

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**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 президиума
Ученого совета ННГУ
от 14.12.2021 г.
протокол № 4

**Рабочая программа дисциплины
Work program of the course**

Теория автоматов и формальных языков
Theory of automata and formal languages

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Level of higher education

бакалавриат

bachelor's degree program

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

Training direction / speciality

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

02.03.02 Fundamental Computer Science and Information Technology

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Orientation of educational program

Общий профиль

General profile

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

form of study

очная

full-time

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород, 2022 год

Nizhni Novgorod, 2022

21. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.23 «Теория автоматов и формальных языков» относится к обязательной части ООП по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Дисциплина читается студентам 4 курса в 7 семестре, 5 зачетных единиц, 180 часов, экзамен.

Discipline Б1.О.23 "Theory of automata and formal languages" refers to the mandatory part.

№ 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.23 «Теория автоматов и формальных языков» относится к обязательной части ООП направления подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) / Formed competencies (code, content of competence)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции / Planned learning outcomes for the discipline (module), in accordance with the indicator of achievement of competency		Наименование оценочного средства / Name of the evaluation tool
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора) / Competency achievement indicator (code, indicator content)	Результаты обучения по дисциплине / Learning outcomes by the discipline	
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности / Student is able to apply the fundamental knowledge gained in the field of mathematical and	ОПК-1.1. Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и основную терминологию / Student knows the basic concepts and concepts in the field of mathematical and natural sciences, basic theories basic terminology	Знать понятия регулярного выражения, их графического представления; формулировки теорем синтеза и анализа; понятия регулярного и детерминированного источников, теоремы о регуляризации и детерминизации графического источника; основные способы задания конечного автомата: канонические уравнения, каноническая таблица, диаграмма Мура, схема из функциональных элементов; понятие автоматной функции, детерминированной функции, ограниченно-детерминированной функции; теореме о совпадении классов автоматных и ограниченно-детерминированных функций / Students must know concepts of regular expression, their graphical representation; formulations of synthesis and analysis theorems; concepts of regular and deterministic sources, theorems on regularization and determinization of sources; basic ways to give finite automata: canonical equations, canonical table, Moore diagram, circuit of functional elements; concept of automaton function, deterministic function,	собеседование / interview

(or) natural sciences, and use them in professional activities		restrictedly deterministic function; the theorem on coincidence of the classes of automaton and restrictedly deterministic functions	
	ОПК-1.2. Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты / <i>Student is able to carry out the primary collection and analysis of the material, interpret various mathematical objects</i>	Уметь строить простейшие регулярные выражения; применять теоремы синтеза и анализа; проводить регуляризацию и детерминизацию графических источников; проверять свойство детерминированности для простейших словарных функций; задавать конечные автоматы в виде канонических уравнений, канонической таблицы, диаграммы Мура и схемы из функциональных элементов; находить вес ограниченно-детерминированных функций и строить для них конечные автоматы / <i>Students must be able to construct the simplest regular expressions; to apply synthesis and analysis theorems; to provide regularization and determinization for graphical sources; to check the property of determinism for the simplest word functions; to give finite automata in the forms of canonical equations, canonical table, Moore diagram and circuit of functional elements; to find weight for restrictedly deterministic functions and to construct finite automata for them</i>	тест / test задачи / tasks

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения	
	Всего	7-й семестр
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180	180
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):	66	66
- занятия лекционного типа	32	32
- занятия семинарского типа	32	32
- занятия лабораторного типа	0	0
- текущий контроль (КСР)	2	2
самостоятельная работа	78	78
Промежуточная аттестация – зачет и экзамен	36	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них	я работ обучаю

