

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Институт ИТММ

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«30» ноября 2022 г. № 13

**Рабочая программа дисциплины**

**Теория автоматов и формальных  
языков**

---

Уровень высшего образования  
бакалавриат

---

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**09.03.04 Программная инженерия**

---

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

Направленность образовательной программы

**Разработка программно-информационных систем**

---

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

очная

---

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижний Новгород  
2023

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.08 Теория автоматов и формальных относится к обязательной части ООП направления подготовки <b>09.03.04. Программная инженерия.</b>

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1  Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1.  Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации	понятия и утверждения дисциплины «Теория автоматов и формальных языков»:  1) основные классы формальных языков, определяемые иерархией языков Хомского;  2) способы описания формальных языков с помощью грамматик и автоматов;  3) теоретико-множественные и алгоритмические свойства классов регулярных и контекстно-свободных языков;  4) алгоритмы синтаксического анализа;	<i>Контрольная работа, Практическое задание, тестовые задания</i>
	УК-1.2.  Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.	решать задачи, аналогичные ранее изученным:  1) определять класс языка по заданной грамматике;  2) решать задачи анализа, синтеза и минимизации конечного автомата на примерах;  3) переходить от одного способа описания регулярного языка к другому;  4) строить по контекстно-свободной грамматике автомат с магазинной памятью, допускающий язык, и решать обратную задачу;  5) строить нормальную форму Хомского для контекстно-свободных грамматик;  6) применять изученные алгоритмы	<i>Контрольная работа, Практическое задание</i>

		<p>синтаксического анализа на примерах;</p> <p>решать задачи, аналогичные ранее изученным, но более высокого уровня сложности;</p> <p>решать задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления.</p>	
	<p>УК-1.3.</p> <p>Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов</p>	Владеть опытом работы с информационными источниками	<p><i>Контрольная работа,</i></p> <p><i>Практическое задание</i></p>
<p>ОПК-7</p> <p>Способен применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с информатикой</p>	ОПК-7.1. Знает область применения в практической деятельности основных концепций, принципов, теорий и фактов, связанных с информатикой.	основные концепции, теории и факты, связанные с теорией автоматов	<p><i>Контрольная работа,</i></p> <p><i>Практическое задание</i></p>
	ОПК-7.2. Умеет применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с информатикой.	применять основные концепции, теории и факты, связанные с теорией автоматов для разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов,	<p><i>Контрольная работа,</i></p> <p><i>Практическое задание</i></p>
	ОПК-7.3. Имеет навыки применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с информатикой.	Владеть навыками по моделированию синтаксических свойств множеств цепочек символов с использованием грамматик и автоматов. различными методами и алгоритмами теории автоматов и формальных языков.	<p><i>Контрольная работа,</i></p> <p><i>Практическое задание</i></p>

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>65</b>
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	

	1
самостоятельная работа	43
Промежуточная аттестация – зачет	

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
<b>Введение:</b> Введение в предмет. Основные понятия теории автоматов и формальных языков. Операции над словами и языками. Грамматический вывод. Связь формальных грамматик и автоматов. Иерархия Хомского формальных языков.	14	4	4		8	6
<b>Конечные автоматы и конечно-автоматные языки:</b> Понятия конечного автомата (КА) и конечно-автоматного языка. Алгоритмы детерминизации и минимизации конечного автомата. Замкнутость класса конечно-	18	6	6		12	6

автоматных языков относительно основных теоретико-множественных операций, конкатенации и итерации. Лемма Огдена (о разрастании) для конечно-автоматных языков.						
<b>Регулярные выражения и регулярные языки:</b> Правила построения регулярных выражений. Алгоритмы анализа и синтеза конечного автомата.	18	6	6		12	6
<b>Контекстно-свободные грамматики и языки:</b> Определение контекстно-свободных (КС) грамматик. Контекстно-свободный грамматический вывод. Деревья вывода. Лемма о разрастании для КС-языков. Класс КС-языков и основные теоретико-множественные операции. Применение КС-грамматик для описания языков программирования.	18	6	6		12	6
<b>Автоматы с магазинной памятью:</b> Определение	18	4	4		8	10

