

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

"\_\_\_" 20\_\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Дискретные и вероятностные модели М2.Б.2

Направление подготовки: 010400.68 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Гайнутдинова А.Ф.

**Рецензент(ы):**

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Аблаев Ф. М.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" 201\_\_\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" 201\_\_\_\_ г

Регистрационный №

Казань  
2014

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Гайнутдинова А.Ф. кафедра теоретической кибернетики отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , Aida.Gainutdinova@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Данный курс предназначен для студентов-магистров первого года обучения. Целью данного курса является изучение различных детерминированных и вероятностных вычислительных моделей. Курс направлен на расширение и углубление образования студентов в области компьютерных наук, формирования у них системного мышления путем изучения подходов в проблематике построения дискретных и вероятностных вычислительных моделей, понимания проблем и современного состояния предметной области, умения анализировать и самостоятельно приобретать и применять новые знания и умения, формирование у студентов профессиональных компетенций.

Дискретные вычислительные модели могут быть классифицированы по объему используемой памяти как модели без памяти (схемы), модели с конечной памятью (автоматы), модели с потенциально бесконечной памятью (машины Тьюринга); по способу функционирования как детерминированные, недетерминированные, вероятностные модели.

Вычислительные модели также могут рассматриваться как формализация понятия алгоритм. Известно, что вычислительные задачи могут быть разбиты на классы в соответствии со сложностью их решения. Классы задач, которые могут быть решены на рассматриваемой вычислительной модели с определенными ограничениями на память и время составляют соответствующий класс сложности. Крайне важно понимать, каким образом соотносятся между собой основные сложностные классы, а также, какие вопросы в данной области на сегодняшний день пока не решены. Так, известно, что один из таких открытых вопросов о соотношении классов P и NP входит в список важнейших нерешенных проблем тысячелетия. Решение данной проблемы будет иметь важное значение для различных областей науки и практики.

В данном курсе рассматриваются такие вычислительные модели, как детерминированные, недетерминированные и вероятностные машины Тьюринга, автоматы и схемы из функциональных элементов. На основе моделей машин Тьюринга вводятся классы сложности, определяющие языки, распознаваемые с различными ограничениями на время и память. Рассматриваются соотношения между классами сложности и методы их доказательства. Приводятся примеры языков, принадлежащих рассматриваемым сложностным классам.

Для вероятностных вычислительных моделей рассматриваются классы сложности, определяемые различными критериями распознавания языков и соотношения между ними и детерминированными классами.

Также в курсе рассматривается понятие С-трудного и С-полного языка, при-меры NP-полных языков и методы доказательства NP-полноты. Рассматриваются однородные и неоднородные классы сложности, обсуждается разница между однородными и неоднородными вычислительными моделями.

Программа курса предусматривает лекции и практические занятия (30 часов). В самостоятельную работу студентов входит освоение теоретического материала, изучение основной литературы, знакомство с дополнительной литературой, выполнение домашних заданий и подготовка к экзамену.

Также в курсе рассматривается понятие С-трудного и С-полного языка, примеры NP-полных языков и методы доказательства NP-полноты. Рассматриваются однородные и неоднородные классы сложности, обсуждается разница между однородными и неоднородными вычислительными моделями.

Программа курса предусматривает лекции. В самостоятельную работу студентов входит освоение теоретического материала, изучение основной литературы, знакомство с дополнительной литературой, выполнение домашних заданий и подготовка к зачету.

## **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.Б.2 Профессиональный" основной образовательной программы 010400.68 Прикладная математика и информатика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестре.

Данная учебная дисциплина входит в состав профессиональных дисциплин, М2.Б.2. Читается на 1 курсе, в 1 семестре.

