Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Филиал МГУ в г. Севастополе
Кафедра вычислительной математики

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор
Филиала МГУ в г. Севастополе
_____ О.А. Шпырко
«__» _____ 2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

**Уровень высшего образования:**
**бакалавриат**

**Направление подготовки:**
**01.03.02 «Прикладная математика и информатика»**

**Профиль ОПОП:**
общий

**Форма обучения:**
очная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры
вычислительной математики
протокол № 1 от «04» сентября 2026 г.
Заведующий кафедрой
_____ (К. В. Руновский)
подпись

Рабочая программа одобрена
Методическим советом
Филиала МГУ в г. Севастополе
Протокол № 1 от «22» сентября 2026 г.
_____ (Л. И. Теплова)
подпись

Севастополь, 2026

**Рабочая программа составлена на основе:**

Образовательного стандарта (ОС МГУ), самостоятельно установленного МГУ для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», утвержденным приказом МГУ от 30 декабря 2020 года № 1383, приказами об утверждении изменений в ОС МГУ от 21 декабря 2021 года № 1404, от 29 мая 2023 года №700, от 29 мая 2023 года № 702, от 29 мая 2023 года № 703

Год приема на обучение – 2023 г.

*курс* – 4

*семестр* – 7

*зачетных единиц* – 4

*академических часов* 144*, в т.ч.:*

*лекций* – 36 часов

*практических занятий* – 36 часов

*Формы промежуточной аттестации:*

зачет в 7 семестре

*Форма итоговой аттестации:*

нет

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.**
Курс «Компьютерное моделирование» является дисциплиной по выбору и входит в подготовку по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», установленного Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего профессионального образования по данному направлению подготовки.

Целью освоения учебной дисциплины «Компьютерное моделирование» является формирование у студентов базовых знаний и практических навыков в области математического моделирования, решения прикладных задач с использованием модельных расчетов на ПК, применения методов моделирования в профессиональной деятельности.

Задачи курса:
- создать общие представления о возможностях и средствах математического моделировании при решении задач, связанных с описанием и анализом природных и технологических процессов;
- ознакомить студентов с основами математического моделирования, видами моделей, этапами построения и анализа математических моделей;
- на примерах из океанологии, экологии и смежных дисциплин раскрыть возможности математического моделирования для решения реальных задач;
- развить навыки работы с современным программным обеспечением и инструментами моделирования, освоить базовые средства для построения моделей и анализа результатов моделирования (Python, Fortran, Panoply и др.);
- содействовать практическому применению численных методов для реализации алгоритмов решения задач по моделированию природных процессов;
- формировать умение интерпретировать результаты моделирования и оценивать их качество, критически анализировать выводы, понимать ограничения компьютерных моделей, а также методов ИИ, используемых при их создании и анализе;
- научить самостоятельно находить и грамотно использовать литературные и общедоступные информационные ресурсы для решения океанологических, экологических и других прикладных задач;
- содействовать развитию аналитического и системного мышления, научить формулировать задачи, выбирать методы решения и адаптировать модели под конкретные условия.

**2. Входные требования для освоения дисциплины.**
Дисциплина «Компьютерное моделирование» изучается в 7 семестре и основывается на знаниях, полученных по предметам: алгебра и геометрия, математический анализ, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнение математической физики, классическая механика, дискретная математика, введение в численные методы.

**3. Результаты обучения по дисциплине.**
Планируемые результаты обучения по дисциплине:
Знать:
Базовые понятия и методы математического моделирования, применяемые для описания и анализа природных и технологических процессов; основные этапы построения математических моделей; структуру разработанных математических моделей для описания динамики океана и атмосферы; источники и характеристики данных натурных наблюдений, необходимые для настройки и функционирования прогностических моделей; программные средства для решения задач математического моделирования и обработки результатов расчетов; возможности и ограничения методов ИИ при создании и оценке результатов компьютерных моделей.

Уметь:
Самостоятельно проводить критический анализ литературных и др. источников информации в рамках поставленной образовательной/практической задачи, находить и использовать справочные материалы и данные из общедоступных ресурсов, выполнять практические задания и анализировать их результаты с применением компьютерных средств обработки и визуализации, в том числе с использованием ИИ, уметь лаконично объяснять суть и решение рассматриваемых вопросов, полно и логично излагать освоенный учебный материал.
Владеть:
Навыками сбора справочной информации и данных из общедоступных источников, в том числе с помощью возможностей ИИ, оценивать и применять собранный материал для решения задач и анализа результатов моделирования, владеть современным программным обеспечением и пакетами прикладных программ для обработки и визуализации океанографических данных.
Иметь опыт:
Построения компьютерных моделей и проведения численных экспериментов, обработки и визуализации результатов моделирования, анализа входных данных и результатов модельных расчетов.

**4. Формат обучения:** контактный, дистанционный с использованием Портала дистанционной поддержки образовательного процесса Филиала (https://distant.sev.msu.ru/ ).

