

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
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

Профиль подготовки
Информатика и компьютерные науки

Уровень высшего образования
бакалавриат

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: базовый

Махачкала, 2018

Рабочая программа дисциплины «Теория автоматов и формальных языков» составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки – 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии (уровень бакалавриата) от 12.03.2015 г. №224.

Разработчик: к.ф.-м.н., доцент по специальности 01.01.07 - «вычислительная математика и математическая кибернетика» Шихиев Шукур Бабаевич.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

На заседании кафедры дискретной математики и информатики от 27.04.2018
протокол № 8

Зав. кафедрой  Магомедов А. М.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от
протокол №

Председатель  Бейбалаев В. Д.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением 28.06.2018



Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Теория автоматов и формальных языков» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата 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-2 и ОПК-3. Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции и практические занятия.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов 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.

Семестр 4. учебные занятия, форма промежуточной аттестации - контактная работа обучающихся с преподавателем (КСР), в том числе экзамен

Се- местр	Учебные занятия						Форма проме- жуточной атте- стации	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КСР		
	Всего	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
4	144	28		28			52+36	экзамен

Цели освоения дисциплины.

Дисциплина «Теория автоматов и формальных языков» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействует формированию мировоззрения и системного мышления. Целью преподавания дисциплины «Теория автоматов и формальных языков» 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 «Теория автоматов и формальных языков» относится к базовой части образовательной программы бакалавриата по направлению 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии и преподаётся на 2 курсе во 4 семестре (4 зачетные единицы). Изучение предмета завершается письменным экзаменом в конце семестра. Дисциплина «Теория автоматов и формальных языков» 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 «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».

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

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-2	способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, методологии системной инженерии, системы автоматизации проектирования, электронные библиотеки и коллекции, сетевые технологии, библиотеки и пакеты программ, современные профессиональные стандарты информационных технологий	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.
ОПК-3	способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию	Знать: базовые понятия теории грамматик, теории конечных автоматов и автоматов с магазинной памятью. Уметь: находить эквивалентные способы представления языков в целях

	информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям;	применения соответствующих алгоритмов. Владеть: базовыми математическими знаниями и информационными технологиями.
--	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 144 академических часов: 28 ч. лекций, 28 ч. лабораторных занятий, 52 ч. – СРС, 36 - экзамен.

4.2. Структура дисциплины

Структура и содержание дисциплины «Теории автоматов и формальных языков»

№ Т е м	Разделы и темы дисциплины	Се Ме стр	Не Де Ля Се Ме Ст ра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Кон троль сам ост. раб.	Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
				Ле к ци и	Прак тиче ские заня тия	Сам О ст Оят. Раб ота		
Модуль 1. Формальные языки и основания математики.								
1	Общее введение в теорию автоматов и формальных языков	4	1	2	2	3	Устный опрос	Текущий контроль-тест
2	Формальная грамматика и алгоритмы Маркова	4	2	2	2	3	Дом. Самост	Текущий контроль-тест
3	Характеристика и основные составляющие регулярных языков	4	3	2	2	4	Письм опрос	Текущий контроль-тест.
4	Классификация грамматик по Н. Хомскому	4	4	2	2	4	Устный опрос	Текущий контроль-тест
5	Контекстно-свободные грамматики и языки	4	5	2	2	2	Устный опрос	Текущий контроль-тест
<i>Итого по модулю 1</i>			1-5	10	10	16		
Модуль 2. Формальные языки и алгоритмы								
6	Регулярные выражения и языки	4	6	2	2	4	Устный опрос	Текущий контроль-тест.
7	Дерево анализа слов в контекстно- свободных грамматиках	4	7	2	2	3	Дом. Самост	Текущий контроль-тест.

