



Основная профессиональная образовательная программа  
02.03.01 Математика и компьютерные науки  
(Математика и компьютерные науки)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра математического анализа и геометрии

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

 Н.Г. Косарев  
(подпись)

« 13 » июни 20 18 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Формальные языки и грамматики**

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	02.03.01 Математика и компьютерные науки
Направленность (профиль) образовательной программы:	Математика и компьютерные науки
Тип образовательной программы:	программа академического бакалавриата



Основная профессиональная образовательная программа  
02.03.01 Математика и компьютерные науки  
(Математика и компьютерные науки)

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины “Формальные языки и грамматики” являются получение базовых знаний по следующим разделам:

- структура компилятора;
- формальные языки и их представление;
- теория конечных распознающих автоматов;
- преобразователи с магазинной памятью;
- методы программной реализации конечных автоматов и проектирование лексического анализатора;
- общая теория контекстно-свободных грамматик;
- атрибутные транслирующие грамматики и синтаксически управляемый перевод;
- нисходящие методы обработки языков класса  $LL(k)$ : при помощи автомата с магазинной памятью, методом рекурсивного спуска;
- восходящие методы обработки языков: “перенос-опознание” и “перенос-свертка”;
- методы оптимизации объектного кода.

При изучении дисциплины вырабатывается общематематическая культура:

- умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями;
- знание некоторых основных алгоритмов решения задач дискретной математики;
- умение производить последовательно все этапы решения задачи: математическая постановка, выбор формальной модели, реализация и анализ результатов.

При освоении дисциплины учащиеся приобретают практический навык проектирования и программной реализации:

- несложных синтаксических анализаторов, которые могут быть:
  - а) частью проектируемого компилятора,
  - б) выполнять независимые функции анализа и структурирования информации (матриц, таблиц, выражений и т.п.), поступающей на вход системы в текстовой форме.
- синтаксических анализаторов и трансляторов для анализа и перевода:
  - а) сложных математических выражений (арифметических, логических, содержащих стандартные и определяемые функции и операции над ними);
  - б) системы команд проектируемого исполнителя.

При изучении дисциплины кроме практических навыков учащиеся получают представления об основных идеях данной теоретической области и способность ориентироваться в вопросах теоретического перевода и компиляции, что в дальнейшем позволит:

- при необходимости быстро пополнить свои знания теми или иными аспектами;
- включиться в практическую разработку систем анализа и перевода.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина “Формальные языки и грамматики” относится к вариативной части Основной профессиональной образовательной программы по направлению 02.03.01 Математика и компьютерные науки.

Курс “Формальные языки и грамматики” использует следующие дисциплины учебного плана:

- языки программирования;
- архитектура ЭВМ;
- дискретная математика;
- дополнительные главы дискретной математики;



Основная профессиональная образовательная программа  
02.03.01 Математика и компьютерные науки  
(Математика и компьютерные науки)

---

- теория алгоритмов;
- разработка приложений и программная инженерия;

Ниже приводится список учебных дисциплин, изучение которых опирается на материал курса “Формальные языки и грамматики”:

- распознавание образов;
- базы данных;
- преддипломная практика или научно-исследовательская работа;

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

#### **3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина**

ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности

ОПК-2 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

ПК-1 способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области

ПК-2 способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики

ПК-3 способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата

#### **3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с формируемыми компетенциями**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

##### **Знать:**

- основные понятия утверждения и методы теории синтаксического анализа, перевода и компиляции, теории конечных автоматов, теории формальных грамматик, синтаксически управляемого перевода; основные алгоритмы, предназначенные для получения средств лексического и синтаксического анализа и их оптимизации.

##### **Уметь:**

- строить лексический анализатор, используя модель конечного автомата, производить его оптимизацию; и реализовать анализатор программно;
- строить формальную грамматику для языков записи арифметических выражений и алгоритмических языков, производить оптимизацию полученных грамматик;
- строить реализацию формальной грамматики, используя методы теории конечных автоматов, автоматов со стеком и метод рекурсивного спуска;

##### **Владеть:**



Основная профессиональная образовательная программа  
02.03.01 Математика и компьютерные науки  
(Математика и компьютерные науки)

- навыками программной реализации для построенных моделей синтаксических анализаторов и трансляторов формальных языков.

#### 4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

##### 4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения)  Формы промежуточной аттестации
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	
1.	<b>1. Лексический анализ и конечные автоматы.</b>  1.1. Трансляторы. Лексический блок и конечные автоматы	6	2	2	
2.	1.2. Конечные распознающие автоматы. Процессоры.	6	2		
3.	1.3. Эквивалентность состояний конечного автомата. Минимальный автомат.	6	2	2	
4.	1.4. Недетерминированные конечные распознающие автоматы.	6	2	2	УО-1 (собеседование)
5.	1.5. Методы программной реализации конечных автоматов.	6	2	2	
6.	1.6. Конечные автоматы со стеком.	6	2	2	
7.	<b>2. Формальные грамматики.</b>  2.1. Контекстно-свободные грамматики. Грамматики арифметических выражений.	6	2	2	
8.	2.2. Праволинейные грамматики и конечные автоматы	6	2	2	УО-1 (собеседование)
9.	2.3. Методы редукции формальных грамматик.	6	2	2	
10.	2.4. Атрибутные транслирующие грамматики. Синтаксически управляемый перевод.	6	2	2	
11.	<b>3. Нисходящие методы разбора.</b>  3.1. LL(1)-грамматики. Реализация при помощи МП-автомата и методом	6	2	2	



Основная профессиональная образовательная программа  
02.03.01 Математика и компьютерные науки  
(Математика и компьютерные науки)

	рекурсивного спуска.				
12.	3.2. Преобразование грамматики. Левая факторизация. Удаление левой рекурсии.	6	2	2	УО-1 (собеседование)
13.	3.3. Формальное вычисление множеств выбора LL(1)-грамматики. Критерий LL(1)-грамматики.	6	2	2	
14.	3.4. L-атрибутные грамматики. Реализация атрибутных LL(1)-грамматик.	6	2	2	
15.	<b>4. Восходящие методы синтаксического разбора.</b> 4.1. Методы “перенос-опознание” и “перенос-свертка” LR(0)-грамматики. LR(1) и SLR(1)-грамматики.	6	4	2	
16.	4.2. Преобразование грамматик восходящего разбора.	6	2	2	УО-1 (собеседование)
Итого по дисциплине:			34	30	Зачет

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

1. Введение. Трансляторы. Лексический блок и конечные автоматы.
2. Конечные распознающие автоматы. Процессоры.
3. Эквивалентность состояний конечного распознающего автомата. Построение минимального автомата, эквивалентного данному.
4. Недетерминированные конечные распознающие автоматы.
5. Пример построения конечного автомата (процессора) для распознавания и обработки записи вещественных чисел.
6. Реализация конечных автоматов при помощи программ для ЭВМ.
7. Автоматы с магазинной памятью (стеком).
8. Контекстно-свободные грамматики. Грамматики арифметических выражений
9. Праволинейные грамматики и конечные автоматы.
10. Исключение непродуктивных и недостижимых нетерминалов КС-грамматики.
11. Атрибутные транслирующие грамматики. Синтаксически управляемый перевод.
12. Нисходящие методы разбора грамматики. LL(1)-грамматики. Реализация при помощи МП-автомата.
13. Реализация LL(1)-грамматик методом рекурсивного спуска.
14. Отношение на множестве. Рефлексивно-транзитивное замыкание.
15. Формальное вычисление множеств выбора для LL(1)-грамматики.
16. Преобразование грамматик, предназначенных для нисходящего разбора.
17. Восходящие методы разбора. Метод “перенос-опознание” “перенос-свертка”.
18. LR(0)-грамматики, LR(1) и SLR(1)-грамматики.
19. Формальное вычисление отношений [ПОД] и [СВЕРТЫВАЕТСЯ ПО]. Грамматика стратегии слабого предшествования.



