



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИБиС

Д.Ю. Мезин

30.01.2023 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 технологии

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

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

Магнитогорск
2023 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. № 15)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики
17.01.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой  Ю.А. Изнекин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
30.01.2023 г., протокол № 5

Председатель  Л.О. Можкин

Рабочая программа составлена:
профессор кафедры ГМиИ, д-р физ.-мат. наук  С.И.
Кlyменко

Рецензент:
доктор кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук  Д.М.
Долгушкин

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 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 74 акад. часов;
- аудиторная – 70 акад. часов;
- внеаудиторная – 4 акад. часов
- самостоятельная работа – 178 акад. часов;

Форма аттестации - курсовая работа, зачет

| Раздел/ тема дисциплины | Семestr | Аудиторная контактная работа (в акад. 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 в классических | | | | | | | | |
| 1.1 Основные понятия о модели и моделировании. Общие понятия математической модели. Основные свойства и требования | | 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. | | 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 | 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 | | 4 | 4 | | 32 | Изучение литературы. Подготовка к семинарскому занятию | Семинарское занятие | ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК- 3.3 |
| 1.5 Модели фармакокинетике. Однокамерные модели. Двухкамерные модели. Оптимальное дозирование и теория управления. Нелинейная | | 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 | |
| 2.2 Математические модели на основе краевых задач | | | | 13/8И | | 26 | Подготовка к выполнению лабораторных работ | Индивидуальная работа по программной реализации алгоритмов | |
| 2.3 Математические модели на основе начально-краевых задач | | | | 13/8И | | 20,9 | Подготовка к выполнению лабораторных работ | Индивидуальная работа по программной реализации алгоритмов | |
| Итого по разделу | | | 34/16И | | 72,9 | | | | |
| Итого за семестр | | | 34/24И | | 72,9 | | зачёт,кп | | |
| 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 акти-визировать 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.

Орtega, Дж. Введение в численные методы в расчетах на ЭВМ / Дж. Орtega, 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.

Прасаков, Г.М. Математические модели и методы в расчётах на ЭВМ / Г.М. Прасаков. - 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 будущие / С.П. Капица, С.П. Курдюмов, 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.:

Малинецкий, Г.Г. Современные проблемы нелинейной динамики / Г.Г. Мали-нецкий, 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.

Пуанкоре, А. О кривых определяемых дифференциальными уравнениями / А. Пуанкоре. - 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» URL: polpred.com отрасль «Образование, наука» | http://education.polpred.com/ |

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

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, выходом 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, выходом 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">Примерный перечень тем курсовых работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. |
| ОПК-3.3: | Выполняет обзоры научной информации, готовит 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 засчитано» (1-2 балла) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач