

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»

Рабочая программа дисциплины

Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

СК-РП-15.1-04-22

Рабочая программа дисциплины
«Вычислительная математика»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

А.А. Куркин

«21» марта 2022 г

Кафедра «Прикладная математика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА»

Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.1. Математика и механика

Наименование отрасли науки, по которой
присуждаются ученые степени:

Физико-математические

Научная специальность

1.1.6. Вычислительная математика

Форма обучения

очная

Нижний Новгород 2022

Рабочая программа дисциплины «Вычислительная математика» для аспирантов специальности 1.1.6 «Вычислительная математика» /авт. А.А. Куркин – Нижний Новгород: НГТУ, 2022. - 13 с.

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины (модуля) «Вычислительная математика» аспирантам очной формы обучения по специальности 1.1.6 «Вычислительная математика».

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:


1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
2. Паспорт научной специальности 1.1.6 «Вычислительная математика», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.
3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.1.6 «Вычислительная математика».
4. Программа кандидатского экзамена по специальности 1.1.6 «Вычислительная математика»

Автор _____ А.А. Куркин


(подпись)


18 марта 2022 г.

© Куркин А.А., 2022
© ФГБОУ ВО НГТУ, 2022

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Вычислительная математика»

СОДЕРЖАНИЕ

		стр
1	Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре программы аспирантуры.....	4
3	Структура и содержание дисциплины (модуля).....	4
3.1	Структура дисциплины (модуля).....	5
3.2	Содержание дисциплины (модуля).....	5
3.2.1	Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий.....	5
3.2.2	Содержание разделов дисциплины (модуля).....	6
3.3	Практические занятия (семинары).....	7
3.4	Лабораторные работы.....	7
3.5	Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины	7
4	Образовательные технологии.....	8
5	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	8
6	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины ...	9
6.1	Основная литература.....	9
6.2	Дополнительная литература.....	10
6.3	Периодические издания.....	10
6.4	Интернет-ресурсы.....	10
6.5	Нормативные документы.....	10
6.6	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта	11
7	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	11
	Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	12
	Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины	13

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Вычислительная математика»

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование и развитие у аспирантов знаний и умений в области решения математических задач, возникающих при моделировании естественнонаучных и прикладных проблем, численными методами; изучение численных методов, применяемого при описании процессов и явлений, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем.

Задачи:

- формирование навыков в области создания алгоритмов численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики, типичных для приложений математики к различным областям науки и техники;
- изучение основных методов к постановке и проведению численных и экспериментальных исследований естественнонаучных и научно-технических проблем, разработке теории численных методов, анализу и обоснованию алгоритмов, вопросам, а также разработки численных методов, способствующих повышению эффективности вычислений и отражающих рост производительности современных ЭВМ

2 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры


Дисциплина (модуль) «Вычислительная математика» включена в блок обязательных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования (магистратура, специалитет).

Наименование блока	Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
		Зачетные единицы	Часы			
			Общая	В том числе		
		Аудиторная		СРО		
Обязательная дисциплина	6	3	108	24	84	
ИТОГО		3	108	24	84	Экзамен

3 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Вычислительная математика»

3.1 Структура дисциплины (модуля)

Дисциплина преподается в 6 семестре.

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.		
1	Вычислительная математика	108	24	24	-	-	-	84	Экзамен

3.2 Содержание дисциплины (модуля)

3.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ раздела	Наименование раздела Дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа (СР)
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1	Метрические, нормированные, гильбертовы пространства. Пространства функций C, L_2, L_p, W_1 .	5	-	-	-	17
2	Линейные функционалы и операторы	5	-	-	-	17
3	Математические модели физических задач. Обобщенное решение краевых задач для эллиптических уравнений	5	-	-	-	17
4	Задача Коши	4	-	-	-	16
5	Численные методы алгебры. Приближение функций	5				17
ИТОГО:		24	-	-		84