Основная профессиональная образовательная программа  
02.03.01 Математика и компьютерные науки  
(Математика и компьютерные науки)

20. Методы преобразования грамматик, предназначенных для восходящего разбора.

### 5. Образовательные технологии

- Лекции, сопровождаемые электронными версиями текстов на сайте факультета.
- Лабораторные занятия с использованием активных форм, в частности, - технологий проблемного обучения. Основной тип проблемных ситуаций - *решение учебных проблем*, чем обеспечивает сознательность, глубина и прочность знаний, повышение уровня самостоятельности обучаемых, выработка у них способности к актуализации ранее полученных и вновь приобретаемых знаний.
- Одной из составляющих учебного процесса является обязательное применение программных продуктов:
  - а) компиляторы для решения практической реализации учебных задач;
  - б) перспективным является знакомство учащихся с существующими средствами автоматического проектирования трансляторов.

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа учащихся проводится на двух уровнях:

- а) выполнение текущих домашних заданий по устному и письменному решению задач;
- б) практическое решение (четырёх) индивидуальных задач, выдаваемых каждому учащемуся за период обучения дисциплине. Задание предполагает выполнение студентами двух составляющих частей работы: 1) Письменная часть, предназначенная для описания теоретической модели. 2) Составление и отладка программы для ЭВМ в качестве реализации. Проверка работы проходит на устных собеседованиях, проводимых в течение семестра.

### 7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

а) В течении всего времени изучения дисциплины учащимся предлагаются задачи для решения в аудитории и в качестве текущего домашнего задания. Они формируют фонд тренировочных задач, предлагаемых затем на контрольных работах и зачете. Задачи распределены по следующим темам:

1. Конечные распознающие автоматы и процессоры. Построение простейших примеров.
2. Процессоры лексической обработки числовых данных.
3. Процессоры с регистрами. Обработка записи вещественных чисел.
4. Автоматы с магазинной памятью (стеком).
5. Контекстно-свободные грамматики. Элементарные примеры.
6. Контекстно-свободные грамматики. Праволинейные грамматики и конечные автоматы. Исключение недостижимых и непродуктивных нетерминалов.
7. Транслирующие грамматики. Постфиксная польская запись арифметических выражений.
8. Атрибутные транслирующие грамматики. Компилятор арифметических выражений, содержащих переменные. Организация таблицы управления переменными.
9. LL(1)-грамматики. Реализация при помощи МП-автомата (автомата со стеком).
10. Транслирующие LL(1)-грамматики. Две реализации: МП-автомат, рекурсивный спуск.
11. L-атрибутные грамматики. Условный оператор, арифметические выражения.
12. Преобразования грамматик: левая факторизация, замена края, устранение левой саморекурсивности. Преобразование "цель-край", (устранение  $\epsilon$ -правил).
13. Методы "перенос-опознание" и "перенос-свертка". LR(0)-грамматики, LR(1) и SLR(1)-грамматики.



Основная профессиональная образовательная программа  
02.03.01 Математика и компьютерные науки  
(Математика и компьютерные науки)

---

б) По мере изучения глав дисциплины, учащиеся получают (четыре) индивидуальных задания более глобального характера (творческий проект), включающие теоретическую часть и задание программной реализации. Задания распределены по следующим темам:

1. Лексические анализаторы и конечные автоматы.
2. Конечные автоматы со стеком. Простейшие трансляторы.
3. Нисходящие методы разбора. Атрибутные транслирующие LL(1)-грамматики. Реализация при помощи МП-автомата и методом рекурсивного спуска.
4. Восходящие методы разбора. Грамматика на основе методов “перенос-опознание” и “перенос-свертка”. Реализация при помощи МП-автоматов.

При проведении зачета используется смешанная форма организации. Для получения зачета студенту необходимо:

- 1) быть способным сформулировать основные понятия и утверждения теории формальных языков и грамматик (в соответствии с полученным на зачете теоретическим вопросом);
- 2) уметь решать задачи построения моделей, связанных с лексическим и синтаксическим разбором и другими методами теории формальных языков и грамматик (в соответствии с задачей, полученной на зачете, либо доказать это умение на контрольных работах, выполняемых в течение семестра);
- 3) уметь строить программную реализацию теоретических моделей (индивидуальные задания выполняются и проходят проверку в течении семестра).

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература:**

1) Малявко, А.А. Формальные языки и компиляторы / А.А. Малявко. – Новосибирск : НГТУ, 2014. – 431 с. : табл., схем. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436055> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-2318-9. – Текст : электронный.

2) Малявко, А.А. Системное программное обеспечение. Формальные языки и методы трансляции. Учебное пособие в 3 частях / А.А. Малявко. – Новосибирск : НГТУ, 2010. – Ч. 1. – 104 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228974> – ISBN 978-5-7782-1429-3. – Текст : электронный.

3) Малявко, А.А. Системное программное обеспечение. Формальные языки и методы трансляции : в 3-х ч. / А.А. Малявко. – Новосибирск : НГТУ, 2011. – Ч. 2. Синтаксический анализ. – 160 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228973> – ISBN 978-5-7782-1668-6. – Текст : электронный.

4) Малявко, А.А. Системное программное обеспечение. Формальные языки и методы трансляции. Учебное пособие. В 3 чч / А.А. Малявко. – Новосибирск : НГТУ, 2012. – Ч. 3. – 120 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228888> – ISBN 978-5-7782-1960-1. – Текст : электронный.

5) Морохин, Д.В. Основы теории трансляции / Д.В. Морохин ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2015. – 72 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439273> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-1587-2. – Текст : электронный.

### **Дополнительная литература:**



Основная профессиональная образовательная программа  
02.03.01 Математика и компьютерные науки  
(Математика и компьютерные науки)

6) Пентус, А.Е. Математическая теория формальных языков / А.Е. Пентус, М.Р. Пентус. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2006. – 248 с. – (Основы информатики и математики). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233201> – ISBN 5-9556-0062-0. – Текст : электронный.

7) Алымова, Е.В. Конечные автоматы и формальные языки / Е.В. Алымова, В.М. Деундяк, А.М. Пеленицын ; Министерство науки и высшего образования РФ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет». – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. – 292 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499456> – Библиогр.: с. 220-221. – ISBN 978-5-9275-2397-9. – Текст : электронный.

8) Мельников, Б.Ф. Регулярные языки и недетерминированные конечные автоматы / Б.Ф. Мельников ; Российский государственный социальный университет. – Москва : Издательство РГСУ, 2018. – 180 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567323> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7139-1355-7. – Текст : электронный.

**Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»  
<https://uni.ivanovo.ac.ru>

**Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

<http://window.edu.ru> (единое окно доступа к образовательным ресурсам)

<http://www.mathnet.ru/> (Общероссийский математический портал)

**Программное обеспечение:** операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации.



Основная профессиональная образовательная программа  
02.03.01 Математика и компьютерные науки  
(Математика и компьютерные науки)

Автор(ы) рабочей программы дисциплины: доцент кафедры математического анализа и геометрии, к.ф.м.н. Кононенко П.Г.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры математического анализа и геометрии

«31» августа 20 17 г., протокол № 1

Программа обновлена

протокол заседания кафедры № 5 от «3» июня 20 18 г.

Программа обновлена

протокол заседания кафедры № 1 от «30» августа 20 19 г.

Согласовано:

Руководитель ОП  П.Г. Кононенко  
(подпись)