**5. Объем дисциплины** составляет 4 з.е., в том числе 72 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторная нагрузка), и 72 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

**6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий**
**6.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий**

| **Наименование разделов и тем дисциплины (модуля),**<br><br>**Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Номинальные трудозатраты обучающегося** | | | **Всего академических часов** | **Форма текущего контроля успеваемости** (наименование) |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы** | | **Самостоятельная работа обучающегося, академические часы** | | |
| | Занятия лекционного типа | Занятия практического типа | | | |
| 1. Базовые понятия математического моделирования | 2 | 2 | 4 | 8 | Контролируемое домашнее задание |
| 2. Основные методы в математическом моделировании природных процессов | 4 | 4 | 8 | 16 | Контролируемое домашнее задание |
| 3. Программные средства для решения задач математического моделирования и обработки результатов расчетов | 4 | 4 | 8 | 16 | Оценка практического задания |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4. Применение данных наблюдений в численном моделировании | 4 | 4 | 8 | 16 | Реферат. Краткое сообщение по реферату |
| 5. Математические модели в научных исследованиях | 8 | 8 | 16 | 32 | Оценка практического задания |
| 6. Модели общей циркуляции океана. Система диагноза-прогноза | 4 | 4 | 8 | 16 | Доклад на семинаре |
| 7. Лагранжев подход в численном моделировании процессов в океане | 8 | 8 | 16 | 32 | Оценка практического задания |
| 8. Заключение. Обобщение результатов | 2 | 2 | 4 | 8 | Контролируемое домашнее задание (подготовка к зачету) |
| | 36 | 36 | 72 | 144 | |
| Промежуточная аттестация *(зачет)* | | | | | |
| **Итого** | | | | 144 | |

**6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины**

| № п/п | Наименование разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплин |
|---|---|---|
| 1. | Базовые понятия математического моделирования | Введение. Понятие модели и моделирования. Виды и свойства математических моделей. Этапы построения. Математические схемы моделирования. Требования, предъявляемые к математической модели. Адекватность модели. Анализ и интерпретация результатов моделирования. |
| 2. | Основные методы в математическом моделировании природных процессов | Методы математического моделирования (от общего к частному, аналогий, от простого к сложному). Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Системы отсчета. Подходы Эйлера и Лагранжа к описанию движения. Пространственные и временные масштабы, разрешение моделей. Уравнения, граничные и начальные условия. Дискретизация. Структурированные сетки. Виды горизонтальных и вертикальных координат. Сетки по терминологии Аракавы. Понятие о вложенных сетках. Численные методы решения. Разностные схемы. |
| 3. | Программные средства для решения задач математического моделирования | Базовые элементы языка программирования Fortran. Принципы построения программного кода. Основные структуры и операторы.<br>Язык программирования Python для решения океанологических задач, обработки и визуализации результатов.<br>Основные форматы выходных данных численных моделей и программные средства для работы с ними. |
| 4. | Применение данных натурных наблюдений в | Основные ресурсы океанографических данных. Использование данных наблюдений в качестве начальных, граничных условий, ассимиляция данных в модели. |

| | | |
|---|---|---|
| | численном моделировании | Валидация результатов моделирования на основе данных натурных наблюдений. |
| 5. | Математические модели в научных исследованиях | Применение математических моделей в научных исследованиях природных процессов. Математические модели в изучении океана. Междисциплинарные модели. |
| 6. | Модели общей циркуляции океана. Система диагноза-прогноза | Современные численные модели динамики моря. Разные виды координат. Условия на твердых и жидких границах, источники данных для их определения. Ассимиляция данных наблюдений. |
| 7. | Лагранжев подход в численном моделировании процессов в океане | Лагранжевы модели. Offline/online – модели. Применение для оценки переноса загрязняющих и других веществ. Использование автономных буев-профилемеров Argo в качестве трассеров течений в океане. |
| 8. | Заключение. Обобщение результатов. | Заключение. Основные итоги курса. Значение создания и функционирования систем с применением математических моделей природных процессов на глобальном и региональном масштабах. |

**7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.**

**Примерные темы докладов и рефератов:**

- Численные модели общей циркуляции океана в *z*- и сигма-координатах: основные особенности.
- Волны и течения в Черном море: особенности, моделирование, учет в практической деятельности.
- Моделирование переноса загрязняющих веществ в экологических задачах.
- Буи-профилемеры Argo как современное средство получения океанографических данных о состоянии Мирового океана: перспективы и ограничения.
- Модели, применяемые для расчетов волновых процессов в океане в глобальном и региональном масштабах: цунами, сейши, приливы и др. (по выбору).
- Открытые ресурсы цифровой информации для целей математического моделирования и валидации результатов расчетов.
- Виды и особенности применения ИИ при построении океанологических моделей.
- Применение математических моделей в моей будущей профессии.

**Примерные темы практических занятий:**

- Современные программные средства при реализации численных моделей на ПК.
- Язык программирования Python для целей моделирования параметров океана. Обработка результатов компьютерного моделирования, их визуализация и анализ на Python.
- Работа с основными форматами океанографических данных. Специализированные пакеты обработки данных в приложении к результатам моделирования океана и атмосферы.
- Подготовка данных для задания начальных и граничных условий в численных моделях динамики океана. Основные ресурсы и возможности обработки.
- Интерполяция данных на расчетные сетки моделей.
- Моделирование транспорта загрязнений в ограниченном бассейне с помощью offline-модели лагранжевых частиц.
- Составление программного кода на Python для одномерных уравнений адвекции и диффузии. Выбор шагов, учет критерия устойчивости. Численные эксперименты.
- Решение задачи об изменении концентрации растворенного вещества. Реализация разностных схем на языке Python.

- Язык программирования Fortran как мощное средство численного моделирования. Реализация программного кода для анализа ветрового воздействия при моделировании циркуляции в ограниченном бассейне переменной глубины.
- Работа с файлами формата netCDF с помощью специализированных пакетов обработки океанографических данных. Визуализация результатов.

**7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.**

Список вопросов к экзамену:

1. Понятие о модели и моделировании. Основные этапы математического моделирования.
2. Свойства моделей. Цели моделирования.
3. Классификации методов моделирования.
4. Адекватность модели. Способы доказательства адекватности.
5. Этапы построения численной модели. Численный эксперимент.
6. Методы математического моделирования. Метод от общего к частному. Метод аналогий. Метод от простого к сложному.
7. Пример построения математической модели на основе законов сохранения.
8. Подходы Эйлера и Лагранжа к описанию движения.
9. Лабораторные и вычислительные эксперименты. Отличия и сходство.
10. Примеры математической модели для описания процесса изменения концентрации вещества.
11. Дискретизация в численных моделях. Структурированные сетки. Вложенные сетки.
12. Понятие аппроксимации дифференциальных операторов. Схемы центральных и направленных разностей.
13. Явные разностные схемы. Критерий устойчивости КФЛ.
14. Дискретизация уравнения адвекции.
15. Задание начальных и граничных условий при численном моделировании. Источники данных.
16. Расчетные сетки в численных моделях. Классификация по Аракаве.
17. Язык программирования Python: возможности для реализации математических моделей и анализа результатов. Основные ресурсы языка. Преимущества.
18. Язык программирования Fortran как основа для численного моделирования природных систем разного уровня сложности. Особенности и преимущества.
19. Классификация моделей динамики моря по типам вертикальной координаты. Принципы применения.
20. Практическое использование построенной модели, анализ результатов моделирования. Усовершенствование и развитие моделей.
21. Региональные модели динамики моря (на примере).
22. Метод лагранжевых частиц для оценки переноса загрязнений в океане.
23. Применение данных натурных наблюдений в численных моделях и при анализе их результатов.

| **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Оценка / РО и соответствующие виды оценочных средств | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **Знания** *(виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)* | Отсутствие знаний | Фрагментарные знания | Общие, но не структурированные знания | Сформированные систематические знания |
| **Умения** *(виды оценочных средств:* | Отсутствие умений | В целом успешное, но | В целом успешное, но содержащее отдель- | Успешное и систематическое |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)* | | не систематическое умение | ные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера) | умение |
| **Навыки (владения, опыт деятельности)** *(виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)* | Отсутствие навыков (владений, опыта) | Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта) | В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме | Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач |

**8. Ресурсное обеспечение.**

– **Перечень основной и дополнительной литературы:**

1. Введение в математическое моделирование: учеб. пособие / Под ред. П.В.Трусова. – М.: Логос, 2016. – 440 с. ISBN 978-5-98704-637-1.

2. Самарский, А. А. Математическое моделирование / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – Москва: Наука. Физматлит, 1997. – 320 с.

3. Математическое моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / В.Н. Волков, Г.В.Горелова, В.Н.Козлов [и др.]: под ред. В.Н.Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Издательство Юрайт, 2018 – 450 с. – Серия: Баклавр. Академический курс. ISBN 978-5-534-02422-7.

4. Советов, Б. Я. Моделирование систем: учеб. для вузов / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – Москва: Высш. шк., 2001. – 343 с.

5. Короткий, А. И. Математическое моделирование /А.И. Короткий, Л.Г. Гальперин. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2005. – 102 с.

– **Перечень профессиональных баз, данных и информационных справочных систем**:

Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Федеральное агентство водных ресурсов.

– **Описание материально-технического обеспечения:**

Учебная аудитория с мультимедийным проектором и доской для проведения лекционных занятий.

Учебная аудитория, оснащенная персональными компьютерами, для проведения практических занятий.

**9. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в общей характеристике ОПОП.**

**10. Язык преподавания -** русский

**11. Преподаватель:** доцент кафедры вычислительной математики Маркова Н.В.

**12. Автор программы:** доцент кафедры вычислительной математики Маркова Н.В.