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
7-й семестр						
Тема 1. Введение в предмет. Основные понятия теории автоматов и формальных языков. Операции над словами и языками.	9	2	2	0	4	5
Тема 2. Языки и регулярные выражения / Languages and regular expressions	9	2	2	0	4	5
Тема 3. Графические источники. Теоремы синтеза и анализа / Graphical sources. Synthesis and analysis	17	4	4	0	8	9
Тема 4. Регулярные источники. Теорема регуляризации / Regular sources. Regularization theorem	9	2	2	0	4	5
Тема 5. Детерминированные источники. Теорема детерминизации / Deterministic sources. Determinization theorem	17	4	4	0	8	9
Тема 6. Словарные функции. Детерминированные функции / Word functions. Deterministic functions	9	2	2	0	4	5
Тема 7. Остаточные функции. Ограниченно-детерминированные функции, их вес / Residue functions. Restrictedly deterministic functions, their weight.	18	4	4	0	8	10
Тема 8. Конечные автоматы. Их представление в виде канонических уравнений и канонической таблицы / Finite automata. Their representation in the forms of canonical equations and canonical table	18	4	4	0	8	10
Тема 9. Конечные автоматы. Их представление в виде диаграммы Мура и схемы из функциональных элементов / Finite automata. Their representation in the forms of Moore diagram and circuit of functional elements	18	4	4	0	8	10
Тема 10. Построение конечного автомата для ограниченно-детерминированной функции / Constructing finite automaton for restrictedly deterministic function	18	4	4	0	8	10
Текущий контроль (КСР)	2					
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
Итого, 7-й семестр	180	32	32	0	64	78

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен по окончании 7-го семестра).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Выполнение домашних практических заданий с последующей проверкой и обсуждением. Изучение литературы и проработка теоретического материала лекционных занятий.

1. Сорочан С. В. Основы дискретной математики. Учебно-методическое пособие (на английском языке). Электронное издание. 2012.
http://eng.unn.ru/images/files/bach_it/Osnovy_diskretnoy_matematiki.pdf
2. Афраимович 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
3. 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
4. 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

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 незначительных 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные	Продemonstrированы основные умения. Решены типовые	Продemonstrированы все основные умения. Решены все основные	Продemonstrированы все основные умения. Решены все основные	Продemonstrированы все основные умения, решены все основные	Продemonstrированы все основные умения, решены все основные

	умений вследствие отказа обучающегося от ответа	умения. Имели место грубые ошибки.	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	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.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован 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

<i>вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1. Дайте определение формального языка. Какие операции над языками Вы знаете? / Give the definition of formal language. Which operations under languages do you know?	ОПК-1
2. Какие операции над языками обладают свойствами коммутативности и ассоциативности? / Which operations under languages do have properties of commutativity and associativity?	ОПК-1
3. Как по регулярному выражению построить источник, задающий регулярный язык? / How to construct graphical source for regular language given by regular expression?	ОПК-1
4. Как по заданному источнику построить регулярное выражение, задающее регулярный язык? / How to construct regular expression for regular language given by graphical source?	ОПК-1
5. Как преобразовать заданный источник в правильный источник? / How to transform given source to regular source?	ОПК-1
6. Как преобразовать заданный правильный источник в детерминированный источник? / How to transform given regular source to deterministic source?	ОПК-1
7. Как построить регулярное выражение для языка, являющегося дополнением к заданному регулярному языку? / How to construct regular expression for language that is complement to given regular language?	ОПК-1
8. Как построить регулярное выражение для языка, являющегося объединением двух заданных регулярных языков? / How to construct regular expression for language that is union of two given regular languages?	ОПК-1
9. Что такое словарная функция? Какая словарная функция называется детерминированной? / What is word function? Which word function is called deterministic?	ОПК-1
10. Что такое остаточная функция? Какая словарная функция называется ограниченно детерминированной? / What is residue function? Which word function is called restrictedly deterministic?	ОПК-1
11. Дайте определение конечного автомата. Как представить автомат системой канонических уравнений? / Give the definition of finite automaton. How to represent the automaton by the system of canonical equations?	ОПК-1
12. Дайте определение конечного автомата. Как представить автомат в виде канонической таблицы? / Give the definition of finite automaton. How to represent the automaton in the form of canonical table?	ОПК-1
13. Дайте определение конечного автомата. Как представить автомат в виде диаграммы Мура? / Give the definition of finite automaton. How to represent the automaton in the form of Moore diagram?	ОПК-1
14. Дайте определение конечного автомата. Как представить автомат схемой из функциональных элементов? / Give the definition of finite automaton. How to represent the automaton by the circuit of functional elements?	ОПК-1
15. Как преобразовать автомат, заданный системой канонических уравнений, в каноническую таблицу, и наоборот? / How to transform automaton given by system of canonical equations to canonical table, and inverse?	ОПК-1
16. Как преобразовать автомат, заданный системой канонических уравнений, в схему из функциональных элементов, и наоборот? / How to transform automaton given by system of canonical equations to circuit of	ОПК-1

