

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ФОРМАЛЬНЫХ ЯЗЫКОВ И ГРАММАТИК

Направление подготовки: 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность: «Прикладная математика и информатика»

Квалификация выпускника: бакалавр

**Кострома
2024**

Рабочая программа дисциплины «Теория формальных языков и грамматик» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень подготовки бакалавриат), утверждённым приказом № 9 от 10.01.2018 г.

Разработал: Козырев Сергей Борисович, доцент, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент: Леготин Денис Леонидович, доцент КГУ

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий:

Протокол заседания кафедры №6 от 14.05.2024 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

Ивков Владимир Анатольевич, к.э.н., доцент КГУ

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов представления о принципах трансляции программ, а также о методах разбора программ на основе теории формальных языков.

Задачи дисциплины:

- познакомить студентов с основными понятиями теории формальных языков и грамматик;
- дать представление о процессе трансляции в целом, о его этапах лексического, синтаксического и семантического анализа;
- научить студентов реализовывать простые алгоритмы (автоматы), выполняющие лексический и синтаксический анализ.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенцию:

- ОПК-2 (способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач).

Код и содержание индикаторов компетенции:

ОПК-2.1. Реализует методы вычислительной математики с использованием стандартного программного обеспечения и систем программирования при решении прикладных задач вычислительного характера;

ОПК-2.2. Работает с современными системами программирования для разработки прикладных приложений вычислительной, алгоритмической, логической, технологической, обучающей направленности, а также приложений, связанных с системами искусственного интеллекта.

ОПК-2.3. Реализует стандартные численные и получисленные алгоритмы в системах программирования при решении прикладных задач алгоритмического характера.

Знать:

- основные понятия теории формальных языков (понятия формального языка, грамматики, автомата и др.);
- алгоритмы построения детерминированного конечного автомата, эквивалентного заданной регулярной грамматике;
- задачу минимизации конечного автомата и алгоритм её решения;
- свойства регулярных и контекстно-свободных языков;
- основные этапы анализа текста программы и их назначение;
- методы организации таблицы идентификаторов;
- методы разбора алгебраических и логических выражений.

Уметь:

- программировать детерминированные конечные автоматы;
- программировать разбор выражений, записанных в традиционной алгебраической и обратной польской нотациях;
- организовывать таблицу идентификаторов в форме бинарного дерева;

Владеть:

- методом лексического разбора;
- методом реализации конечных автоматов.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Теория формальных языков и грамматик» относится к обязательной части учебного плана, изучается в 3 семестре. Она служит теоретическим фундаментом для

последующих курсов по программированию: «Прикладное программирование», «Логическое программирование», «Вычисления на многопроцессорных системах». Она также служит подготовительным этапом для изучения дисциплин «Основы ассемблера», «Системные платформы и оболочки».

Для изучения дисциплины «Теория формальных языков и грамматик» необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами «Структурное программирование», «Системное и прикладное программное обеспечение».

4. Объём дисциплины «Теория формальных языков и грамматик»

4.1. Объём дисциплины в зачётных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5
Общая трудоемкость в часах	180
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	48
Лекции	24
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	24
Самостоятельная работа в часах	96+36
Форма промежуточной аттестации	Экзамен

4.2. Объём контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	24
Практические занятия	-
Лабораторные занятий	24
Консультации	2
Зачёт/зачёты	-
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Всего	50,35

**5.Содержание дисциплины «Теория формальных языков и грамматик»,
структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и
видов занятий**

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Введение. Основные понятия.	0,33/12	2	–	4	6
2	Формальные языки, операции над ними, способы их задания.	0,28/10	2	–	2	6
3	Грамматики. Классификация языков и грамматик.	0,44/16	3	–	3	8
4	Сентенциальные формы	0,19/7	2	–	1	4
5	Автоматы-распознаватели, их классификация.	0,44/16	2	–	2	10
6	Регулярные языки и грамматики. Методы разбора.	0,86/31	3	–	3	20
7	Связь регулярных грамматик и КА. Свойства регулярных языков.	0,33/12	3	–	3	4
8	Трансляция, её этапы. Таблица идентификаторов, методы её организации.	0,56/20	2	–	2	10
9	Контекстно-свободные языки и грамматики.	0,81/29	3	–	2	20
10	Методы разбора математических выражений.	0,42/15	2	–	2	8
	Экзамен	1/36	–	–	–	36
	Итого:	5/180	24	–	24	132

5.2. Содержание:

Тема 1. Введение. Основные понятия. Основные понятия. Языки программирования и трансляторы. Сущность процесса трансляции. Анализ и синтез. Теория формальных языков, её назначение и сферы применения.

