

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматов и формальных языков

Кафедра дискретной математики и информатики
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) программы
Информатика и компьютерные науки

Уровень высшего образования
бакалавриат

Форма обучения
очная

Статус дисциплины:
входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2021

Рабочая программа дисциплины «Теория автоматов и формальных языков» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (уровень бакалавриата) от «23» августа 2017 г. № 808.

Разработчик(и): кафедра дискретной математики и информатики, Раджабова Наима Шамильевна, к.ф.-м.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры дискретной математики и информатики от «30» мая 2021 г., протокол № 9;

зав. кафедрой Магомедов А. М.
(подпись)

и

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от

«23» июня 2021 г., протокол № 6;

председатель Бейбалаев В. Д.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

« 09 » 07 2021 г.

Начальник УМУ Гасангаджиева А. Г.
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Теория автоматов и формальных языков» входит в обязательную часть ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 02.03.02 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: общепрофессиональной – ОПК-3, профессиональной – ПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции и практические занятия.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение текущего контроля успеваемости в форме контрольной работы, промежуточный контроль – в форме экзамена.

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов), в том числе в академических часах по видам учебных занятий.

Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС	
	Всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
4	144	24		24			60+36	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Теория автоматов и формальных языков» является получение студентами знаний, 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 бакалавриата

Дисциплина «Теория автоматов и формальных языков» входит в обязательную часть ОПОП бакалавриата по направлению 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии и преподаётся на 2 курсе во 4 семестре (4 зачетные единицы).

Дисциплина «Теория автоматов и формальных языков» логически и содержательно взаимосвязана с такими дисциплинами как «Математическая логика», «Теория алгоритмов», «Основы программирования», «Дискретная математика».

Знания, полученные при изучении курса «Теория автоматов и формальных языков», необходимы для изучения дисциплин «Программная инженерия», «Алгоритмы и анализ сложности», «Архитектура вычислительных систем», «Операционные системы», а также курсов «Компьютерная графика», «Интеллектуальные системы» и отдельных разделов дисциплин по выбору и дисциплин профилей.

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

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

3.

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения

ОПК-3. Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	ОПК-3.1. Знает методы теории алгоритмов, методы системного и прикладного программирования, основные положения и концепции в области математических, информационных и имитационных моделей.	Знать: понятия формального языка и метаязыка, а также способы описания формальных языков. Уметь: ориентироваться в задачах, касающихся формализации языков. Владеть: навыками применения языков и методов формальных спецификаций.	Конспектирование лекций, подготовка и защита реферата, участие в дискуссиях. Разработка и реализация проектов на практических занятиях.
	ОПК-3.2. Умеет соотносить знания в области программирования, интерпретацию прочитанного, определять и создавать информационные ресурсы глобальных сетей, образовательного контента, средств тестирования систем.	Знать: базовые понятия теории грамматик, теории конечных автоматов и автоматов с магазинной памятью. Уметь: находить эквивалентные способы представления языков в целях применения соответствующих алгоритмов. Владеть: базовыми математическими знаниями и информационными технологиями.	Конспектирование лекций, подготовка и защита реферата, участие в дискуссиях. Разработка и реализация проектов на практических занятиях.
	ОПК-3.3. Имеет практический опыт применения разработки программного	Знает: структурную и объектно-ориентированную парадигмы программирования	

	обеспечения.	Умеет: создавать различные типы диаграмм, используя CASE-инструменты IDE и Visual Paradigm. Владеет: навыками создания компонентов программной системы	
ПК-1. Способность демонстрации общенаучных базовых знаний математических и естественных наук, фундаментальной информатики и информационных технологий	ПК-1.1. Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, имеет научные знания в теории информационных систем.	Знает: инфраструктуру стандарта UML и классификацию CASE-инструментов. Умеет: готовить доклад-сообщение по вопросу курса на выбор, используя официальную страницу стандарта UML. Владеет: навыками использования CASE-инструментов, встроенных в IDE.	Конспектирование лекций, подготовка и защита реферата, участие в дискуссиях. Разработка и реализация проектов на практических занятиях.

ПК-1.2. Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности.	Знать: базовые понятия теории грамматик, теории конечных автоматов и автоматов с магазинной памятью. Уметь: находить эквивалентные способы представления языков в целях применения соответствующих алгоритмов. Владеть: базовыми математическими знаниями и информационными технологиями.
ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий.	Знает: структурную и объектно-ориентированную парадигмы программирования Умеет: создавать приложения по техзаданию. Владеет: навыками создания компонентов программной системы

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1 Структура дисциплины в очной форме

[illegible]

1	Общее введение в теорию автоматов и формальных языков	4	1	2	2		3		Тест
2	Формальная грамматика и алгоритмы Маркова	4	2	2	2		3		Текущий контроль-тест
3-4	Классификация грамматик по Н. Хомскому	4	4	4	4		4		Текущий контроль-тест
5	Контекстно-свободные грамматики и языки	4	5	2	2		2		Текущий контроль-тест, реферат
	<i>Итого по модулю 1</i>		1-5	10	10		16		Коллоквиум
	Модуль 2. Формальные языки и алгоритмы								
6.	Регулярные выражения и языки	4	6	2	2		4		Текущий контроль-тест.
7	Дерево анализа слов в контекстно-свободных грамматиках	4	7	2	2		3		Текущий контроль-тест.
8	Распознаваемость контекстно-свободных грамматик	4	8	2	2		3		Текущий контроль-тест.
9	Представимые грамматики	4	9	2	2		3		Текущий контроль-тест.
10	Контекстно-свободные грамматики и грамматика ЕЯ	4	10	2	2		3		Текущий контроль-тест , реферат
	<i>Итого по модулю 2:</i>		6-10	10	10		16		
	Модуль 3. Конечные автоматы.								
11	Конечные автоматы: сущность и методологические основы	4	11	2			10		Текущий контроль-тест.

12	Оптимизация конечного автомата	4	12		2		10		Текущий контроль-тест
13 -14	Конечные автоматы, морфологические правила ЕЯ и нейронные сети	4	13-14	2	2		8		Текущий контроль-тест, , реферат
	<i>Итого по модулю 3:</i>		11-14	4	4		28		
	<i>Экзамен</i>						36		
	Всего:		144	28	28		60		

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Формальные языки и основания математики

Тема 1. Общее введение в теорию автоматов и формальных языков. Формальные языки, примеры их определения. Основные задачи и проблемы, возникающие в связи с формальными языками. Примеры разрешимых и неразрешимых формальных языков.

Тема 2. Формальная грамматика и алгоритмы Маркова

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.

Тема 3. Классификация грамматик по Н. Хомскому

Исторические сведения. Происхождение, первоначальные ожидания от теории формальных грамматик (в анализе естественного языка). Отказ от изначальных применений и переход к приложениям в формальных языках.

Характеристика и основные составляющие регулярных языков. Свойства замкнутости регулярных языков относительно теоретико-множественных операций, конкатенации, обращения, гомоморфизма. Различные способы задания регулярных языков.

Тема 4. Контекстно-свободные грамматики и языки

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.

Модуль 2. Формальные языки и алгоритмы

Тема 1. Регулярные выражения и языки

Операторы регулярных выражений. Регулярные выражения. Языки регулярных выражений. Построение регулярных выражений. Построение регулярного выражения по ДКА. Алгоритм преобразования регулярных выражений в ДКА. Теорема Клини.

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.

Тема 2. Дерево анализа слов в контекстно- свободных грамматиках

Лексический анализ. Применение регулярных выражений для решения задач лексического анализа. Алгебра Клини регулярных выражений. Основные законы алгебры Клини.

Тема 3. Распознаваемость контекстно- свободных грамматик

Свойства замкнутости регулярных языков относительно теоретико-множественных операций, конкатенации, обращения, гомоморфизма. Различные способы задания регулярных языков. Примеры однозначных грамматик и языков. Примеры неоднозначной грамматики и неоднозначного языка с доказательствами.

Тема 4. Представимые грамматики

Теорема о совпадении классов регулярных языков, языков ДКА и языков регулярных выражений. 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.

Тема 5. Контекстно- свободные грамматики и грамматика ЕЯ

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. 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.

Модуль 3. Конечные автоматы

Тема 1. Конечные автоматы: сущность и методологические основы.

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.

Тема 2. Конечные автоматы и представимые языки.

Конечные автоматы с пустыми переходами. Теорема об устранении пустых переходов. Операции над конечными автоматами. Алгоритмически неразрешимые проблемы автоматов и формальных грамматик. Неразрешимость проблемы минимизации для

магазинного автомата. Эквивалентность автомата с двумя магазинами машине Тьюринга. Алгоритмическая неразрешимость проблемы однозначности.

Тема 3. Оптимизация конечного автомата

Эквивалентность и минимизация конечных автоматов. Проверка эквивалентности состояний. Алгоритм минимизации ДКА.

Тема 4. Конечные автоматы, морфологические правила ЕЯ и нейронные сети

Детерминированные конечные автоматы. Недетерминированные конечные автоматы и конечные автоматы с ϵ -переходами. Определение эквивалентности и доказательства эквивалентности основных определений автомата. Синтаксические анализаторы. Генераторы синтаксических анализаторов. Прикладные алгоритмы синтаксического анализа. Применения к комбинаторным проблемам. Определения. Формальные ряды.

4.3.2 Содержание практических занятий по дисциплине

Модуль 1. Формальные языки и основания математики

- 1.1. Формальные языки, примеры их определения. Основные задачи и проблемы, возникающие в связи с формальными языками. Примеры разрешимых и неразрешимых формальных языков
- 1.2. Формальная грамматика и алгоритмы Маркова
- 1.3. Характеристика и основные составляющие регулярных языков
- 1.4. Классификация грамматик по Н. Хомскому
- 1.5. Контекстно-свободные грамматики и языки

Модуль 2. Формальные языки и алгоритмы

- 2.1 Регулярные выражения и языки
- 2.2. Дерево анализа слов в контекстно- свободных грамматиках
- 2.3. Распознаваемость контекстно- свободных грамматик
- 2.4. Представимые грамматики
- 2.5. Контекстно- свободные грамматики и грамматика ЕЯ

Модуль 3. Конечные автоматы

- 3.1. Общее введение в теорию автоматов и формальных языков. Конечные автоматы: сущность и методологические основы.
- 3.2. Конечные автоматы и представимые языки.
- 3.3. Оптимизация конечного автомата
- 3.4. Конечные автоматы, морфологические правила ЕЯ и нейронные сети

5. Образовательные технологии

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

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

6.1. 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

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	4 (письменный опрос) Коллоквиум	[5], с. 134-142
4	Классификация грамматик по Н. Хомскому	5-6 (проверка программ по домашним заданиям)	[5], с.144-147
5	Контекстно-свободные грамматики и языки.	9-10 (проверка выполнения компьютерных программ)	[5], с. 165-171
6	Регулярные выражения и языки	11-13 (коллоквиум)	[5], с. 180-188
7	Дерево анализа слов в контекстно-свободных грамматиках	1 (проверка решения задач)	[5], с. 19-32
8	Распознаваемость контекстно-свободных грамматик	2-3 (устный опрос)	[5], с. 134-142
9	Представимые грамматики	4 (письменный опрос) Коллоквиум	[5], с.144-147
10	Контекстно-свободные грамматики и грамматика ЕЯ	5-6 (проверка программ по домашним заданиям)	[5], с. 165-171

11	Общее введение в теорию автоматов и формальных языков. Конечные автоматы: сущность и методологические основы.	9-10 (проверка выполнения компьютерных программ)	[1], с. 80-88
12	Конечные автоматы представимые языки	11-13 (коллоквиум)	[2], с.44-47
13	Оптимизация конечного автомата	(проверка выполнения компьютерных программ)	[2], с. 65-71
14	Конечные автоматы, морфологические правила ЕЯ и нейронные сети	коллоквиум	[2], с. 100-118

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 форма контроля.

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

7.1. Типовые контрольные задания

7.1.1 Примерные упражнения и задания к практическим занятиям и для самопроверки

1. 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 $L(G) = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

Варианты индивидуальных заданий к *практической работе № 2*

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	$L(G)=\{wcw cw \mid w \in \{a, b\}^+\}$
5	$L(G)=\{c^{2n} d^m \mid n > 0\}$
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	$L(G)=\{ab.b \mid a_i \in \{+, -\}, b \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}^+\}$

2. 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 abb или aas.
- 2) Все слова языка имеют длину не менее 3 и не начинаются с буквы с.
- 3) Длина каждого слова не меньше 2, и вторая буква всегда b.
- 4) Перед каждой буквой с стоит а.
- 5) Буква с может встречаться только как часть подслова asb.
- 6) В каждом слове содержится не более двух букв с.
- 7) Ни в одном слове буква b не следующая после с.
- 8) Ни в одном слове нет двух и более букв а подряд.
- 9) В словах языка нет ни подслова ba, ни подслова bb.
- 10) После буквы а в слове языка всегда идет bc.
- 11) Длина каждого слова не меньше 2, предпоследняя буква каждого слова - с.
- 12) Ни одно слово не содержит подслова ab.
- 13) Буква с не встречается ни в одном слове раньше («левее»), чем встретится хотя бы одна буква а.
- 14) На всех нечетных местах каждого слова находится а.
- 15) Если слово начинается на ab, оно заканчивается на с.
- 16) Если в слове есть буква а, 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 а всегда идет bb.
- 19) Перед каждой буквой с всегда стоит aa.
- 20) Ни одно слово не содержит подслова cc.
- 21) Если в слове есть буква b, то есть и а.
- 22) Язык состоит из всех слов четной длины.
- 23) В каждом слове 3 буквы с, одна из них в конце.
- 24) Язык состоит из всех слов нечетной длины.