8. functional elements, and inverse?	
17. Как преобразовать автомат, заданный в виде диаграммы Мура, в каноническую таблицу, и наоборот? / How to transform automaton given by Moore diagram to canonical table, and inverse?	ОПК-1
18. Что такое автоматная функция? Что такое детерминированная и ограниченно-детерминированная функции? Какова связь между автоматными и ограниченно-детерминированными функциями? / What is automaton function? What is deterministic and restrictedly deterministic function? What is the link between automaton and restrictedly deterministic functions?	ОПК-1
19. Как построить конечный автомат, реализующий заданную ограниченно-детерминированную функцию? / How to construct finite automaton realizing given restrictedly deterministic function?	ОПК-1
20. Как по конечному автомату, построенному для ограниченно-детерминированной функции, определить её вес? Как по нему вычислить значения всех её остаточных функций? / How to find the weight of given restrictedly deterministic function if its finite automaton had been constructed? How to calculate values of all its residue functions with a help of this automaton?	ОПК-1

5.2.2. Типовые тестовые задания (тесты) для оценки сформированности компетенции ОПК-1.

1. Число способов представить слово длины 4 как конкатенацию двух слов, среди которых может быть пустое, равно: /

The number of ways to represent a word of length 4 as concatenation of two words, among which there may be empty word, equals:

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4
- 5) 5 (+)

2. Указать, какие из следующих равенств верны для любого языка X : /
Point which of the following equalities are true for any language X :

- 1) $X^* \cup X = X^*$ (+)
- 2) $X^* \cdot X = X^*$
- 3) $X \cdot X^* = X^*$
- 4) $X^* \cdot X = X \cdot X^*$ (+)
- 5) $X^* \cdot X^* = X^*$ (+)

5.2.3. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-1.

1. Над алфавитом A решите задачу синтеза конечного автомата по заданному регулярному выражению L : /

Solve synthesis problem for finite automaton given by regular expression L under the alphabet A :

$$A = \{a, b\}, \quad L = b \cdot (a \cup c)^* \cdot (a \cup b)^*$$

2. Конечный автомат задан системой канонических уравнений. Постройте для него каноническую таблицу и диаграмму Мура: /

Finite automaton is given by system of canonical equations. Construct canonical table and Moore diagram for the automaton:

$$\begin{aligned} y(t) &= x(t) \oplus q(t-1), \quad t \geq 1, \\ q(t) &= q(t-1) \rightarrow x(t), \quad t \geq 1, \\ q(0) &= 1. \end{aligned}$$

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

Alexander Meduna. Automata and Languages. Theory and Applications. 2000. Springer Verlag London. eBook ISBN 978-1-4471-0501-5. DOI 10.1007/978-1-4471-0501-5. Softcover ISBN 978-1-85233-074-3.
<http://www.springer.com/la/book/9781852330743>

б) дополнительная литература:

Ian M. Chiswell. A Course in Formal Languages, Automata and Groups. 2009. Springer-Verlag London. eBook ISBN 978-1-84800-940-0. DOI 10.1007/978-1-84800-940-0. Softcover ISBN 978-1-84800-939-4. Series ISSN 0172-5939
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-84800-940-0>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Сорочан С. В. Основы дискретной математики. Учебно-методическое пособие (на английском языке). Электронное издание. 2012.
http://eng.unn.ru/images/files/bach_it/Osnovy_diskretnoy_matematiki.pdf
2. Афраимович 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
3. 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
4. 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
5. <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 ФГОС ВО /ОС ННГУ _____.

10 Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО /ОС ННГУ _____.

Автор: к.ф.-м.н., доц. _____ Сорочан С. В.

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой: д.ф.м.н., проф. _____ Кузнецов М. И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 01.12.2021 года, протокол № 2.