

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Формальные грамматики и языки

**Кафедра дискретной математики и информатики  
факультета математики и компьютерных наук**

**Образовательная программа магистратуры**

02.04.02 Фундаментальные информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) программы:  
Информационные технологии

Форма обучения:

**Очная**

Статус дисциплины: входит в часть, формируемую участниками  
образовательных отношений

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины “Формальные грамматики и языки” составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 02.04.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии от «23» августа 2017 №811.

Разработчик(и): кафедра дискретной математики и информатики, преподаватель Ибатов Темирлан Ильмутдинович.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры дискретной математики и информатики от «28» февраля 2022 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой  Магомедов А.М.

(подпись)

на заседании Методической комиссии ФМиКН от

«24» марта 2022г., протокол №4.

Председатель  Ризаев М.К.

(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

(подпись)

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Формальные грамматики и языки» входит в часть образовательной программы магистратуры формируемую участниками образовательных отношений по направлению 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой дискретной математики и информатики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными понятиями теории автоматов и формальных языков. Рассматривается постановка вопроса об изучении формальных языков: возможные определения, способы задания, возникающие проблемы в связи с возможными применениями. Это позволяет определить место специализированных алгоритмов для обработки формальных языков (прежде всего, автоматов) и спектр их свойств, которые следует разобрать.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-5, профессиональных – ПК-1. Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных практических занятий.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: в форме контрольной работы, промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часов), в том числе в академических часах по видам учебных занятий.

Се- мestr	Учебные занятия						Форма проме- жуточной атте- стации	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС		
	Всего	из них						
		Лек- ции	Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации		
2	72			14			58	зачет

#### 1. Цели освоения дисциплины.

Дисциплина «Формальные грамматики и языки» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействует формированию мировоззрения и системного мышления. Целью преподавания дисциплины «Формальные грамматики и языки» является подготовка специалистов к деятельности в сфере разработки, исследования и эксплуатации информационных систем; усвоение студентами понятий, связанных с формальными языками, их распознаванием и обработкой. Данный курс развивает теоретические и практические навыки в работе с формальными языками, дает понимание рамок возможностей работы с формальными языками и те ограничения, которые накладываются на использование формальных языков со стороны формальной теории сложности вычислений. В курсе приводятся доказательства отсутствия алгоритмов (неразрешимости) многочисленных проблем сравнения и упрощения для магазинных автоматов, отсутствия для них каких-либо стандартных форм и, таким образом, демонстрируется ненужность попыток их построения или затрат ресурсов на попытки полной оптимизации

Задачи курса:

- изучение теории формальных языков;

- углублённое изучение автоматов и методов построения трансляторов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Формальные грамматики и языки» относится к части образовательной программы магистратуры формируемой участниками образовательных отношений по направлению 02.04.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии и преподаётся на 1 курсе во 2 семестре (2 зачетные единицы). Изучение предмета завершается письменным зачетом в конце семестра. Дисциплина «Формальные грамматики и языки» логически и содержательно взаимосвязана с такими дисциплинами, как «Теоретическая информатика», «Логика и теория алгоритмов», «Математическая логика», «Теория алгоритмов», «Основы программирования», «Дискретная математика».

Знания, полученные при изучении курса «Формальные грамматики и языки», необходимы для изучения дисциплин «Программная инженерия», «Алгоритмы и анализ сложности», «Операционные системы», а также курсов «Компьютерная графика», «Интеллектуальные системы» и отдельных разделов дисциплин по выбору и дисциплинпрофилей.

Преподавание курса строится с учетом того, что студенты получили необходимые знания из курсов дисциплин «Дискретная математика» и «Основы программирования».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения и процедура освоения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-5. Способен устанавливать и сопровождать программное обеспечение информационных систем, осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов	ОПК-5.1. Знает методику установки и администрирования информационных систем и баз данных. Знаком с перечнем ПО, входящим в Единый реестр российских программ	<b>Знает:</b> основы теории алгоритмов, анализа сложности; современные языки программирования и современные информационные технологии. <b>Умеет:</b> применять современные научные исследования для решения различных задач математических и естественных наук; составлять программы на современных языках программирования. <b>Владеет:</b> навыками программирования на современных языках и методами построения	Устный опрос, письменный опрос;