Для освоения материала данного курса студент должен прослушать курсы "Дискретная математика", "Автоматы и грамматики", "Теория информации и кодирования", быть знаком с теорией сложности вычислений.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способность и готовность к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способность свободно пользоваться русским и иностранным языками, как средством делового общения; способность к активной социальной мобильности
ОК-9 (общекультурные компетенции)	способность использовать углублённые знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способность разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий по направлениям профильной подготовки
ПК-11 (профессиональные компетенции)	способность работать в международных проектах по тематике специализации
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способность проводить семинарские и практические занятия со студентами, а также лекционные занятия спецкурсов по профилю специализации
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью разрабатывать учебно-методические комплексы для электронного и мобильного обучения;

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

определения различных дискретных и вероятностных моделей вычислений (машин Тьюринга, автоматов, схем из функциональных элементов); то, каким образом производится обработка входных слов и распознавание языков в данных моделях; различия между классами рекурсивных и рекурсивно-перечислимых языков; определения основных сложностных классов для де-терминированных, недетерминированных и вероятностных машин Тьюринга (LSPACE, P, PSPACE, NP, EXPTIME, PP, BPP, RP, co-RP, ZPP); смысл понятий С-трудный и С-полный язык; различие между однородными и неоднородными вычислительными моделями;

2. должен уметь:

ориентироваться в области сложности вычислений, и в том, где и каким образом применяются знания из этой области.

3. должен владеть:

приемами и методами доказательства принадлежности языков определенным классам сложности, методами доказательств соотношений между различными классами сложности, методами доказательства NP-полноты языков.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

готовность и способность применять полученные знания на практике.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Алфавит, слова в алфавите, язык. Свойства: множество всех слов счетно; множество всех языков несчетно. Метод диагонализации.	1		1	0	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Детерминированная машина Тьюринга, распознавание слов, языков. Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые языки.	1		1	0	0	устный опрос
3.	Тема 3. Тезис Черча. Классы сложности Time( $f(n)$ ), Space( $f(n)$ ). Теоремы о соотношении классов сложности Time( $f(n)$ ) и Space( $f(n)$ ).	1		1	0	1	дискуссия
4.	Тема 4. Основные детерминированные классы сложности LSPACE, P, PSPACE, EXPTIME.	1		1	0	1	домашнее задание
5.	Тема 5. Определение конечного автомата. Теорема о соотношении классов сложности Reg и LSPACE.	1		1	0	2	контрольная точка
6.	Тема 6. Недетерминированные машины Тьюринга, представление слов, распознавание языков недетерминированной машиной Тьюринга.	1		2	0	1	устный опрос
7.	Тема 7. Класс сложности NP.	1		0	0	0	дискуссия
8.	Тема 8. Понятие полиномиальной сводимости языков. Свойства полиномиальной сводимости.	1		0	0	2	домашнее задание
9.	Тема 9. Понятие С-трудного и С-полного языка. NP-полный язык.	1		1	0	1	дискуссия
10.	Тема 10. Доказательство NP-полноты.	1		0	0	1	устный опрос
11.	Тема 11. Классы сложностей-дополнений.	1		1	0	1	дискуссия

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. Вероятностная машина Тьюринга. Принятие слов, критерии распознавания языков вероятностными машинами Тьюринга.	1		2	0	1	домашнее задание
13.	Тема 13. Распознавание языков с изолированной ошибкой. Класс сложности BPP.	1		1	0	0	домашнее задание
14.	Тема 14. Увеличение вероятности правильного результата для классов BPP, PP.	1		0	0	1	дискуссия
15.	Тема 15. Вероятностные классы сложности RP, co-RP.	1		1	0	1	домашнее задание
16.	Тема 16. Вероятностный класс сложности ZPP.	1		1	0	1	устный опрос
17.	Тема 17. Однородные и неоднородные вычислительные модели. Однородные и неоднородные классы сложности.	1		0	0	1	устный опрос
18.	Тема 18. Теорема о включении класса BPP в класс P/poly.	1		1	0	0	контрольная точка
.	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	экзамен
	Итого			15	0	15	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Алфавит, слова в алфавите, язык. Свойства: множество всех слов счетно; множество всех языков несчетно. Метод диагонализации.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Алфавит, слова в алфавите, язык. Свойства: множество всех слов счетно; множество всех языков несчетно. Метод диагонализации. Вычислительные модели как формализация понятия алгоритм. Вычислительные задачи как языки. Пространственная и времененная сложность

**Тема 2. Детерминированная машина Тьюринга, распознавание слов, языков. Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые языки.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Детерминированная машина Тьюринга, распознавание слов, языков. Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые языки. Теорема о рекурсивности языка.

