

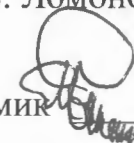
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

«Утверждаю»

Декан факультета ВМК МГУ
имени М.В. Ломоносова

академик



Е.И. Моисеев

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Численные методы»

Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки – 09.06.01 « Информатика и вычислительная техника».

Направленность (профиль) – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (05.13.18)

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы

2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Направленность (профиль): «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (05.13.18)

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части образовательной программы и является обязательной для освоения в 2-м семестре обучения.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)	У2 (УК-1) УМЕТЬ: при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений В2(УК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных

	достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<p>Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности</p> <p>(ОПК-1)</p>	<p>31 (ОПК-1) ЗНАТЬ: современные математические методы, применяющиеся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий</p> <p>У1 (ОПК-1) УМЕТЬ: применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики</p> <p>В1 (ОПК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>
<p>Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования</p> <p>(ОПК-8)</p>	<p>32 (ОПК-8)ЗНАТЬ: внутреннюю логику и последовательность изложения основных разделов математики и информатики, относящихся к соответствующей специальности</p>
<p>Владение современными методами построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также методами разработки и реализации алгоритмов их решения на основе фундаментальных знаний в области математики и информатики</p> <p>(ПК-1)</p>	<p>31 (ПК-1) ЗНАТЬ: Современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.</p> <p>У1 (ПК-1) УМЕТЬ: Применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.</p> <p>В1 (ПК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.</p>
<p>Способность к реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, ориентированных на современную</p>	<p>31 (ПК-4)ЗНАТЬ: современные методы реализации различных математических алгоритмов</p>

<p>вычислительную технику (ПК-4)</p>	<p>в виде программных комплексов, особенности современных вычислительных комплексов</p> <p>У1(ПК-4) УМЕТЬ: применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов</p> <p>В1 (ПК-4) ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов</p>
<p>Способность разрабатывать и реализовывать алгоритмы организации работы современных вычислительных комплексов и компьютерных сетей (ПК-2)</p>	<p>З1 (ПК-2) ЗНАТЬ: современные методы разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения</p> <p>У1(ПК-2) УМЕТЬ: применять современные методы разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения</p> <p>В1 (ПК-2) ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения</p>

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении.

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов.

40 часов составляет контактная работа с преподавателем – 32 часа занятий лекционного типа, 0 часов занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0 часов индивидуальных консультаций, 4 часа мероприятий текущего контроля успеваемости, 2 часа групповых консультаций, 2 часа мероприятий промежуточной аттестации.

68 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Численные методы» преподается в аспирантуре, относится к профессиональному циклу дисциплин и входит в его вариативную часть. Дисциплина соответствует профилю, реализуемому на факультете ВМК МГУ имени М.В.Ломоносова. Базируется на следующих дисциплинах: «Алгебра и геометрия»; «Математический анализ (I-III)»; «Дифференциальные уравнения», «Теории вероятности и математической статистики», «Уравнения математической физики», «Численные методы решения задач математической физики», «Физика», «Математическое моделирование в естествознании». Для овладения содержанием курса студенты должны обладать: знаниями основных разделов линейной алгебры и геометрии, математического анализа и дифференциальных уравнений, теории вероятности и математической статистики, методов вычислений, теории разностных схем. Изучение данной дисциплины необходимо для подготовки магистров к решению профессиональных задач, связанных с применением наукоемких технологий и пакетов программ для исследования фундаментальных и прикладных задач современной науки, техники и технологии.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Основными видами аудиторной учебной работы являются лекции и семинары. Самостоятельная работа студентов предполагает подготовку теоретического материала и письменное выполнение домашних работ – упражнений, тестов, решение задач. В рамках самостоятельной работы использование магистрами научной литературы, сети Интернет и иных информационных технологий для поиска и анализа дополнительных сведений по содержанию дисциплины.

Научно – исследовательские технологии:

В процессе проведения аудиторных занятий активно используется метод анализа фундаментальных научных идей, лежащих в основе дисциплины, и специфики применения этих идей в смежных областях.

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Численные методы» является расширение навыков у студентов в решении типовых задач алгебры, математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений математической физики. Для достижения цели рассматриваются те методы, которые выдержали испытание практикой и применяются для решения реальных прикладных задач.

Формируются представление о том, как возникали и развивались понятия, идеи и приемы численных методов. Определяется роль и место дисциплины в системе математических знаний. Устанавливаются связи между различными разделами математики и численными методами.

