

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



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

#### Основы математической обработки информации Б2.В.1

Направление подготовки: 230400.62 - Информационные системы и технологии

Профиль подготовки: Информационные системы в образовании

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Салимов Ф.И.

**Рецензент(ы):**

Аблаев Ф.М.

#### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Аблаев Ф. М.

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

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

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

Регистрационный No 9117214

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. (доцент) Салимов Ф.И. кафедра теоретической кибернетики отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , Farid.Salimov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

В курсе рассматриваются основные математические модели вычислительных устройств с памятью, исследуются вопросы оптимального синтеза таких устройств, изучаются иерархии дискретных преобразователей информации по их возможностям распознавания классов языков, вводятся порождающие грамматики, изучаются связи между грамматиками и преобразователями.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.В.1 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 230400.62 Информационные системы и технологии и относится к вариативной части. Осваивается на 2 курсе, 3, 4 семестры.

Дисциплина "Основы математической обработки информации" относится к базовой части общепрофессионального цикла дисциплин .

### 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)	владение широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в области информационных систем и технологий
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-21 (профессиональные компетенции)	способность проводить оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение качества объекта проектирования
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способность решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

что представляют собой дискретные преобразователи информации (конечные автоматы, автоматы с магазинной памятью, машины Тьюринга, недетерминированные и вероятностные устройства), какие классы задач решаются с использованием различных типов преобразователей, как можно порождать языки посредством грамматик, какие соотношения существуют между грамматиками и преобразователями;

**2. должен уметь:**

- ориентироваться в вопросах алгоритмической разрешимости для различных классов задач;
- определять вид математической модели для решения практической задачи, в том числе, из сферы профессиональных задач;
- использовать метод математического моделирования при решении практических задач в случаях применения простейших математических моделей;

**3. должен владеть:**

теоретическими знаниями о возможностях дискретных преобразователей, как преобразователей информации, так и акцепторов, о классах регулярных и контекстно-свободных языков, о различных иерархиях классов языков;

**4. должен демонстрировать способность и готовность:**

- приобрести навыки в вопросах анализа и синтеза конечных преобразователей информации, минимизации дискретных устройств
- использовать знание основ математической обработки информации в учебной и профессиональной деятельности

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре; экзамен в 4 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. Определение и классификация дискретных преобразователей информации.	3	1-6	6	0	4	домашнее задание

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. Автоматные операторы.	3	7-8	2	0	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Эквивалентность дискретных преобразователей.	3	9-12	4	0	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Задача распознавания языков.	3	13-18	6	0	6	контрольная работа
5.	Тема 5. Отношение левой взаимозамещаемости и его свойства.	4	1-4	4	0	6	домашнее задание
6.	Тема 6. Регулярные языки и регулярные выражения.	4	5-8	4	0	12	домашнее задание
7.	Тема 7. Грамматики. Понятие вывода в грамматиках. Иерархия Хомского. Праволинейные грамматик. КС-грамматики и КС-языки.	4	9-14	6	0	14	контрольная работа
8.	Тема 8. Некоторые разрешимые и неразрешимые задачи в теории автоматов и грамматик.	4	15-18	4	0	4	домашнее задание
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	экзамен
	Итого			36	0	54	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Определение и классификация дискретных преобразователей информации.

#### *лекционное занятие (6 часа(ов)):*

Определение и классификация дискретных преобразователей информации. (конечные автоматы, вероятностные автоматы, автоматы с магазинной памятью, машины Тьюринга, машины с неограниченными регистрами ) Гомоморфизм и эквивалентность дискретных преобразователей.

#### *лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Иерархия дискретных преобразователей. Подсчет числа конечных автоматов, удовлетворяющих определенным условиям. Использование автоматов для решения различных задач: Построение двоичного сумматора. Построение простейшего лексического анализатора. Автоматная реализация задачи построения дополнительного кода.

### Тема 2. Автоматные операторы.

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Автоматные операторы. Необходимые и достаточные условия автоматности оператора. Представление автоматных операторов с использованием деревьев. Конечно-автоматные операторы. Теорема Рени.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Решение задач на определение автоматности оператора. Вес оператора. Конечная автоматность оператора. Построение диаграммы Мура по автоматному оператору.

**Тема 3. Эквивалентность дискретных преобразователей.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Эквивалентность. Связь между гомоморфизмом и эквивалентностью. Теорема о существовании минимального автомата в классе всех эквивалентных конечных автоматов. Разрешимость проблемы определения эквивалентных состояний в конечном автомате. Эквивалентность. Теорема о существовании минимального автомата в классе всех эквивалентных конечных автоматов. Разрешимость проблемы определения эквивалентных состояний в конечном автомате.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Минимизация автоматов. Отношение  $k$ -эквивалентности и его свойства. Алгоритм определения  $k$ -эквивалентных состояний. Алгоритм определения эквивалентности конечных автоматов.

**Тема 4. Задача распознавания языков.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Задача распознавания языков. Понятие языка. Теоретико-множественные свойства языков. Сравнительный анализ представления языков в детерминированных и вероятностных автоматах. Представимость языков в МП автоматах множеством состояний и опустошением магазина.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Задача распознавания языков. Понятие языка. Теоретико-множественные свойства языков. Сравнительный анализ представления языков в детерминированных и вероятностных автоматах. Оценка мощности конечно-автоматных языков. Представимость языков в МП автоматах множеством состояний и опустошением магазина.

**Тема 5. Отношение левой взаимозамещаемости и его свойства.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Отношение левой взаимозамещаемости и его свойства. Теорема Майхилла-Нероуда. Теорема детерминизации источника

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Отношение левой взаимозамещаемости, вычисление ранга отношения. Построение автоматов с использованием теоремы Майхилла Нероуда. Решение задач на детерминизацию источника. Оценка числа состояний детерминированного автомата по числу состояний эквивалентного ему недетерминированного автомата. Вероятностные автоматы. Распознавание языков вероятностными автоматами. Оценка мощности множества языков, представимых вероятностными автоматами.

**Тема 6. Регулярные языки и регулярные выражения.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Регулярные языки и регулярные выражения. Алгебра языков. Регулярные языки и регулярные выражения. Лемма о накачке. Теорема Клини (анализ и синтез).

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

Регулярные языки и регулярные выражения. Алгебра языков. Регулярные языки и регулярные выражения. Доказательство тождественных соотношений для регулярных языков. Лемма о накачке. Доказательство нерегулярности некоторых языков. Задание регулярных языков регулярными выражениями. Построение регулярного выражения по конечному автомату. Построение автомата по регулярному выражению.

## **Тема 7. Грамматики. Понятие вывода в грамматиках. Иерархия Хомского. Праволинейные грамматики. КС-грамматики и КС-языки.**

### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Грамматики. Понятие вывода в грамматиках. Иерархия Хомского. Праволинейные грамматики. КС-грамматики и КС-языки. Лемма Огдена и ее следствия. Сравнение возможности МП и ДМП автоматов в распознавании языков. Грамматики различных типов. Нормальная форма Хомского для контекстно-свободных грамматик

### **лабораторная работа (14 часа(ов)):**

Решение задачи анализа и синтеза для различного типа грамматик. Описание языка по грамматике. Построение грамматики по языку.

## **Тема 8. Некоторые разрешимые и неразрешимые задачи в теории автоматов и грамматик.**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Некоторые разрешимые и неразрешимые задачи в теории автоматов и грамматик. Задача определения пустоты языка. Задача распознавания принадлежности слова языку. Задача эквивалентного представления.

### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Разрешимость задачи принадлежности языку для конечного автомата. Задача определения пустоты языка. Задача распознавания принадлежности слова языку. Задача эквивалентного представления.

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

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Определение и классификация дискретных преобразователей информации.	3	1-6	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
2.	Тема 2. Автоматные операторы.	3	7-8	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
3.	Тема 3. Эквивалентность дискретных преобразователей.	3	9-12	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
4.	Тема 4. Задача распознавания языков.	3	13-18	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
5.	Тема 5. Отношение левой взаимозамещаемости и его свойства.	4	1-4	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
6.	Тема 6. Регулярные языки и регулярные выражения.	4	5-8	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Грамматики. Понятие вывода в грамматиках. Иерархия Хомского. Праволинейные грамматки. КС-грамматики и КС-языки.	4	9-14	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
8.	Тема 8. Некоторые разрешимые и неразрешимые задачи в теории автоматов и грамматик.	4	15-18	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
	Итого				54	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

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

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

### Тема 1. Определение и классификация дискретных преобразователей информации.

домашнее задание , примерные вопросы:

Обсуждение

### Тема 2. Автоматные операторы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка домашнего задания

### Тема 3. Эквивалентность дискретных преобразователей.

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка домашнего задания. Обсуждение

### Тема 4. Задача распознавания языков.

контрольная работа , примерные вопросы:

Проверка домашнего задания

### Тема 5. Отношение левой взаимозамещаемости и его свойства.

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка домашнего задания

### Тема 6. Регулярные языки и регулярные выражения.

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка домашнего задания

### Тема 7. Грамматики. Понятие вывода в грамматиках. Иерархия Хомского. Праволинейные грамматки. КС-грамматики и КС-языки.

контрольная работа , примерные вопросы:

Проверка домашнего задания

### Тема 8. Некоторые разрешимые и неразрешимые задачи в теории автоматов и грамматик.



домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка домашнего задания

**Тема . Итоговая форма контроля**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

Примеры вопросов по текущим формам контроля:

1. Описать автомат, на вход которого поступают слова в алфавите  $a,b,c$ , разделенные пробелом, а на выходе появляется единица в том и только в том случае, если введенная часть входного слова, ограниченная с двух сторон пробелами, содержит в третьей позиции символ  $b$ , а в пятой позиции - символ  $c$ .
2. Построить автомат с минимальным числом состояний  $\langle \{0,1\}, \{s_1, s_2, s_3, ?\}, \{0,1\} \rangle$  для которого выполняется  
 $(s_1, 111) = 010$ ,  $(s_2, 010) = 101$ ,  $(s_3, 010) = 110$ .
3. Построить автомат, который распознает язык, состоящий из слов в алфавите  $\{0,1\}$ , у которых каждые четыре идущих подряд символа содержат ровно одну 1.

Вопросы к экзамену:

1. Определение и классификация дискретных преобразователей информации
2. Автоматные операторы. Примеры.
3. Эквивалентность дискретных преобразователей. Примеры.
4. Задача распознавания языков.
5. Отношение левой взаимозамещаемости и его свойства.
6. Регулярные языки и регулярные выражения.
7. Грамматики.
8. Понятие вывода в грамматиках.
9. Иерархия Хомского.
10. Правolineйные грамматики.
11. КС-грамматики и КС-языки.
12. Некоторые разрешимые и неразрешимые задачи в теории автоматов и грамматик.

По программе предстоит зачет и экзамен.

**ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА:**

**Б и л е т 9**

1. Теорема минимизации конечного автомата.
2. Пусть  $X = \{1, 2, 3, \dots, k\}$ ,  $k > 1$ . Описать автомат, который позволяет определять будет ли входная цепочка в данном алфавите не возрастающей.
3. Построить КС-грамматику, порождающую язык, состоящий из слов в двоичном алфавите, содержащих четное количество нулей и нечетное количество единиц.

### **7.1. Основная литература:**

Информатика. Базовый курс, Симонович, С. В., 2008г.

Дискретная математика для программистов, Новиков, Федор Алексеевич, 2004г.

1. Информатика: Курс лекций. Учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 480 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=204273>

2. Лихтарников Л.М., Сукачева Т. Г. Математическая логика. Курс лекций. Задачник-практикум и решения. - СПб.: Лань, 2009. - 288 с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=231](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=231)

3. Балдин, К. В. Математическое программирование [Электронный ресурс] : Учебник / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукосуев; Под общ. ред. д.э.н., проф. К. В. Балдина. - 2-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2013. - 220 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=415097>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Коннов И.В. Электронный образовательный ресурс "Дополнительные главы теории игр" [Электронный ресурс], 2013 -. Режим доступа: <http://tulpar.kpfu.ru/course/view.php?id=498>
2. Заботин, Игорь Ярославич. Алгоритмы решения оптимизационных задач на графах: учеб. пособие / И.Я. Заботин, В.Р. Фазылов, О.Н. Шульгина; Казан. гос. ун-т. Казань: Казан. гос. ун-т, 2006. 66 с.
3. Введение в методы и алгоритмы принятия решений: Учебное пособие / В.Г. Дорогов, Я.О. Теплова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 240 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0486-2, 1000 экз.  
<http://www.znanium.com/bookread.php?book=241287>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

- Введение в теорию автоматов -  
[e-learning.bmstu.ru/moodle/file.../bmstu\\_IU-6\\_automates\\_theory.pdf](http://e-learning.bmstu.ru/moodle/file.../bmstu_IU-6_automates_theory.pdf)
- Введение в теорию автоматов - Интуит - [www.intuit.ru/studies/courses/1031/242/info](http://www.intuit.ru/studies/courses/1031/242/info)
- Графы и автоматы - [old.kpfu.ru/infres/ilyin/DM.pdf](http://old.kpfu.ru/infres/ilyin/DM.pdf)
- Теория автоматов и формальные языки - [www.unn.ru/books/met\\_files/TAFG.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/TAFG.pdf)
- Теория автоматов, формальных языков - [ict.edu.ru/ft/004979/Posob3.pdf](http://ict.edu.ru/ft/004979/Posob3.pdf)

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

Освоение дисциплины "Основы математической обработки информации" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Для проведения занятий необходимы аудитория, доска и мел.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 230400.62 "Информационные системы и технологии" и профилю подготовки Информационные системы в образовании .

Автор(ы):

Салимов Ф.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Аблаев Ф.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.