- 25) Каждое слово содержит не менее 3-х букв а.
- 26) Ни одно слово не содержит под слова cb.
- 27) Буква b не встречается «правее» буквы а ни в одном слове.
- 28) На четных местах каждого слова находится буква с.
- 29) В каждом слове — не менее 4-х букв b. 30) Все слова начинаются и заканчиваются на одну и ту же букву.

5. 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 $L(G_1) \sqsubset L(G)$.
3. Привести пример КС грамматики G_2 , для которой $L(G_2) \sqsubset L(G_1)$.
4. Привести пример линейной грамматики G_3 , для которой $L(G_3) \sqsubset L(G_2)$.
5. Привести пример правосторонней (регулярной) грамматики GR , для которой $L(G_4) \sqsubset L(G_3)$.
6. Привести пример левосторонней (регулярной) грамматики GL , для которой $L(GR) = L(GL)$.
7. Доказать, что грамматика
 $G = \langle \{a,b,c\}, \{A,B,C,S\}, \{S \rightarrow aSBC|abC, CB \rightarrow BC, bB \rightarrow bb, bC \rightarrow bc, cC \rightarrow cc\}, S \rangle$
 порождает язык $L(G) = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

7.1.2 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

7.1.3 Контрольные вопросы

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

7.1. 4 Вопросы для контроля самостоятельной работы

1. Иерархия грамматик по Хомскому.
2. Регулярные выражения. Регулярные (алгебраически порождаемые) языки.
3. Конечные автоматы и регулярные выражения.
4. Нерегулярные рекурсивные и нерекурсивные языки

5. Характеристика и основные составляющие регулярных языков
6. Свойства регулярных языков.
7. Минимизация конечных автоматов и теорема Майхила- Нероуда.
8. Алгоритмы, связанные с конечными автоматами
9. Принципы функционирования теории автоматов и формальных языков
10. Контекстно-свободные грамматики и языки
11. Контекстно-свободные грамматики и не контекстно-свободные грамматики.
12. Деревья разбора. Нисходящие и восходящие распознаватели.
13. Свойства контекстно-свободных грамматик
14. Нормальная форма Хомского. Примеры использования.
15. Автоматы с магазинной памятью.
16. Языки, допускаемые магазинным автоматом
17. Распознаваемость контекстно-свободных грамматик
18. Детерминированные автоматы с магазинной памятью. Примеры использования. 19. Алгоритмически неразрешимые и «трудно разрешимые задачи»
19. Классификация проблем разрешимости задач.
20. Обобщения автоматов, случаи сохранения и потери свойств.
21. Начальные понятия теории формальных языков.
22. Эквивалентность и виды грамматик.
23. Конечные автоматы-преобразователи. Построение диаграмм Мура для ограниченнодетерминированных функций.
24. Автоматы-распознаватели и автоматные языки. Детерминированные автоматы. Свойства автоматных языков.
25. Минимизация детерминированных конечных автоматов. Контекстно-свободные грамматики и языки.
26. Автоматы с магазинной памятью.

7.1.5 Примерное содержание экзаменационного билета

Билет №2

1. Порождающая грамматика. Терминалы и нетерминалы.
2. Оптимизация грамматики.
3. Выписать грамматику нетерминала <вещественное число>.

Билет №3

1. Способы задания языка. Примеры
2. Компиляция арифметических выражений и операторов.
3. Выписать грамматику нетерминала <число>.

Билет №4

1. Грамматика типа 0.

2. Граматики: выводы и деревья выводов.
3. Выписать грамматику нетерминала <идентификатор>.

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

а) адрес сайта курса

<https://explorecoursesit.blogspot.com/>

б) 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. Саломеа 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.

в) дополнительная:

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

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

8. Фитиалов, С.Я. Формальные грамматики /С.Я. Фитиалов. - Л.: ЛГУ, 1984

9. Саломеа, 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 практических заданий рассчитан на семестр. Рекомендуется выполнять и сдавать задания своевременно с прохождением соответствующего материала.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 10 баллов,
- подготовка реферата – 20 баллов,
- выполнение практических заданий и тестов – 70 баллов,

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- прием практических работ – 40 баллов,
- письменная контрольная работа – 60 баллов,

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.университета), лекторы: 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.