		математических моделей.	
	ОПК-5.2. Умеет реализовывать техническое сопровождение информационных систем и баз данных	<b>Знает:</b> методы построения математических моделей; различные языки программирования. <b>Умеет:</b> решать задачи, связанные: с исследованием операций, численными методами; применять различные языки программирования в дискретном анализе. <b>Владеет:</b> методами построения математических моделей.	
	ОПК-5.3. Имеет практические навыки установки и инсталляции программных комплексов.	<b>Знает:</b> современные информационные технологии. <b>Умеет:</b> применять методы исследования прикладных задач; современных информационных технологий. <b>Владеет:</b> навыками построения математических моделей для решения задач прикладного характера. систем	
ПК-1. Способность понимать и применять в научно исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии.	ПК-1.1. Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания.	<b>Знает:</b> детально методы и базовые алгоритмы обработки информационных структур, методов анализа сложности алгоритмов; <b>Умеет:</b> использовать свои знания на практике; <b>Владеет:</b> основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией; пониманием концепций, синтаксической и семантической	Устный опрос, письменный опрос;

		организации, методов использования современных языков программирования; пониманием концепций, базовых алгоритмов, принципов разработки и функционирования современных операционных систем.	
	ПК-1.2. Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий, задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы.	<b>Знает:</b> методы построения математически моделей; различные языки программирования. <b>Умеет:</b> решать задачи, связанные с исследованием операций, численными методами; применять различные языки программирования в дискретном анализе. <b>Владеет:</b> методами построения математических моделей.	
	ПК-1.3. Имеет практический опыт владения существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками.	<b>Знает:</b> этапы подготовки программ, подробную структуру программы, простые и структурированные данные, управляющие структуры. <b>Умеет:</b> составлять программы средней сложности, воплощать в исполняемые приложения простые базовые алгоритмы. <b>Владеет:</b> навыками компиляции, отладки и тестирования программ.	

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

#### 4.2.1. Структура дисциплины в очно-заочной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа в т.ч. экзамен	
	<b>Модуль 1. Формальные грамматики</b>						
1	Общее введение в теорию автоматов и формальных языков	2		2		10	Устный опрос
2	Формальная грамматика и алгоритмы Маркова	2		2		10	Устный опрос
3	Характеристика и основные составляющие регулярных языков. Классификация грамматик по Н. Хомскому	2		2		10	Устный опрос
	<b>Итого по модулю 1:</b>	<b>36</b>		<b>6</b>		<b>30</b>	<b>Устный опрос</b>
4	Регулярные выражения и языки. Контекстно-свободные грамматики и языки			2		10	Устный опрос
5	Дерево анализа слов в контекстно- свободных грамматиках. Распознаваемость контекстно -свободных грамматик			4		10	Устный опрос
6	Представимые грамматики.			2		8	Устный опрос
	<b>Итого по модулю 2:</b>	<b>36</b>		<b>8</b>		<b>28</b>	<b>Устный опрос</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>		<b>14</b>		<b>58</b>	<b>Зачет</b>

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### Модуль 1. Формальные грамматики.

**Тема 1.** Общее введение в теорию автоматов и формальных языков.

**Тема 2.** Формальная грамматика и алгоритмы Маркова

**Тема 3.** Характеристика и основные составляющие регулярных языков. Классификация грамматик по Н. Хомскому. Формальные языки, примеры их определения. Основные задачи и проблемы, возникающие в связи с формальными языками. Примеры разрешимых и неразрешимых формальных языков

**Модуль 2. Формальные языки.**

**Тема 4.** Регулярные выражения и языки. 1.5. Контекстно-свободные грамматики и языки

**Тема 5.** Дерево анализа слов в контекстно- свободных грамматиках

**Тема.6.** Распознаваемость контекстно- свободных грамматик. Представимые грамматики. Контекстно- свободные грамматики и грамматика ЕЯ

## **5. Образовательные технологии**

а. Процесс изложения учебного материала сопровождается систематическими (на каждом занятии) компьютерными презентациями и демонстрацией решения задач в интерактивном режиме с использованием мультимедийного оборудования.