Курс ставит своей целью освоение студентами основ вычислительных методов математического моделирования. Изучаются методы построения дискретных моделей, пригодных для компьютерного анализа основных классов задач, возникающих в науке и технике. Фундаментальным является вопрос о соответствии построенного алгоритма изучаемому явлению, а именно, понятия аппроксимации, устойчивости и сходимости, которые изучаются на лекциях и закрепляются на практических занятиях.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа обучающегося, 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		
1.Численные методы алгебры. Прямые и итерационные методы решения систем линейных уравнений с полными матрицами и матрицами специального вида. Одношаговые итерационные	12	6	-	-	-		6	6	-	6

методы. Чебышёвские одношаговые итерационные методы. Оптимальный набор чебышевских параметров и вычислительная устойчивость. Методы спуска и метод сопряженных градиентов.										
2. Приближение функций. Общие свойства систем ортогональных многочленов. Многочлены Лежандра и Чебышева; их свойства и приложения. Интерполяционные многочлены. Выбор узлов интерполяции. Быстрое дискретное преобразование Фурье. Интерполяция нелокальными и локальными сплайнами.	6	2	-	-	-	-	2	4		4
3. Численное интегрирование. Интерполяционные квадратурные формулы. Задача оптимизации квадратуры. Квадратурные формулы типа Гаусса. Многомерные квадратурные формулы. Понятие о методе Монте-Карло.	6	2				Устный опрос на 5-й неделе	2	4		4

Интегрирование сильно осциллирующих функций.									
4. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения задачи Коши. Оценка погрешности, сходимость и устойчивость. Понятие о жестких системах обыкновенных дифференциальных уравнений и методах их решения. Численные методы решения краевых задач. Оценка погрешности, сходимость и устойчивость. Методы прогонки и стрельбы. Разностные схемы для решения дифференциальных уравнений с разрывными коэффициентами	10	4					4	6	6
5. Разностные и вариационно-разностные методы решения уравнений математической физики. Основные понятия (аппроксимация, устойчивость, сходимость). Методы построения	14	6				Устный опрос на 10-й неделе	6	8	8

<p>разностных схем (метод сеток, интегро-интерполяционный метод, метод аппроксимации интегральных тождеств, вариационно-разностные и проекционно-разностные методы, метод Галеркина, метод конечных элементов, метод аппроксимации квадратичного функционала); их применение к решению краевых и начально-краевых задач для эллиптических, параболических и гиперболических уравнений. Оценка порядка аппроксимации и сходимости. Двухслойные и трехслойные схемы; их устойчивость. Экономичные методы решения нестационарных многомерных задач. методы решения нелинейных уравнений (теплопроводности и газовой динамики). Дивергентные и монотонные разностные схемы. Схемная и искусственная вязкость.</p>										
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

<p>6. Методы решения сеточных уравнений. Прямые методы (прогонки, быстрого дискретного преобразования Фурье, циклической редукции). Метод последовательной верхней релаксации, неявные схемы с эквивалентными по спектру операторами, попеременно-треугольный метод. Методы расщепления и переменных направлений. Понятие о методе Федоренко. Оценки скорости сходимости.</p>	8	4					4	4		4
<p>7. Методы решения обратных и некорректных задач. Методы регуляризации, минимизации сглаживающего функционала и итерационные методы. Применение этих методов для решения вырожденных, несовместных и плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений и интегральных уравнений первого рода.</p>	8	4					4	4		4

8.Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Примеры вычислительных экспериментов в естествознании.	8	4					4	4		4	
9. Промежуточная аттестация – устный экзамен	38	2						36			
Итого	108	40						68			

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовки к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Литература для самостоятельной работы студентов в соответствии с тематическим планом .

Модуль 1 «Численные методы алгебры»

Воеводин В.В. Вычислительные основы линейной алгебры. М.: Наука, 1977.

А. А. Самарский, А. В. Гулин. Численные методы. - М.: Наука, 1989.

Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М.: Физматлит, 2001.

Е. Е. Тыртышников. Методы численного анализа. - М.: Издательский центр «Академия», 2007.

В. Б. Андреев. Численные методы. - М.: Макс Пресс, 2013.

Фаддеев Д.К., Фаддеева В.Н. Вычислительные методы линейной алгебры. - СПб.: «Лань». 2002.

Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. - М.: Мир, 2001.

Golub G.H., Van Loan Ch.F.-Matrix Computations. – The John Hopkins University Press, 2013.

Модуль 2 «Приближение функций»

А. А. Самарский, А. В. Гулин. Численные методы. - М.: Наука, 1989

В. Б. Андреев. Численные методы. - М.: Макс Пресс, 2013.

Quarteroni A. Sacco R. Saleri F. Numerical Mathematics. - Springer-Verlag New York, 2000.