автомата с магазинной памятью (МПА). Детерминированные МПА. Соотношение между КС-языками и языками, допускаемыми МПА.						
<b>Алгоритмы синтаксического анализа:</b> Построение МП-анализаторов, реализующих левый и правый разборы. Алгоритм синтаксического анализа Кока-Янгера-Касами.	21	6	6		12	9
Текущий контроль (КСР)	<b>1</b>	<b>2</b>			1	
<b>Промежуточная аттестация: зачет</b>						
<b>итого</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	32		65	43

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме опросов на занятиях семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Виды самостоятельной работы

1. Изучение литературы и проработка теоретического материала лекционных занятий;
2. подготовка домашних заданий к практическим занятиям;
3. подготовка к выполнению письменных контрольных работ и тестирования;
4. подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

##### **5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»

зачтено	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции
1. Операции над словами и языками. Понятия грамматики и грамматического вывода.	УК-1
2. Иерархия Хомского формальных языков.	УК-1
3. Понятия конечного автомата (КА) и конечно-автоматного языка. Примеры конечно-автоматных языков.	УК-1
4. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы Алгоритм детерминизации недетерминированного конечного автомата.	УК-1
5. Алгоритм минимизации конечного автомата.	УК-1



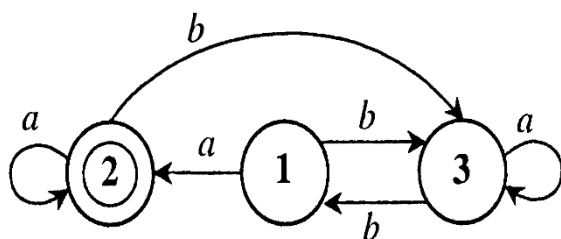
6. Замкнутость класса конечно-автоматных языков относительно основных теоретико-множественных операций.	УК-1
7. Замкнутость класса конечно-автоматных языков относительно операций конкатенации, возведения в степень и итерации.	УК-1
8. Лемма Огдена (о разрастании) для конечно-автоматных языков. Пример языка, не являющегося конечно-автоматным.	ОПК-7
9. Правила построения регулярных выражений. Теорема Клини о совпадении классов конечно-автоматных и регулярных языков.	ОПК-7
10. Алгоритм синтеза конечного автомата.	ОПК-7
11. Алгоритмы Мак-Ноттона и Глушкова анализа конечного автомата.	УК-1
12. Свойства замкнутости праволинейных языков относительно теоретико-множественных операций, конкатенации и итерации.	УК-1
13. Построение праволинейной грамматики по конечному автомату.	УК-1
14. Решение систем линейных уравнений с регулярными коэффициентами.	УК-1
15. Описание праволинейного языка с помощью системы линейных уравнений с регулярными коэффициентами.	УК-1
16. Теорема о совпадении классов праволинейных, конечно-автоматных и регулярных языков.	ОПК-7
17. Определение контекстно-свободной (КС) грамматики. Контекстно-свободный грамматический вывод, левый и правый выводы. Примеры КС-языков. Деревья вывода.	ОПК-7
18. Приведенная форма КС-грамматики, алгоритм преобразования КС-грамматики к приведенной форме.	ОПК-7
19. Лемма Огдена и лемма о разрастании для КС-языков. Пример языка, не являющегося контекстно-свободным.	ОПК-7
20. Класс КС-языков и основные теоретико-множественные операции. Неоднозначность в КС-языках и грамматиках. Основные алгоритмические свойства КС-языков.	ОПК-7
21. Определение автомата с магазинной памятью (МПА). Допустимость по заключительному состоянию и по пустому магазину. Эквивалентность двух определений допустимости МПА.	ОПК-7

22. Соотношение между КС-языками и языками, допускаемыми МПА.	ОПК-7
23. Детерминированные МПА (ДМПА) и детерминированные КС-языки.	ОПК-7
24. Понятие МП-преобразователя. Нисходящие и восходящие распознаватели.	ОПК-7
25. Построение МП-анализаторов, реализующих левый и правый разборы.	ОПК-7
26. Нормальная форма Хомского. Алгоритм приведения КС-грамматики к нормальной форме Хомского.	ОПК-7
27. Алгоритм Кока-Янгера-Касами синтаксического анализа КС-языков и его временная сложность.	ОПК-7

