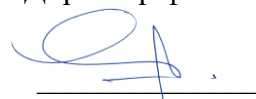


Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Филиал Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова
в городе Сарове

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала МГУ в городе
Сарове

 /В.В. Воеводин/

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Математические модели вычислительной океанологии

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки (специальность):

01.04.02 "Прикладная математика и информатика"

Направленность (профиль) ОПОП:

"Вычислительные методы и методика моделирования"

"Суперкомпьютерные технологии математического моделирования и обработки данных"

Форма обучения:

Очная

Саров 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки по направлениям 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Математические модели вычислительной океанологии

2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в магистратуре.

3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

Направленность (профиль) "Вычислительные методы и методика моделирования"

"Суперкомпьютерные технологии математического моделирования и обработки данных"

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть магистерской образовательной программы «Численные методы и математическое моделирование», изучается в 1-м семестре.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
-------------------------	---------------------------------

<p>Способность анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты. (ОПК-3.М)</p> <p>Способность строить и анализировать разностные методы решения уравнений вычислительной океанологии, в том числе многомерных задач (СПК-31.М)</p>	<p>В1(ОПК-3.М) Владеть: методами построения математических моделей вычислительной океанологии.</p> <p>У1(ОПК-3.М) Уметь: анализировать построенные математические модели.</p> <p>У2(ОПК-3.М) Уметь: определять границы применимости математической модели.</p> <p>В1(СПК-31.М) Владеть: основными методами построения и анализа разностных алгоритмов решения систем дифференциальных уравнений вычислительной океанологии.</p> <p>З1(СПК-31.М) Знать: физическую интерпретацию основных методов построения разностных схем и методов анализа качества результатов математического моделирования</p> <p>У1(СПК-31.М) Уметь: проводить сравнительный анализ результатов работы различных численных методов.</p>
---	--

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа.

36 часов составляет контактная работа с преподавателем – 36 часов занятий лекционного типа, 0 часов занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0 часов индивидуальных консультаций, 2 часа групповых консультаций, 2 часа мероприятий текущего контроля успеваемости, 4 часа – экзамен,

28 часов составляет самостоятельная работа учащегося.

7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учащиеся должны владеть знаниями по математическому анализу, линейной алгебре, уравнениям математической физики, численным методам в объеме, соответствующем основным образовательным программам бакалавриата по укрупненным группам направлений и специальностей 01.00.00 «Математика и механика», 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки».

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционно-семинарская система обучения с использованием информационно-коммуникативных технологий.

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Данный курс посвящен обзору иерархии математических моделей вычислительной океанологии. Будут рассмотрены выводы систем дифференциальных уравнений этих моделей и численных схем. Основное внимание будет уделено балансно-характеристическим разностным схемам и границам применимости самих моделей.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа учащегося, часы			
		из них					из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости: коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего

<p>Тема 1. Иерархия математических моделей вычислительной океанологии.</p> <p>Гидростатическое приближение. Мелкая вода на плоскости и на сфере. Модель двухслойной жидкости. Гидростатическая многослойная модель.</p> <p>Негидростатическое приближение. Модель слабой сжимаемости. Негидростатическая многослойная модель динамики жидкости.</p>	33	18	-	1	-	2	21	12	-	12
--	-----------	----	---	---	---	---	-----------	----	---	-----------

<p>Тема 2. Численные схемы для уравнений вычислительной океанологии.</p> <p>Построение балансно-характеристические схем. Гиперболическая декомпозиция уравнений многослойной гидростатической модели.</p> <p>Явная схема негидростатической многослойной модели.</p> <p>Проблема увеличения шага по времени. Неявная схема вдоль вертикального направления.</p> <p>Обзор современных пакетов моделей океана.</p>	31	18	-	1	-	-	19	12	-	12
Промежуточная аттестация – индивидуальное собеседование	8	4					4	4		4
Итого	72						44			28

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовки к практическим заданиям текущего контроля, промежуточной аттестации, экзамену.

11. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная учебно-методическая литература

1. Самарский А.А. Введение в численные методы. М.: Наука, 1982, 271с.
2. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы математической физики. М.: Научный мир, 2000, 315 с.
3. Новые алгоритмы вычислительной гидродинамики для многопроцессорных вычислительных систем / В. М. Головизнин, М. А. Зайцев, С. А. Карабасов, И. А. Короткин. — Издательство Московского университета Москва, 2013. — 467 с. Годунов С.К., Рябенький В.С. Разностные схемы. М.:Наука, 1973, 400 с
4. Дымников В.П., Залесный В.Б. «Основы вычислительной геофизической гидродинамики». М., Геос, 2019, 448 с.
5. Головизнин В. М., Майоров П. А., Соловьев А. В. Новый численный алгоритм для уравнений многослойной мелкой воды на основе гиперболической декомпозиции и схемы КАБАРЕ // Морской гидрофизический журнал. — 2019. — Т. 35, № 6. — С. 600–620