**Тема 3. Тезис Черча. Классы сложности Time(f(n)), Space(f(n)). Теоремы о соотношении классов сложности Time(f(n)) и Space(f(n)).**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Тезис Черча. Понятие сложностных классов. Полиномиальный те-зис Черча. Понятие о пространственной и временной сложности, доказательство соотношений между ними.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Построение детерминированной машины Тьюринга с заданными характеристиками по времени и памяти.

**Тема 4. Основные детерминированные классы сложности LSPACE, P, PSPACE, EXPTIME.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Основные детерминированные классы сложности LSPACE, P, PSPACE, EXPTIME.

Доказательство соотношений между ними. Примеры языков, принадлежащих классам LSPACE, P, PSPACE, EXPTIME .

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Построение детерминированной машины Тьюринга.

**Тема 5. Определение конечного автомата. Теорема о соотношении классов сложности Reg и LSPACE.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Понятие конечного автомата. Сравнительный анализ модели конечного автомата и машины Тьюринга. Теорема о соотношении классов сложности Reg и LSPACE.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Построение детерминированного конечного для конкретных языков.

**Тема 6. Недетерминированные машины Тьюринга, представление слов, распознавание языков недетерминированной машиной Тьюринга.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Определение недетерминированной машины Тьюринга. Представление слов, распознавание языков недетерминированной машиной Тьюринга. Соотношения детерминированных и не-детерминированных классов сложности (по времени и памяти).

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Построение недетерминированной машины Тьюринга.

**Тема 7. Класс сложности NP.**

**Тема 8. Понятие полиномиальной сводимости языков. Свойства полиномиальной сводимости.**

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Полиномиальная сводимость языков

**Тема 9. Понятие С-трудного и С-полного языка. NP-полный язык.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

С- трудные и С- полные языки. Понятие NP-полного языка. Полиномиальная эквивалентность  $\equiv_p$  языков. Свойства полиномиальной эквивалентности.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Доказательство NP-полноты языков.

**Тема 10. Доказательство NP-полноты.**

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Методы доказательство NP-полноты.

**Тема 11. Классы сложностей-дополнений.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Классы сложностей-дополнений. Свойства Reg=co-Reg, LSPACE=co-LSPACE, PSPACE=co-PSPACE, P=co-P, EXPTIME=co-EXPTIME. Соотношения недетерминированных классов и их дополнений.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Доказательства принадлежности языков классам сложности

**Тема 12. Вероятностная машина Тьюринга. Принятие слов, критерии распознавания языков вероятностными машинами Тьюринга.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Вероятностная машина Тьюринга

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Построение вероятностной машины Тьюринга

**Тема 13. Распознавание языков с изолированной ошибкой. Класс сложности BPP.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Распознавание языков с изолированной ошибкой. Класс сложности BPP. Соотношение классов сложности P, RP, BPP

**Тема 14. Увеличение вероятности правильного результата для классов BPP, RP.**

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Построение надежных вероятностных алгоритмов

**Тема 15. Вероятностные классы сложности RP, co-RP.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Вероятностные классы сложности RP, co-RP. Увеличение вероятности правильного результата для этих классов. Соотношения классов сложности RP, co=RP, BPP.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Построение надежных вероятностных алгоритмов

**Тема 16. Вероятностный класс сложности ZPP.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Вероятностный класс сложности ZPP. Соотношение с другими классами сложности.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Построение вероятностной машины Тьюринга

**Тема 17. Однородные и неоднородные вычислительные модели. Однородные и неоднородные классы сложности.**

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Изучение однородных и неоднородных вычислительных моделей

**Тема 18. Теорема о включении класса BPP в класс P/poly.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Класс сложности P/poly

