

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



А.А.Панфилов

« 17 » 04 20 15.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТЕОРИЯ ФОРМАЛЬНЫХ ЯЗЫКОВ И ТРАНСЛЯЦИЙ**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Профиль/программа подготовки: общий

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, ускоренная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
6	3 ЗЕ / 108 час.	27	—	18	63	зачёт
Итого	3 ЗЕ / 108 час.	27	—	18	63	зачёт

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является изучение и практическое освоение основ теории автоматов и формальных языков, а также теоретических основ функционирования и построения трансляторов.

Основные задачи курса:

- познакомить студента с основными положениями и теоремами теории автоматов и формальных языков;
- сформировать у студента целостное представление о роли теории формальных языков в решении задач разработки новых языков программирования и трансляторов;
- развить практические навыки решения задач теории формальных языков и построения конечных автоматов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория формальных языков и трансляций» относится к обязательным дисциплинам вариативной части ОПОП подготовки бакалавров по направлению 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем».

Дисциплина изучается в шестом семестре и требует освоения следующих курсов:

- Дискретная математика;
- Математическая логика;
- Теория вероятностей и математическая статистика;
- Алгоритмы и алгоритмические языки;
- Объектно-ориентированное программирование;
- Языки и методы программирования;
- Архитектура компьютеров;
- Компьютерные сети;
- Операционные системы;
- Базы данных;
- Интеллектуальные системы;
- Иностранный язык.

В рамках перечисленных дисциплин студенты получают следующие знания и умения, необходимые для освоения курса «Теория формальных языков и трансляций»:

- Умение применять методики алгоритмизации задач, выбирать наиболее эффективные алгоритмы;
- Знание и практические навыки использования математического аппарата, применяемого при разработке и внедрении информационных систем;
- Знание архитектур вычислительных систем и компьютерных сетей;
- Знание и навыки использования объектно-ориентированного подхода при разработке программных продуктов;
- Знание основных современных средств разработки программных продуктов;
- Умение применять основные методы проектирования программных продуктов;
- Умение получать информацию из источников на иностранном языке.

Дисциплина формирует знания и навыки, необходимые в практической деятельности квалифицированного специалиста. В рамках учебного процесса может быть использована при подготовке выпускной квалификационной работы.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студент должен частично овладеть следующими компетенциями:

- ОПК-2, способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать

- основные положения и теоремы теории автоматов и формальных языков (ОПК-2);
- место теории формальных языков в решении практических задач разработки трансляторов и новых языков программирования (ОПК-2);

2) Уметь

- строить формальное описание конечных автоматов в соответствии с заданными условиями (ОПК-2);
- программно реализовывать работу конечного автомата (ОПК-2);

3) Владеть

- основными понятиями и математическим аппаратом теории формальных языков (ОПК-2).

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Конечные автоматы и регулярные множества	6	1-5	8	–	8	–	11	–	4 / 25%	Рейтинг-контроль №1
2	Автоматы с магазинной памятью и контекстно-свободные языки	6	1-9	14	–	10	–	26	–	8 / 34,8%	Рейтинг-контроль №2
3	Принципы трансляции	6	3-9	5	–	–	–	26	–	0 / 0%	Рейтинг-контроль №3
Всего		6	9	27	–	18	–	63	–	12 / 26,7%	зачёт

#### Темы лекций.

##### Раздел 1. Конечные автоматы и регулярные множества.

- 1) Алфавиты, слова, языки. Операции над словами и языками.
- 2) Регулярные выражения и регулярные множества.
- 3) Конечные автоматы. Распознавание регулярных множеств.
- 4) Разрешимые проблемы и свойства замкнутости. Лемма о разрастании и доказательства нерегулярности.

##### Раздел 2. Автоматы с магазинной памятью и контекстно-свободные языки.

- 5) Контекстно-свободные грамматики и языки.
- 6) Нормальная форма Хомского.

- 7) *Нормальная форма Грейбах.*
- 8) *Индекс грамматики и языка.*
- 9) *Автоматные грамматики. Автоматы с магазинной памятью.*
- 10) *Алгоритмические проблем для контекстно-свободных языков. Свойства замкнутости для контекстно-свободных языков.*
- 11) *Теорема о разрастании для контекстно-свободных языков.*

### **Раздел 3. Принципы трансляции.**

- 12) *Виды и цели трансляции. Классификация трансляторов. Компиляторы. Этапы компиляции.*
- 13) *Основные принципы алгоритмов этапов трансляции. Их связь с теорией формальных языков.*

### **Лабораторный практикум.**

Список тем лабораторных занятий:

- 1) *Работа с регулярными выражениями в языках программирования (JavaScript, C#, Java, PHP, Perl) (4 ч)*
- 2) *Реализация детерминированного конечного автомата (4 ч)*
- 3) *Реализация недетерминированного конечного автомата (4 ч)*
- 4) *Преобразование контекстно-свободной грамматики к нормальной форме Хомского (4 ч)*
- 5) *Преобразование контекстно-свободной грамматики к нормальной форме Грейбах (2 ч)*
- 6) *Устранение левой рекурсии (4 ч)*

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В рамках лекционного курса:

- *Технология проблемного обучения (case study). При рассмотрении вопросов практического применения рассмотренного теоретического материала, используется диалог со студентами на предмет возможных способов решения поставленной задачи;*

В рамках лабораторного практикума:

- *Технология уровневой дифференциации. Прежде всего, при постановке заданий на лабораторные работы, а также при проведении контрольных мероприятий.*

В рамках самостоятельной работы:

- *Технология проблемного обучения (case study). Самостоятельное освоение материала требует рассмотрения конкретных проблемных задач по анализу и разработке конечных автоматов.*

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Рейтинг-контроль №1 (контроль освоения раздела 1)**

Список вопросов:

- 1) *Понятия алфавита, языка, грамматики.*
- 2) *Операции над словами.*
- 3) *Операции над языками.*
- 4) *Регулярность языка. Регулярность выражения.*
- 5) *Задача распознавания регулярности языков и выражений.*
- 6) *Определение конечного автомата. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы.*
- 7) *Эквивалентность конечных автоматов.*
- 8) *Замкнутость семейства языков.*
- 9) *Теорема об алгоритме проверки пустоты языка.*

- 10) Теорема о существовании алгоритма проверки эквивалентности языков.
- 11) Лемма о разрастании.

### Рейтинг-контроль №2 (контроль освоения раздела 2)

Список вопросов:

- 1) Определение контекстно-свободной грамматики (КС-грамматике).
- 2) Выводимость слов в КС-грамматике.
- 3) Определение принадлежности слова КС-грамматике.
- 4) Нормальная форма Хомского.
- 5) Теорема о построении эквивалентной нелеворекурсивной КС-грамматике.
- 6) Нормальная форма Грейбах.
- 7) Самовставление. Высота символа. Высота грамматики.
- 8) Сжатые КС-грамматики.
- 9) Индекс грамматики.
- 10) Автоматные грамматики.
- 11) Определение работы автомата с магазинной памятью.
- 12) Полуканонический автомат с магазинной памятью.

### Рейтинг-контроль №3 (контроль освоения раздела 3)

Список вопросов:

- 1) Трансляция языка. Трансляторы и компиляторы.
- 2) Синтаксически управляемая трансляция.
- 3) Виды и классификация трансляторов.
- 4) Роль трансляторов в разработке программ.
- 5) Этапы компиляции программного кода.
- 6) Принципы использования теории формальных языков и грамматик при технической реализации трансляторов.

### Самостоятельная работа студентов (контроль освоения всех разделов курса)

Самостоятельная работа студентов включает освоение материалов, слабо освещённых в рамках лекционного курса, выполнение домашних заданий по тематике лабораторных занятий, подготовку к контрольным мероприятиям. Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется также в рамках лабораторных занятий в виде дополнительных вопросов (связанных с озвучиваемой на лекциях тематикой самостоятельной работы) на защите лабораторных работ.

Примеры вопросов:

- 1) Деревья вывода в контекстно-свободных грамматиках.
- 2) Рекурсивность контекстно-зависимых грамматик.
- 3) Языки типа 3.
- 4) Алгоритмически разрешимые проблемы, касающиеся конечных автоматов.
- 5) Специальные типы контекстно-свободных языков и грамматик.
- 6) Линейно ограниченные автоматы.
- 7)  $LL(k)$ -грамматики и трансляции.
- 8)  $LR(k)$ -грамматики и трансляции.
- 9) Неразрешимые и разрешимые проблемы, касающиеся формальных языков.
- 10) Эволюция трансляторов.

### Вопросы и задачи к зачёту

- 1) Понятия «алфавит», «слово», «язык». Разновидности языков.
- 2) Операции над словами
- 3) Операции над языками.
- 4) Регулярные выражения и регулярные языки.
- 5) Конечные автоматы: определение, разновидности, примеры.
- 6) Работа конечного автомата, связь конечных автоматов с формальными языками.
- 7) Теорема о существовании детерминированного конечного автомата, эквивалентного недетерминированному конечному автомату.

