

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт естественных наук и математики
Кафедра вычислительной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке

_____ В.В. Кружаев

«___» _____ 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА

Рекомендована Учебно-методическим советом Института естественных наук и математики
для направлений подготовки и направленностей:

Направление	Направленность	Квалификация
Математика и механика	Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление	Исследователь. Преподаватель-исследователь

СОГЛАСОВАНО
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
КАДРОВ ВЫСШЕЙ
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
01.06.01	Математика и механика	30.07.14 с изменениями и дополнениями № 464 от 30.04.2015 г.	866

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Пименов Владимир Германович	Д.ф.-м.н., профессор	Зав.кафедрой	Вычислительной математики и компьютерных наук	
2	Васин Владимир Васильевич	Д.ф.-м.н., профессор	Профессор	Вычислительной математики и компьютерных наук	

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедр:

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Читающая кафедра – Вычислительной математики и компьютерных наук	31.08.2017	№8	В.Г. Пименов	
2	Выпускающая кафедра – Вычислительной математики и компьютерных наук	31.08.2017	№8	В.Г. Пименов	

Согласовано:

учебно-методическим советом Института естественных наук и математики

Протокол № 1 от «26 » сентября 2017 года.

Председатель УМС ИЕНиМ

Е.С. Буянова.

Начальник ОПНПК

О.А. Неволина

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Вычислительная математика

1. Пререквизиты	История науки Методология научных исследований Дополнительные главы численных методов
2. Кореквизиты	-
3. Постреквизиты	ГИА
4. Трудоемкость дисциплины-модуля, з.е.	3

1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

- знакомство аспирантов с современным разделом численных методов: с фундаментом теории и современными методами решения нелинейных некорректных задач;
- изучение такие важных для приложений разделов математики, как формализация основных классов нелинейных некорректных задач.

Изучение дисциплины направлено на формирование студентами компетенций:

- 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);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);
- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);
- владением методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук (ПК-1);
- владением методами математического и алгоритмического моделирования при анализе проблем естествознания (ПК-2);
- способностью к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности (ПК-3);
- самостоятельным анализом физических аспектов в классических постановках математических задач (ПК-4);
- умением публично представить собственные новые научные результаты (ПК-5);
- самостоятельным построением целостной картины дисциплины (ПК-6);
- умением ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики, совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию, лежащую в их основе (ПК-7);
- собственное видением прикладного аспекта в строгих математических формулировках (ПК-8);
- способностью к творческому применению, развитию и реализации математически

- сложных алгоритмов в современных программных комплексах (ПК-9);
- определением общих форм, закономерностей, инструментальных средств для групп дисциплин (ПК-10);
- способностью различным образом представлять и адаптировать математические знания с учетом уровня аудитории (ПК-11);
- способностью к управлению и руководству научной работой коллективов (ПК-12);
- умением формулировать в проблемно-задачной форме нематематические типы знания (в том числе гуманитарные) (ПК-13);
- умением применять базовые модели и алгоритмы вычислительной математики к решению задач прикладного характера (ПК-14);
- способностью разрабатывать, анализировать и обосновывать адекватность математических моделей (ПК-15);
- способностью проводить сравнительный анализ и осуществлять обоснованный выбор алгоритмических и программно-аппаратных средств (ПК-16);
- способностью моделировать и проектировать структуры данных и знаний, прикладные и информационные процессы (ПК-17).

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать

- современное состояние и тенденции развития соответствующих разделов вычислительной математики;
- возможности использования теории монотонных процессов для математического моделирования и дальнейшего использования этой теории в своей профессиональной деятельности;
- основные научные достижения в области теории монотонных процессов, как фундаментальные, так и прикладной направленности.

Уметь

- оперировать современным аппаратом теории вычислительной математики;
- проводить научные исследования, используя как классические, так и современные разделы вычислительной математики.

Владеть

- методами анализа теории монотонных процессов, использующими современный аппарат фундаментальных дисциплин, особенно функционального анализа;
- методами качественного исследования теории монотонных процессов, в том числе анализу сложных объектов;
- компьютерными технологиями для реализации соответствующих численных алгоритмов исследования поведения систем сложной природы.

1.3. Краткое описание дисциплины

В курсе изучаются нелинейные математические задачи. Курс охватывает широкий спектр корректных и некорректных задач, указываются способы построения итерационных процессов и методов их регуляризации.

Цель курса – познакомить студентов с фундаментом теории и современными методами решения нелинейных некорректных задач.

Основная задача курса – ввести студентов в проблему очень важного раздела современной

вычислительной математики и функционального анализа с тем, чтобы они могли изучить основные классы нелинейных некорректных задач и освоить подходы к построению эффективных алгоритмов их решения.

В курсе широко используются многие разделы функционального анализа, вычислительной математики, методы оптимизации и вариационного исчисления.

Студенты должны овладеть базовыми методами решения нелинейных некорректных задач и навыками по численной реализации алгоритмов, построенных на их основе.

Основное содержание курса составляют оригинальные разработки лектора, опубликованные в виде монографий, учебных и методических пособий и отражающие современное состояние теории монотонных процессов в полуупорядоченных пространствах.