8	Распознаваемость контекстно- свободных грамматик	4	8	2	2	3	Письм опрос	Текущий контроль-тест.
9	Представимые грамматики	4	9	2	2	3	Устный опрос	Текущий контроль-тест.
10	Контекстно- свободные грамматики и грамматика ЕЯ	4	10	2	2	3	Устный опрос	Текущий контроль-тест
	<i>Итого по модулю 2:</i>		6-10	10	10	16		
Модуль 3. Конечные автоматы.								
11	Конечные автоматы: сущность и методологические основы: сущность и методологические основы	4	11	2	2	5	Устный опрос	Текущий контроль-тест.
12	Конечные автоматы представимые язык.	4	12	2	2	5	Дом. Самост	Текущий контроль-тест.
13	Оптимизация конечного автомата	4	13	2	2	5	Устный опрос	Текущий контроль-тест
14	Конечные автоматы, морфологические правила ЕЯ и нейронные сети	4	14	2	2	5	Письм опрос	Текущий контроль-тест
	<i>Итого по модулю 3:</i>		11- 14	8	8	20		
	<i>Экзамен</i>						36	
	Всего:		144	28	28	52	36	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам. Лекции и практические занятия.

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Формальные языки и основания математики

- 1.1. Общее введение в теорию автоматов и 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

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 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 представимые языки

3.3. Оптимизация конечного автомата

3.4. 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

4.3.2. Темы лабораторных занятий совпадают с темами модулей.

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»

20. Классификация проблем разрешимости задач.

21. 21. Обобщения автоматов, случаи сохранения и потери свойств.

22. Начальные понятия теории формальных языков.

23. Эквивалентность и виды грамматик.

24. Конечные автоматы-преобразователи. Построение диаграмм Мура для ограниченно-детерминированных функций.

25. Автоматы-распознаватели и автоматные языки. Детерминированные автоматы. Свойства автоматных языков.

26. Контрольная работа по темам четырех предыдущих занятий.

27. Регулярные выражения.

28. Минимизация детерминированных конечных автоматов. Контекстно-свободные грамматики и языки.

29. Автоматы с магазинной памятью.

5. Образовательные технологии

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

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

5.3. 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 самостоятельной работы обучающегося, порядок их выполнения и контроля, учебно-методическое обеспечение (возможно в виде ссылок) самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины.

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

6.2. 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	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

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 форма 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. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного	Процедура освоения
-------------	-------------------------------------	--	--------------------

		уровня освоения компетенций)	
ОПК-2	способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, методологии системной инженерии, системы автоматизации проектирования, электронные библиотеки и коллекции, сетевые технологии, библиотеки и пакеты программ, современные профессиональные стандарты информационных технологий	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	При выполнении выпускных квалификационных работ и в процессе преддипломной практики.
ОПК-3	способностью 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;	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.	При выполнении выпускных квалификационных работ и в процессе преддипломной практики.

7.2. Типовые контрольные задания

(Указываются темы эссе, рефератов, курсовых работ и др. Приводятся примерные тестовые задания, контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.)

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

Варианты индивидуальных заданий к лабораторной 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	$L(G)=\{wcw^c w \mid w \in \{a, b\}^+\}$
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	$L(G)=\{ab \cdot b \mid a_i \in \{+, -\}, b \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}^+\}$

7.2.1. Темы рефератов и курсовых работ:

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

7.2.2. 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 abb 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 acb .
- 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 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 подслова 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.

Тема. *Классификация грамматик и языков по Хомскому*

Задание.

1. Привести пример $G0$ грамматики 0 и найти $L(G0)$.
2. Привести пример КЗ грамматики $G1$, для которой $L(G1) \subset L(G)$.
3. Привести пример КС грамматики $G2$, для которой $L(G2) \subset L(G1)$.
4. Привести пример линейной грамматики $G3$, для которой $L(G3) \subset L(G2)$.
5. Привести пример правосторонней (регулярной) грамматики GR , для которой $L(G4) \subset L(G3)$.
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 $L(G) = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

7.2.3. Примеры вариантов к текущему контролю

8. 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 ограниченно-детерминированные функции. Критерий автоматности словарной функции.
5. Построение диаграмм Мура для ограниченно-детерминированных функций.
6. Автоматы с несколькими входами и выходами. Реализация сложения и

нереализуемость умножения с помощью конечного автомата.

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 эпсилон-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.

7.2.4. 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 и 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.

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

7.3. 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.