3.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1	2	3	4
1	Метрические, нормированные, гильбертовы пространства. Пространства функций C , L_2 , L_p , Wp_1 .	Метрические пространства. Непрерывные отображения. Компактные множества. Принцип сжатых отображений, методы последовательных приближений и их приложения. Линейные, нормированные, банаховы и гильбертовы пространства. Сильная и слабая сходимость. Задача о наилучшем приближении. Наилучшее равномерное приближение. Минимальное свойство коэффициентов Фурье.	Лекции
2	Линейные функционалы и операторы	Сходимость операторов; ряд Неймана и условия его сходимости. Теоремы о существовании обратного оператора. Мера обусловленности линейного оператора и ее применение при замене точного уравнения (решения) приближенным. Линейные функционалы. Сопряженное пространство. Теорема Банаха-Штейнгауза и ее приложения. Теорема Рисса о представлении линейного ограниченного функционала (для гильбертова пространства). Спектр оператора. Сопряженные, симметричные, самосопряженные, положительно определенные, вполне непрерывные операторы и их спектральные свойства. Вариационные методы минимизации квадратичных функционалов, решения уравнений и нахождения собственных значений (методы Ритца, Бубнова-Галеркина, наименьших квадратов). Дифференцирование нелинейных операторов, производные Фреше и Гато. Метод Ньютона, его сходимость и применение.	Лекции
3	Математические модели физических задач. Обобщенное решение краевых задач для эллиптических уравнений	Основные уравнения математической физики; постановки задач. Корректно и некорректно поставленные задачи. Дивергентная форма записи эллиптического оператора. Понятие об обобщенном решении. Основные свойства гармонических функций (формулы Грина, теоремы о среднем, принцип максимума). Фундаментальное решение и функция Грина для уравнения Лапласа.	Лекции
4	Задача Коши	Фундаментальные решения. Характеристики. Понятие об обобщенных решениях. Обобщенные решения смешанных задач для уравнений параболического и гиперболического типов; существование, единственность и непрерывная зависимость от данных задачи. Теорема Стеклова о разложении в ряд Фурье по соб-	Лекции



5	Численные методы алгебры. Приближение функций	ственными функциям задачи Штурма-Лиувилля. Одношаговые итерационные методы. Чебышевские одношаговые итерационные методы. Оптимальный набор чебышевских параметров и вычислительная устойчивость. Трехчленные (двушаговые) чебышевские итерационные методы. Методы спуска и метод сопряженных градиентов. 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.	Лекции
---	---	---	--------

3.3 Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено.

3.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.


3.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины

Самостоятельная работа аспиранта при изучении дисциплины «Вычислительная математика» составляет 84 часа.

В ходе самостоятельной работы аспирант:

- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к экзамену.

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
1	Обобщенная производная. Неравенства Пуанкаре-Стеклова-Фридрихса. Понятие о теоремах вложения.	17
2	Непрерывные линейные операторы. Норма и спектральный радиус оператора.	17
3	Математические модели физических задач, приводящие к уравнениям математической физики.	17
4	Задача Коши для уравнения теплопроводности и уравнения колебаний (в одномерном и многомерном случаях).	16
5	Прямые и итерационные методы решения систем линейных уравнений с полными матрицами и матрицами специального вида.	17
ИТОГО:		84

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Вычислительная математика»

4 Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Вычислительная математика» используются следующие образовательные технологии:

- активные (лекции);
- информационные (анализ и обзор источников информации);
- компьютерные (виртуальные и сетевые интернет-технологии),
- информационно-коммуникативные (компьютеры, телекоммуникационные сети),
- коммуникативные (обсуждение проблем на аудиторных занятиях, круглые столы, диспуты, участие в аспирантских научных и научно-практических конференциях),
- проблемные задания аспирантам, и их представление, разбор конкретных ситуаций.

5 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины аспирантом сдается экзамен.

Экзамен оценивается по системе: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Отлично	полный грамотный ответ по всем трем вопросам, содержащий примеры, в том числе соответствующие теме научно-исследовательской деятельности соискателя.
Хорошо	правильный грамотный ответ, но: а) требующий уточнения по одному из заданных вопросов; б) при наличии одного - двух недочетов; в) допущена одна негрубая ошибка.
Удовлетворительно	правильный грамотный ответ, но: а) требующий уточнений по всем вопросам; б) допущена грубая ошибка; в) при наличии более двух недочетов; г) на теоретические вопросы даны исчерпывающие ответы, но отсутствуют примеры, иллюстрирующие соискателем понимание сути вопросов.
Неудовлетворительно	а) неправильные ответы на два и более вопросов билета; б) когда число ошибок превосходит норму, при которой может быть выставлена положительная оценка.

Текущий контроль освоения материала по каждому разделу дисциплины осуществляется тестированием.

Образцы оценочных средств

для проведения текущего контроля в виде тестов

Тесты к разделу 1:

Вопрос 1: Метрические пространства.

Вопрос 2: Непрерывные отображения.