- 8) Использование конечных автоматов для распознавания принадлежности слова регулярному множеству.
- 9) Замкнутые семейства языков. Теоремы о замкнутости регулярных множеств.
- 10) Теорема о пустоте языка.
- 11) Теорема о разрастании.
- 12) Контекстно-свободные языки и грамматики.
- 13) Нормальная форма Хомского.
- 14) Нормальная форма Грейбах.

Задача 1.

Дан НКА  $J = \langle A, Q, q_0, F, R \rangle$ . Построить эквивалентный ему ДКА  $J'$ .

$$A = \{a, b\}; Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}; F = \{q_3\};$$

$$R = \{ \langle q_0, a, q_1 \rangle, \langle q_0, a, q_3 \rangle, \langle q_1, a, q_2 \rangle, \langle q_1, b, q_3 \rangle, \langle q_2, a, q_0 \rangle, \langle q_2, a, q_1 \rangle, \langle q_2, b, q_3 \rangle \}$$

Задача 2.

Дан НКА  $J = \langle A, Q, q_0, F, R \rangle$ . Построить эквивалентный ему ДКА  $J'$ .

$$A = \{0, 1\}; Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}; F = \{q_3\};$$

$$R = \{ \langle q_0, 0, q_2 \rangle, \langle q_0, 0, q_3 \rangle, \langle q_0, 1, q_4 \rangle, \langle q_1, 1, q_3 \rangle, \langle q_2, 0, q_1 \rangle, \langle q_2, 1, q_3 \rangle, \langle q_2, 1, q_4 \rangle, \langle q_4, 0, q_3 \rangle, \langle q_4, 1, q_0 \rangle \}$$

Задача 3.

Дан НКА  $J = \langle A, Q, q_0, F, R \rangle$ . Построить эквивалентный ему ДКА  $J'$ .

$$A = \{a, b, c\}; Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}; F = \{q_3\};$$

$$R = \{ \langle q_0, a, q_1 \rangle, \langle q_0, a, q_3 \rangle, \langle q_0, c, q_2 \rangle, \langle q_1, b, q_2 \rangle, \langle q_1, b, q_3 \rangle, \langle q_1, c, q_0 \rangle, \langle q_2, a, q_1 \rangle, \langle q_2, b, q_3 \rangle \}$$

Задача 4.

Дан НКА  $J = \langle A, Q, q_0, F, R \rangle$ . Построить эквивалентный ему ДКА  $J'$ .

$$A = \{0, 1, 2\}; Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}; F = \{q_4\};$$

$$R = \{ \langle q_0, 0, q_1 \rangle, \langle q_0, 0, q_3 \rangle, \langle q_0, 1, q_4 \rangle, \langle q_1, 1, q_2 \rangle, \langle q_1, 2, q_0 \rangle, \langle q_2, 0, q_3 \rangle, \langle q_2, 1, q_4 \rangle, \langle q_2, 2, q_1 \rangle, \langle q_3, 1, q_0 \rangle \}$$

Задача 5.

Дан НКА  $J = \langle A, Q, q_0, F, R \rangle$ . Построить эквивалентный ему ДКА  $J'$ .

$$A = \{a, b\}; Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}; F = \{q_3\};$$

$$R = \{ \langle q_0, a, q_1 \rangle, \langle q_0, b, q_3 \rangle, \langle q_1, a, q_2 \rangle, \langle q_1, a, q_3 \rangle, \langle q_1, b, q_0 \rangle, \langle q_2, a, q_1 \rangle, \langle q_2, b, q_2 \rangle, \langle q_2, b, q_3 \rangle \}$$

Задача 6.

Дан НКА  $J = \langle A, Q, q_0, F, R \rangle$ . Построить эквивалентный ему ДКА  $J'$ .

$$A = \{a, b\}; Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}; F = \{q_3\};$$

$$R = \{ \langle q_0, a, q_1 \rangle, \langle q_0, a, q_3 \rangle, \langle q_1, a, q_2 \rangle, \langle q_1, b, q_3 \rangle, \langle q_2, a, q_0 \rangle, \langle q_2, a, q_1 \rangle, \langle q_2, b, q_3 \rangle \}$$

Задача 7.

Дан НКА  $J = \langle A, Q, q_0, F, R \rangle$ . Построить эквивалентный ему ДКА  $J'$ .

$$A = \{0, 1\}; Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}; F = \{q_3\};$$

$$R = \{ \langle q_0, 0, q_2 \rangle, \langle q_0, 0, q_3 \rangle, \langle q_0, 1, q_4 \rangle, \langle q_1, 1, q_3 \rangle, \langle q_2, 0, q_1 \rangle, \langle q_2, 1, q_3 \rangle, \langle q_2, 1, q_4 \rangle, \langle q_4, 0, q_3 \rangle, \langle q_4, 1, q_0 \rangle \}$$

Задача 8.

Дан НКА  $J = \langle A, Q, q_0, F, R \rangle$ . Построить эквивалентный ему ДКА  $J'$ .

$$A = \{a, b, c\}; Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}; F = \{q_3\};$$

$$R = \{ \langle q_0, a, q_1 \rangle, \langle q_0, a, q_3 \rangle, \langle q_0, c, q_2 \rangle, \langle q_1, b, q_2 \rangle, \langle q_1, b, q_3 \rangle, \langle q_1, c, q_0 \rangle, \langle q_2, a, q_1 \rangle, \langle q_2, b, q_3 \rangle \}$$

Задача 9.

Дан НКА  $J = \langle A, Q, q_0, F, R \rangle$ . Построить эквивалентный ему ДКА  $J'$ .

$$A = \{0, 1, 2\}; Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}; F = \{q_4\};$$

$$R = \{ \langle q_0, 0, q_1 \rangle, \langle q_0, 0, q_3 \rangle, \langle q_0, 1, q_4 \rangle, \langle q_1, 1, q_2 \rangle, \langle q_1, 2, q_0 \rangle, \langle q_2, 0, q_3 \rangle, \langle q_2, 1, q_4 \rangle, \langle q_2, 2, q_1 \rangle, \langle q_3, 1, q_0 \rangle \}$$

Задача 10.

Дан НКА  $J = \langle A, Q, q_0, F, R \rangle$ . Построить эквивалентный ему ДКА  $J'$ .

$$A = \{a, b\}; Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}; F = \{q_3\};$$

$$R = \{ \langle q_0, a, q_1 \rangle, \langle q_0, b, q_3 \rangle, \langle q_1, a, q_2 \rangle, \langle q_1, a, q_3 \rangle, \langle q_1, b, q_0 \rangle, \langle q_2, a, q_1 \rangle, \langle q_2, b, q_2 \rangle, \langle q_2, b, q_3 \rangle \}$$

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Малявко А.А. Формальные языки и компиляторы [Электронный ресурс]: учебник/ Малявко А.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 431 с.
2. Теория и реализация языков программирования. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 236 с. - ISBN 978-5-9221-1417-2
3. Блюмин С.Л. Автоматы и сети Петри [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Блюмин С.Л., Жбанова Н.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.— 83 с.

б) дополнительная литература:

1. Вирт Н. Построение компиляторов / Пер. с англ. Борисов Е. В., Чернышов Л. Н. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 192 с.: ил. - ISBN 978-5-94074-585-3
2. Молдованова О.В. Языки программирования и методы трансляции [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Молдованова О.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2012.— 134 с.
3. Серебряков В.А. Теория и реализация языков программирования. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 236 с. - ISBN 978-5-9221-1417-2.

в) периодические издания:

1. Известия вузов. Математика, ISSN: 0021-3446, 2076-4626.
2. Computerworld Россия, ISSN: 1560-5213.
3. Журнал вычислительной математики и математической физики, ISSN: 0044-4669.
4. Дискретная математика, ISSN: 0234-0860, 2305-3143.

г) интернет-ресурсы:

1. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных порталов. Раздел 2.3. Теория языков программирования и методы трансляции. // Режим доступа:  
[http://www.ict.edu.ru/lib/index.php?a=elib&c=getForm&r=resNode&d=mod&id\\_node=221](http://www.ict.edu.ru/lib/index.php?a=elib&c=getForm&r=resNode&d=mod&id_node=221)
2. Национальный открытый университет ИНТУИТ. // Режим доступа:  
<http://www.intuit.ru/>
3. Федеральный портал «Российское образование». Раздел «Математические и алгоритмические основы программирования». // Режим доступа:  
[http://vuz.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web\\_Links&file=index&l\\_op=viewlink&cid=2766](http://vuz.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2766)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Компьютерные классы для проведения лабораторных занятий с количеством посадочных мест, достаточным для проведения занятий. Компьютеры должны:

- быть объединены в локальную сеть;
- иметь выход в Интернет для получения доступа к справочной информации по используемым программным средствам.

Среда разработки Microsoft Visual Studio.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Рабочую программу составил доцент каф. ФиПМ Лексин А.Ю.  
(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя) сен. директор ООО "РС Сервис" Квашин А.С.  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 11А от 17.04.15 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Аракелян С.М.  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Протокол № 11А от 17.04.15 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Аракелян С.М.  
(ФИО, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2017-2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.04.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Аракелян С.М.

Рабочая программа одобрена на 18/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.18 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Аракелян С.М.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_