

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 алгебры и фундаментальной информатики
Кафедра вычислительной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке

_____ В.В. Кружаев

«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ
И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

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

Направление	Направленность	Квалификация
02.06.01 Компьютерные и информационные науки	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	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
02.06.01	Компьютерные и информационные науки	30.07.14 с изменениями от 30.04.2015, приказ № 464	864

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Шур А.М.	Д-р физ.-мат. наук, профессор	профессор	Алгебры и фундаментальной информатики	

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедр:

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Читающая кафедра – Алгебры и фундаментальной информатики	07.09.2017	№1	М.В.Волков	
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 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

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

1.1. Цели дисциплины

Целями освоения дисциплины Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ являются

- формирование итоговых представлений о роли общей алгебры, математической логики и теории чисел в разработке математических моделей в других областях науки;
- формирование итоговых представлений о роли дискретной математики, общей алгебры, математической логики в разработке численных алгоритмов и комплексов программ.

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);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- 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);
- способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций (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-исследовательской 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:

- классическую теорию алгоритмов, классические результаты и современное состояние теории сложности вычислений;
- классические разделы математической логики и ее приложения к описанию комбинаторных задач;
- основные разделы теории графов, включая теорию случайных графов и теорию экспандеров;
- классические разделы и современное состояние теории формальных языков, их распознавателей и преобразователей (автоматов и машин) и порождающих систем (грамматик).

Уметь:

- строить и исследовать математические модели дискретных процессов с использованием графов, автоматов, языков, матроидов и других дискретноматематических объектов;
- строить эквивалентные переходы между логическими, алгебраическими и комбинаторными записями математических проблем;
- разрабатывать алгоритмы для решения дискретных задач и анализировать их сложность.

Владеть:

- методами построения и оценки алгоритмов;

- методами теории сложности;
- методами теории графов;
- методами теории автоматов и теории формальных языков;
- методами математической логики и теории вычислимости.

1.3. Краткое описание дисциплины

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» предназначена для подготовки аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

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

1.4. Трудоемкость освоения дисциплины

Очная форма обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Номер учебного семестра
		4
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)	Э	Э
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание*
P1	Математическая логика	Алгебра логики, логика первого порядка, теория вычислимости, расширения логики первого порядка, темпоральная логика
P2	Алгоритмы и сложность	Построение и анализ эффективных алгоритмов, вероятностные и приближенные алгоритмы, теория

		сложности и ее приложения
Р3	Теория графов	Комбинаторная теория графов, спектральная теория графов, теория случайных графов, теория экспандеров
Р4	Теория автоматов и формальных языков	Конечные автоматы и регулярные языки, МП-автоматы и контекстно-свободные языки, расширения контекстно-свободных языков, языки и автоматы на деревьях

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ (по очной форме обучения)

Семестр обучения: 4

Объем дисциплины (зач.ед.): 3

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)		Виды, количество и объемы мероприятий																									
				Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)													
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего	Лекции	Практ., семинар. занятия	Лабораторные работы	И/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа / Междисц. курсовая работа*	Курсовой проект / Междисц. курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*		
																												P1	Математическая логика
P2	Алгоритмы и сложность	26	1	1			25	25																					
P3	Теория графов	26	1	1			25	25																					
P4	Теория автоматов и формальных языков	26	1	1			25	25																					
Всего по дисциплине (час.):		10890																											18

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный

не предусмотрено

4.2. Практические

не предусмотрено

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. *Примерный перечень тем рефератов*

4.3.2. *Примерный перечень тем домашних работ*

Не предусмотрено

4.3.3. *Примерный перечень тем контрольных работ*

Не предусмотрено

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ*

Не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

Не предусмотрено

4.3.6. *Примерная тематика коллоквиумов*

Не предусмотрено

4.3.7. *Примерная тематика курсовых проектов работ*

Не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине

1. Эйлеров цикл, теорема Эйлера для неориентированного и ориентированного случаев, сложность алгоритмов поиска эйлера цикла.
2. Гамильтонов цикл, теоремы Оре и Хватала, NP-полнота задачи поиска гамильтонова цикла.
3. Планарные графы, миноры, критерий планарности.
4. Раскраски графов, теорема Брукса и Хивуда, NP-полнота задачи о 3-раскраске.
5. Случайные графы. Фазовый переход для свойства «связность».
6. Спектры графов. Теорема о коэффициентах характеристического многочлена.
7. Булевы функции, задача SAT, теорема Кука.
8. Варианты задачи SAT (k-SAT, MaxSAT, QSAT) и их сложность.
9. Задача CSP, ее сложность и полиномиальные подклассы.
10. Булевы схемы и схемная сложность.
11. Метод резолюций в логике первого порядка.
12. Теорема Гёделя о полноте логики первого порядка.
13. Теорема компактности логики первого порядка.
14. Теорема Гёделя о неполноте.