б. Предусмотрено регулярное общение и консультации с представителями российских и зарубежных компаний (из числа выпускников кафедры) по электронной почте и по скайпу.

с. **Отличительные элементы используемых образовательных технологий:** в обеспечении преподавания дисциплины используется ряд компьютерных программ, разработанных специально для обеспечения курса и получивших свидетельства о регистрации в Роспатенте.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение конспектов лекций и рекомендованной литературы.
2. Подготовка к опросу на практических занятиях
3. Решение задач и упражнений
4. Подготовка к коллоквиуму
5. Поиск материала на интернет-форумах
6. Подготовка к экзамену

Порядок контроля:

1. опрос на практическом занятии,
2. проверка выполнения домашних заданий,
3. Коллоквиумы,
4. Экзамен.



Раздел (модуль. тема)	Вид самостоятельной работы = практическое содержание	Контрольные сроки (в нед.) и вид контроля	Уч.-мет.обеспечение (указаны источники из списка основной литературы)
1	Общее введение в теорию автоматов и формальных языков	1 (проверка решения задач)	Пособие Ж.Арсак. «Программирование игр и головоломок»
2	Формальная грамматика и алгоритмы Маркова	2-3 (устный опрос)	[5], с. 19-32
3	Характеристика и основные составляющие регулярных языков. Классификация грамматик по Н. Хомскому	4 (письменный опрос) Коллоквиум	[5], с. 134-142
4	Регулярные выражения и языки. Контекстно-свободные грамматики и языки	5-6 (проверка программ по домашним заданиям)	[5], с. 144-147
5	Дерево анализа слов в контекстно-свободных грамматиках. Распознаваемость контекстно-свободных грамматик	9-10 (проверка выполнения компьютерных программ)	[5], с. 165-171
6	Представимые грамматики.	11-13 (коллоквиум)	[5], с. 180-188

#### **Текущий контроль:**

1. Проверка программ на языке высокого уровня по заданиям;
2. Проверка выполнения домашних заданий;
3. Промежуточная аттестация в форме письменной работы.

**Текущий контроль** включает, кроме еженедельного опроса и проверки знаний по текущему материалу, ведение электронного журнала посещаемости, проверку выполнения компьютерных программ. Подразумевается непрерывное общение по электронной почте (общение по скайпу не целесообразно, т.к. не позволяет осуществлять доскональную проверку заданий).

**Промежуточный контроль** проводится в виде письменной работы, рассчитанной на 20- 30 минут.

**Итоговый контроль** проводится в виде письменной работы с обязательным устным собеседованием по результатам предварительной проверки.

**Критерии выставления оценок** «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» определяются степенью владения материалом и достигнутым уровнем компетентности в решении задач дискретной математики. В исключительных случаях учитываются успехи на всероссийских олимпиадах и конкурсах по номинации данной дисциплины.

Для обеспечения самостоятельной работы используется разработанный на кафедре пакет заданий и методических указаний, издано учебное пособие с алгоритмами решения базовых заданий по дискретной математике и соответствующими программами на языке Дельфи. Самостоятельная работа студентов складывается из проработки лекционного материала, материала учебника и соответствующих форумов интернет, решения всех заданий из индивидуальных

заданий, решения рекомендуемых задач, подготовки к сдаче промежуточных форм контроля.

### **Примеры заданий для самостоятельной работы.**

Конечные автоматы.

Свойства автоматных

языков. Регулярные

выражения.

Минимизация детерминированных конечных

автоматов. Контекстно-свободные (КС) грамматики

и языки.

Свойства КС-языков.

Автоматы с магазинной памятью.

Связь теории автоматов и формальных языков с теорией

алгоритмов. Начальные понятия теории формальных языков.

Понятие грамматики. Классы грамматик. Иерархия Хомского.

Конечные автоматы. Автоматы-преобразователи.

Понятие автомата. Автоматы и словарные

функции.

Критерий автоматности словарной функции.

Построение диаграммы Мура для ограниченно-детерминированных функций.

Автоматы с несколькими входами и выходами. Реализация сложения с помощью конечного автомата и невозможность реализовать умножение.

