

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 01.04.02 Прикладная математика и информатика**

**Наименование образовательной программы: Искусственный интеллект**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Дополнительные главы дискретной математики**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Алексиадис Н.Ф.
	Идентификатор	Rbbf7859b-AlexiadisNF-00e41c26

(подпись)

Н.Ф.

Алексиадис

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Маран М.М.
	Идентификатор	R7be141f2-MaranMM-804b01e2

(подпись)

М.М. Маран

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Варшавский П.Р.
	Идентификатор	R9a563c96-VarshavskyPR-efb4bbd

(подпись)

П.Р.

Варшавский

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-7 Способен планировать развитие информационных систем и технологий  
ИД-1 Формулирует тенденции развития информационных технологий

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 "Проблема полноты" (Контрольная работа)
2. КМ-2 «Регулярные языки и конечные автоматы» (Контрольная работа)
3. КМ-3 «Рекурсивные функции и машины Тьюринга» (Контрольная работа)
4. КМ-4 «Теория алгоритмов» (Контрольная работа)

### БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Функциональные системы					
Проблема полноты		+			
Теория булевых функций		+			
Регулярные языки и конечные автоматы					
Регулярные языки			+		
Конечные автоматы			+		
Рекурсивные функции и машины Тьюринга					
Рекурсивные функции				+	
Машины Тьюринга				+	
Теория алгоритмов					
Вычислимые функции					+

Сложность алгоритмов				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-7	ИД-1 <sub>ПК-7</sub> Формулирует тенденции развития информационных технологий	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>терминологию и основные результаты теории булевых функций</li> <li>терминологию и основные результаты теории рекурсивных функций и машин Тьюринга</li> <li>терминологию и основные результаты теории конечных автоматов</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>применять основные понятия и факты теории алгоритмов для решения прикладных задач</li> <li>уметь построить машины Тьюринга с данными свойствами</li> <li>анализ и синтез конечных автоматов</li> <li>распознавать полноту систем булевых функции;</li> <li>находить базисы полных систем булевых функций</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>КМ-1 "Проблема полноты" (Контрольная работа)</li> <li>КМ-2 «Регулярные языки и конечные автоматы» (Контрольная работа)</li> <li>КМ-3 «Рекурсивные функции и машины Тьюринга» (Контрольная работа)</li> <li>КМ-4 «Теория алгоритмов» (Контрольная работа)</li> </ul>

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. КМ-1 "Проблема полноты"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится на практическом занятии, продолжительность выполнения работы 90 минут. Студентам выдаётся несколько вариантов заданий

#### Краткое содержание задания:

В работе проверяется знание критерий полноты систем булевых функций и умение применять его для решения прикладных задач

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: терминологию и основные результаты теории булевых функций	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Определение функциональной системы; ее особенность. Операции суперпозиции</li><li>2.Оператор замыкания. Замкнутые и предполные классы</li><li>3.Полные системы. Базис</li><li>4.Понятие функции алгебры логики (булевы функции). Способы их задания. Число булевых функций от <math>n</math> переменных</li><li>5.Разложение булевых функций по переменным; ДНФ, КНФ, СДНФ, СКНФ. Полином Жегалкина</li><li>6.Теорема о полноте (Пост). Полные системы</li></ol>
Уметь: распознавать полноту систем булевых функций; находить базисы полных систем булевых функций	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Построить СДНФ, СКНФ для функции <math>f = 11011011</math></li><li>2.Построить полином Жегалкина для функции <math>(\rightarrow) \rightarrow uz</math>.</li><li>3.Являются ли функция <math>x \vee y \vee z</math> самодвойственной?</li><li>4.Приведите пример базиса<ol style="list-style-type: none"><li>а) мощности 3;</li><li>б) мощности 4.</li></ol></li><li>5.Является ли полной система булевых функций <math>\{1, x + y, xy, x \vee y\}</math>?</li></ol>

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

## КМ-2. КМ-2 «Регулярные языки и конечные автоматы»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится на практическом занятии, продолжительность выполнения работы 90 минут. Студентам выдаётся несколько вариантов заданий

### Краткое содержание задания:

В работе проверяется знание базовых понятий теории конечных автоматов и регулярных языков и умение применять их в решении практических задач, в построении математических моделей

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: терминологию и основные результаты теории конечных автоматов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Основные понятия теории регулярных языков: алфавит, слово, выражение, язык. Операции над языками</li><li>2. Определение (алгебраическое) регулярного выражения и языка</li><li>3. Конечные автоматы: основные понятия теории конечных автоматов, способы их задания и описания функционирования</li><li>4. Эквивалентность конечных автоматов, автоматы приведенного вида, теорема Мура</li><li>5. Теорема Клини о регулярных событиях</li></ol>
Уметь: анализ и синтез конечных автоматов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. а) Любой ли подязык регулярного языка является регулярным? б) Привести пример регулярного языка, любой подязык которого является регулярным.</li><li>2. Написать регулярное выражение над алфавитом <math>\Sigma = \{0, 1\}</math>, которое задает язык, состоящий из всех слов, содержащих хотя бы один символ 0 и хотя бы один символ 1.</li><li>3. Написать регулярное выражение над алфавитом <math>\Sigma = \{0, 1\}</math>, которое задает язык, состоящий из всех слов, в которых число нулей кратно 3.</li><li>4. Построить конечный автомат с входным алфавитом <math>\Sigma = \{0, 1\}</math>, который распознает язык <math>L = \{u: u \text{ начинается на } 1 \text{ и оканчивается на } 1\}</math>.</li><li>5. Построить конечный автомат с входным алфавитом <math>\Sigma = \{0, 1\}</math>, который распознает язык <math>L = \{010, 101\}</math>.</li></ol>

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

### **КМ-3. КМ-3 «Рекурсивные функции и машины Тьюринга»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится на практическом занятии, продолжительность выполнения работы 90 минут. Студентам выдаётся несколько вариантов заданий

#### **Краткое содержание задания:**

В работе проверяется знание базовых понятий теории рекурсивных функций и машин Тьюринга и умение применять их в решении практических задач, в построении математических моделей

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: терминологию и основные результаты теории рекурсивных функций и машин Тьюринга	1.Простейшие рекурсивные функции; операции над рекурсивными функциями (суперпозиции, примитивной рекурсии, минимизации) 2.Алгебраическое определение рекурсивной (примитивно-рекурсивной, общерекурсивной, частично-рекурсивной) функции 3.Определение машин Тьюринга; описание функционирования машин 4.Техника программирования машин Тьюринга 5.Машины Тьюринга и частично-рекурсивные функции
Уметь: уметь построить машины Тьюринга с данными свойствами	1.Доказать, что функция $f(x, y) = x + y$ является рекурсивной. 2. Является ли функция $f(x, y) = xy$ рекурсивной? 3.Построить машину Тьюринга, которая произвольное непустое слово над алфавитом $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ увеличивает на 1. 4.Построить машину Тьюринга, которая перенесет первый символ произвольного непустого слова над алфавитом $\{a, b, c\}$ в его конец. 5.Построить машину Тьюринга над алфавитом $\{0, 1\}$ , которая оставляет данное слово без изменений, если это слово оканчивается на 0, если же слово оканчивается на 1, то машина Тьюринга удаляет всё слово.

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*



*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

#### **КМ-4. КМ-4 «Теория алгоритмов»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится на практическом занятии, продолжительность выполнения работы 90 минут. Студентам выдаётся несколько вариантов заданий

#### **Краткое содержание задания:**

В работе проверяется знание базовых понятий теории алгоритмов и умение применять их в решении практических задач, в построении математических моделей

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: применять основные понятия и факты теории алгоритмов для решения прикладных задач	1. Доказать, что если $f(n) = O(g(n))$ и $g(n) = O(h(n))$ , то $f(n) = O(h(n))$ . 2. Какие из приведенных ниже функций имеют порядок $O(n^3)$ ? а) $n!$ ; б) $\ln(n!)$ ; в) $5n^3 + 3n^2 - 7n + 19$ ; д) $n^3 \ln n$ . 3. Доказать, что если задача А сводится к задаче В, для решения которой существует полиномиальный алгоритм, то для решения задачи А существует полиномиальный алгоритм.
--	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет

### Пример билета

Вопрос 1. Теорема о полноте (Пост).

Вопрос 2. Определение машин Тьюринга; описание функционирования машин Тьюринга.

Задача 3. Построить конечный автомат с входным алфавитом  $\Sigma = \{0, 1\}$ , который распознает язык  $L = \{u: u \text{ начинается на } 1 \text{ или оканчивается на } 1\}$ .

### Процедура проведения

Экзамен проводится в письменно-устной форме. На подготовку ответа дается 60 минут. Кроме ответа на вопросы билета, студент должен ответить на дополнительные вопросы.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1пк-7 Формулирует тенденции развития информационных технологий