1.4. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 100% объема аудиторной нагрузки по дисциплине.

1.5.Трудоемкость освоения дисциплины

Очная форма обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Номер учебного семестра
		6
Аудиторные занятия, час.	4	4
Лекции, час.	4	4
Практические занятия, час.		
Лабораторные работы, час.		
Самостоятельная работа студентов, час.	104	104
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	3	3
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Полуупорядоченные множества и пространства	Аксиоматика полуупорядоченных множеств и пространств. Примеры множеств и пространств.

		<p>Общий метод построения конуса. Примеры конусов. Нормальный конус. Критерии нормальности конуса. Правильные и вполне правильные конусы. Их взаимосвязь. Миниэдральные и сильно миниэдральные конусы.</p>
P2	Операторное уравнения 2-го рода	<p>Теорема существования решения операторного уравнения 2-го рода на порядковом интервале. Достаточные условия отображения оператором порядкового интервала в себя. Теорема сходимости парного итерационного процесса для уравнения 2-го рода и следствия из нее.</p>
P3	Явные и неявные итерационные процессы	<p>Примеры сходимости парного процесса для систем линейных уравнений, интегральных и дифференциальных уравнений. Итерационные процессы для монотонно разложимых операторов. Примеры. Явные итерационные процессы для уравнений 1-го рода. Теорема сходимости. Неявные итерационные процессы типа Ньютона-Чаплыгина. Приложение процессов Ньютона-Чаплыгина к нелинейным уравнения Вольтерра. Примеры нелинейных интегральных уравнений для самостоятельного численного решения.</p>

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ

(по очной форме обучения)

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Лабораторный практикум

Не предусмотрен.

4.2 Практические занятия

Не предусмотрены

4.3 Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля

4.3.1. *Примерный перечень тем рефератов*

Не предусмотрен.

4.3.2. *Примерный перечень тем домашних работ*

Не предусмотрены

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ*

Не предусмотрены

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

Не предусмотрены

4.3.6. *Примерная тематика коллоквиумов*

Не предусмотрены

4.3.7. *Примерная тематика курсового проекта (работы)*

Не предусмотрены

4.4 Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

- 1) Аксиоматика полуупорядоченных множеств и пространств.
- 2) Примеры множеств и пространств.
- 3) Общий метод построения конуса. Примеры конусов.
- 4) Нормальный конус. Критерии нормальности конуса .
- 5) Правильные и вполне правильные конусы. Их взаимосвязь .
- 6) Миниэдральные и сильно миниэдральные конусы .
- 7) Теорема существования решения операторного уравнения 2-го рода на порядковом интервале.
- 8) Достаточные условия отображения оператором порядкового интервала в себя.

- 9) Теорема сходимости парного итерационного процесса для уравнения 2-го рода и следствия из нее.
- 10) Примеры сходимости парного процесса для систем линейных уравнений, интегральных и дифференциальных уравнений .
- 11) Итерационные процессы для монотонно разложимых операторов. Примеры .
- 12) Явные итерационные процессы для уравнений 1-го рода. Теорема сходимости .
- 13) Неявные итерационные процессы типа Ньютона-Чаплыгина .
- 14) Приложение процессов Ньютона-Чаплыгина к нелинейным уравнениям Вольтерра

В качестве аттестации может засчитываться доклад аспиранта с предшествующей исследовательской работой .

5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

5.1. Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

- 1) Кузнецов И.Н. Методика научного исследования : Учебно-методическое пособие для магистрантов и аспирантов — Минск : БГУ, 2012. — 246 с.
- 2) Волков Ю.Г. Диссертация: подготовка, защита, оформление : практическое — Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2012. — 158 с.
- 3) Ягола А.Г., Ван Янфей, Степанова И.Э., Титаренко В.Н. Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 216 с.
- 4) Леонов А.С. Решение некорректно поставленных обратных задач: Очерк теории, практические алгоритмы и демонстрации в МАТЛАБ. М.: УРСС, 2013. 336 с.
- 5) Кабанихин С.И. Обратные и некорректно поставленные задачи. Новосибирск. Сибирское научное издательство. 2009.

5.1.2. Дополнительная литература

- 1) Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. М.: Мир, 1980.
- 2) Василенко В.А. Сплайн-функции: теория, алгоритмы, программы. Новосибирск: Наука, 1983.
- 3) Апарцин А.С. Некоторые интегральные (разностные) неравенства и их приложения. Учебное пособие. Иркутск, изд-во Иркутск. гос. ун-та, 1988.
- 4) Годунов С.К., Антонов А.Г., Кирилук О.П., Костин В.П. Гарантированная точность решения систем линейных уравнений в евклидовых пространствах. Новосибирск: Наука, 1988.
- 5) Бабенко К.И. Основы численного анализа. М.: Наука, 1986.
- 6) Васин В.В., Агеев А.Л. Некорректные задачи с априорной информацией. УИФ "Наука", Екатеринбург, 1993.
- 7) Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1974.
- 8) Иванов В.И., Васин В.В., Танана В.П. Теория линейных некорректных задач и её приложения. М.: Наука, 1978.