Тема 2. Формальные языки, операции над ними, способы их задания. Алфавит, строки над алфавитом, операции со строками. Формальные языки, операции над ними. Лексика, синтаксис и семантика языка. Формальные способы описания языков программирования.

Тема 3. Грамматики. Классификация языков и грамматик. Определение грамматики. Запись правил в форме Бэкуса-Наура. Другие способы записи правил (с помощью метасимволов, с помощью синтаксических диаграмм Вирта). Классификация грамматик и языков по Хомскому.

Тема 4. Сентенциальные формы. Цепочки вывода, сентенциальные формы и сентенции. Левосторонний и правосторонний выводы. Дерево вывода. Неоднозначные грамматики. Признаки неоднозначности.

Тема 5. Автоматы-распознаватели, их классификация. Понятие об автоматах. Распознаватели и преобразователи. Общая структура распознавателя, его функционирование. Конфигурации. Начальная и конечная конфигурации. Допустимые строки. Задача разбора. Классификация автоматов.

Тема 6. Регулярные языки и грамматики. Методы разбора. Определение конечного автомата (КА). Детерминированные и недетерминированные КА, их язык. Автоматные грамматики, алгоритм приведения регулярной грамматики к автоматной. Построение для автоматной грамматики эквивалентного недетерминированного КА. Алгоритм приведения недетерминированного и неполноопределенного КА к эквивалентному детерминированному и полноопределенному КА. Алгоритм минимизации КА.

Тема 7. Связь регулярных грамматик и КА. Свойства регулярных языков. Регулярные множества. Теоремы о регулярных множествах. Регулярные выражения. Свойства регулярных языков. Проблемы регулярных языков. Лемма о расширении для регулярных языков.

Тема 8. Трансляция, её этапы. Таблица идентификаторов, методы её организации. Основные этапы трансляции, их назначение и методы. Таблица лексем. Дерево разбора. Таблица идентификаторов. Компиляторы и интерпретаторы. Организация таблицы идентификаторов в виде неупорядоченного списка, упорядоченного списка, бинарного дерева, оценка требуемых ресурсов. Организация таблицы идентификаторов с помощью хэш-функции. Комбинированные методы организации таблицы идентификаторов.

Тема 9. Контекстно-свободные языки и грамматики. Приведение контекстно-свободной (КС) грамматики к каноническому виду. Нормальная форма Хомского, приведение к ней. Табличный распознаватель для КС-языков. Лемма о расширении для КС-языков. Свойства и проблемы КС-языков. Автоматы с магазинной памятью (МП-автоматы). Эквивалентность класса КС-языков и класса языков, задаваемых МП-автоматами.

Тема 10. Методы разбора математических выражений. Алгебраическая, польская и обратная польская записи арифметических выражений. Соответствующие им инфиксная, префиксная и постфиксная формы записи синтаксического дерева. Вычисление выражения, записанного в обратной польской записи. Алгоритм преобразования алгебраической записи выражения к обратной польской. Разбор логических и алгебраических выражений. О параллельном вычислении математических выражений.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

«Теория формальных языков и грамматик»

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Введение. Основные понятия.	Составление компьютерных программ	6	Используйте литературу [1], [2]	Индивидуальное собеседование
2	Формальные языки, операции над ними, способы их задания.	Изучение литературы, составление компьютерных программ, решение задач	6	Используйте литературу [1], [2], [4]	Устный опрос, индивидуальное собеседование
3	Грамматики. Классификация языков и грамматик.	Изучение литературы, составление компьютерных программ, решение задач	8	Используйте литературу [1], [2], [4]	Устный опрос, индивидуальное собеседование
4	Сентенциальные формы.	Изучение литературы, решение задач	4	Используйте литературу [1], [2], [4]	Устный опрос
5	Автоматы-распознаватели, их классификация.	Изучение литературы, составление компьютерных программ, разработка тестов	10	Используйте литературу [1], [4]	Индивидуальное собеседование, тестирование
6	Регулярные языки и грамматики. Методы разбора.	Изучение литературы, решение задач, составление компьютерных программ, разработка тестов	20	Используйте литературу [1], [2], [4]	Устный опрос, индивидуальное собеседование, тестирование
7	Связь регулярных грамматик и КА. Свойства регулярных языков.	Изучение литературы, решение задач	4	Используйте литературу [1], [2]	Устный опрос
8	Трансляция, её этапы. Таблица идентификаторов, методы её организации.	Изучение литературы, составление компьютерных программ,	10	Используйте литературу [1], [4]	Индивидуальное собеседование, тестирование

		разработка тестов			
9	Контекстно-свободные языки и грамматики. Методы разбора.	Изучение литературы, решение задач, составление компьютерных программ, разработка тестов	20	Используйте литературу [1], [2], [4]	Устный опрос, индивидуальное собеседование, тестирование
10	Методы разбора математических выражений.	Изучение литературы, составление компьютерных программ, разработка тестов	8	Используйте литературу [3], [4], [5]	Индивидуальное собеседование, тестирование

6.2. Тематика и задания для практических занятий

Не предусмотрено.

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Лабораторные занятия 1–5. Понятие формального языка. Простейшие методы разбора.

Практикум по решению подготовительных задач на преобразование строковых величин. Требования к тестированию и самотестированию программ. Решение простых задач на разбор строковых выражений. Формальные языки, операции над ними. Задание языка с помощью грамматики. Сентенциальные формы и сентенции. Вывод сентенций с помощью правил грамматики. Построение дерева вывода. Признаки неоднозначности грамматики.

Лабораторные занятия 6–9. Программирование конечных автоматов.

Построение регулярных грамматик. Удаление цепных и ϵ -правил. Преобразование регулярной грамматики к автоматной грамматике. Построение конечного автомата по заданной автоматной грамматике. Разбор строки с помощью конечного автомата. Программирование простейших конечных автоматов-распознавателей, автоматов-преобразователей и автоматов-вычислителей. Диаграммы переходов. Применение ловушек для выдачи сообщений об ошибках. Решение зачётных заданий.

Лабораторное занятие 10. Таблица идентификаторов, методы её организации.

Пополнение таблицы идентификаторов и поиск в ней. Организация таблицы в виде неупорядоченного списка, упорядоченного списка и в форме бинарного дерева. Решение зачётного задания.

Лабораторные занятия 11-12. Контекстно-свободные языки и МП-автоматы. Методы разбора математических выражений.

Программирование МП-автомата для разбора арифметических скобочных выражений и вычисления их значений. Программирование МП-автомата для преобразования алгебраических выражений в инфиксной форме записи к алгебраическим выражениям в постфиксной (обратной польской) форме записи. Программирование МП-автомата для вычисления выражений, заданных в постфиксной форме. Программирование конечного автомата, транслирующего вычисление арифметических бесскобочных выражений. Программирование МП-автомата, транслирующего вычисление алгебраических выражений, заданных в постфиксной форме. Решение зачётных заданий.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Теория формальных языков и грамматик»

а) основная:

1. *Малявко А.А.* Формальные языки и методы трансляции. Учебное пособие в 3 частях. Часть 1. – НГТУ, 2010. biblioclub.ru

2. *Соколов В.А.* Формальные языки и грамматики. – Ярославль: ЯрГУ, 2003.

б) дополнительная:

3. *Малявко А.А.* Формальные языки и методы трансляции. Учебное пособие в 3 частях. Часть 2. – НГТУ, 2011. biblioclub.ru

4. *Молчанов А.Ю.* Системное программное обеспечение. Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2006.

5. *Шень А.Х.* Программирование: теоремы и задачи. – М.: МЦНМО, 2004.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Библиотека ГОСТов. Все ГОСТы, [Электронный ресурс], URL:<http://vsegost.com/>

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС Университетская библиотека онлайн - <http://biblioclub.ru>

2. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>

3. ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест, оборудованные мультимедиа.

Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах.

Лицензионное программное обеспечение:

Windows 8 Pro лицензия 01802000875623 постоянная 1-шт.; LibreOffice 5.0, лицензия GNU LGPL; PascalABC.net, лицензия GNU LGPL.

Свободно распространяемое программное обеспечение:

– офисный пакет.