



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИИСт  
И.Ю. Мезин

14.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ***

Направление подготовки (специальность)  
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы  
Математическое моделирование и цифровые двойники

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	1
Семестр	1, 2

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 13)

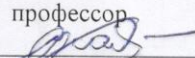
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики  
08.02.2022, протокол № 7

Зав. кафедрой  Ю.А. Извеков

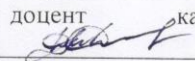
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
14.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ПМИИ, д-р физ.-мат. наук  
 С.И.Кадченко

Рецензент:

доцент кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук  
 Д.М.Догушин

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Подготовка студентов по курсу «Математическое моделирование» в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика» магистерской программы. Данный курс направлен на формирование у обучающихся знаний математических методов, алгоритмов, приобретение практических навыков разработки математических моделей физических и технических систем

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Математическое моделирование входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Освоение дисциплин бакалавриата направления 01.03.02 ПМиИ: функционального анализа, комплексного анализа, дискретной математики, курса дифференциальных уравнений, численных методов, непрерывных математических моделей

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
ОПК-3.1	Разрабатывает математические модели и производит их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
ОПК-3.2	Составляет и оформляет отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам профессиональной деятельности
ОПК-3.3	Выполняет обзоры научной информации, подготавливает публикации по теме профессиональной деятельности

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 acad. часов, в том числе:

- контактная работа – 57 acad. часов;
- аудиторная – 53 acad. часов;
- внеаудиторная – 4 acad. часов
- самостоятельная работа – 195 acad. часов;

Форма аттестации - курсовая работа, зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в acad. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основные понятия о модели и моделировании. "Жесткие" и "Мягкие" математические модели	0							
1.1 Основные понятия о модели и моделировании. Общие понятия математической модели. Основные свойства и требования	2	3	2		12	Изучение литературы. Подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос, беседа. Проверка выполнения лабораторных работ	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК- 3.3
1.2 «Жесткие» и «мягкие» математические модели. Модель сражения двух армий. Логистическая модель роста населения.	2	4	4 /4		18	Изучение литературы. Подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос, беседа. Проверка выполнения лабораторных работ	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК- 3.3
1.3 «Жесткие» и «мягкие» математические модели. Математическая модель эксплуатации рыбных ресурсов. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. Математическая модель эксплуатации рыбных ресурсов	2	4	6 /4		20	Изучение литературы. Подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос, беседа. Проверка выполнения лабораторных работ	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК- 3.3
1.4 «Жесткие» модели как путь к ошибочным предсказаниям. Математическая модель многоступенчатого управления	2	4	4		32	Изучение литературы. Подготовка к семинарскому занятию	Семинарское занятие	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК- 3.3
1.5 Модели фармакокинетики. Однокамерные модели. Двухкамерные модели. Оптимальное дозирование и теория управления. Нелинейная	2	3	2		25,1	Изучение литературы. Подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос, беседа. Проверка выполнения лабораторных работ	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК- 3.3
Итого по разделу		18	18 /8		107,1			

2. Математические модели на основе дифференциальных уравнений в частных производных								
2.1 Логистические математические модели	2		8		26	Изучение литературы. Подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос, беседа. Проверка выполнения лабораторных работ	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК- 3.3
2.2 Математические модели на основе краевых задач			13/8И		26	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Индивидуальная работа по программной реализации алгоритмов	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК- 3.3
2.3 Математические модели на основе начально-краевых задач			13/8И		20,9	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Индивидуальная работа по программной реализации алгоритмов	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК- 3.3
Итого по разделу			34/16И		72,9			
Итого за семестр			34/24И		72,9		зачёт,кр	
Итого по дисциплине		18	53/24И		195		курсовая работа, зачет	

## **5 Образовательные технологии**

В ходе изучения дисциплины рекомендуется использовать образовательные и информационные технологии:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу лабораторных занятий.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лабораторные занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах вычислительного центра ФГБОУ ВО «МГТУ».

В ходе проведения лабораторных занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и тестирования.