Дополнительная учебно-методическая литература

1. Goloviznin V. M., Solovjov A. V., Zalesny V. B. A new algorithm for solving the shallow water equations on the sphere based on the cabaret scheme //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2018. – Т. 1128. – №. 1. – С. 012091.
2. Г. Г. Еленин, В. В. Крылов, “Полностью консервативная разностная схема для уравнений двухслойной “мелкой воды” в лагранжевых координатах”, Дифференц. уравнения, 18:7 (1982), 1190–1196
3. Goloviznin V. M., Mayorov P. A., Mayorov P. A. Hyperbolic decomposition for hydrostatic approximation of free surface flow problems // Journal of Physics: Conference Series. — 2019. — Vol. 1392, no. 012035.
4. www.gfdl.noaa.gov/ocean-model/

Лицензионное программное обеспечение, в том числе отечественного производства
При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Compute Node for Power, LE, Self-support 4 шт. №5540331
2. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Head Node for Power, LE, Standard 1 шт. №5540332
3. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 11 SP4 for x86_64 16 шт.
4. Операционная система Red Hat Enterprise Linux Server 5.0 for x86_64 14шт.
5. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 10 SP3 for ppc64 7 шт.
6. Операционная система Ubuntu 18.04.
7. Программное обеспечение для виртуализации Oracle VM VirtualBox
8. Операционная система ALTLinuxMATEStarterkit 9 лицензияGPL
9. Программный продукт JetBrains IntelliJ IDEA Community Edition Free Educational Licenses
10. Программный продукт JetBrains PyCharm Community Edition Free Educational Licenses
11. Программный продукт JetBrains CLion Community Edition Free Educational Licenses
12. Программный продукт UPPAAL (<http://www.uppaal.org/>) академическая лицензия
13. Программный продукт Java 8 (64-bit) Oracle Corporation
14. Программный продукт Java SE Development Kit 8(64-bit) Oracle Corporation
15. Программный продукт NetBeans IDE 8.2 NetBeans.org
16. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software
17. Программный продукт CodeBlocks The Code::Blocks Team
18. Программный продукт Free Pascal 3.0.0 Free Pascal Team
19. Программный продукт Python 3.5.1 (64-bit) Python Software Foundation
20. Программный продукт R for Windows 3.2.2 R Core Team
21. Программный продукт Haskell Platform 7.10.3 Haskell.org
22. Операционная система Microsoft Windows 7 корпоративная академическая лицензия
23. Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия
24. Программный продукт Microsoft Project Professional 2013 академическая лицензия
25. Программный продукт Microsoft Visio Professional 2013 академическая лицензия
26. Программный продукт Microsoft Visual Studio Professional 2013 - RUS [Русский (Россия)] академическая лицензия

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. <http://www.edu.ru> – портал Министерства образования и науки РФ
2. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. <http://www.openet.ru> - Российский портал открытого образования
4. <http://www.mon.gov.ru> - Министерство образования и науки Российской Федерации
5. <http://www.fasi.gov.ru> - Федеральное агентство по науке и инновациям

Информационные технологии, используемые в процессе обучения

В процессе обучения используются пакеты прикладных программ Tecplot, jupyter notebook.

Материально-техническая база

Для преподавания дисциплины требуется класс, оборудованный маркерной или меловой доской.

12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛИ

Аспирант Майоров Петр Александрович

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине
«Математические модели вычислительной океанологии»**

Средства для оценивания планируемых результатов обучения, критерии и показатели оценивания приведены ниже.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУ- ЧЕНИЯ	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ из соответствующих карт компетенций					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
	Неудовле- творитель- но	Неудовлетвори- тельно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	
ОПК-3.М Способ- ность анализировать математические мо- дели профессиональ- ных задач, учитывать ограничения и гра- ницы применимости моделей, интерпре- тировать полученные математические ре- зультаты.	Отсутствие знаний	Фрагментарное знание содержа- ния курса.	В целом сформирован- ное, но неполное зна- ние всех разделов кур- са	Сформированное, но содержащие отдельные пробелы знание всех разделов курса	Сформирован- ные системати- ческие знания всех раз- делов курса.	индивидуальное собеседование

СПК-31.М Способность строить и анализировать различные методы решения задач океанологии, в том числе многомерных задач	Отсутствие умений	Отсутствие навыков использования численных методов для решения задач вычислительной океанологии.	В целом сформированное, но не систематическое умение использовать полученные знания для решения конкретных задач	Активное владение основами курса. Умение применять полученные знания для решения конкретных задач.	Активное владение всем материалом курса. Умение применять полученные знания для решения конкретных задач.	индивидуальное собеседование
--	-------------------	--	--	--	---	------------------------------

Фонды оценочных средств

Список вопросов для индивидуального собеседования на промежуточной аттестации.

1. Иерархия моделей океанологии.
2. Мелкая вода. Вывод системы дифференциальных уравнений.
3. Мелкая вода. Построение балансно-характеристической схемы.
4. Мелкая вода на сфере. Сила Кориолиса.
5. Двухслойная мелкая вода. Математическая постановка, потеря гиперболичности.
6. Многослойная гидростатическая модель. Метод гиперболической-декомпозиции
7. Негидростатическая модель динамики жидкости.
8. Модели свободной поверхности.
9. Система негидростатических уравнений динамики жидкости в дзета-координатах

10. Приближение слабой сжимаемости

11. Явная схема для негидростатической модели, оценка шага по времени на модельной задаче.

12. Явно-неявная схема для негидростатической модели. Сравнение шага по времени с явной схемой на модельной задаче.