**Тесты к разделу 2:****Вопрос 1:** Сходимость операторов; ряд Неймана и условия его сходимости.**Вопрос 2:** Теоремы о существовании обратного оператора.**Тесты к разделу 3:****Вопрос 1:** Основные уравнения математической физики; постановки задач.**Вопрос 2:** Корректно и некорректно поставленные задачи.**Тесты к разделу 4:****Вопрос 1:** Фундаментальные решения.**Вопрос 2:** Обобщенные решения смешанных задач для уравнений параболического и гиперболического типов; существование, единственность и непрерывная зависимость от данных задачи.**Тесты к разделу 5:****Вопрос 1:** Одношаговые итерационные методы.**Вопрос 2:** Чебышевские одношаговые итерационные методы.**6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины****6.1 Основная литература**

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библ-ке
1.	2	3	4	5	6
1	Треногин В.А.	Функциональный анализ	Физматлит, 2002	Учебник	3
2	Лебедев В.И.	Функциональный анализ и вычислительная математика	Физматлит, 2000	Учебное пособие	10
3	Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М.	Численные методы	Физматлит, 2003	Учебное пособие для вузов	2
4	Фаддеев М.А., Марков К.А.	Основные методы вычислительной математики	Лань, 2014.	Учебное пособие для вузов	1
5	Самарский А.А.	Теория разностных схем	Наука, 1983	Учебное пособие для вузов	1



6	Тихонов А.Н., Самарский А.А.	Уравнения математической физики	МГУ, Наука, 2004	Учебник	28
---	------------------------------	---------------------------------	------------------	---------	----

6.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библ-ке
1	Алексеев С.Н., Багаев А.В., Камаева Л.Н., Кольчик И.В., Куркин А.А.	Дифференциальные уравнения	НГТУ Н.Новгород, 2014.	Учебное пособие для вузов	32
2	Михайлов В.П.	Дифференциальные уравнения в частных производных.	Наука, 1976.	Учебное пособие для вузов	3
3	Мысовских И.П.	Интерполяционные кубатурные формулы	Наука, 1981	Учебное пособие для вузов	1

6.3 Периодические издания


- Вестник МГУ
- Вычислительная математика и кибернетика
- Автоматика и вычислительная техника
- Вычислительная математика сплошных сред, Вестник ТГУ
- Управление, вычислительная техника и информатика
- Вестник АГТУ
- Управление, вычислительная техника и информатика

6.4 Интернет-ресурсы

- Журнал «Фундаментальная и прикладная математика» <http://mech.math.msu.ru/~fpm/rus/contents.htm>
- Математический сборник http://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?jrnid=sm&wshow=contents1&option_lang=rus&ysclid=1445yvoa3o

6.5 Нормативные документы

- Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Вычислительная математика»

- Паспорт научной специальности 1.1.6 «Вычислительная математика», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.

6.6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта


Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, компьютерных классах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях.

Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные монографии, учебники и учебно-методические пособия, периодическую литературу, а также конспекты лекций.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционные занятия – мультимедийный класс, лекционная аудитория а.1223	Мультимедийные средства: проектор, настенный экран. 15 персональных компьютеров в составе локальной вычислительной сети, подключенной к Internet (30 Мбит/с).	- Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) - Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3);
Самостоятельная работа - залы электронных информационных ресурсов (Электронные классы) НТБ а.2210, 6119, 6162. Читальные залы а. 2202, 2203 Компьютерный класс ИВЦ а.1215	30 персональных компьютеров. Доступ к библиотечному фонду НГТУ. Доступ в Internet через локальную сеть 30 Мбит/с.	- Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); - Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) - Adobe Acrobat Reader (FreeWare); - 7-zip для Windows (свободно-распространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); - Реферативные наукометрические базы (eLIBRARY.RU, Web of Science, Scopus), электронные библиотечные системы (издательства «Инженерные науки», «Лань», «Машиностроение», «Информатика», «НЭИКОН»); - Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС) «МАРК-SQL 1.14», ЗАО «НПО «ИНФОРМ-СИСТЕМА» с 20 октября 2014 (Договор № 069/2014-А/О).

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Вычислительная математика»

**Дополнения и изменения в рабочей программе
дисциплины на 20__/20__ уч.г.**

Внесенные изменения на 20__/20__ учеб-
ный год

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

(подпись, расшифровка подписи)

“ ____ ” _____ 20... г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на дан-
ный учебный год

СОГЛАСОВАНО:

Декан ФСВК

наименование факультета (института, где реализуется данное направление) личная подпись расшифровка подписи дата