

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Е.В. Коновалова

15 июня 2023 г., протокол УМС №5

## МОДУЛЬ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

### Математическое моделирование рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Прикладной математики</b>
Учебный план	b010302-ТехнолПрог-23-1.plx Направление 01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА Направленность (профиль): Технологии программирования и анализ данных
Квалификация	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>9 ЗЕТ</b>

Часов по учебному плану	324	Виды контроля в семестрах: экзамены 7, 8
в том числе:		
аудиторные занятия	128	
самостоятельная работа	124	
часов на контроль	72	

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		8 (4.2)		Итого	
	7	8	7	8		
Неделя	17 2/6		9 1/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32	64	64
Практические	32	32	32	32	64	64
Итого ауд.	64	64	64	64	128	128
Контактная работа	64	64	64	64	128	128
Сам. работа	80	80	44	44	124	124
Часы на контроль	36	36	36	36	72	72
Итого	180	180	144	144	324	324

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н., доцент, Дубовик А.О.*

Рабочая программа дисциплины

**Математическое моделирование**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)

составлена на основании учебного плана:

Направление 01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Направленность (профиль): Технологии программирования и анализ данных

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 15.06.2023 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Прикладной математики**

Зав. кафедрой к.ф.-м.н., доцент Гореликов А.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Формирование у обучающихся знаний основ теории, методов и приложений математического моделирования. Формирование у обучающихся способности применять типовые и разрабатывать собственные алгоритмы решения практических задач, реализовывать алгоритмы в виде программ на языках высокого уровня, составлять отчеты и оценивать результаты исследования математических моделей.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Методы оптимизации
2.1.2	Численные методы
2.1.3	Алгоритмы и структуры данных
2.1.4	Дифференциальные уравнения
2.1.5	Теория вероятностей и математическая статистика
2.1.6	Технологии программирования
2.1.7	Комбинаторика и теория графов
2.1.8	Математический анализ
2.1.9	Алгебра и геометрия
2.1.10	Дискретная математика
2.1.11	Информационные технологии
2.1.12	Программирование
2.1.13	Введение в профессиональную деятельность
2.1.14	Информатика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ПК-4.3:** Программирует на языках высокого уровня, ориентированных на работу с большими данными

**ПК-2.3:** Составляет отчеты по результатам исследований и разработок и оценивает полученные результаты

**ОПК-3.1:** Демонстрирует знания и понимание в области разработки, исследования и применения математических моделей и методов математического моделирования

**ОПК-3.2:** Применяет и при необходимости модифицирует математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

**ОПК-5.1:** Демонстрирует знание алгоритмов решения типовых задач, области и способов их практического применения

**ОПК-5.2:** Разрабатывает алгоритмы решения практических задач, при необходимости используя стандартные методы и приемы формализации и алгоритмизации

**ОПК-5.3:** Разрабатывает компьютерные программы, пригодные для практического применения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные понятия, основы теории, методы и приложения математического моделирования; основные методы построения математических моделей; основные алгоритмы исследования типовых математических моделей.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	применять теорию и методы математического моделирования, разрабатывать алгоритмы исследования полученных математических моделей, реализовывать алгоритмы в виде компьютерных программ, составлять отчеты и оценивать результаты исследования математических моделей.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	базовыми навыками построения математических моделей при решении задач профессиональной деятельности.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 1. Основные понятия математического моделирования</b>					
1.1	<p>Введение в математическое моделирование. Определение и назначение моделирования. Актуальность математического моделирования для современных научных исследований. Классификация моделей. Основные этапы построения математических моделей. Схема модель -алгоритм-программа. Математическая постановка задачи моделирования. Получение моделей из фундаментальных законов природы и законов сохранения. Вариационные принципы как основа построения моделей. Применение аналогий. Универсальность математических моделей. Нелинейные модели. Исследование математических моделей. Вычислительный эксперимент. Адекватность модели.</p>	7	20	ОПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
1.2	<p>Введение в математическое моделирование. Определение и назначение моделирования. Актуальность математического моделирования для современных научных исследований. Классификация моделей. Основные этапы построения математических моделей. Схема модель -алгоритм-программа. Математическая постановка задачи моделирования. Получение моделей из фундаментальных законов природы и законов сохранения. Вариационные принципы как основа построения моделей. Применение аналогий. Универсальность математических моделей. Нелинейные модели. Исследование математических моделей. Вычислительный эксперимент. Адекватность модели.</p>	7	20	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	