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Алфавит, слова в алфавите, язык. Свойства: множество всех слов счетно; множество всех языков несчетно. Метод диагонализации.	1		подготовка к устному опросу	1	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Детерминированная машина Тьюринга, распознавание слов, языков. Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые языки.	1		подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Тезис Черча. Классы сложности $Time(f(n))$ , $Space(f(n))$ . Теоремы о соотношении классов сложности $Time(f(n))$ и $Space(f(n))$ .	1		подготовка к дискуссии	2	дискуссия
4.	Тема 4. Основные детерминированные классы сложности LSPACE, P, PSPACE, EXPTIME.	1		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
5.	Тема 5. Определение конечного автомата. Теорема о соотношении классов сложности Reg и LSPACE.	1		подготовка к контрольной точке	3	контрольная точка
6.	Тема 6. Недетерминированные машины Тьюринга, представление слов, распознавание языков недетерминированной машиной Тьюринга.	1		подготовка к устному опросу	2	устный опрос
7.	Тема 7. Класс сложности NP.	1		подготовка к дискуссии	3	дискуссия
8.	Тема 8. Понятие полиномиальной сводимости языков. Свойства полиномиальной сводимости.	1		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
9.	Тема 9. Понятие С-трудного и С-полного языка. NP-полный язык.	1		подготовка к дискуссии	2	дискуссия
10.	Тема 10. Доказательство NP-полноты.	1		подготовка к творческому заданию	3	творческое задание
11.	Тема 11. Классы сложностей-дополнений.	1		подготовка к дискуссии	2	дискуссия

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
12.	Тема 12. Вероятностная машина Тьюринга. Принятие слов, критерии распознавания языков вероятностными машинами Тьюринга.	1		подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
13.	Тема 13. Распознавание языков с изолированной ошибкой. Класс сложности BPP.	1		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
14.	Тема 14. Увеличение вероятности правильного результата для классов BPP, PP.	1		подготовка к дискуссии	2	дискуссия
15.	Тема 15. Вероятностные классы сложности RP, co-RP.	1		подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
16.	Тема 16. Вероятностный класс сложности ZPP.	1		подготовка к устному опросу	2	устный опрос
17.	Тема 17. Однородные и неоднородные вычислительные модели. Однородные и неоднородные классы сложности.	1		подготовка к устному опросу	3	устный опрос
18.	Тема 18. Теорема о включении класса BPP в класс P/poly.	1		подготовка к контрольной точке	2	контрольная точка
Итого					42	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме лекционных и лабораторных занятий, а также самостоятельной работы студентов.

Теоретический материал излагается на лекциях. Причем конспект лекций, который остается у студента в результате прослушивания лекции не может заменить учебник. Его цель-формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи зачета минимум и дополнительная литература.

Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать утверждения.

Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы. Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к экзамену. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда будет резерв времени.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Алфавит, слова в алфавите, язык. Свойства: множество всех слов счетно; множество всех языков несчетно. Метод диагонализации.**

устный опрос , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение. Пространственная и временная сложность решения задач. Метод диагонализации.

### **Тема 2. Детерминированная машина Тьюринга, распознавание слов, языков. Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые языки.**

устный опрос , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

### **Тема 3. Тезис Черча. Классы сложности Time(f(n)), Space(f(n)). Теоремы о соотношении классов сложности Time(f(n)) и Space(f(n)).**

дискуссия , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение. Временные и пространственные классы сложности.

### **Тема 4. Основные детерминированные классы сложности LSPACE, P, PSPACE, EXPTIME.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

### **Тема 5. Определение конечного автомата. Теорема о соотношении классов сложности Reg и LSPACE.**

контрольная точка , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение. Сравнение автомата и машины Тьюринга с ограничениями по их вычислительным возможностям.

### **Тема 6. Недетерминированные машины Тьюринга, представление слов, распознавание языков недетерминированной машиной Тьюринга.**

устный опрос , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

### **Тема 7. Класс сложности NP.**

дискуссия , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

### **Тема 8. Понятие полиномиальной сводимости языков. Свойства полиномиальной сводимости.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

### **Тема 9. Понятие С-трудного и С-полного языка. NP-полный язык.**

дискуссия , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение. Проблема P=NP? Ее важность.

