

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Программное обеспечение автоматизированных систем»

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

Н.В. Дубив

«31» августа 2020 г.



Рабочая программа учебной дисциплины

## **ОСНОВЫ ТЕОРИИ ФОРМАЛЬНЫХ ЯЗЫКОВ И АВТОМАТОВ**

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**09.03.03 Прикладная информатика**

Направленность

**Интеллектуальные информационные системы и технологии**

Форма обучения: очная

Курган 2020

Рабочая программа дисциплины «Основы теории формальных языков и автоматов» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата «Прикладная информатика» (Интеллектуальные информационные системы и технологии), утвержденными для очной формы обучения «28» августа 2020 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Программное обеспечение автоматизированных систем» «31» августа 2020 года, протокол № 1.

Рабочую программу составили:

Доцент кафедры  
«Программное обеспечение  
автоматизированных систем»,  
к.ф.-м.н., доцент



О.С. Черепанов

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Программное обеспечение  
автоматизированных систем»  
к.т.н., доцент



Т. Р. Змызгова

Специалист  
по учебно-методической работе  
Учебно-методического отдела



Г. В. Казанкова

Начальник  
Управления образовательной  
деятельности



С.Н. Синицын

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единиц трудоемкости (108 академических часов)

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		3
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	32	32
Аудиторные занятия в интерактивной форме, часов	-	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы	24	24
Контрольная работа	18	18
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Основы теории формальных языков и автоматов» к обязательной части, модуль 1 «Математические и естественно-научные дисциплины», блок 1.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Информатика.
- Дискретная математика.
- Основы программирования.
- Машинно-ориентированное программирование.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для изучения дисциплин: «Архитектура ЭВМ», «Теория систем и системный анализ», «Администрирование программных систем», «Технологии параллельного программирования» и выполнения выпускной квалификационной работы.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины является формирование теоретических знаний и практических навыков применения теории автоматов и формальных языков для реализации компиляторов и трансляторов языков программирования.

Задачами дисциплины являются изучение структур и алгоритмов, применяемых при реализации трансляторов и компиляторов современных языков программирования.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (для УК-1);

- способность применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности (для ОПК-1).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

*Знать*

- виды конечных автоматов и способы их представления и реализации (для ОПК-1);

- основные виды грамматики языков и способы их формализации, операции на грамматиками (для ОПК-1);

- основные фазы компиляции и трансляции исходного программного текста языка программирования (для УК-1);

структуры и алгоритмы, применяемые при реализации компиляторов и трансляторов (для УК-1).

*Уметь*

- реализовать основные фазы компиляции и трансляции (лексический анализ, синтаксический анализ, генерация внутреннего представления, генерация машинного кода) (для ОПК-1);

*Владеть:*

- современными программными средствами для реализации компиляторов и трансляторов языков программирования (для ОПК-1).

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### *4.1. Учебно-тематический план*

№	Наименование раздела	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Лабораторные работы
1	Лексический анализ	5	6
2	Синтаксический анализ	6	4
	Рубежный контроль №1		2
3	Генерация промежуточного представления кода	3	10
4	Генерация кода на целевом языке	2	8
	Рубежный контроль №2		2
<b>Всего:</b>		<b>16</b>	<b>32</b>

#### 4.2. Содержание лекционных занятий

Наименование и содержание лекции	Часов контактной работы с преподавателем
<b>Раздел 1. Лексический анализ</b>	
<p><b>Лекция 1. Введение в компиляцию и трансляцию. Лексический анализ.</b></p> <p>Структура компиляторов и трансляторов. Задачи основных фаз компиляции. Роль лексического анализа. Токены, шаблоны, лексемы. Спецификация токенов. Понятия «Язык». Операции на языках. Регулярные выражения. Расширение регулярных выражений.</p>	2
<p><b>Лекция 2. Диаграммы переходов и конечные автоматы.</b></p> <p>Диаграммы переходов. Представление диаграмм переходов. Реализация диаграмм переходов. Конечные автоматы. Определение детерминированных и недетерминированных конечных автоматов. Таблицы переходов. Преобразование недетерминированных конечных автоматов в детерминированные. Построение недетерминированного конечного автомата из регулярного выражения. Разработка генератора лексических анализаторов. Flex.</p>	3
<b>Раздел 2. Синтаксический анализ</b>	
<p><b>Лекция 3. Введение в синтаксический анализ. Нисходящие алгоритмы синтаксического анализа.</b></p> <p>Роль синтаксического анализатора. Понятие «грамматика языка». Классификация грамматик. Порождения. Деревья разбора и порождения. Неоднозначность грамматики. Устранение левой рекурсии. Левая факторизация. Нисходящий синтаксический анализ. Синтаксический анализ методом рекурсивного спуска. Функции FIRST и FOLLOW. LL(1)-грамматики.</p>	3
<p><b>Лекция 4. Восходящие алгоритмы синтаксического анализа.</b></p> <p>Свертки. Синтаксический анализ «перенос/свертка». LR-анализ. Пункты и LR(0)-автомат. Замыкание множеств пунктов. Функция GOTO. Алгоритм LR-анализа. Генератор</p>	3

синтаксических анализаторов Yacc/Bison.	
<b>Раздел 3. Генерация промежуточного кода</b>	
<b>Лекция 5. Генерация промежуточного кода.</b> Синтаксические деревья и ациклические ориентированные графы. Представления графовых представлений промежуточного кода. Трехадресный код и его реализации. Типы и объявления. Примеры представления основных структур языка программирования в виде синтаксических деревьев и трехадресного кода.	3
<b>Раздел 4. Генерация кода</b>	
<b>Лекция 6. Генерация кода</b> Задачи генерации кода. Построение простой модели целевой машины. Адреса в целевом коде. Базовые блоки и графы потоков. Оптимизация базовых блоков. Дескрипторы регистров и адресов. Алгоритм генерации кода. Локальная оптимизация. Алгоритмы распределения и назначения регистров. Алгоритмы выборка команд.	3
<b>Итого:</b>	16

#### 4.3. Лабораторные работы

Номер раздела, темы	Наименование раздела	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.
1	Лексический анализ	Реализация лексического анализатора	6
2	Синтаксический анализ	Реализация синтаксического анализатора	6
3	Генерация промежуточного кода	Реализация генератора промежуточного кода	10
4	Генерация кода	Реализация генератора кода для целевого языка assembler	10
<b>Всего:</b>			<b>32</b>

#### 4.4 Контрольная работа

Основная цель выполнения контрольной работы — ознакомление с алгоритмами оптимизации кода, на различных этапах компиляции.

Контрольная работа выполняется студентами и предполагает написание реферата на тему, связанную с оптимизацией компилируемого кода. Тема реферата может быть предложена студентом, но должна быть утверждена преподавателем.

### 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Во время лекций по дисциплин студентам рекомендуется конспектировать теоретический материал, отмечая важные моменты, на которые заострил внимание преподаватель, участвовать в опросах и дискуссиях. Перед лекций необходимо повторить выданный материал, зафиксировать непонятные моменты, чтобы обсудить их на занятии. Конспект лекций представлен в виде мультимедийных презентаций и включен в состав методического комплекса дисциплины.

Лабораторный практикум включает практические задания по четырем разделам дисциплины: «Лексический анализ», «Синтаксический анализ», «Генерация промежуточного кода», «Генерация кода». Все работы выполняются в соответствии с заданием, выданным преподавателем.

Самостоятельная работа студентов включает в себя проработку материала лекционного курса дисциплины, подготовку и выполнение лабораторных работы, выполнение контрольной работы, а также подготовку к рубежному контролю и к зачету.

Для текущего контроля успеваемости используется балльно-рейтинговая система контроля. Для получения высокой оценки настоятельно рекомендуется активно участвовать во время обсуждения материала дисциплины на лекционных и лабораторных занятиях, а также тщательно его прорабатывать при самостоятельной работе.

#### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>6</b>
Лексический анализ	1
Синтаксический анализ	2
Генерация промежуточного кода	1
Генерация кода	1
<b>Подготовка к лабораторным работам</b>	<b>16</b>
<b>Подготовка к рубежным контролям</b>	<b>2</b>
<b>Подготовка к контрольной работе</b>	<b>18</b>
<b>Подготовка к зачету</b>	<b>18</b>
<b>Всего:</b>	<b>60</b>



## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **6.1. Перечень оценочных средств**

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ.
2. Отчеты студентов по лабораторным занятиям.
3. Банк заданий к рубежным контролям № 1 и № 2 .
4. Контрольная работа.
5. Вопросы к зачету.

## 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№		Наименование		Содержание						
				Очная форма обучения						
				Распределение баллов за 3 семестр						
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (оцениваются до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита результатов лабораторных работ	Выполнение и защита контрольной работы	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачету		
		Балльная оценка:	0,56 x 16 = 8 б	10 б + 10 б + 10 б + 10 б = 40 б	10 б	6 б	6 б	30 б		
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – неудовлетворительно; незачтено; 61...73 – удовлетворительно; зачтено; 74...90 – хорошо; 91...100 – отлично.								
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) студент должен набрать не менее 50 баллов и выполнить все практические работы, контрольную работу.</p> <p>Для получения «автоматически» оценки «удовлетворительно» студенту необходимо набрать 68 баллов.</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту, набравшему 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на консультациях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена автоматически оценка «хорошо» или «отлично».</p>								

4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>
---	---	---

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме письменного тестирования, зачету в виде ответа на вопросы.

Перед проведением рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты заданий для рубежных контролей № 1, № 2 состоят из 12 вопросов. На каждую подготовку к рубежному контролю студенту отводится академический час. Каждый правильно отвеченный вопрос оценивается в 0,5 балла.

Преподаватель оценивает в баллах результаты рубежных контролей каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

На зачете студенту предлагается ответить на 2 вопроса. Вопросы к зачету доводятся до студентов на последней лекции в семестре. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов. На подготовку ответа студенту отводится 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в в организационный отдел института в день проведения зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета

#### 6.4.1 Примеры заданий для рубежного контроля №1

1. Выберите базовые операции на языке
  - а) объединение;
  - б) конкатенация;
  - в) замыкание Клини;
  - г) пересечение.
2. Чем отличаются недетерминированные конечные автоматы от детерминированных?
  - а) есть эpsilon-переходы;
  - б) есть несколько переходов из одного состояния в другие с одним и тем же символом;
  - в) есть переход в то же состояние;
  - г) Только одно конечное состояние.
3. Какой грамматики согласно классификации Хомского не существует?
  - а) ограниченные;
  - б) контекстно-зависимые;
  - в) контекстно-свободные;
  - г) регулярные.

4. Неоднозначная грамматика языка — это ...
- а) грамматика, имеющая несколько деревьев разбора;
  - б) пустая грамматика;
  - в) грамматика, имеющая ровно 3 дерева разбора;
  - г) грамматика, в которой есть несколько правил с одинаковой головой.

#### 6.4.2 Примеры заданий для рубежного контроля №2

1. Какое главное преимущество ациклического ориентированного графа над синтаксическим деревом?
  - а) позволяет применять рекурсивные алгоритмы;
  - б) исключает дублирование участков кода;
  - в) позволяет хранить больше вариантов;
  - г) всегда компактнее.
2. Какого вида трехадресного кода не существует?
  - а) тройки;
  - б) четверки;
  - в) косвенные тройки;
  - г) двойки.
3. Какие задачи являются основными при генерации кода?
  - а) распределение регистров;
  - б) выбор команд;
  - в) порядок вычисления;
  - г) формирование токенов.
4. Числа Ершова определяют:
  - а) количество регистров необходимых для вычисления значения выражения;
  - б) распределение переменных по регистрам;
  - в) номер регистра для конкретной переменной;
  - г) количество следующих за текущей команд.

#### 6.4.3 Примерный перечень вопросов для зачета

1. Основы устройства компиляторов. Основные фазы компиляции.
2. Токены, шаблоны, лексемы.
3. Регулярные выражения.
4. Распознавание токенов. Диаграмма переходов.
5. Распознавание зарезервированных слов и идентификаторов. Архитектура лексического анализатора на основе диаграммы переходов.
6. Реализация лексического анализатора с использованием Lex.
7. Конечные автоматы. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы.
8. Преобразование недетерминированного автомата в детерминированный.

9. Построение недетерминированного автомата из регулярного выражения.

10. Распознавание шаблонов на основе конечных автоматов.

11. Грамматика языка. Классификация грамматик.

12. Деревья разбора и порождения. Неоднозначность.

13. Контекстно-свободные грамматики и регулярные выражения.

14. Лексический и синтаксический анализ. Устранение неоднозначностей.

15. Устранение левой рекурсии.

16. Синтаксический анализ методом рекурсивного спуска.

17. Алгоритм синтаксического анализа для LL(1) грамматики.

18. Восходящий синтаксический анализ. Синтаксический анализ "перенос/свертка".

19. Пункты, замыкание множеств пунктов, функция переходов.

20. Алгоритм LR-анализа.

21. Генератор синтаксических анализаторов Yacc/Bison.

22. Синтаксические деревья и ориентированные ациклические графы кода.

23. Трехадресный код. Четверки, тройки, косвенные тройки.

24. Синтаксические деревья основных выражений.

25. Трехадресный код основных выражений.

26. Проблема выбора команд при генерации кода.

27. Проблема распределения регистров при генерации кода.

28. Простая модель целевой машины.

29. Базовые блоки и графы потоков.

30. Выбор команд для разных представлений кода.

31. Дескрипторы регистров и адресов.

32. Управление дескрипторами регистров и адресов.

33. Основные требования алгоритмам выбора регистров.

34. Числа Ершова.

35. Генерация кода на основе помеченных деревьев выражений в отсутствии нехватки регистров.

36. Генерация кода на основе помеченных деревьев выражений при нехватке регистров.

#### 6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 7. ОСНОВНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1. Основная учебная литература

1. Ахо, Алфред В., Лам, Моника С., Сети, Рави, Ульман, Джеффри Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий, 2-е изд. : Пер. с англ. - М. : ООО «И.Д Вильямс», 2008. - 1184 с.

2. Вирт Н. Построение компиляторов. : Пер. с англ. - М. : «ДМК-Пресс», 2016. - 192 с.

3. Серебряков В. А. Теория и реализация языков программирования. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012 — 236 с.

4. Пентус А. Е., Пентус М. Р. Теория формальных языков: Учебное пособие. — М.: Изд-во ЦПИ при механико-математическом ф-те МГУ, 2004. — 80 с.

5. Марченко С.С. Конечные автоматы- М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008 — 56

### 7.2. Дополнительная учебная литература

1. Mogensen. Introduction to Computer Design. - London : Stringer-Verlag London, 2017. - 258 p.

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Техническое обеспечение

№	Наименование	Использование
1	Комплект: ноутбук, медиа-проектор, экран	Для демонстрации иллюстративного материала при чтении лекций.
2	Персональный компьютер стандартной комплектации	Используется в качестве инструмента и объекта исследования при выполнении лабораторных и контрольных работ.

### 8.2 Программное обеспечение

№	Наименование	Использование
1	gcc	Компилятор языка С

2	Lex/Flex	Программное обеспечение для реализации лексического анализатора
3	Yacc/Bison	Программное обеспечение для реализации синтаксического анализатора

### **9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Федеральный портал «Российское образование» URL:  
<http://www.edu.ru>
2. Сайт дистанционного обучение в НОУ «ИНТУИТ». URL:  
<http://www.intuit.ru>

### **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

При чтении лекций используется слайдовые презентации.

Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций: Windows, Acrobat Reader.



Аннотация  
рабочей программы учебной дисциплины

**ОСНОВЫ ТЕОРИИ ФОРМАЛЬНЫХ ЯЗЫКОВ И АВТОМАТОВ**  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**09.03.03 Прикладная информатика**

направленность

Интеллектуальные информационные системы и технологии

формы обучения – очная

Трудоемкость освоения дисциплины – 4 зач. ед. (144 акад. часов)

Семестры: 3-й для очной

Промежуточная аттестация: зачет в 3-м семестре

Содержание дисциплины

Раздел 1. Лексический анализ

Раздел 2. Синтаксический анализ

Раздел 3. Генерация промежуточного кода

Раздел 4. Генерация кода на целевом языке