Автоматы-распознаватели.

Недетерминированные и детерминированные автоматы-

распознаватели. Автоматы и автоматные языки. Свойства

автоматных языков.

Свойства замкнутости класса автоматных языков (достаточные условия автоматных языков).

Лемма о разрастании для автоматных языков (необходимое условие автоматных языков).

Гомоморфизмы и автоматные языки.

Регулярные выражения.

Определение регулярного выражения. Свойства регулярных выражений. Критерий регулярности языка.

Минимизация детерминированных конечных автоматов.

Критерий автоматности языка в терминах правых контекстов. Построение минимальных детерминированных конечных автоматов.

Контекстно-свободные (КС) грамматики и языки.

Деревья вывода. Однозначность контекстно-свободных грамматик.

Устранение бесполезных символов и эpsilon-правил в КС-грамматиках. Нормальная форма Хомского.

Свойства контекстно-свободных языков.

Лемма о разрастании для КС-языков. Свойства замкнутости класса контекстно-свободных языков.

Автоматы с магазинной памятью.

Определение автомата с магазинной памятью (МП-автомата). Характеризация КС-языков.

Детерминированные МП-автоматы. Применение МП-автоматов.

Связь теории автоматов и формальных языков с теорией алгоритмов.

Машина Тьюринга как разновидность МП-автомата. Алгоритмически разрешимые и неразрешимые проблемы теории автоматов и формальных языков.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### 7.1. Типовые контрольные задания

Доказать, что грамматика  $G = \langle \{a,b,c\}, \{A,B,C,S\}, \{S \rightarrow aSBC \mid abC, CB \rightarrow BC, bB \rightarrow bb, bC \rightarrow bc, cC \rightarrow cc\}, S \rangle$  порождает язык  $L(G) = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

Вариант	Формальный язык
1	$L(G) = \{a^n b^m c^k \mid n, m, k > 0\}$
2	$L(G) = \{(ab)^n (cb)^m \mid n, m \geq 0\}$
3	$L(G) = \{0^n (10)^m \mid n, m \geq 0\}$
4	$L(G) = \{wcw^c w \mid w \in \{a, b\}^+\}$
5	$L(G) = \{c^{2n} d^n \mid n > 0\}$
6	$L(G) = \{l+l-l \mid l \in \{a, b\}^+\}$
7	$L(G) = \{(10)^{n-1} (01)^{n+1} \mid n > 0\}$
8	$L(G) = \{(ac)^n \mid n > 0, a \in \{b, d\}, c \in \{+, -\}\}$
9	$L(G) = \{\perp (010)^n \perp \mid n > 0\}$
10	$L(G) = \{a_1 a_2 \dots a_n a_n \dots a_2 a_1 \mid a_i \in \{0, 1\}\}$
11	$L(G) = \{a_1 a_2 \dots a_n a_1 a_2 \dots a_n \mid a_i \in \{c, d\}\}$
12	$L(G) = \{ab.b \mid a_i \in \{+, -\}, b \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}^+\}$

Варианты индивидуальных заданий к лабораторной работе № 2

#### 7.1.1. Темы рефератов:

1. Регулярные выражения и языки
2. Конечные автоматы и регулярные выражения
3. Алгебраические законы для регулярных выражений
4. Доказательство нерегулярности языков
5. Свойства замкнутости регулярных языков
6. Свойства разрешимости регулярных языков
7. Детерминированные конечные автоматы
8. Автоматы: методы и понятия
9. Конечные автоматы
10. Регулярные выражения и языки
11. Свойства регулярных языков
12. Контекстно-свободные грамматики и языки
13. Автоматы с магазинной памятью
14. Свойства контекстно-свободных языков
15. Введение в теорию машин Тьюринга
16. Формальные языки и алгоритмы Маркова.
17. Неразрешимость
18. Труднорешаемые проблемы

#### 7.1.2. Примерные упражнения и задания к практическим

### занятиям и для самопроверки

Задача №1. По словесному описанию языка составить регулярное выражение. Составить грамматику, порождающую данный язык и выписать вывод какого-нибудь четырехбуквенного или пятибуквенного слова.

- 1) Каждое слово языка содержит подслово  $ab\bar{b}$  или  $aac$ .
- 2) Все слова языка имеют длину не менее 3 и не начинаются с буквы  $c$ .
- 3) Длина каждого слова не меньше 2, и вторая буква всегда  $b$ .
- 4) Перед каждой буквой  $c$  стоит  $a$ .
- 5) Буква  $c$  может встречаться только как часть подслова  $ac\bar{b}$ .
- 6) В каждом слове содержится не более двух букв  $c$ .
- 7) Ни в одном слове буква  $b$  не следующая после  $c$ .
- 8) Ни в одном слове нет двух и более букв  $a$  подряд.
- 9) В словах языка нет ни подслова  $ba$ , ни подслова  $b\bar{b}$ .
- 10) После буквы  $a$  в слове языка всегда идет  $bc$ .
- 11) Длина каждого слова не меньше 2, предпоследняя буква каждого слова -  $c$ .
- 12) Ни одно слово не содержит подслова  $ab$ .
- 13) Буква  $c$  не встречается ни в одном слове раньше («левее»), чем встретится хотя бы одна буква  $a$ .
- 14) На всех нечетных местах каждого слова находится  $a$ .
- 15) Если слово начинается на  $ab$ , оно заканчивается на  $c$ .
- 16) Если в слове есть буква  $a$ , то она написана не менее 2-х раз подряд.
- 17) На четных местах каждого слова находится  $b$ , пустого слова нет.
- 18) В словах языка после буквы  $a$  всегда идет  $b\bar{b}$ .
- 19) Перед каждой буквой  $c$  всегда стоит  $aa$ .
- 20) Ни одно слово не содержит подслова  $cc$ .
- 21) Если в слове есть буква  $b$ , то есть и  $a$ .
- 22) Язык состоит из всех слов четной длины.
- 23) В каждом слове 3 буквы  $c$ , одна из них в конце.
- 24) Язык состоит из всех слов нечетной длины.
- 25) Каждое слово содержит не менее 3-х букв  $a$ .
- 26) Ни одно слово не содержит подслова  $c\bar{b}$ .
- 27) Буква  $b$  не встречается «правее» буквы  $a$  ни в одном слове.
- 28) На четных местах каждого слова находится буква  $c$ .
- 29) В каждом слове — не менее 4-х букв  $b$ .
- 30) Все слова начинаются и заканчиваются на одну и ту же букву.

### Тема. Классификация грамматик и языков по Хомскому

Задание.

1. Привести пример  $G_0$  грамматики 0 и найти  $L(G_0)$ .
2. Привести пример КЗ грамматики  $G_1$ , для которой  $L(G_1) \subset L(G)$ .
3. Привести пример КС грамматики  $G_2$ , для которой  $L(G_2) \subset L(G_1)$ .
4. Привести пример линейной грамматики  $G_3$ , для которой  $L(G_3) \subset L(G_2)$ .
5. Привести пример правосторонней (регулярной) грамматики  $G_4$ , для которой  $L(G_4) \subset L(G_3)$ .

6. Привести пример левосторонней (регулярной) грамматики  $GL$ , для которой  $L(GR) = L(GL)$ .

Доказать, что грамматика  $G = \langle \{a,b,c\}, \{A,B,C,S\}, \{S \rightarrow aSBC \mid abC, CB \rightarrow BC, bB \rightarrow bb, bC \rightarrow bc, cC \rightarrow cc\}, S \rangle$  порождает язык  $L(G) = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