С. А. Волошин, Н. Б. Есикова. Задачи по численным методам (методическое пособие). - ВМК МГУ, 2011.

Модуль 3 «Численное интегрирование»

Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М.: Физматлит, 2001.

Численные методы. В 2-х кн.: кн. 1 : Численный анализ / Н. Н. Калиткин, Е. А. Альшина. - М. : Академия, 2013;

Модуль 4 «Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений»

А. А. Самарский, А. В. Гулин. Численные методы. - М.: Наука, 1989

Численные методы. В 2-х кн: кн. 2 : Методы математической физики / Н. Н. Калиткин, П. В. Корякин. - М. : Академия, 2013.

Э. Хайрер, С. Нерсетт, Г. Ваннер. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи. - М.: Мир, 1990.

Э. Хайрер, Г. Ваннер. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. - М.: Мир, 1999.

Модуль 5 «Разностные и вариационно-разностные методы решения уравнений математической физики»

Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М.: Наука, 1989.

Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы. Изд.2-е. - М.: Наука, 1977.

Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1989.

Ф.П. Васильев. Численные методы решения экстремальных задач. - М.:Наука, 1981.

Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы математической физики.—М.: Научный мир, 2000.

Андреев В.Б. Лекции по методу конечных элементов. - М.: изд. МАКС Пресс, 2010.

Иванов М.Ф., Гальбурт В.А. Численное моделирование динамики газов и плазмы методами частиц. - М.: МФТИ, 2000.

Модуль 6 «Методы решения сеточных уравнений»

Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. - М.: Наука, 1978.

Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику.—М., МФТИ, 1994.

Кирьянов Д.В., Кирьянова Е.Н. Вычислительная физика. – М.: Полибук Мультимедиа, 2006. - <http://keldysh.ru/pages/comma/>

Briggs W.L. Van Henson E., McCormic S.F. A multigrid tutorial. – SIAM, 2000.

Самарский А.А., Вабищевич П.Н., Самарская Е.А. Задачи и упражнения по численным методам.—М., Эдиториал УРСС, 2000.

Модуль 7 «Методы решения обратных и некорректных задач»

Денисов А.М. Введение в теорию обратных задач. - М.: МГУ, 1994.

Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Численные методы решения обратных задач математической физики.—М., Эдиториал УРСС, 2004.

Модуль 8 «Вычислительный эксперимент»

А.А. Самарский, А.П. Михайлов. Математическое моделирование. - М.:ФИЗМАТЛИТ. 1997.

Математическое моделирование. – Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993.

А.А. Петров, И.Г. Поспелов, А.А. Шананин. Опыт математического моделирования экономики. - М.: Энергоатомиздат, 1996.

Ю.П.Пытьев Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.

Боголюбов А.Н., Тихонов Н.А., Токмачев М.Г. Основы математического моделирования. – Физ. Фак. МГУ, 2014.

http://math.phys.msu.ru/Principles_of_Mathematical_Modeling

11.РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература

1. Воеводин В.В. Вычислительные основы линейной алгебры. М.: Наука, 1977.
2. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. М.: Наука, 1992.
3. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1989.
4. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М.: Физматлит, 2001.
5. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М.: Наука, 1989.
6. Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы. Изд.2-е. - М.: Наука, 1977.
7. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. - М.: Наука, 1978.
8. Денисов А.М. Введение в теорию обратных задач. - М.: МГУ, 1994.

9. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Численные методы решения обратных задач математической физики.—М., Эдиториал УРСС, 2004.
10. Численные методы. В 2-х кн.: кн. 1 : Численный анализ / Н. Н. Калиткин, Е. А. Альшина. - М. : Академия, 2013;
кн. 2 : Методы математической физики / Н. Н. Калиткин, П. В. Корякин. - М. : Академия, 2013.
11. А.А. Самарский, А.П. Михайлов. Математическое моделирование. - М.:ФИЗМАТЛИТ. 1997.
12. Математическое моделирование. – Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993.