### 5.2.2. Типовые контрольные работы для оценки сформированности компетенции \_ОПК-7

#### Вариант № 1

1. Построить минимальный конечный автомат, распознающий числа, кратные 15, над алфавитом  $\{1,3,5\}$  (ОПК-1).
2. Доказать, что язык  $L = \{a^m b^n \mid m > 2n\}$  не является конечно-автоматным (ПК-1).
3. Решить задачу анализа для конечного автомата (начальное состояние - 1) (ПК-1).



4. По конечному автомату из задачи 3 построить праволинейную грамматику, порождающую язык, по грамматике построить систему уравнений с регулярными коэффициентами и найти регулярное выражение для языка (ПК-1).
5. Решить задачу синтеза конечного автомата по заданному регулярному выражению:  $(bc \cup a^*b)(b^* \cup ca)^*(a \cup b^*c)$  (ПК-1).

### 5.2.3. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции \_УК-1

#### Вопрос 1

**Тип:** единственный выбор

**Формулировка вопроса:**

Для конечных языков  $L_1 = \{a, ac\}$  и  $L_2 = \{a, bc, ca, \lambda\}$  число слов в языке  $L = L_1 \cup L_2$  равно:

**Варианты ответа:**

- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

**Тип:** множественный выбор

**Формулировка вопроса:**

Язык  $L$  задан регулярным выражением  $(b \cup ab^*a)^*$ . Указать, какие из следующих утверждений являются верными для  $L$ :

**Варианты ответов:**

- Слово  $abab \in L$
- Слово  $aaaaab \in L$  (+)
- Слово  $ababa \in L$
- Любое слово, состоящее только из букв  $a$ , принадлежит  $L$
- Любое слово, состоящее только из букв  $b$ , принадлежит  $L$  (+)

Пример задания выносимых на зачет для комплексной оценки

**Задание 1.**

Построить праволинейную грамматику для языка  $L \subseteq \{a, b, c\}^*$ , если каждое слово из  $L$  заканчивается на букву  $c$ .

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Пентус А. Е., Пентус М. Р. - Теория формальных языков: Учебное пособие. М.: Изд-во ЦПИ при механико-математическом факультете МГУ, 2004. - 80с.  
<http://www.mccme.ru/free-books/pentus/pentus.pdf>
2. Жильцова Л.П., Смирнова Т.Г. Теория автоматов и формальных языков в примерах и задачах: учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. — 64 с. // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 1436.17.06.  
[http://www.unn.ru/books/met\\_files/Avtomat1.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/Avtomat1.pdf)
3. Жильцова Л.П., Смирнова Т.Г. Основы теории контекстно-свободных языков в примерах и задачах: учебно-методическое пособие. Нижний Новгород:

Нижегородский госуниверситет, 2017. — 60 с. // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 1435.17.06.  
[http://www.unn.ru/books/met\\_files/Avtomat2.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/Avtomat2.pdf)

б) дополнительная литература:

1. Афраймович Л.Г. Тестовые задачи для самостоятельной подготовки по курсу «Теория автоматов и формальные грамматики». Учебно-методическое пособие. // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 390.11.08.  
[http://www.unn.ru/books/met\\_files/TAFG.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/TAFG.pdf)
2. Коган Д.И., Бабкина Т.С. Теория алгоритмов и математическая логика. Концепции конечного автомата и регулярного языка. Операции над регулярными языками. Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу «Теория алгоритмов и математическая логика». // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 27.00.08.  
[http://www.unn.ru/books/met\\_files/metodich.doc](http://www.unn.ru/books/met_files/metodich.doc)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://www.unn.ru/books/resources.html>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и семинарского типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 090304 Программная инженерия.

Автор: \_\_\_\_\_

Рецензент: \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой АГДМ \_\_\_\_\_ Золотых Н.Ю.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.