### 7.1.3. Примеры вариантов к текущему контролю

#### 7. Вопросы для контроля

1. Начальные понятия теории формальных языков.
2. Понятие грамматики. Классы грамматик. Иерархия Хомского.
3. Конечный автомат-преобразователь: определение и способы задания.
4. Автоматы и словарные функции. Детерминированные и ограниченные автоматы.
5. Построение диаграмм Мура для ограниченно-детерминированных функций.
6. Автоматы с несколькими входами и выходами. Реализация сложения.
7. Недетерминированные автоматы-распознаватели.
8. Автоматы и автоматные языки.
9. Детерминированные и полные автоматы-распознаватели.
10. Свойства замкнутости класса автоматных языков.
11. Лемма о разрастании для автоматных языков.
12. Гомоморфизмы и автоматные языки.
13. Регулярные выражения: определение и свойства.
14. Критерий регулярности языка.
15. Критерий автоматности языка в терминах правых контекстов.
16. Построение минимальных детерминированных конечных автоматов.
17. Контекстно-свободные (КС) грамматики и деревья вывода.
18. Однозначные, неоднозначные и существенно неоднозначные контекстно-свободные грамматики.
19. Устранение бесполезных символов в КС-грамматиках.
20. Устранение эpsilon-правил в КС-грамматиках.
21. Нормальная форма Хомского в КС-грамматиках.
22. Лемма о разрастании для КС-языков.
23. Свойства замкнутости класса КС-языков.
24. Определение автомата с магазинной памятью (МП-автомата).
25. Характеризация КС-языков с помощью МП-автоматов.
26. Детерминированные МП-автоматы. Применение МП-автоматов.
27. Машина Тьюринга как разновидность МП-автомата.
28. Алгоритмически разрешимые и неразрешимые проблемы теории автоматов и формальных языков.

### 7.1.4. Перечень вопросов к промежуточному (по частям) и итоговому контролю

1. **Введение.** Исторические сведения. Происхождение, первоначальные ожидания от теории формальных грамматик (в анализе естественного языка). Отказ от изначальных применений и переход к приложениям в формальных языках.
2. **Основные понятия теории автоматов.** Алфавиты, слова, языки. Операции над словами и языками. Задача синтаксического анализа. Основные понятия

формальных грамматик. Терминальные и нетерминальные символы. Правила вывода. Грамматический вывод. Классификация формальных грамматик. Иерархия Хомского формальных языков.

**3. Конечные автоматы.** Детерминированные конечные автоматы (ДКА). Диаграммы Мура (системы переходов). Вычисления ДКА. Язык ДКА. Недетерминированные конечные автоматы (НКА). Язык НКА. Теорема о детерминизации НКА. Пример

экспоненциального увеличения размеров автомата при построении эквивалентного детерминированного. Конечные автоматы с пустыми переходами. Теорема об устранении пустых переходов. Операции над конечными автоматами. Эквивалентность и минимизация конечных автоматов. Проверка эквивалентности состояний. Алгоритм минимизации ДКА.

**4. Регулярные выражения.** Операторы регулярных выражений. Регулярные выражения. Языки регулярных выражений. Построение регулярных выражений. Построение регулярного выражения по ДКА. Алгоритм преобразования регулярных выражений в ДКА. Теорема Клини. Лексический анализ. Применение регулярных выражений для решения задач лексического анализа. Алгебра Клини регулярных выражений. Основные законы алгебры Клини.

**5. Регулярные языки.** Свойства замкнутости регулярных языков относительно теоретико-множественных операций, конкатенации, обращения, гомоморфизма. Различные способы задания регулярных языков. Теорема о совпадении классов регулярных языков, языков ДКА и языков регулярных выражений. Проверка пустоты регулярных языков и алгоритмы ее решения. Проблема принадлежности слова регулярному языку и алгоритмы ее решения. Лемма накачки. Применение леммы накачки для доказательства нерегулярности языков.

**6. Контекстно-свободные грамматики и языки и автоматы с магазинной памятью.** Определение контекстно-свободных (КС) грамматик. Контекстно-свободный грамматический вывод. Примеры кс-языков. Деревья разбора. Взаимосвязь грамматических выводов и деревьев разбора. Определение автомата с магазинной памятью (МПА). Вычисления МПА. Языки МПА. Допустимость по заключительному состоянию и по пустому магазину. Эквивалентность двух определений допустимости МПА. Преобразование кс-грамматики в МПА. Построение кс-грамматики по МПА. Детерминированные МПА (ДМПА). Теорема о дополнении детерминированного КС-языка. Соотношение между регулярными языками, кс-языками и языками ДМПА. Свойства контекстно-свободных грамматик.

**7. Нормальные формы кс-грамматик.** Приведение кс-грамматик к нормальной форме Хомского. Лемма накачки для кс-языков. Примеры языков, не являющихся контекстно-свободными. Замкнутость кс-языков относительно подстановки, объединения, пересечения, гомоморфизма. Замкнутость кс-языков относительно пересечения с регулярными языками.