2. Интерактивные формы обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

При проведении лабораторных занятий используются групповая работа, технология коллективной творческой деятельности, технология сотрудничества, ролевая игра, обсуждение проблемы в форме дискуссии, дебаты, круглый стол. Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками в предметной области, формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

3. Возможности образовательного портала ФГБОУ «МГТУ» для предоставления студентам графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения.

Используемые образовательные технологии позволяют активно применять в учебном процессе интерактивные формы проведения занятий (компьютерная симуляция, разбор конкретных ситуаций), что способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся. Применяемые в процессе изучения дисциплины поисковый и исследовательский методы в полной мере соответствуют требованиям ФГОС по реализации компетентностного подхода.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452200> (дата обращения: 17.05.2021).

2. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451402> (дата обращения: 17.05.2021).

### **б) Дополнительная литература:**

Гармаш, А. Н. Экономико-математические методы и прикладные модели : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, В. В. Федосеев ; под редакцией В. В. Федосеева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 328 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3698-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/406453> (дата обращения: 17.04.2020).

Арнольд, В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения / В.И. Арнольд. - М.: Наука, 1971. - 240 с.

Ортега, Дж. Введение в численные методы в расчетах на ЭВМ / Дж. Ортега, У. Пул. - М.: Наука. - 1986. - 288 с.

Вольтера, В. Математическая теория борьбы за существование / В. Вольтера. - М.: Наука. - 1976. - 296 с.

Пентел, Р. Методы системного анализа окружающей среды / Р. Пентел. - М.: Мир. - 1979. - 342 с.

Кроновер, Ричард М. Факториалы и хаос в динамических системах / Ричард М. Кроновер. - М.: Техносфера. - 2006. 488 с.

Гуляев, В.В. Математическое моделирование при формировании облика летательного аппарата / В.В. Гуляев, О.Ф. Демченко, Н.Н. Долженков и др.; Под ред. В.А. Подбедова. М.: Машиностроение / Машиностроение-Полет. - 2005. - 495 с.

Прусаков, Г.М. Математические модели и методы в расчётах на ЭВМ / Г.М. Прусаков. - М.: Наука. - 1993. - 114 с.

Пытьев, Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем / Ю.П. Пытьев. - М.: Физматлит. - 2002. - 384с.

Горстков, А.Б. Познакомьтесь с математическим моделированием / А.Б. Горстков. - М.: Знание. - 1993. - 160 с.

Лебедев, А.Н. Моделирование в научно – технических исследованиях / А.Н. Лебедев. - М.: Радио и связь. - 1989.-224 с.

Иванов, Ю.Н. Математическое описание элементов экономики / Ю.Н. Иванов Ю.Н. , В.В. Токарев , А.П. Уздемир. - М.: Наука. - 1994. - 416 с.

Самарский, А.А. Теория разностных схем / А.А. Самарский. - М.: Наука. - 1989. - 346 с.

Марчук, Г.И. Математические модели в иммунологии. Вычислительные методы и эксперименты / И.Г. Марчук. - М.: Наука. - 1991. - 454 с.

Капица, С.П. Синергетика и прогнозы на будущее / С.П. Капица, С.П. Кудрямов, Г.Г. Маленецкий. - М.: УРСС. - 2004. - 288 с.

Вентцель, Е.С. Элементы динамического программирования / Е.С. Вентцель. - М.: Наука. - 1964. - 231 с.

Карманов, В.Г. Математическое программирование / В.Г. Карманов. - М.: Наука, 1980. - 264 с.

Малинецкий, Г.Г. Математические основы синергетики / Г.Г. Малинецкий. - М.: УРСС. - 2004. - 224 с.

Малинецкий, Г.Г. Современные проблемы нелинейной динамики / Г.Г. Малинецкий, А.Б. Потапов. – М.: УРСС. - 2009. - 312 с.

Дулов, В.Г. Математическое моделирование в современном естествознании: Учеб. Пособие / В.Г. Дулов, В.А. Цибаров. СПб.: СПУ. - 2002. – 224.

Пуанкаре, А. О кривых определяемых дифференциальными уравнениями / А. Пуанкаре. - М.: ЛОГИЗ. - 1947. – 385 с.