1.3	<p>Введение в математическое моделирование. Определение и назначение моделирования. Актуальность математического моделирования для современных научных исследований. Классификация моделей. Основные этапы построения математических моделей. Схема модель-алгоритм-программа. Математическая постановка задачи моделирования. Получение моделей из фундаментальных законов природы и законов сохранения. Вариационные принципы как основа построения моделей. Применение аналогий. Универсальность математических моделей. Нелинейные модели. Исследование математических моделей. Вычислительный эксперимент. Адекватность модели. /Ср/</p>	7	50	<p>ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ПК-2.3 ПК-4.3</p>	<p>Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3</p>	
<b>Раздел 2. Применение математического моделирования к исследованию различных прикладных задач</b>						
2.1	<p>Применение математического моделирования к исследованию различных прикладных задач. Применение метода дифференциала. Математические модели для решения оптимизационных задач, задач линейного программирования. Типовые алгоритмы их решение. Применение численных методов и реализация математических моделей в виде прикладного программного обеспечения.</p> <p>/Лек/</p>	7	12	<p>ОПК-3.1 ОПК-5.1</p>	<p>Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.5Л3.2 Э1 Э2 Э3</p>	
2.2	<p>Применение математического моделирования к исследованию различных прикладных задач. Применение метода дифференциала. Математические модели для решения оптимизационных задач, задач линейного программирования. Типовые алгоритмы их решение. Применение численных методов и реализация математических моделей в виде прикладного программного обеспечения.</p> <p>/Пр/</p>	7	12	<p>ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ПК-2.3</p>	<p>Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.5Л3.2 Э1 Э2 Э3</p>	
2.3	<p>Применение математического моделирования к исследованию различных прикладных задач. Применение метода дифференциала. Математические модели для решения оптимизационных задач, задач линейного программирования. Типовые алгоритмы их решение. Применение численных методов и реализация математических моделей в виде прикладного программного обеспечения.</p> <p>/Ср/</p>	7	30	<p>ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ПК-2.3 ПК-4.3</p>	<p>Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.5Л3.2 Э1 Э2 Э3</p>	

2.4	/Контр.раб./	7	16	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ПК-2.3 ПК-4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Выполнение контрольной работы
2.5	/Экзамен/	7	20	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ПК-2.3 ПК-4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Вопросы и практические задания к экзамену
<b>Раздел 3. Математическое моделирование в экономике</b>						
3.1	Математическое моделирование в экономике. Организация рекламной кампании. Взаимозачет долгов предприятий. Модель равновесия рыночной экономики. Макромодель экономического роста. Применение методологии математического моделирования при решении экономических задач. Математические модели, приводящие к исследованию графов. Типовые алгоритмы и их реализация в виде программного кода. /Лек/	8	20	ОПК-3.1 ОПК-5.1	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.5Л3.2 Э1 Э2 Э3	
3.2	Математическое моделирование в экономике. Организация рекламной кампании. Взаимозачет долгов предприятий. Модель равновесия рыночной экономики. Макромодель экономического роста. Применение методологии математического моделирования при решении экономических задач. Математические модели, приводящие к исследованию графов. Типовые алгоритмы и их реализация в виде программного кода. /Пр/	8	20	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ПК-2.3	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.5Л3.2 Э1 Э2 Э3	
3.3	Математическое моделирование в экономике. Организация рекламной кампании. Взаимозачет долгов предприятий. Модель равновесия рыночной экономики. Макромодель экономического роста. Применение методологии математического моделирования при решении экономических задач. Математические модели, приводящие к исследованию графов. Типовые алгоритмы и их реализация в виде программного кода. /Ср/	8	26	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ПК-2.3 ПК-4.3	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.5Л3.2 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 4. Модели трудноформализуемых объектов</b>						
4.1	Некоторые модели соперничества Динамика распределения власти в иерархии. /Лек/	8	12	ОПК-3.1	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.4Л3.2 Э1 Э2 Э3	
4.2	Некоторые модели соперничества Динамика распределения власти в иерархии. /Пр/	8	12	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ПК-2.3	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.2 Э1 Э2 Э3	