**8. Проблема неоднозначности для языков и грамматик.** Определения. Формальные ряды. Примеры однозначных грамматик и языков. Примеры неоднозначной грамматики неоднозначного языка с доказательствами.

**9. Языки и грамматики в целом.** Линейные грамматики. Рекурсивно перечислимые языки и грамматики. Алгоритмически разрешимые проблемы автоматов и формальных грамматик. Алгоритм проверки пустоты КС-языков.

Алгоритм Кока-Янгера-Касами проверки принадлежности слова кс-языку. LL(k),LR(k) грамматики.

10. **Алгоритмически неразрешимые проблемы автоматов и формальных грамматик.** Неразрешимость проблемы минимизации для магазинного автомата. Эквивалентность автомата с двумя магазинами машине Тьюринга. Алгоритмическая неразрешимость проблемы однозначности.

11. **Примеры применений.** Синтаксические анализаторы. Генераторы синтаксических анализаторов. Прикладные алгоритмы синтаксического анализа. Применения к комбинаторным проблемам.

## **7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Общий результат складывается из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля

- 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- выполнение текущих лабораторных заданий – 50 баллов

- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 50 баллов. Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 50 баллов,

- письменная контрольная работа - 50 баллов.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **Основная:**

1. Шульга Т.Э. Теория автоматов и формальных языков [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шульга Т.Э.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015.— 104 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76519.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Теория цифровых автоматов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Ф. Гузик [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Таганрог: Южный федеральный университет, 2015.— 147 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78709.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Саломая А. Жемчужины теории формальных языков. М.: Мир, 1986.

4. Хопкрофт Дж. Э., Мотвани Р., Ульман Дж. Д. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений, 2-е изд. М.: Вильямс, 2002.

5. Пентус А.Е., Пентус М.Р. Математическая теория формальных языков: Учебное пособие. М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 247 с.

### **Дополнительная:**

1. Гладкий А.В. Формальные грамматики и языки.— М.: Наука, 1973.— 368с.

2. Минский М. Вычисления и автоматы. - М.: Мир, 1971.

3. Фитиалов, С.Я. Формальные грамматики /С.Я. Фитиалов. - Л.: ЛГУ,1984
4. Саломая, Жемчужины теории формальных языков. - М.: Мир, 1997.

## **9. Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Видеокурсы лекций:

1. <http://www.old.lektorium.tv/lecture/?id=14897> – видео лекция по искусственному интеллекту;
2. <http://www.intuit.ru/studies/courses/607/463/info> - курс лекций “Введение в нейронные сети”;
3. <http://www.machinelearning.ru/> - лекции и материалы по машинному обучению.

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

При решении лабораторных заданий программистский подход непременно должен присутствовать (без него решение не будет полноценным), однако, он не должен заслонять сугубо математические (доказательство и др.) и алгоритмические (построение, оптимизация, верификация и др.) аспекты.

Все упражнения, приведенные на лекции с решениями, следует прорабатывать сразу после лекции. Самостоятельная работа студентов складывается из

- проработки лекционного материала (настоятельно рекомендуется самостоятельное практическое решение всех разобранных на лекциях упражнений); - изучения рекомендованной литературы и материалов соответствующих форумов интернет; - подготовки к отчетам по лабораторным работам; - подготовки к сдаче промежуточных форм контроля (контрольных работ и сдаче реферата).

Пакет лабораторных заданий рассчитан на семестр. Рекомендуется выполнять и сдавать задания своевременно с прохождением соответствующего материала.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Пакет видеолекций Московского физико-технического института (гос.университет), лектор Пентус А.Е., Пентус М.Р.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

На каждой лекции используется стационарное мультимедийное презентационное оборудование (ауд. 3-73). Часть лекций предоставляется студенту в электронном формате. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах с современным аппаратным и программным обеспечением. При выполнении лабораторных заданий студенту предоставляется право выбора одного из двух языков программирования из поддерживаемых MS Visual Studio. На сайте кафедры размещаются учебные пособия и презентации к лекции.