

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой МО ЭВМ



Абрамов Г. В.
24.03.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 Методы компиляции

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:
02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
2. Профиль подготовки/специализация:
инженерия программного обеспечения
3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: МО ЭВМ
6. Составители программы: Трофименко Елена Владимировна
кандидат физико-математических наук
7. Рекомендована: НМС факультета ПММ, протокол №6 от 17.03.2025 г.

8. Учебный год: 2028-2029

Семестр(ы): 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины: является систематическое рассмотрение основных понятий языков программирования; синтаксиса, семантики, формальных способов описания языков программирования; типов данных, методов и основных этапов трансляции. Выработать умение разработки программ лексического и синтаксического анализа для регулярных грамматик;

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина входит в вариативный цикл. Для изучения данной дисциплины студенты должны освоить курсы: Математическая логика и теория алгоритмов, дискретная математика, программирование на языках высокого уровня, организация ЭВМ и систем, операционные системы.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	ПК-2.1	Знает методику анализа требований и вариантов реализации современного математического аппарата	Знать – основные понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно практических задач с использованием современного математического аппарата; Уметь – применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики; – применять функционально-логическую методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей. Владеть – инструментарием для решения математических задач в области прикладной математики и информатики; – инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении физических и математических моделей процессов и явлений;

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 2/72.

Форма промежуточной аттестации зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			№ 7	№ семестра	...
Аудиторные занятия		48	48		
в том числе:	лекции	16	16		
	практические	16	16		
	лабораторные	16	16		
Самостоятельная работа		24	24		

в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (зачет с оценкой)				
Итого:	72	72		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Принципы построения трансляторов	Схема работы компилятора. Однопроходные и многопроходные трансляторы. Системы программирования	https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=3280 Методы компиляции
1.2	Формальные языки и грамматики	Классификация грамматик. Цепочки вывода. Сентенцеальная форма грамматики. Левосторонний и правосторонний вывод. Дерево вывода. Преобразование грамматик.	https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=3280 Методы компиляции
1.3	Лексический анализ	Регулярные грамматики и конечные автоматы. Разработка лексического анализатора. Генератор лексических анализаторов Flex	https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=3280 Методы компиляции
1.4	Синтаксический анализ	Виды распознавателей для КС языков. Алгоритмы нисходящего синтаксического анализа. Метод рекурсивного спуска. LL(k) грамматики. Алгоритм восходящего синтаксического анализа. LR(k) грамматики. Программный инструментарий Bison.	https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=3280 Методы компиляции
1.5	Трансляция	Элементы теории перевода. Синтаксически управляемый перевод. Промежуточное представление программы. Генерация кода. Синтаксический анализ для Т грамматик.	https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=3280 Методы компиляции
2. Практические			
2.1	Формальные языки и грамматики	Разбор грамматик, определение типа грамматики. Построить язык по регулярному выражению. Приведение грамматик	https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=3280 Методы компиляции
2.2	Лексический анализ	Построить НКА, построить ДКА по данным грамматикам. Упростить ДКА.	https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=3280 Методы компиляции
3. Лабораторные работы			
3.1	Лексический анализ	Разработать лексический анализатор по индивидуальному заданию	https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=3280 Методы компиляции
3.2	Синтаксический	Разработать синтаксический анализатор по индивидуальному заданию. Вывести дерево синтаксического анализа	https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=3280 Методы компиляции
3.3	Трансляция	Построить трансляцию на базе синтаксического анализатора	https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=3280 Методы компиляции

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Принципы построения трансляторов	2				2

2	Формальные языки и грамматики	4	5	3	4	24
3	Лексический анализ	3	5	5	6	19
4	Синтаксический анализ	4	3	6	8	21
5	Трансляция	3	3	2	6	14
	Итого	16	16	16	24	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа с конспектами лекций, выполнение лабораторных заданий, заданий текущей и промежуточной аттестаций. При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям,

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а)

№ п/п	Источник
1	Ахо А. Теория синтаксического перевода и компиляции. / А. Ахо, Дж. Ульман. Т.1,2. - М.: Мир, 1978 (2005) – 612 с.
2	Ахо А. Компиляторы: принципы, технологий и инструментарий/А. Ахо, М.С.Лам, Р. Сети, Дж Ульман, Джеффри Д. 2-е изд. Пер с англ - М: ООО «И.Д.Вильямс», 2008-1184 с.
3	Серебряков В. А. Основы конструирования компиляторов. /В.А. Серебряков, М.П. Галочкин. - М:Едиториал УРСС, 2001. - 224 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
7	Льюис Ф., Розешкранц Д., Стирнз Р. Теоретические основы проектирования компиляторов. — М.: Мир, 1979. - 352с.
8	Молдованова О.В. Языки программирования и методы трансляции: Учебное пособие. – Новосибирск: СибГУТИ, 2012. – 134с.

в)

№ п/п	Источник
9	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3280 - Образовательный портал «Электронный университет ВГУ»- Электронный ресурс Методы компиляции

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3280 - Образовательный портал «Электронный университет ВГУ»- Электронный ресурс Методы компиляции
2	Трофименко Е.В., Хмелева И.В. Методы компиляции Часть 1: Учебное пособие для вузов. Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. – 90с.
3	Трофименко Е.В., Крыжановская Ю.А. Методы компиляции. Синтаксический анализ: Учебное пособие для вузов Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2020. – 52с
4	Трофименко Е.В. Синтаксический анализ и методы трансляции. Учебное пособие. Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2023. – 90с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Для реализации учебного процесса используется бесплатная программное обеспечение – набором компиляторов и сред программирования (Visual Studio 2017 C++) и выше. Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Методы компиляции», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Мультимедийная лекционная аудитория (корп. 1, ауд. 433), рабочее место преподавателя ПК Intel Pentium DualCore, мультимедиа-проектор Optoma EP780, микрофон, аудиосистема. Доски меловые 2 шт., столы 60 шт., лавки 30 шт. доступ к фондам учебно-методической документации, электронным библиотечным системам, выход в Интернет.

2. Компьютерный класс (корп. 1, ауд. 20) Коммутатор HP ProCurve 1400-24G, Мультимедиа-проектор Acer x1161, ПК Intel Core i3 4160 (3600) (14 шт.), ПК AMD Phenom II X4 (10 шт.), ПК AMD Athlon 64 X2 (1 шт.). Специализированная мебель; столы 16 шт, стулья 20 шт., доступ к фондам учебно-методической документации, электронным библиотечным системам, выход в Интернет.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Формальные грамматики Классификация по Хомскому	ПК-2	ПК-2.1	<i>Лабораторная работа формальные грамматики</i>
2	Лексический анализ. Конечные автоматы	ПК-2	ПК-2.1	<i>Лабораторная работа лексический анализ</i>
3.	Синтаксический анализ. LL, LR,LSL - разбор	ПК-2	ПК-2.1	<i>Лабораторная работа синтаксический анализ</i>
4	<i>Методы трансляции. Регулярные грамматики</i>	ПК-2	ПК-2.1	<i>Лабораторная работа трансляция</i>
Промежуточная аттестация форма контроля –зачет с оценкой				<i>КИМ</i>

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к экзамену:

1. Что такое трансляция, компиляция, транслятор, компилятор?
2. Из каких процессов состоит компиляция? Расскажите об общей структуре компилятора.
3. Дайте определение цепочки, языка. Что такое синтаксис и семантика языка?
4. Что такое грамматика? Дайте определения грамматики.
5. Как выглядит описание грамматики в форме Бэкуса-Наура?
6. Какие типы грамматик выделяют по классификации Хомского? Что такое регулярные грамматики?
7. Дайте определения контекстно-свободной грамматики, выводимости цепочки, непосредственной выводимости, длине вывода.
8. Что такое сентенциальная форма грамматики?
9. Что такое левосторонний и правосторонний выводы?
10. Для чего необходимо выполнять приведение грамматик?
11. Какие грамматики относятся к регулярным? Всякая ли регулярная грамматика является однозначной? Написать основные регулярные выражения.
12. Дать определение левосторонние и правосторонние грамматики. Написать 12 регулярных соотношений.
13. Дайте определение недетерминированному конечному автомату. Если язык задан КА, то можно ли для него построить регулярное выражение?
14. Дайте определение детерминированному конечному автомату. Если язык задан КА, то может ли он быть задан КС-грамматикой?
15. Опишите алгоритм построения детерминированного конечного автомата, эквивалентного исходному недетерминированному конечному автомату.
16. Чем различаются таблица лексем и таблица идентификаторов? В какую из этих таблиц лексический анализатор должен помещать ключевые слова, разделители и знаки операций?
17. . Какую роль выполняет лексический анализ в процессе компиляции?
18. Как связаны лексический и синтаксический анализ?
19. . Какие проблемы необходимо решить при построении лексического анализатора на основе конечного автомата?
20. Опишите структуру программы на языке Flex. Приведите пример самой короткой программы на этом языке.
21. Привести виды распознавателей КС грамматик. Опишите метод рекурсивного спуска.
22. На каком алгоритме основана работа распознавателя для LL(k)-грамматик? Опишите его.
23. На каком алгоритме основана работа распознавателя для LR(k)-грамматик? Опишите его.
24. В чём отличие метода нисходящего синтаксического анализа от метода восходящего анализа?
25. В каких случаях алгоритм для LALR(1)-грамматик не применим?
26. Как определяются отношения предшествования? Как они используются при выполнении синтаксического анализа?
27. Опишите работу алгоритма синтаксического анализа для грамматик операторного предшествования.
28. Расскажите о структуре программы на языке Bison.
29. Дайте определение недетерминированному автомату с магазинной памятью и языка допускаемого этим автоматом.
30. Определите такие понятия как конфигурация МП-автомата, такт работы МП-автомата.
31. Дайте определение недетерминированного расширенного автомата с магазинной памятью.
31. Зачем исходную программу сначала нужно перевести в промежуточное представление, а затем в программный код.
32. Как арифметическое выражение записывается в ПОЛИЗ?
33. Дать понятие тетрад, косвенных триад, триад. Привести таблицу трехадресного кода для примерапример $z := y / -x - y * -x$.
35. Какие переводы называются синтаксически управляемыми?

36. Дайте определение СУ-схемы. Какие цепочки называются входными и выходными?
37. Как происходит преобразование деревьев под управлением СУ-схем?
38. Какие есть виды промежуточного представления программы. Что такое трехадресный код, виды представления (пример).
39. Какие есть виды промежуточного представления программы. Привести пример ориентированного графа.
- 40 Минимизация кода, локальная минимизация. Пояснить и описать каждую.

Контрольно-измерительный материал №1

1. Иерархия грамматик по Хомскому
2. Понятие ДКА. Минимизация ДКА.
- 3 Синтаксический анализ методом рекурсивного спуска.

Контрольно-измерительный материал №2

1. Понятие грамматики. Определить тип грамматики:
 $S \rightarrow Ab$
 $A \rightarrow Aa \mid ba$

2. Понятие НДКА.

- 3 Синтаксический анализ методом «снизу-вверх»

Перечень практических заданий

Пример:

Лабораторная работа №1

Написать программу, которая выполняет лексический анализ входного текста в соответствии с заданием и порождает таблицу лексем с указанием их типов. Программа должна выдавать сообщения о наличии во входном тексте ошибок, которые могут быть обнаружены на этапе лексического анализа;

Варианты заданий

1. Входной язык содержит арифметические выражения, разделённые символом ; (точка с запятой). Арифметические выражения состоят из идентификаторов, десятичных чисел с плавающей точкой (в обычной и экспоненциальной форме), знака присваивания (:=), знаков операций +, −, *, / и круглых скобок.
2. Входной язык содержит логические выражения, разделённые символом ; (точка с запятой). Логические выражения состоят из идентификаторов, констант 0 и 1, знака присваивания (:=), операций or, xor, and, not и круглых скобок.