Дополнительная литература

13. В.В. Лебедев. Математическое моделирование социально-экономических процессов. - М.: ИЗОГРАФ, 1997.
14. А.А. Петров, И.Г. Поспелов, А.А. Шананин. Опыт математического моделирования экономики. - М.: Энергоатомиздат, 1996.
15. Ю.П.Пытьев Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.
16. Ф.П. Васильев. Численные методы решения экстремальных задач. - М.:Наука, 1981.
17. А. А. Самарский, А. В. Гулин. Численные методы. - М.: Наука, 1989.
18. В. Б. Андреев. Численные методы. - М.: Макс Пресс, 2013.
19. Самарский А.А. Введение в численные методы.—М.: Наука, 1987 (СПб.: «Лань», 2005.)
20. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы математической физики.—М.: Научный мир, 2000.
21. Самарский А.А., Вабищевич П.Н., Самарская Е.А. Задачи и упражнения по численным методам.—М., Эдиториал УРСС, 2000.
22. Андреев В.Б. Лекции по методу конечных элементов. - М.: изд. МАКС Пресс, 2010.
23. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях.—М., Высшая школа, 2000.
24. Иванов М.Ф., Гальбурт В.А. Численное моделирование динамики газов и плазмы методами частиц. - М.: МФТИ, 2000.
25. Фаддеев Д.К., Фаддеева В.Н. Вычислительные методы линейной алгебры. - СПб.: «Лань». 2002.

26. Е. Е. Тыртышников. Методы численного анализа. - М.: Издательский центр «Академия», 2007.
27. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику.—М., МФТИ, 1994.
28. MIT OpenCourseWare. - <http://ocw.mit.edu/index.htm>.
29. Кирьянов Д.В., Кирьянова Е.Н. Вычислительная физика. – М.: Полибук Мультимедиа, 2006. - <http://keldysh.ru/pages/comma/>
30. GiD. – www.gidhome.com.
31. С. А. Волошин, Н. Б. Есикова. Задачи по численным методам (методическое пособие). - ВМК МГУ, 2011.
2. Бородачѳв Л.В., Приклонский В.И. Численные методы в физике.– Физ. Фак. МГУ, 2014.
http://math.phys.msu.ru/Numerical_methods_in_physics
33. Боголюбов А.Н., Тихонов Н.А., Токмачев М.Г. Основы математического моделирования. – Физ. Фак. МГУ, 2014.
http://math.phys.msu.ru/Principles_of_Mathematical_Modeling
34. Э. Хайрер, С. Нерсетт, Г. Ваннер. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи. - М.: Мир, 1990.
35. Э. Хайрер, Г. Ваннер. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. - М.: Мир, 1999.
36. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. - М.: Мир, 2001.
37. Golub G.H., Van Loan Ch.F.-Matrix Computations. – The John Hopkins University Press, 2013.
38. Quarteroni A. Sacco R. Saleri F. Numerical Mathematics. - Springer-Verlag New York, 2000.
39. Briggs W.L. Van Henson E., McCormic S.F. A multigrid tutorial. – SIAM, 2000.

Информационные технологии, используемые в процессе обучения

1. Программное обеспечение для подготовки слайдов лекций MSPowerPoint

2. Программное обеспечение для создания и просмотра pdf-документов AdobeReader
3. Издательская система LaTeX.

Материально-техническая база

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

12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛИ

профессор, д.ф.-м.н.Богомолов СергейВладимирович

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Численные методы»

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

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) <i>(критерии и показатели берутся из соответствующих карт компетенций, при этом пользуются либо традиционной системой оценивания, либо БРС)</i>					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	
УМЕТЬ: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыш и реализации этих вариантов У1 (УК-1)	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыш и реализации этих вариантов	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыш и реализации этих вариантов	доклады на научных семинарах
ВЛАДЕТЬ: навыками анализа методологических проблем,	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических	В целом успешное, но не систематическое применение	В целом успешное, но содержащее отдельные	Успешное и систематическое применение навыков анализа	доклады на научных семинарах

возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях В1 (УК-1)		проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	пробелы применения навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
ЗНАТЬ: современные математические методы, применяющиеся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий Код 31 (ОПК-1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	В целом сформированные, но неполные знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные систематические знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Устный экзамен
УМЕТЬ: применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики Код У1 (ОПК-1)	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы постановки и анализа задач в области	Сформированное умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	Устный экзамен

			информатики	математики и информатики		
ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики Код В1 (ОПК-1)	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владения навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	Сформированное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	реферат
ЗНАТЬ: внутреннюю логику и последовательность изложения основных разделов математики и информатики, относящихся к соответствующей специальности Код 32 (ОПК-8)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о внутренней логике и последовательности изложения основных разделов математики и информатики, относящихся к соответствующей специальности	В целом сформированные, но неполные знания о внутренней логике и последовательности изложения основных разделов математики и информатики, относящихся к соответствующей специальности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о внутренней логике и последовательности изложения основных разделов математики и информатики, относящихся к соответствующей специальности	Сформированные систематические знания о внутренней логике и последовательности изложения основных разделов математики и информатики, относящихся к соответствующей специальности	Устный экзамен
ЗНАТЬ: Современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах построения и анализа математических	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах	Сформированные систематические знания о современных методах построения и анализа	Устный экзамен

решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях. Код 31 (ПК-1)		моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	
УМЕТЬ: Применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях. Код У1 (ПК-1)	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	Сформированное умение применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	Контрольные работы
ВЛАДЕТЬ: навыками выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при	В целом успешное, но не полное владение навыками выбора современных методов построения и анализа	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками выбора современных методов построения и	Сформированное владение навыками выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при	Контрольные работы, реферат

решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях. Код В1 (ПК-1)		решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	
ЗНАТЬ: современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенности современных вычислительных комплексов Код 31 (ПК-4)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенностях современных вычислительных комплексов	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенностях современных вычислительных комплексов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенностях современных вычислительных комплексов	Сформированные систематические знания о современных методах реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенностях современных вычислительных комплексов	Устный экзамен
УМЕТЬ: применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде	Сформированное умение применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных	отчет

вычислительных комплексов Код У1 (ПК-4)		вычислительных комплексов	комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов	программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов	вычислительных комплексов	
ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов Код В1 (ПК-4)	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов	Сформированное владение навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов	отчет
ЗНАТЬ: современные методы разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах разработки и реализации алгоритмов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах разработки и реализации алгоритмов	Сформированные систематические знания о современных методах разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных	

последнего поколения Код 31 (ПК-2)		компьютерных сетей последнего поколения	организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения	организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения	комплексов и компьютерных сетей последнего поколения	
УМЕТЬ: применять современные методы разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения Код У1 (ПК-2)	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения	Сформированное умение применять современные методы разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения	
ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора современных методов разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора современных методов разработки и реализации алгоритмов организации работы	Успешное, но содержащее отдельные пробелывладение навыками оптимального выбора современных методов разработки и реализации алгоритмов организации	Сформированное владение навыками оптимального выбора современных методов разработки и реализации алгоритмов организации работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения	

Код В1 (ПК-2)			вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения	работы вычислительных комплексов и компьютерных сетей последнего поколения		
---------------	--	--	---	--	--	--

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Экзаменационные вопросы.

1. Прямые и итерационные методы решения систем линейных уравнений с полными матрицами и матрицами специального вида. Одношаговые итерационные методы.
2. Чебышёвские одношаговые итерационные методы. Оптимальный набор чебышёвских параметров и вычислительная устойчивость.
3. Методы спуска и метод сопряженных градиентов.
4. Приближение функций. Общие свойства систем ортогональных многочленов. Многочлены Лежандра и Чебышева; их свойства и приложения. Интерполяционные многочлены. Выбор узлов интерполяции.
5. Быстрое дискретное преобразование Фурье. Интерполяция нелокальными и локальными сплайнами.
6. Интерполяционные квадратурные формулы. Задача оптимизации квадратуры. Квадратурные формулы типа Гаусса. Многомерные квадратурные формулы. Понятие о методе Монте-Карло. Интегрирование сильно осциллирующих функций.
7. Численные методы решения задачи Коши и краевых задач. Оценка погрешности, сходимость и устойчивость. Методы прогонки и стрельбы.
8. Разностные схемы для решения дифференциальных уравнений с разрывными коэффициентами.
9. Понятие о жестких системах обыкновенных дифференциальных уравнений и методах их решения.
10. Основные понятия теории разностных схем (аппроксимация, устойчивость, сходимость).

11. Методы построения разностных схем (метод сеток, интегро-интерполяционный метод, метод аппроксимации интегральных тождеств, вариационно-разностные и проекционно-разностные методы, метод Галеркина, метод конечных элементов, метод аппроксимации квадратичного функционала); их применение к решению краевых и начально-краевых задач для эллиптических, параболических и гиперболических уравнений. Оценка порядка аппроксимации и сходимости.
12. Двухслойные и трехслойные схемы; их устойчивость.
13. Экономичные методы решения нестационарных многомерных задач.
14. Методы решения нелинейных уравнений (теплопроводности и газовой динамики). 15. Дивергентные и монотонные разностные схемы. Схемная и искусственная вязкость.
16. Прямые методы решения сеточных уравнений (прогонки, быстрого дискретного преобразования Фурье, циклической редукции).
17. Метод последовательной верхней релаксации, неявные схемы с эквивалентными по спектру операторами, попеременно-треугольный метод.
18. Методы расщепления и переменных направлений. Понятие о методе Федоренко.
19. Методы решения обратных и некорректных задач. Применение методов регуляризации, минимизации сглаживающего функционала и итерационных методов для решения вырожденных, несовместных и плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений и интегральных уравнений первого рода.
20. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.