

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

**Институт информационных технологий, математики и механики**

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
31.05.2023 г. №6

**Рабочая программа дисциплины**

**Теория автоматов и формальные  
грамматики**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования  
бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**09.03.03 Прикладная информатика**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы  
**Прикладная информатика в области принятия решений**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.02 Теория автоматов и формальные грамматики относится к части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

## 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**	
<i>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</i>	<i>УК-1.1. Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе.</i>	Знать понятия дисциплины «Теория автоматов и формальные грамматики»	<i>собеседование</i>
	<i>УК-1.2. Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.</i>	Уметь решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным. Для заданных языков уметь строить конечный автоматы, МП-автоматы, контекстно-свободные грамматики. Уметь доказывать нерегулярность языков, не принадлежность к классу контекстно-свободных языков. Уметь решать задачи минимизации КА; задачи проверки принадлежности слова языку, порождаемому контекстно-свободной грамматике.	<i>Собеседование Контрольная работа</i>
	<i>УК-1.3. Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов.</i>	Владеть представлениями (навыками) об автоматах	<i>Собеседование задача</i>
<i>ПК-9. Способен моделировать</i>	<i>ПК-9.1. Демонстрирует</i>	Знать утверждения дисциплины «Теория автоматов и формальные грамматики»	<i>Собеседование</i>

прикладные (бизнес) процессы и объекты предметной области	знание методических основ моделирования процессов и объектов предметной области.		
	<b>ПК-9.2.</b> Демонстрирует умение применения знаний к моделированию прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС.	Уметь определять множество непорождаемых и непродуктивных нетерминальных символов для КСГ. Уметь доказывать ранее изученные математические утверждения; проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним.	Собеседование  Контрольная работа
	<b>ПК-9.3.</b> Имеет практический опыт моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области.	Владеть представлениями (навыками) о формальных грамматиках	Собеседование  задача

### 3 Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>в том числе</b>	
<b>контактная работа:</b>	<b>50</b>
- занятия лекционного типа	<b>32</b>
- занятия семинарского типа	<b>16</b>
- текущий контроль (КСР)	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>22</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36</b>

#### 3.2.Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,  форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				Самостоятельная работа
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего контактных часов	
Конечные автоматы КА и регулярные языки. Примеры построения КА.	60	20	10		30	30

<p>Теорема о нерегулярности языка <math>L^{a-b}</math>. Замкнутость регулярных языков относительно операций объединения, пересечения и дополнения. Недетерминированные КА и определяемые ими языки. Теорема о регулярности языков, определяемых недетерминированными КА. Лемма о разрастании для регулярных языков. Примеры доказательства нерегулярности языков. Операции конкатенации, возведения в степень и итерации. Замкнутость регулярных языков относительно операций конкатенации и возведения в степень. Замкнутость регулярных языков относительно операции итерации. R-выражения и R-языка. Теорема Клини. Алгоритмы синтеза и анализа КА. Бинарное отношение <math>E_L(\alpha, \beta)</math> и критерий регулярности языка. Бинарные отношения неразличимости и <math>p</math>-неразличимости. Связь между бинарными отношениями <math>p</math> и <math>p+1</math>-неразличимости. Построение бинарного отношения неразличимости. Минимальный КА. Алгоритм минимизации КА. 7 основных алгоритмических проблем для КА и регулярных языков.</p>						
<p>Формальные грамматики Формальные грамматики и языки, порождаемые грамматиками. Классификация грамматик по Хомскому. Элементарные грамматики. Совпадение класса регулярных языков и языков типа 1. Контекстно-свободные грамматики (КСГ) и контекстно-свободные языки (КСЯ). Дерево вывода. Примеры построения КСГ. Алгоритм определения множества продуктивных нетерминальных символов. Алгоритм определения множества порождаемых нетерминальных символов. Алгоритм преобразование КСГ к приведенной форме. Проблемы непустоты КСЯ. Проблема бесконечности КСЯ, теорема о бесконечности КСЯ. Лемма о разрастании для КСЯ. Примеры языков не являющихся КСЯ. Вопросы замкнутости КСЯ относительно операций объединения, пересечения, дополнения, конкатенации и итерации. Понятие грамматики в нормальной форме Хомского. Преобразование КСГ к грамматике в нормальной форме Хомского. Алгоритм Кока-Янгера-Касами.</p>	36	12	4		16	20
<p>Автоматы с магазинной памятью МП-автоматы и распознаваемые ими языки. Примеры построения МП-автоматов. Теорема о совпадении класса контекстно-свободных языков и языков распознаваемых МП-автоматами. Детерминированные контекстно-свободные языки (ДКСЯ). Вопросы замкнутости ДКСЯ относительно операций объединения, пересечения и дополнения.</p>	16	10	2		12	8
<b>Промежуточная аттестация - экзамен</b>						

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.  
Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

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

Для самоконтроля у студента имеется возможность изучения материала в дистанционном управляемом курсе (требуется авторизация): <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1507>

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Теория автоматов и формальные грамматики» включает выполнение заданий под контролем преподавателя, решение домашних заданий и подготовку к экзамену.

1. Тематика самостоятельной работы
2. Построение КА. Проверка задания.
3. Доказательство нерегулярности языка по Лемме о разрастании. Проверка задания.
4. Построение КСГ. Проверка задания.
5. Доказательство, что язык не является КСЯ по Лемме о разрастании. Проверка задания.
6. Построение МП автомата. Проверка задания.

#### Вопросы для самостоятельной работы

1. КА и регулярные языки.
2. Примеры построения КА.
3. Лемма о разрастании для регулярных языков.
4. Классификация грамматик по Хомскому
5. Примеры построения КСГ
6. МП-автоматы и распознаваемые ими языки

#### 4. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

##### 4.1. 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	При решении стандартных задач не продемонстрировано	Продemonstrированы основные умения.	Продemonстрированы все основные умения.	Продemonстрированы все основные умения.	Продemonстрированы все основные умения,	Продemonстрированы все основные умения,.

	ть оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	ированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	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
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	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

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. КА и регулярные языки.	УК-1
2. Примеры построения КА.	УК -1
3. Теорема о нерегулярности языка $L^{a^*b^*}$ .	УК -1
4. Замкнутость регулярных языков относительно операций объединения, пересечения и дополнения.	УК -1
5. Недетерминированные КА и определяемые ими языки.	УК -1
6. Теорема о регулярности языков, определяемых недетерминированными КА.	УК -1
7. Лемма о разрастании для регулярных языков.	УК -1
8. Примеры доказательства нерегулярности языков.	УК -1
9. Операции конкатенации, возведения в степень и итерации.	УК -1
10. Замкнутость регулярных языков относительно операций конкатенации и возведения в степень.	УК -1
11. Замкнутость регулярных языков относительно операции итерация.	УК -1
12. R-выражения и R-языка. Теорема Клини.	УК -1
13. Алгоритмы синтеза и анализа КА.	УК -1
14. Бинарное отношение $E_L(\alpha, \beta)$ и критерий регулярности языка.	УК -1
15. Бинарные отношения неразличимости и $p$ -неразличимости.	УК -1
16. Связь между бинарными отношениями $ri(p+1)$ -неразличимости.	УК -1
17. Построение бинарного отношения неразличимости.	УК -1
18. Минимальный КА. Алгоритм минимизации КА.	УК -1
19. 7 основных алгоритмических проблем для КА и регулярных языков.	УК -1
20. Формальные грамматики и языки, порождаемые грамматиками.	ПК-9
21. Классификация грамматик по Хомскому.	ПК-9
22. Элементарные грамматики.	ПК-9
23. Совпадение класса регулярных языков и языков типа 1.	ПК-9
24. Контекстно-свободные грамматики (КСГ) и контекстно-свободные языки (КСЯ).	ПК-9
25. Дерево вывода.	ПК-9
26. Примеры построения КСГ.	ПК-9
27. Алгоритм определения множества продуктивных нетерминальных символов.	ПК-9
28. Алгоритм определения множества порождаемых нетерминальных символов.	ПК-9
29. Алгоритм преобразование КСГ к приведенной форме.	ПК-9

30. Проблемы непустоты КСЯ.	ПК-9
31. Проблема бесконечности КСЯ, теорема о бесконечности КСЯ.	ПК-9
32. Лемма о разрастании для КСЯ.	ПК-9
33. Примеры языков не являющихся КСЯ.	ПК-9
34. Вопросы замкнутости КСЯ относительно операций объединения, пересечения, дополнения, конкатенации и итерации.	ПК-9
35. Понятие грамматики в нормальной форме Хомского.	ПК-9
36. Преобразование КСГ к грамматике в нормальной форме Хомского.	ПК-9
37. Алгоритм Кока-Янгера-Касами.	ПК-9
38. МП-автоматы и распознаваемые ими языки.	ПК-9
39. Примеры построения МП-автоматов.	ПК-9
40. Теорема о совпадении класса контекстно-свободных языков и языков распознаваемых МП-автоматами.	ПК-9
41. Детерминированные контекстно-свободные языки (ДКСЯ).	ПК-9
42. Вопросы замкнутости ДКСЯ относительно операций объединения, пересечения и дополнения.	ПК-9

### 5.2.2. Типовые задания для оценки сформированности компетенции

Пример задания для оценивания компетенций УК-1 в виде знания (тестирование и список вопросов для устных и письменных вопросов, указанных выше)

#### Знание модели КА

Понятия КА. Примеры построения КА.

#### Умение доказывать нерегулярность языков

Доказывать нерегулярность языков через Лемму о разрастании.

#### Знание модели КСГ

Понятия КСГ. Примеры построения КСГ.

### 5.2.3. Типовая контрольная работа для оценки компетенции «УК-1» :

#### Вариант 1

Построить КА, распознающий язык  $L = \{a^n b^m | n, m - \text{нечетные}\}$ .

### 5.2.4. Типовая контрольная работа для оценки компетенции «ПК-9»

#### Вариант 1

Построить КА, распознающий язык  $L = \{a^n b^m | n > m\}$ .

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Коган Д.И., Бабкина Т.С. Основы теории конечных автоматов и регулярных языков. Учебное пособие. Издательство ННГУ. 2002. (30 экз.)
2. Афраймович Л.Г. Основы информатики – электронный Электронно-управляемый курс. 253Е.14.08 – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, 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 **09.03.03 «Прикладная информатика».**

Автор профессор Афраимович Л.Г.

Рецензент профессор Федосенко Ю.С.

Заведующий кафедрой М.Х.Прилуцкий

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

30.11.2022 г., протокол №3