- 9) Завьялов Ю.С., Квасов В.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн функций. М.: Наука, 1980.
- 10) Карманов В.Г. Математическое программирование: Учебное пособие. М.: Наука, 1980.
- 11) Васин В.В. Методы решения плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений: Учебное пособие. Свердловск, изд-во СГИ, 1988.
- 12) Васин В.В. Методы решения неустойчивых задач: Учебное пособие. Свердловск, изд-во УрГУ, 1989.
- 13) Бакушинский А.Б., Гончарский А.В. Итеративные методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1989.

5.1.3. Методические разработки

Нет

5.2. Электронные образовательные ресурсы

Все аспиранты имеют полный доступ к перечисленным ресурсам, в т.ч. через авторизованный доступ из сети интернет:

1. Международный индекс научного цитирования Scopus компании Elsevier B.V.
2. Международный индекс научного цитирования Web of Science компании Clarivate Analytics
3. Журналы издательства Wiley
4. Электронная библиотека IEEEEXPLORE Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
5. Журналы American Physical Society (Американского физического общества)
6. Журналы Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
7. MathSciNET - реферативная база данных American Mathematical Society (Американского математического общества)
8. Патентная база компании QUESTEL
9. Журнал Science Online
10. Журнал Nature
11. Журналы издательства Oxford University Press
12. Журналы издательства SAGE Publication
13. Журналы Американского института физики
14. Журналы Института физики (Великобритания)
15. Журналы Оптического общества Америки
16. Материалы международного общества оптики и фотоники (OSA)
17. Журналы издательства Cambridge University Press
18. Научные журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG
19. База данных Annual Reviews Science Collection
20. База данных CASC- Коллекция компьютерных и прикладных наук компании EBSCO Publishing
21. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing
22. База данных Association for Computing Machinery (ACM)
23. База диссертаций ProQuest Dissertations & Theses Global Журнальные базы данных мировой научной информации Freedom Collection компании Elsevier
24. Информационно-аналитическая система управления научными исследованиями Pure компании Elsevier B. V.
25. Наукометрическая база данных Scival компании Elsevier B. V.
26. Аналитическая и информационная база данных REAXYS компании Elsevier,

27. Научные базы данных компании EBSCO Publishing: Business Source Complete и Academic Search Complete, Информационно-поисковая система EBSCO Discovery Service, IEEE All- Society Periodicals Package,
28. Базы данных компании East View,
29. Электронная библиотека диссертаций РГБ;
30. Информационно-аналитическая система FIRA PRO компании ООО«Первое Независимое Рейтинговое Агентство»,
31. Электронная система нормативно-технической документации "Техэксперт" компании КОДЕКС,
32. Базы данных «Интегрум Профи» компании «Интегрум медиа»,
33. Наукометрические базы данных Incites и Journal Citation Report компании Clarivate Analytics,
34. Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX компании «Научная электронная библиотека».

5.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows7
2. Microsoft Office 2010
3. Microsoft VISIO

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Платформа Springer Link
2. Платформа Nature
3. База данных Springer Materials
4. База данных Springer Protocols
5. База данных zbMath
6. База данных Nano
7. База данных Кембриджского центра структурных данных CSD Enterprise

5.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Не используется

6 УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аспиранты кафедры вычислительной математики и компьютерных наук обеспечены специальными помещениями для проведения занятий:

- лекционного типа с наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей) (общеинститутские лекционные аудитории, кафедральные ауд. 613, 615);
- занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (общеинститутские аудитории и вычислительные центры, кафедральные ауд. 613, 615);
- лабораторных и научно-исследовательских работ – ауд. 613, 615.

7 ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Оглавление

1	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Вычислительная математика	3
1.1.	Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.2.	Требования к результатам освоения дисциплины	4
1.3.	Краткое описание дисциплины	4
1.4.	Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:	5
1.5.	Трудоемкость освоения дисциплины.....	5
2	СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
3	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ.....	6
4	ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	8
4.1	Лабораторный практикум	8
4.2	Практические занятия	8
4.3	Самостоятельная работа студентов и мероприятия текущего контроля.....	8
4.3.1.	<i>Примерный перечень тем рефератов</i>	<i>8</i>
4.3.2.	<i>Примерный перечень тем домашних работ</i>	<i>8</i>
4.3.3.	<i>Примерный перечень тем контрольных работ</i>	Ошибка! Закладка не определена.
4.3.4.	<i>Примерный перечень тем расчетных работ</i>	<i>8</i>
4.3.5.	<i>Примерный перечень тем расчетно-графических работ</i>	<i>8</i>
4.3.6.	<i>Примерная тематика коллоквиумов.....</i>	<i>8</i>
4.3.7.	<i>Примерная тематика курсового проекта (работы).....</i>	<i>8</i>
4.4	Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине.....	8
5	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	9
5.1.	Рекомендуемая литература	9
5.1.1.	Основная литература	9
5.1.2.	Дополнительная литература	9
5.1.3.	Методические разработки.....	10
5.2.	Электронные образовательные ресурсы.....	10
5.3.	Программное обеспечение.....	11
5.3.	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	11
5.4.	Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы).....	11
6	УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
7	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ	11