | 0                                   | 0                                     | 0                                   | 84  |

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Введение в математическое моделирование

Понятие математической модели. краткая история математического моделирования. Этапы построения математических моделей. Адекватность модели. Примеры математических моделей: длинные волны Кондратьева, ядерная зима, модель межотраслевого баланса Леонтьева, задача о рационе, транспортные задачи, производственные задачи.

### Тема 2. Элементы финансовой математики

Теория процентов. Простые и сложные проценты. Непрерывное начисление процентов. Дисконтирование. Влияние инфляции на ставку процента.

Доходность и риск финансовой операции. Коррелированность финансовых операций. Методы уменьшения риска финансовых операций: диверсификация, хеджирование. Матрицы последствий и рисков. Принятие решения в условиях полной неопределенности: правило Вальда (правило крайнего пессимизма), правило Сэвиджа (правило минимального риска), правило Гурвица. Принятие решений в условиях частичной неопределенности: правило максимизации среднего ожидаемого дохода, правило минимизации среднего ожидаемого риска, оптимальная (по Парето) финансовая операция.

Портфельный анализ. Портфель из двух бумаг. Случай полной корреляции и случай полной антикорреляции. Портфель из трех независимых бумаг. Портфель заданной эффективности. Портфель заданного риска.

### Тема 3. Эконометрика

Корреляционно-регрессионный анализ. Парная линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Коэффициент детерминации. F- тест. Свойства коэффициентов регрессии, проверка гипотез. Предпосылки регрессионного анализа: условия Гаусса-Маркова. Гетероскедастичность и гомоскедастичность. Автокорреляция. Стандартные ошибки регрессии. Нелинейные регрессии. Прогнозирование в регрессионных моделях. Модель множественной регрессии. Мультиколлинеарность. Понятие о временных рядах. Фиктивные и лаговые переменные.

### Тема 4. Моделирование систем массового обслуживания

Моделирование экономических систем с использованием марковских случайных процессов. Граф состояний. Вероятности состояний. Финальные вероятности состояний. Система дифференциальных уравнений Колмогорова. Процесс гибели и размножения. Примеры систем массового обслуживания (СМО). Компоненты СМО. Критерии эффективности СМО. Классификация СМО. Простейшая однокальная система с отказами. Одноканальная модель с ожиданием. Многоканальная модель.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Библиографическая и реферативная база данных - <https://www.scopus.com/home.uri>

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>

Общероссийский математический портал - <http://www.mathnet.ru/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид работ | Методические рекомендации   |
|-----------|---|
| лекции    | В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. |

| Вид работ              | Методические рекомендации   |
|------------------------|---|
| практические занятия   | Для выполнения работы на практических занятиях следует изучить теоретический материал по соответствующей теме, внимательно выслушать и понять решение типового задания, разобранный преподавателем и провести решение предложенной задачи. В последующем, изучив приемы и различные типы доказательств, можно переходить к решению нестандартных задач.       |
| самостоятельная работа | Самостоятельная работа студента предполагает изучение и закрепление материала, изложенного в рабочей программе дисциплины вне аудиторных занятий, выполнении домашних заданий, подготовке к контрольным работам, составлении компьютерных программ и соответствующих отчетов. Самостоятельная работа является одной из важных составляющих образования.       |
| зачет                  | Для подготовки к зачету необходимо согласно программе дисциплины и вопросам к промежуточной аттестации освоить теоретические основы, закрепить полученные практические навыки, используя как материал аудиторной формы проведения занятий, так и рекомендованную литературу, подготовить перечень вопросов на консультацию преподавателю и обсудить их с ним. |

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 02.04.01 "Математика и компьютерные науки" и магистерской программе "Статистические методы науки о данных".

*Приложение 2*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.О.04 Методы математического моделирования*  
*социально-экономических процессов*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 02.04.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Статистические методы науки о данных

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

**Основная литература:**

1. Канцедал, С. А. Экстремальные задачи дискретной математики : учебник / С.А.Канцедал. - Москва : ИД ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0633-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/938037> (дата обращения: 15.03.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Колбин, В. В. Методы принятия решений : учебное пособие для вузов / В. В. Колбин. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 644 с. - ISBN 978-5-8114-7896-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167176> (дата обращения: 15.03.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Воскобойников, Ю. Е. Эконометрика в Excel: парные и множественные регрессионные модели : учебное пособие / Ю. Е. Воскобойников. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 260 с. - ISBN 978-5-8114-2318-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/213062> (дата обращения: 15.03.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Андрианова, А. А. Принятие решений в условиях неопределенности: учебно-методическое пособие / А. А. Андрианова, Р. Ф. Хабибуллин. - Казань: Казанский университет, 2015. - 25 с. - Текст : электронный. - URL: [http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/20356/1/09\\_104\\_001107.pdf](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/20356/1/09_104_001107.pdf) (дата обращения: 15.03.2023). - Режим доступа: открытый.
5. Лихачев, А. В. Методы математического моделирования процессов и систем : учебное пособие / А. В. Лихачев. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 96 с. - ISBN 978-5-7782-2655-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/118308> (дата обращения: 06.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах: учеб. пособие. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 347 с.
2. Галеев, Э.М. Оптимальное управление. [Электронный ресурс] : моногр. / Э.М. Галеев, М.И. Зеликин, С.В. Конягин. - Электрон. дан. - М. : МЦНМО, 2008. - 320 с. -  
Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/9316>.



*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.О.04 Методы математического моделирования*  
*социально-экономических процессов*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 02.04.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Статистические методы науки о данных

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.