Лабораторная работа №2 Синтаксический анализ

Доработать программу лексического анализатора из лабораторной работы № 1 так, чтобы генерируемый ею поток токенов поступал на вход синтаксического анализатора. Выполнить программную реализацию синтаксического анализатора. Результаты работы программы представить в виде дерева разбора.

Варианты заданий

1. Входной язык содержит арифметические выражения, разделённые символом ; (точка с запятой). Арифметические выражения состоят из идентификаторов, десятичных чисел с плавающей точкой (в обычной и экспоненциальной форме), знака присваивания (:=), знаков операций +, −, *, / и круглых скобок.
2. Входной язык содержит логические выражения, разделённые символом ; (точка с запятой). Логические выражения состоят из идентификаторов, констант 0 и 1, знака присваивания (:=), операций or, xor, and, not и круглых скобок.
3. Входной язык содержит операторы условия if ... then ... else и if ... then, разделённые символом ; (точка с запятой). Операторы условия содержат идентификаторы, знаки сравнения <, >, =, шестнадцатеричные числа, знак присваивания (:=). Шестнадцатеричными числами считать последовательность цифр и символов a, b, c, d, e, f, начинающуюся с цифры (например, 89, 45ac, 0abc).
4. Входной язык содержит операторы цикла for (...; ...; ...) do ..., разделённые символом ; (точка с запятой). Операторы цикла содержат идентификаторы,

знаки сравнения <, >, =, строковые константы (последовательность символов в двойных кавычках), знак присваивания (:=).

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Сформированные знания структуры современных вычислительных систем, ее классификации; основных этапов разработки компиляторов. Понятия формальных грамматик. Сформированные умения использовать основные приемы и методы программирования для построения лексического и синтаксического анализатора Сформированные навыки тестирования и отладки программных компиляторов Сформированные знания основных структур: магазинные автоматы, синтаксические разборы- рекурсивный спуск LL, LR разборы, Сформированные умения программирования специальных алгоритмов LL спуска, LR – подъема. Триады, тетрады построить дерево трансляции.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания структуры современных вычислительных систем, ее классификации; основных этапов разработки компиляторов. Понятия формальных грамматик. Сформированные умения, но содержащие отдельные пробелы, использовать основные приемы и методы программирования для построения лексического и синтаксического анализатора Сформированные навыки тестирования и отладки программных компиляторов Сформированные знания основных структур: магазинные автоматы, синтаксические разборы- рекурсивный спуск LL, LR разборы, Сформированные умения программирования специальных алгоритмов LL спуска, LR – подъема.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Неполное представление, знания структуры современных вычислительных систем, ее классификации; основных этапов разработки компиляторов. Понятия формальных грамматик. Неполное представление, использования основных приемах и методах программирования для построения лексического и синтаксического анализатора Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, навыки тестирования и отладки программных компиляторов Сформированные знания основных структур: магазинные автоматы, синтаксические разборы- рекурсивный спуск	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Фрагментарные знания или отсутствие знаний. Фрагментарные умения или отсутствие умений. Фрагментарные навыки или отсутствие навыков	—	<i>Неудовлетворительно</i>

--	--	--

20.2 Промежуточная аттестация

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса; защиты лабораторных работ, выполнения контрольных работ.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета с оценкой и экзамена. Для получения положительной итоговой оценки необходимо выполнение всех лабораторных и контрольных работ.

При оценивании используется следующая шкала:

5 баллов ставится, если обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач;

4 балла ставится, если обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач;

3 балла ставится, если обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач;

2 балла ставится, если обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям.