

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра компьютерной безопасности и математических методов обработки информации

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

20 июня 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Методы трансляции**

Направление подготовки (специальности)  
02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)  
«Программирование, алгоритмы и анализ данных»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 14 апреля 2023 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК  
математического факультета  
протокол № 9 от 3 мая 2023 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – ввести в круг понятий и задач, связанных с использованием языков программирования и методов трансляции, предоставить студентам инструменты, необходимые для критической оценки существующих и будущих языков и конструкций программирования, для изучения методов разработки и создания компиляторов. Задача курса состоит в выработке у студентов навыков использования языков программирования для систем обработки данных, обоснованного выбора среды программирования, понимания механизмов трансляции программ. Курс должен дать фундаментальную подготовку, необходимую для успешного освоения как общепрофессиональных, так и специальных дисциплин, изучение которых связано с созданием информационных систем для различных предметных областей, их анализом, внедрением и сопровождением.

Целью воспитания личности при реализации программы дисциплины является формирование таких черт как организованность и умение планировать время для выполнения сложных проектов; умение общаться с людьми в ходе выполнения этапа анализа предметной области и при подготовке рекомендаций по использованию созданных приложений, трудолюбие, ответственность, способность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы трансляции» относится к вариативной части Блока 1. Для изучения и освоения дисциплины нужны первоначальные знания из курсов алгебры, информатики, дискретной математики, языков программирования. Знания и умения, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при дальнейшем изучении прикладных математических дисциплин и дисциплин компьютерного цикла, при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с математическим моделированием и обработкой наборов данных.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-4</b> Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования	<b>ПК-4.2</b> Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	<b>Знать:</b> теоретические основы методов проектирования и способы описания языков программирования, основные положения теории формальных грамматик и языков, методы синтаксического анализа и перевода для класса формальных языков,

		<p>используемых для описания основных конструкций языков программирования,</p> <p><b>Уметь:</b> самостоятельно выполнять формальное описание синтаксиса и семантики, несложных процедурно - ориентированных и проблемно - ориентированных языков программирования, разрабатывать алгоритмы, реализующие методы синтаксического анализа и перевода для наиболее часто используемых классов формальных грамматик, пользоваться стандартными терминами и определениями, правильно выбирать язык программирования для решения конкретной задачи, правильно выбирать структуры для представления данных, правильно выбирать языковые конструкции для реализации алгоритма</p> <p><b>Владеть навыками:</b> представление о перспективных направлениях работ и методических подходах в области формальных методов описания и введения стандартов, используемых для описания языков программирования, навыками работы с различными средами и языками программирования</p>
--	--	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Введение. Основные концепции языков программирования.	4	4					2	
2	Описание языка программирования.	4	2					1	
3	Формальные грамматики и языки	4	10			1		6	Контрольная работа №1
4	Конечные автоматы и преобразователи	4	2			1		6	Контрольная работа №2
5	Автоматы и преобразователи с магазинной памятью	4	2					2	
6	Методы синтаксического анализа	4	8			1		2	
7	Формальные методы описания и реализации синтаксически управляемого перевода	4	8			1		2	
							0.3	10.7	Зачет
	Всего		36			4	0.3	31.7	

#### Содержание разделов дисциплины:

##### 1. Введение. Основные концепции языков программирования.

Парадигмы ЯП. Императивные языки. Языки функционального программирования. Декларативные языки. Объектно-ориентированные языки. Критерии оценки ЯП. Понятность. Надежность. Гибкость. Простота. Естественность. Мобильность. Стоимость. Объекты данных в ЯП. Имена. Константы. Переменные. Механизмы типизации. Статические и динамические типы данных. Слабая типизация. Строгая типизация. Производные типы. Эквивалентность типов. Наследование атрибутов. Подтипы.

Анонимные типы и подтипы. Время жизни переменных. Статические, динамические, явные динамические и неявные динамические переменные. Область видимости переменных. Среда ссылок. Статическая область видимости. Динамическая область видимости. Типы данных. Элементарные типы данных: числовые типы, логические типы, символьный тип, указатели. Символьные строки. Перечислимые типы. Ограниченные типы. Векторы и массивы. Записи. Объединения. Множества. Списки. Выражения и операторы присваивания. Арифметические выражения. Логические выражения. Операторы присваивания. Структуры управления на уровне операторов. Составные операторы. Условные операторы. Циклы. Подпрограммы. Определение подпрограмм. Формальные и фактические параметры. Процедуры и функции. Методы передачи параметров. Сопрограммы.

## **2. Описание языка программирования.**

Определение синтаксиса языка. Форма Бекуса-Наура. Синтаксические диаграммы Вирта. Описание контекстных условий. Описание динамической семантики. Грамматические модели. Операционная семантика. Аксиоматическая семантика. Детонационная семантика.

## **3. Формальные грамматики и языки.**

Способы определения формальных языков. Алфавит. Цепочка. Язык. Способы описания языков. Формальные грамматики. Классификация. Терминальные и нетерминальные символы. Правила вывода. Классификация Хомского. Выводы и деревья выводов. Неоднозначность грамматик. Крона. Сечение. Кочующее если. Непустые и конечные языки. Непустые, бесконечные языки. Проблема принадлежности. Эквивалентные преобразования КС-грамматик. Удаление бесполезных символов, устранение E-правил, исключение цепных правил, Устранение левой рекурсии. Нормальная форма Хомского, Нормальная форма Грейбах.

## **4. Конечные автоматы и преобразователи.**

Конечный автомат. Способы задания. Распознающий автомат. Конечный автомат. Способы задания конечных автоматов. Детерминированные конечные автоматы. Автоматные грамматики. Конечные преобразователи. Решение проблем принадлежности и проблем пустоты языка для конечных автоматов. Решение проблем эквивалентности. Регулярные языки и выражения. Эквивалентность класса регулярных и автоматных языков.

## **5. Автоматы и преобразователи с магазинной памятью.**

Расширенные МП-автоматы. Определение. Конфигурация. Эквивалентность МП-автоматов и КС-грамматик. Детерминированные МП-автоматы. Преобразователи с магазинной памятью.

## **6. Методы синтаксического анализа.**

Общие методы синтаксического анализа. Определение разбора. Нисходящий и восходящий разборы. Алгоритм Кока-Янгера-Касами для КС-грамматик. Алгоритм Эрли. LL(k), LR(k) – грамматики. Алгоритмы разбора. Рекурсивный спуск. Алгоритм построения анализатора. Грамматики предшествования. Понятие предшествования. Алгоритм типа «перенос-свертка». Простое, слабое и оперативное предшествование.

## **7. Формальные методы описания и реализации синтаксически управляемого перевода.**

Промежуточные формы представления программ. Польская запись. Тетрады. Триады. Байт-коды JVM. Формальные методы описания перевода. Переводы и семантика. СУ-схемы. Транслирующие грамматики. Атрибутные транслирующие грамматики. Разработка и реализация синтаксически управляемого перевода. L-атрибутные и S-атрибутные транслирующие грамматики. Форма простого предшествования. Атрибутный перевод для LL(1)-грамматик.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader;

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

Общероссийский портал Math-Net.Ru <http://www.mathnet.ru/>

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Малявко А. А. Формальные языки и компиляторы: Учебное пособие для вузов. / Малявко А. А. - Москва: Юрайт, 2020. - 429 с.

2. Свердлов С. З. Языки программирования и методы трансляции: учебное пособие. / Свердлов С. З. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 564 с.

3. Соколов В. А. Введение в теорию формальных языков: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению Прикладная математика и информатика. / В. А. Соколов; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2014. - 206 с.

**б) дополнительная литература**

1. Опалева Э. А. Языки программирования и методы трансляции: [учеб. пособие для вузов]. / Э. А. Опалева, В. П. Самойленко; УМО по университет. политехн. образованию - СПб: БХВ-Петербург, 2005. - 476 с.

2. Ахо Альфред В. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции: В 2-х томах.. Т.1, Синтаксический анализ. / А.Ахо, Дж.Ульман. Пер.с англ. - М.: Мир, 1978. - 612с.

3. Себеста Роберт У. Основные концепции языков программирования. / Роберт У.Себеста; Пер. с англ - 5-е изд. - М.: Вильямс, 2001. - 668 с..

**в) ресурсы сети «Интернет»**

1. <http://e.lanbook.com> ЭБС «Лань»
2. <https://urait.ru/> ЭБС «Юрайт»
3. [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ
4. [http://it.mmcs.sfedu.ru/wiki/Конспект\\_лекций\\_«Методы\\_построения\\_компиляторов\\_в»](http://it.mmcs.sfedu.ru/wiki/Конспект_лекций_«Методы_построения_компиляторов_в») Конспект\_лекций\_«Методы\_построения\_компиляторов»
5. <http://ermak.cs.nstu.ru/trans/> Теория языков программирования и методы трансляции

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Ассистент Белов А.Р.

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Методы трансляции»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Контрольная работа № 1**

*(проверка сформированности ПК-4, индикатор ПК-4.2)*

**Примеры заданий:**

1. Постройте грамматику для языка, состоящего из двоичных строк, в которых число 0 и 1 совпадает. Докажите ее корректность.
2. Постройте грамматику для языка палиндромов над двоичным алфавитом. Докажите ее корректность.
3. Преобразуйте грамматику, которая построена в п.1, к НФХ.
4. Для грамматики, построенной в п.2, постройте дерево вывода строки 1101111011

**Контрольная работа № 2**

*(проверка сформированности ПК-4, индикатор ПК-4.2)*

**Примеры заданий:**

1. Можно ли привести пример регулярного языка, для которого невозможно построить распознающий его ДКА? Ответ обосновать.
2. Постройте НКА, который распознает двоичные строки, заканчивающиеся на 001. Преобразуйте его в ДКА.
3. Докажите, что язык состоящий из двоичных строк, в которых число 0 и 1 совпадает, не является автоматным.
4. Постройте ДКА для языка состоящего из двоичных записей чисел кратных 5.

**2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

На зачете проверяется сформированность компетенции *ПК-4* (индикатор *индикатор ПК-4.2*).

Зачет выставляется по результатам собеседования по темам из списка вопросов и по результатам контрольных работ, выполненных в течении семестра.

**Список вопросов к зачету:**

1. Процесс трансляции. Основные этапы трансляции: лексический анализ, синтаксический анализ, семантический анализ.



2. Алфавиты, слова, языки. Способы задания языков. Задание языков с помощью грамматик.
3. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы. Задание языков с помощью конечных автоматов. Эквивалентность ДКА и НКА.
4. Классификация формальных языков по Хомскому
5. Регулярные выражения и регулярные языки. Теорема Клини (о совпадении классов регулярных и автоматных языков).
6. Свойства регулярных языков. Лемма о накачке. Регулярные грамматики.
7. Контекстно-свободные языки. КС-грамматики. Эквивалентные преобразования КС-грамматик и нормальные формы.
8. Лемма о накачке для КС-языков.
9. Магазинные автоматы. Эквивалентность МП-автоматов и КС-грамматик.
10. Детерминированные МП-автоматы. Соотношение класса языков, распознаваемых детерминированными МП автоматами, и класса КС-языков.
11. Общие методы синтаксического анализа. Нисходящий и восходящий разбор.
12. Алгоритмы нисходящего и восходящего разбора.