

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке

\_\_\_\_\_ В.В. Кружаев

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

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

Направление	Направленность	Квалификация
Математика и механика	Математическая логика, алгебра и теория чисел	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	30.07.2014 с изменениями от 30.04.2015, приказ № 464	866

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 – Алгебры и фундаментальной информатики	07.09.2017	№1	М.В.Волков	

Согласовано:

Председатель учебно-методического совета  
Института естественных наук и математики

Е.С.Буянова

Протокол № 1 от 26.09.2017 г.

Начальник ОПНПК

О.А. Неволлина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Дискретная математика и математическая кибернетика

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

### 1.1. Цели дисциплины

Целями освоения дисциплины являются

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

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);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);
- пониманием роли и места дискретной математики и математической кибернетики в математике в целом, их связи с другими разделами математики и другими областями науки (ПК-1);
- способностью оценивать вычислительную, дескриптивную и комбинаторную сложность алгоритмов, задач, формальных языков (ПК-3);
- способностью и готовностью к педагогической деятельности в области профессиональной подготовки в образовательных организациях высшего образования, дополнительного профессионального образования, профессиональных образовательных организациях (ПК-5).

### 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 дискретно-математических 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 «Дискретная математика и математическая кибернетика» предназначена для подготовки аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности 01.01.09 – Дискретная математика и математическая кибернетика.

**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
		<b>6</b>
Аудиторные занятия, час.	4	4
Лекции, час.	4	4

Практические занятия, час.		
Лабораторные работы, час.		
<b>Самостоятельная работа студентов, час.</b>	104	104
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	3	2
<b>Общая трудоемкость по учебному плану, час.</b>	108	108
<b>Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.</b>	3	3

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Код раздела</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Содержание*</b>
<b>P1</b>	<b>Математическая логика</b>	Алгебра логики, логика первого порядка, теория вычислимости, расширения логики первого порядка, темпоральная логика
<b>P2</b>	<b>Алгоритмы и сложность</b>	Построение и анализ эффективных алгоритмов, вероятностные и приближенные алгоритмы, теория сложности и ее приложения
<b>P3</b>	<b>Теория графов</b>	Комбинаторная теория графов, спектральная теория графов, теория случайных графов, теория экспандеров
<b>P4</b>	<b>Теория автоматов и формальных языков</b>	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: 6

Объем дисциплины (зач.ед.):

3

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)		Виды, количество и объемы мероприятий																																
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)		Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)												Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)																			
			Всего	Лекции	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*																
																					Практич., семинар. занятия	Лабораторные работы	Н/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы													
P1	Математическая логика	26	1	1	25	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Всего по дисциплине (час.):</b>		<b>108</b>	104																						4											

## **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***

Не предусмотрено

#### **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 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 трансдюсерах.
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. Microsoft Windows 7
2. Microsoft Office 2010
3. Microsoft VISIO

**б. 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

**в. Электронные образовательные ресурсы**

Все студенты 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

**6. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Аспиранты кафедры алгебры и фундаментальной информатики обеспечены




## Оглавление

<b>1. 1.ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Дискретная математика и математическая кибернетика»</b>	<b>3</b>
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
<b>2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>5</b>
<b>3. 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ</b>	<b>6</b>
<b>4. ОРАГНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>7</b>
<b>5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>9</b>
<b>6. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>10</b>
<b>7. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ</b>	<b>11</b>