15. Монадическая логика второго порядка и регулярные языки.
16. Рекурсивность и вычислимость, эквивалентность тезисов Тьюринга и Чёрча.
17. Классы NP и coNP. Сертифицируемость, асимметрия.
18. Сводимость в логарифмическом пространстве. Полнота задач распознавания.
19. Теорема Нива о конечных трансдьюсерах.
20. Теорема Трахтмана о раскраске дорог.
21. PSPACE-полные задачи о конечных автоматах.
22. Контекстно-свободные грамматики и языки, теорема о подстановке.
23. Контекстно-свободные грамматики и языки, лемма о накачке.
24. МП-автоматы, теорема о распознавании класса контекстно-свободных языков.
25. Хэш-функции, универсальные классы хэш-функций.
26. Быстрое преобразование Фурье и его применение в алгоритмах на строках.
27. Классификация NP-Полных задач по приближаемости. Классы APX, PTAS, FPTAS.
28. Задача об укладке рюкзака, построение FPTAS.
29. Потоки в графах, теорема и алгоритм Форда-Фалкерсона.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. Дискретная математика. Графы, матроиды, алгоритмы : учеб. пособие [для вузов]. СПб : Лань, 2010.

7.1.2. Дополнительная литература

1. М. Холл. Комбинаторика. М.: Мир, 1970.
2. Данциг Д. Линейное программирование, его применения и обобщения. - М., Прогресс, 1966.
3. А.В. Ахо, М.С. Лам, Р. Сети, Дж.Д. Ульман. Компиляторы. Принципы, технологии и инструментарий. 2-е изд. СПб.: Вильямс, 2008.
4. Андерсон Д.А. Дискретная математика и комбинаторика. СПб.: Вильямс, 2004.
5. Замятин А.П., Шур А.М. Языки, грамматики, распознаватели. Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2007.
6. Верещагин Н.К., Шень А. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. М.: МЦНМО, 2000.
7. J. Kleinberg, E. Tardos. Algorithm design. NY: Pearson, 2006.
8. R.L. Graham, M. Grötschel, L. Lovász. Handbook of Combinatorics, Volume 1. Elsevier, 1995.
9. J.L. Gross, J. Yellen. Handbook of Graph Theory. CRC Press, 2003.
10. Р. Грэхем, Д. Кнут, О. Паташник. Конкретная математика. Основания информатики. М: Мир, 2010.
11. Т.Х. Кормен, Ч.И. Лейзерсон, Р.Л. Ривест, К. Штайн. Алгоритмы. Построение и анализ. СПб.: Вильямс, 2012.
12. Ф.А. Новиков. Дискретная математика для программистов. 3-е изд. СПб.: Питер, 2009.
13. Чень Ч., Ли Г. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем. М.: Наука. 1983.

а. Программное обеспечение

1. MicrosoftWindows7

2. MicrosoftOffice 2010
3. Microsoft VISIO

в. 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

с. 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 IEEEXPLORE 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,

6. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аспиранты кафедры вычислительной математики и компьютерных наук, а также кафедры алгебры и фундаментальной информатики обеспечены специальными помещениями для проведения занятий:

- лекционного типа (лекционные аудитории Института естественных наук и математики);

- занятий семинарского типа, 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 (аудитории Института естественных наук и математики, помещения кафедры алгебры и фундаментальной информатики и Лаборатории комбинаторной алгебры ИЕНиМ УрФУ).

7. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания кафедры	Дата заседания кафедры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

Оглавление

1. 1.ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Краткое описание дисциплины	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимый в интерактивной форме	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины	5
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ	6
4. ОРАГНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
6. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
7. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ	11