Бахвалов, Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов. – М.: Наука. 1975. - 631 с.

Грэхем, Р. Конкретная математика. Основания математики / Р. Грэхем, Д. Кнут, О. Паташкин. – М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний. - 2006. - 703 с.

#### **в) Методические указания:**

1. Кадченко, С.И., Рязанова, Л.С. Торшина, О.А. Математическое моделирование в естествознании [Текст]: учеб.пособие / С.И. Кадченко, Л.С. Рязанова, О.А. Торшина. - Магнитогорск : [Изд-во МаГУ], 2019. - Библиогр.: с. 61. Количество экземпляров – 5

2. Математическое моделирование явлений естествознания в среде Maple [Электронный ресурс]: учеб.пособие / С.И. Кадченко, Л.С. Рязанова, О.А. Торшина. МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа:

Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/447100> (дата обращения: 17.04.2020).

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
NotePad++	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Visual Studio 2017 Community Edition	свободно распространяемое ПО	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука»	URL: <a href="http://education.polpred.com/">http://education.polpred.com/</a>



Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Доска, мультимедийный проектор, экран

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации  
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, вы-ходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

Комплекс тестовых заданий для проведения рубежного и промежуточного контроля

Помещения для самостоятельной работы обучающихся  
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, вы-ходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования  
Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий

## Приложение 1. Обеспечение самостоятельной работы обучающихся

### Примерный перечень тем курсовых работ:

1. Излучение электромагнитных колебаний.
2. Симметричные интегральные уравнения.
3. Численные методы решения интегральных уравнений.
4. Численные методы решения интегральных уравнений Вольтера II рода
5. Численные методы решения интегральных уравнений Вольтера I рода
6. Численные методы решения интегральных уравнений II рода с постоянными пределами интегрирования.
7. Численные методы решения интегральных уравнений I рода с постоянными пределами интегрирования.

### Примерные задания к лабораторным работам

1. Опишите математическую модель сражения двух армий и напишите программу для математического пакета Maple, позволяющую проводить вычислительные эксперименты, связанные данной моделью
2. Опишите логистическую модель рыболовства с жестким планированием вылова, напишите программу для математического пакета Maple, позволяющую проводить вычислительные эксперименты, связанные данной моделью

**Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
Код и содержание компетенции		
ОПК-3.1:	Разрабатывает математические модели и производит их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<p>3. Опишите математическую модель «Хищник-Жертва» и напишите программу для математического пакета Maple, позволяющую проводить вычислительные эксперименты, связанные данной моделью</p> <p>4. Опишите логистическую модель рыболовства с жестким планированием вылова, напишите программу для математического пакета Maple, позволяющую проводить вычислительные эксперименты, связанные данной моделью</p>
ОПК-3.2:	Составляет и оформляет отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам профессиональной деятельности	<p align="center"><b>Примерный перечень тем курсовых работ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Излучение электромагнитных колебаний.</li> <li>2. Симметричные интегральные уравнения.</li> <li>3. Численные методы решения интегральных уравнений.</li> <li>4. Численные методы решения интегральных уравнений Вольтера II рода</li> <li>5. Численные методы решения интегральных уравнений Вольтера I рода</li> <li>6. Численные методы решения интегральных уравнений II рода с постоянными пределами интегрирования.</li> <li>7. Численные методы решения интегральных уравнений I рода с постоянными пределами интегрирования.</li> </ol>
ОПК-3.3:	Выполняет обзоры научной информации, подготавливает публикации по теме профессиональной деятельности	Семинар по теме: «Жесткие модели как путь к ошибочным предсказаниям. Математическая модель многоступенчатого управления» предполагает обзоры научной информации и подготовку доклада

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Аттестация по дисциплине включает ответы на теоретические вопросы и выполнение практических заданий, выявляющих степень сформированности компетенций, проводится в форме зачета и курсовой работы.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на 5 баллов – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на 4 балла – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на 3 балла – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– оценка «зачтено» ставится при наборе учащимся от 3 до 5 баллов

– на оценку «не зачтено» (1-2 балла) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач