

Компонент ОПОП 01.03.02 Прикладная математика и информатика
направленность (профиль) Системное программирование и компьютерные
технологии

наименование ОПОП

К.М.01.08

шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Математическое моделирование

Разработчик (и):

Левитес В. В.

ФИО

доцент кафедры ВМиФ

должность

канд. пед. наук

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

Высшей математики и физики

наименование кафедры

протокол № 6 от 22.03.2024

Заведующий кафедрой



подпись

Левитес В.В.

ФИО

Мурманск
2024

Пояснительная записка

Объем дисциплины 7 з.е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>ИД-1ОПК-3 Применяет математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности ИД-2ОПК-3 Модифицирует математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности ИД-3ОПК-3 Использует фундаментальные результаты математики при создании моделей в области профессиональных интересов</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – признаки классификации математических моделей и соответствующие классы; – свойства моделей и требования к ним; – современные направления в развитии математического моделирования; – физические законы сохранения и движения и соответствующие им уравнения для вещества (энергии); – особенности применения математических моделей и методов в различных предметных областях; – специфику агентно- и проблемно-ориентированного подходов в практике моделирования сложных динамических систем; – стандарты и типовые требования, предъявляемые к симуляторам. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать устойчивость, чувствительность и адекватность моделей; – выполнять декомпозицию математической модели и параметрическую идентификацию моделей, получать результат моделирования на основе выходов ансамбля моделей; – профессионально и творчески подходить к спецификации моделей при решении прикладных задач; – анализировать результаты вычислительных экспериментов; – выполнять визуализацию имеющихся данных; – строить структурные и функциональные схемы моделей; – ставить и решать задачи статистического и имитационного моделирования; – строить фазовый портрет автономной динамической системы; – выполнять дискретизацию непрерывной области исследования в соответствии с имеющимися данными; – корректно совместно использовать экспериментальные данные различного типа и из различных источников для достижения целей моделирования; – проводить исследования реальных систем с учётом разных масштабов времени и пространства; – совместно использовать модели

		<p>различных систем.</p> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – графовыми и автоматными методами моделирования; – численными методами для решения типовых задач в рамках математического моделирования; – навыками планирования и проведения вычислительных экспериментов; – методами решения обратных задач математического моделирования; методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений; – методами решения краевых задач математической физики; – навыками объектно-ориентированного подхода для программной реализации моделей и методов; различными системами координат и разностными сетками при выполнении дискретизации в задаче с непрерывным по пространству объектом исследования; – навыками работы с несколькими пакетами консольных утилит и/или графических инструментальных сред для моделирования изменчивости характеристик пространственно распределённых дискретных, непрерывных или непрерывных событийно-управляемых систем; – навыками постановки и решения задач моделирования в условиях большого объёма разнородной избыточной или недостаточной информации о многокомпонентных системах.
--	--	---

2. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Основы математического моделирования

Математические модели: свойства, классификационные признаки и классы; жизненный цикл математической модели, операции над математическими моделями. Вычислительный и компьютерный эксперимент: этапы планирования и осуществления. Прямая и обратная задачи математического моделирования. Регуляризация некорректных задач. Методы решения обратных задач. Имитационное моделирование (автоматный подход, клеточные автоматы, моделирование с помощью систем частиц). Статистическое моделирование (закон больших чисел, центральная предельная теорема, методы Монте-Карло). Численные методы: типовые задачи и свойства методов. Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем к задачам механики, электротехники, биологии, экономики. Фазовая плоскость и фазовый портрет динамической системы.

Раздел 2. Математические формализмы физических законов сохранения и движения

Общие принципы. Приложения дифференциальных уравнений в частных производных: краевые задачи математической физики. Уравнения статики и динамики: состояния, переноса вещества, преобразования энергии, непрерывности (неразрывности). Уравнения газо-, гидро-, флюидо-, электро-, термодинамики.

Раздел 3. Моделирование изменчивости характеристик сплошных сред

Дискретизация. Источники данных: проблемы совместного использования данных контактных измерений и дистанционное зондирование. Учёт факторов процессов для различных масштабов изменчивости (по времени, по пространству). Региональные и

глобальные модели сложных динамических систем. Численные схемы: системы координат и разностные сетки. Способы комбинирования сеток. Совместные двухкомпонентные модели систем (океан-атмосфера, суша-море, ионосфера-ближний космос, литосфера-ионосфера и др.).

Раздел 4. Компьютерные технологии моделирования сложных динамических систем

Объектно-ориентированный подход в разработке программной инфраструктуры для моделирования и осуществления многовариантных компьютерных экспериментов. Агентно-ориентированный подход в имитационном моделировании. Проблемно-ориентированные языки программирования, пакеты консольных программ и графические инструментальные среды (среды визуального моделирования) для моделирования динамических систем. Стандарты для симуляторов CSSL. Моделирование гибридных (непрерывных событийно-управляемых) систем. Примеры программных реализаций моделей динамических систем: циркуляции океана (атмосферы), изменчивости структуры и численности биоты, функционирования сетей городской инфраструктуры, транспортировки и потребления источников энергии, конкурентного поведения агентов социально-экономических процессов и т.д.)

Раздел 5. Комплексные решения для моделирования многокомпонентных систем

Математическое обеспечение и программные продукты поддержки принятия управленческих решений. Концепции управления социально-экономическим развитием региона, изменчивости больших морских экосистем, морского пространственного планирования и т.д.)

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению практических и контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе [«Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным»](#).

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

1. Горлач, Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация : учеб. пособие [Электронный ресурс] / Б.А. Горлач, В.Г. Шахов. – СПб : Лань, 2016. – 292 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74673>.

2. Плохотников, К.Э. Метод и искусство математического моделирования. Курс лекций : учеб. пособие [Электронный ресурс]. – М. : ФЛИНТА, 2012. – 518 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44670>.
3. Computational Infrastructure for Geodynamics (Python) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://github.com/geodynamics>, свободный.

Дополнительная литература:

4. Колесов, Ю.Б. Математическое моделирование гибридных динамических систем: учеб. пособие : учеб. пособие [Электронный ресурс] / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. – СПб.: СПбГПУ, 2014. – 236 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64806>.
5. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А.Ю. Александров [и др.]. – СПб. : Лань, 2017. – 272 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91912>.
6. Михайлов, Г. А. Методы Монте-Карло : Расширенный лекционный курс. Новосибирский государственный университет [Электронный ресурс] / Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. Режим доступа: <http://mmf.nsu.ru/sites/default/files/mikhailovgavoytishekav-monte-carlo-methods-advanced-course.pdf>, свободный.

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы:

- ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;
- ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

Информационные справочные системы:

- Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>
- ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре» <http://www.informio.ru/>
- Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - URL: <http://window.edu.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 7.1. Лицензионное программное обеспечение отечественного производства:
 - нет
- 7.2. Лицензионное программное обеспечение зарубежного производства:
 - MS Office, Windows 10
- 7.3. Свободно распространяемое программное обеспечение отечественного производства:
 - DJVuReader
- 7.4 Свободно распространяемое программное обеспечение зарубежного производства:
 - Adobe Reader

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ; Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения	
	Очная	
	Семестр	Всего часов
	7	
Лекции	28	28
Практические занятия	48	48
Самостоятельная работа	140	140
Подготовка к промежуточной аттестации	36	36
Всего часов по дисциплине	216	216

Форма промежуточной аттестации и текущего контроля: Экзамен

Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1.	Основы математического моделирования
2.	Математические формализмы физических законов сохранения и движения
3.	Моделирование изменчивости характеристик сплошных сред
4.	Компьютерные технологии моделирования сложных динамических систем
5.	Комплексные решения для моделирования многофакторных систем