4.3	Некоторые модели соперничества Динамика распределения власти в иерархии. /Ср/	8	18	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ПК-2.3	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.2 Э1 Э2 Э3	
4.4	/Контр.раб./	8	16	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ПК-2.3 ПК-4.3	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.4 Л2.5Л3.2 Э1 Э2 Э3	Выполнение контрольной работы
4.5	/Экзамен/	8	20	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ПК-2.3 ПК-4.3	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.4 Л2.5Л3.2 Э1 Э2 Э3	Вопросы и практические задания к экзамену

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлены отдельным документом

### 5.2. Оценочные материалы для диагностического тестирования

Представлены отдельным документом

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Ашихмин В.Н., Гитман М.Б., Келлер И.Э., Наймарк О.Б., Столбов В.Ю., Трусов П.В., Фрик П.Г.	Введение в математическое моделирование: учебное пособие	Москва: Логос, 2016, электронный ресурс	1
Л1.2	Самарский А.А., Михайлов А.П.	Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры: монография	Москва: Физматлит, 2005, электронный ресурс	2
Л1.3	Ахмадиев, Ф. Г., Гильфанов, Р. М.	Математическое моделирование и методы оптимизации: учебное пособие	Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022, электронный ресурс	1
Л1.4	Лобанов А. И., Петров И. Б.	Математическое моделирование нелинейных процессов: учебник для вузов	Москва: Юрайт, 2023, электронный ресурс	1

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
--	---------------------	----------	-------------------	----------

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	сост. Бен, Смирнов А.Э.	Математическое моделирование: практикум	Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2015, электронный ресурс	1
Л2.2	Молотникова А. А.	Моделирование экономических, экологических и социально- политических систем: учебник для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2023, электронный ресурс	1
Л2.3	Романов П. С., Романова И. П.	Системы искусственного интеллекта. Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2023, электронный ресурс	1
Л2.4	Семенов А. Д., Юрков Н. К.	Моделирование систем управления: учебник для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2023, электронный ресурс	1
Л2.5	Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В.	Вычислительные методы	Санкт-Петербург: Лань, 2022, электронный ресурс	1

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Вороненко Б.А., Крысин А.Г., Пеленко В.В., Цуранов О.А.	Введение в математическое моделирование: учебно-методическое пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014, электронный ресурс	1
Л3.2	Рейзлин В. И.	Математическое моделирование: Учебное пособие для вузов	Москва: Юрайт, 2022, электронный ресурс	1

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Журнал "Вычислительные методы и программирование" научное электронное периодическое издание, <a href="http://num-meth.srcc.msu.ru/">http://num-meth.srcc.msu.ru/</a>
Э2	ARXIV - крупнейший бесплатный архив электронных публикаций научных статей и их препринтов по физике, математике, астрономии, информатике и биологии, <a href="http://arxiv.org/">http://arxiv.org/</a>
Э3	Научная электронная библиотека eLibrary, <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Операционная система Microsoft Windows, пакет прикладных программ Microsoft Office.
6.3.1.2	Свободное программное обеспечение:
6.3.1.3	Операционная система Linux;
6.3.1.4	Программное обеспечение для визуализации Gnuplot, Paraview;
6.3.1.5	Libre office.

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	«Национальная электронная библиотека» нэб.рф
6.3.2.2	Гарант-информационно-правовой портал. <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
6.3.2.3	КонсультантПлюс – надежная правовая поддержка. <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
6.3.2.4	Электронные книги Springer Nature (Science, Technology and Medicine Collections) <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий), групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (доска, экран (стационарный или переносной), проектор (стационарный или переносной)). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечения доступа в электронную информационно- образовательную среду организации.
-----	--