### Вопросы, задания

1. Основные определения: функциональные системы, операции суперпозиции, замкнутые и предполные классы, полные системы, базис полных систем.
2. Булевы функции (определение, способы задания)
3. ДНФ, КНФ, СДНФ, СКНФ
4. Полином Жегалкина
5. Важнейшие замкнутые классы
6. Теорема о полноте (Пост)
7. Минимизация булевых функций
8. Основные понятия теории регулярных языков: алфавит, слово, выражение, язык
9. Операции над словами и языками
10. Определение (алгебраическое) регулярного выражения и языка
11. Основные понятия теории конечных автоматов, способы задания и описания функционирования конечных автоматов
12. Эквивалентность конечных автоматов, автоматы приведенного вида, теорема Мура
13. Теорема Клини о регулярных событиях
14. Минимизация конечных автоматов
15. Простейшие рекурсивные функции; операции над рекурсивными функциями (суперпозиции, примитивной рекурсии, минимизации)
16. Алгебраическое определение рекурсивной (примитивно-рекурсивной, общерекурсивной, частично-рекурсивной) функции
17. Определение машин Тьюринга; описание функционирования машин Тьюринга
18. Техника программирования машин Тьюринга
19. Машины Тьюринга и частично-рекурсивные функции.
20. Определение (интуитивное) алгоритма. Свойства алгоритмов.
21. Определение вычислимой функции. Тезис Черча.
22. Сложность алгоритмов; Полиномиальная сводимость
23. Классы P и NP; NP-полные задачи

24. Найти СДНФ и СКНФ для функции  $(xzy)xz$
25. Построить полином Жегалкина для функции  $\&(x + z)$
26. Являются ли функция  $xy \vee z$  самодвойственной?
27. Являются ли функция  $(x \vee y)xy$  линейной?
28. Являются ли функция  $z + xy + z$  монотонной?
29. Является ли полной система булевых функций  $\{1, x + y, \}$ ?
30. Напишите регулярное выражение для следующего языка: множество всех слов из 0 и 1, в которых число нулей кратно 5.
31. Напишите регулярное выражение для следующего языка: множество всех слов из 0 и 1, в которых десятый от правого края символ равен 1.
32. Построить ДКА, который над алфавитом  $\{0, 1\}$  распознает язык всех слов, оканчивающихся на 00.
33. Построить ДКА, который над алфавитом  $\{0, 1\}$  распознает язык всех слов, содержащих подслово 001.
34. Доказать, что  $x^y u$  ( $0^0 = 1$ ) является рекурсивной функцией.
35. Доказать, что  $|x - y|$  является рекурсивной функцией.
36.  $A = \{a, b, c\}$  - входной алфавит машины Тьюринга. Приписать слева к данному слову  $P$  символ  $b$ .
37.  $\Sigma = \{0, 1\}$  - входной алфавит машины Тьюринга. Если непустое слово четной длины, то выдавать ответ 0, а иначе 1.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Являются ли функция  $xy \vee yz \vee zx$  самодвойственной?  
 Ответы:  
 1. да  
 2. нет  
 Верный ответ: Верный ответ: 1. да
2. Являются ли функция  $xy + yz + x$  монотонной?  
 Ответы:  
 1. да  
 2. нет  
 Верный ответ: Верный ответ: 2. нет
3. Являются ли функция  $(x \vee y) \&$  линейной?  
 Ответы:  
 1. да  
 2. нет  
 Верный ответ: Верный ответ: 1. да
4. Является ли полной система булевых функций  $\{x + y, x \vee y, xy\}$ ?  
 Ответы:  
 1. да  
 2. нет  
 Верный ответ: Верный ответ: 2. нет
5. Является ли полной система булевых функций  $\{1, x + y, xy\}$ ?  
 Ответы:  
 1. да  
 2. нет  
 Верный ответ: Верный ответ: 1. да
6. В алгебре логики существует ли базис мощности 1?  
 Ответы:  
 1. да  
 2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 1. да

7. В алгебре логики существует ли базис мощности 2?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 1. да

8. В алгебре логики существует ли базис мощности 3?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 1. да

9. В алгебре логики существует ли базис мощности 4?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 1. да

10. В алгебре логики существует ли базис мощности 5?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 2. нет

11. В алгебре логики существует ли базис мощности 10, 20?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 2. нет

12. В алгебре логики существует ли полная система мощности 5, 10, 20?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 1. да

13. Является ли регулярным выражение  $R \setminus Q$ , если  $R$  и  $Q$  - регулярные языки?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 1. да

14. Верно ли равенство  $L = L^+$ ?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 2. нет

15. Любой ли подязык регулярного языка является регулярным?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 2. нет

16. Суперпозиция общерекурсивных функций всегда является общерекурсивным/?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 1. да

17. Нигде не определенная функция является ли частично-рекурсивной?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 1. да

18. Любая вычислимая функция является ли частично-рекурсивной?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 1. да

19.

1. Существует ли машина Тьюринга, которая никогда не останавливается?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 1. да

20. Существует ли машина Тьюринга, которая никогда не останавливается на непустой ленте и останавливается на пустой ленте?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 1. да

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированы особенности практических решений.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные ошибки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.