### **Тема 10. Доказательство NP-полноты.**

творческое задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

**Тема 11. Классы сложностей-дополнений.**

дискуссия , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

**Тема 12. Вероятностная машина Тьюринга. Принятие слов, критерии распознавания языков вероятностными машинами Тьюринга.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

**Тема 13. Распознавание языков с изолированной ошибкой. Класс сложности BPP.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

**Тема 14. Увеличение вероятности правильного результата для классов BPP, PP.**

дискуссия , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение. Построение надежных вероятностных алгоритмов.

**Тема 15. Вероятностные классы сложности RP, co-RP.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

**Тема 16. Вероятностный класс сложности ZPP.**

устный опрос , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

**Тема 17. Однородные и неоднородные вычислительные модели. Однородные и неоднородные классы сложности.**

устный опрос , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

**Тема 18. Теорема о включении класса BPP в класс P/poly.**

контрольная точка , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы. Обсуждение.

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

По данной дисциплине предусмотрено проведение экзамена. Примерные вопросы для экзамена - Приложение1.

**Билет 1**

1. Алфавит, слова в алфавите, язык. Свойства: множество всех слов счетно; множество всех языков несчетно. Метод диагонализации.

2. Свойства: язык SAT принадлежит PSPACE.

**Билет 2**

1. Вычислительные задачи как языки. Понятие временной и пространственной сложности.

2. Теорема о соотношении классов сложности Reg и LSPACE.

и т.д.

**7.1. Основная литература:**

Новиков, Ф.А. Дискретная математика: для бакалавров и магистров: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Системный анализ и управление" / Ф.А. Новиков. ?2-е изд.. ?Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2013 .?399 с.

Асанов, М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы: учебное пособие / М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. ?Издание 2-е, исправленное и дополненное. ?Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010. ?362 с.: ил.; 21 см.. ?(Учебники для вузов, Специальная литература).

Шоломов Л.А Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств. - СПб: Лань, 2011-432с.- Режим доступа:  
<http://e.lanbook.com/view/book/1556/>

## **7.2. Дополнительная литература:**

Аблаев Ф. М., Васильев А. В. Классические и квантовые ветвящиеся программы. Казанский (Приволжский) федеральный университет: Ин-ститут вычислительной математики и информационных технологий, Кафедра теоретической кибернетики, 2010.

[http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09\\_62\\_2010\\_000088.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_62_2010_000088.pdf)

Громкович, Юрай. Теоретическая информатика : Введение в теорию автоматов, теорию вычислимости, теорию сложности, теорию алгоритмов, рандомизацию, теорию связи и криптографию. ? Издание 3- е . ? СПб : БХВ- Петербург, 2010 . - 336 с.

Аблаев Ф.М., Хайруллин А.Ф., Аблаев М.Ф. Коммуникационные вычисления  
[http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F527417760/cmtn\\_cmr\\_course\\_2013\\_.pdf](http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F527417760/cmtn_cmr_course_2013_.pdf)

## **7.3. Интернет-ресурсы:**

Аблаев, Фарид Мансурович (д-р физ.-мат. наук ; 1953 -) . Классические и квантовые ветвящиеся программы [Текст: электронный ресурс] / Аблаев Ф. М., Васильев А. В. ? Электронные данные (1 файл: 0,5 Мб) . ? (Казань : Казанский государственный университет, 2010) . ? Загл. с экрана . ? Режим доступа: открытый -

Зверев Г.Н. Теоретическая информатика и её основания. Том 2. ? М.:Физматлит, 2008. ? 576 с.  
- [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2378](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2378)

Интернет-портал образовательных ресурсов КФУ - <http://www.kfu-elearning.ru/>

Интернет-портал образовательных ресурсов по IT - <http://algolist.manual.ru>

Интернет-портал по математическим наукам - <http://www.mathnet.ru>

Интернет-портал ресурсов по математике - [http://www.allmath.com/](http://www.allmath.com)

Интернет-портал ресурсов по математическим наукам - [http://www.math.ru/](http://www.math.ru)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Дискретные и вероятностные модели" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

лекции и лабораторные занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом (маркером)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010400.68 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе Анализ данных и его приложения .

Автор(ы):

Гайнутдинова А.Ф. \_\_\_\_\_  
"\_\_\_" 201 \_\_\_ г.

Рецензент(ы):

"\_\_\_" 201 \_\_\_ г.