

**Рабочая программа дисциплины (модуля) «Математическая логика и теория алгоритмов», включая оценочные материалы**

**1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)**

**1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы**

Группа компетенций	Категория компетенций	Коды и содержание компетенций
Универсальные	-	-
Общепрофессиональные	-	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
Профессиональные	-	-

**1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы**

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Содержание индикатора компетенции
ОПК-1	ОПК-1.1	Применяет методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

**1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)**

**Цель изучения дисциплины (модуля)** – ознакомление с основными понятиями и методами математической логики и теории алгоритмов, с ориентацией на их использование в практической информатике, в том числе в системах искусственного интеллекта и вычислительной технике; формирование систематизированных знаний в области математической логики, представлений о проблемах оснований математики и роли математической логики в их решении; развитие логического мышления, логической культуры.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен

**знать:**

- основные понятия и законы теории множеств; способы задания множеств и способы оперирования с ними; свойства отношений между элементами дискретных множеств и систем; методологию использования аппарата математической логики и способы проверки истинности утверждений; алгоритмы приведения булевых функций к нормальной форме и построения минимальных форм; методы построения по булевой функции многополюсных контактных схем; методы исследования системы булевых функций на полноту, замкнутость и нахождение базиса; основы языка и алгебры предикатов; методологию использования аппарата математической логики в контексте разработки алгоритмов программ;

**уметь:**

- применять изученный математический аппарат при решении типовых задач; проводить доказательные рассуждения в ходе решения задач;
- применять методы математической логики для решения профессиональных задач;

**владеть:**

- способностью и готовностью к изучению дальнейших понятий и теорий, разработанных в современной математической логике, а также к оценке степени адекватности предлагаемого аппарата к решению прикладных задач.

**2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)**

**2.1. Объем дисциплины (модуля)**

<i>Виды учебной работы</i>	<i>Формы обучения</i>
	<b>Очная</b>
<b>Общая трудоемкость:</b> зачетные единицы/часы	3/108

<b>Контактная работа:</b>	72
Лекции	36
Лабораторные работы	0
Практические занятия, семинары	36
<b>Промежуточная аттестация:</b> зачет с оценкой	0
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	36

## 2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						СР
		Контактная работа						
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	
1.	Аксиомы математической логики	4	0	4	0	0	0	19
2.	Правила вывода.	4	0	4	0	0	0	19
3.	Приведение к нормальным формам	4	0	4	0	0	0	19
4.	Исчисление высказываний Гильбертовское исчисление высказываний	4	0	4	0	0	0	19
5.	Исчисление высказываний. Секвенциальное исчисление высказываний и принцип резолюций	4	0	4	0	0	0	19
6.	Логика предикатов	4	0	4	0	0	0	19
7.	Элементы теории алгоритмов. Машина Тьюринга	4	0	4	0	0	0	19
8.	Элементы теории алгоритмов. Нормальные алгоритмы Маркова и Частично- рекурсивные функции	4	0	4	0	0	0	19

#### Примечания:

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.

## 2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ

### Содержание лекционного курса

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание лекционного курса
1.	Аксиомы математической логики	Аксиомы натуральных чисел. Начальные задачи. Сложение. Порядок. Наименьший элемент. Умножение.
2.	Правила вывода.	Предмет и задачи логики. Понятие. Суждение. Умозаключение. Рассуждение. Виды рассуждений (дедукция, индукция, аналогия)
3.	Приведение к нормальным формам	Понятие нормальных форм. Совершенные нормальные формы. Нормальные формы формул алгебры логики: ДНФ и КНФ. Правило построения СДНФ и СКНФ.
4.	Исчисление высказываний Гильбертовское исчисление	Логика высказываний. Простые и сложные высказывания (понятие высказывания, примеры высказываний, логические

	высказываний	операции над высказываниями)
5.	Исчисление высказываний. Секвенциальное исчисление высказываний и принцип резолюций	Метод резолюций в исчислении высказываний. Пример построения логического вывода методом резолюций. Понятие секвенции; понятие линейного и древовидного вывода. Основные эквивалентности формул; их доказательство.
6.	Логика предикатов	Алгебра предикатов. Понятие предиката. Примеры предикатов. Логические операции над предикатами. Кванторные операции над предикатами. Классификация предикатов. Множество истинности предиката. Свободные и связанные вхождения переменных. Замкнутая формула. Пример суждения, записанного на языке алгебры предикатов
7.	Элементы теории алгоритмов. Машина Тьюринга	Пример реализации алгоритма в машине Тьюринга. Эффективно вычислимые функции. Уточнение понятия алгоритма посредством функций, вычислимых по Тьюрингу. Тезис Тьюринга. Существование невычислимых по Тьюрингу функций. Пример такой функции.
8.	Элементы теории алгоритмов. Нормальные алгоритмы Маркова и Частично-рекурсивные функции	Элементы теории алгоритмов. Нормальные алгоритмы Маркова и Частично-рекурсивные функции.

### Содержание занятий семинарского типа

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Тип	Содержание занятий семинарского типа
1.	Аксиомы математической логики	ПЗ	Аксиомы натуральных чисел. Начальные задачи. Сложение. Порядок. Наименьший элемент. Умножение.
2.	Правила вывода.	ПЗ	Предмет и задачи логики. Понятие. Суждение. Умозаключение. Рассуждение. Виды рассуждений (дедукция, индукция, аналогия)
3.	Приведение к нормальным формам	ПЗ	Понятие нормальных форм. Совершенные нормальные формы. Нормальные формы формул алгебры логики: ДНФ и КНФ. Правило построения СДНФ и СКНФ.
4.	Исчисление высказываний Гильбертовское исчисление высказываний	ПЗ	Логика высказываний. Простые и сложные высказывания (понятие высказывания, примеры высказываний, логические операции над высказываниями)
5.	Исчисление высказываний. Секвенциальное исчисление высказываний и принцип резолюций	ПЗ	Метод резолюций в исчислении высказываний. Пример построения логического вывода методом резолюций. Понятие секвенции; понятие линейного и древовидного вывода. Основные эквивалентности формул; их доказательство.
6.	Логика предикатов	ПЗ	Алгебра предикатов. Понятие предиката. Примеры предикатов. Логические операции над предикатами. Кванторные операции над предикатами. Классификация предикатов. Множество истинности предиката. Свободные и связанные вхождения переменных. Замкнутая формула. Пример суждения, записанного на языке алгебры предикатов
7.	Элементы теории алгоритмов. Машина Тьюринга	ПЗ	Пример реализации алгоритма в машине Тьюринга. Эффективно вычислимые функции. Уточнение понятия алгоритма посредством функций, вычислимых по Тьюрингу. Тезис Тьюринга. Существование невычислимых по Тьюрингу функций. Пример такой функции.
8.	Элементы теории алгоритмов. Нормальные алгоритмы Маркова и Частично-рекурсивные функции	ПЗ	Элементы теории алгоритмов. Нормальные алгоритмы Маркова и Частично-рекурсивные функции.

### Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание самостоятельной работы
1.	Аксиомы математической логики	Наименьший элемент. Умножение.
2.	Правила вывода.	Виды рассуждений (дедукция, индукция, аналогия)

3.	Приведение к нормальным формам	Правило построения СДНФ и СКНФ.
4.	Исчисление высказываний Гильбертовское исчисление высказываний	Простые и сложные высказывания (понятие высказывания, примеры высказываний, логические операции над высказываниями)
5.	Исчисление высказываний. Секвенциальное исчисление высказываний и принцип резолюций	. Основные эквивалентности формул; их доказательство.
6.	Логика предикатов	Замкнутая формула. Пример суждения, записанного на языке алгебры предикатов
7.	Элементы теории алгоритмов. Машина Тьюринга	Существование невычислимых по Тьюрингу функций. Пример такой функции.
8.	Элементы теории алгоритмов. Нормальные алгоритмы Маркова и Частично-рекурсивные функции	Элементы теории алгоритмов. Нормальные алгоритмы Маркова и Частично-рекурсивные функции.

### 3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

#### 3.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые темы (разделы)	Наименование оценочного средства
1.	Аксиомы математической логики	Устный опрос. Контрольная работа
2.	Правила вывода.	Устный опрос. Контрольная работа
3.	Приведение к нормальным формам	Устный опрос. Контрольная работа
4.	Исчисление высказываний Гильбертовское исчисление высказываний	Устный опрос. Контрольная работа
5.	Исчисление высказываний. Секвенциальное исчисление высказываний и принцип резолюций	Устный опрос. Контрольная работа
6.	Логика предикатов	Устный опрос. Контрольная работа
7.	Элементы теории алгоритмов. Машина Тьюринга	Устный опрос. Контрольная работа
8.	Элементы теории алгоритмов. Нормальные алгоритмы Маркова и Частично-рекурсивные функции	Устный опрос. Контрольная работа

#### 3.1.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля успеваемости

##### Устный опрос

##### Тема 1. Аксиомы математической логики.

*Вопросы для устного опроса*

Аксиомы натуральных чисел. Начальные задачи. Сложение. Порядок. Наименьший элемент. Умножение.

*Контрольные задания на практических занятиях*

1. Выясните, полна ли система функций алгебры логики:

а)  $\{0, x \oplus y, x \rightarrow y, xy \leftrightarrow xz\}$ ;

б)  $\{xy \vee \bar{x}z, \bar{x}, x \oplus yz\}$ .

2. Доказать общезначимость формул, построив таблицы истинности:

а)  $P \rightarrow (Q \rightarrow (P \square Q))$ ;

б)  $(P \rightarrow R) \rightarrow ((Q \rightarrow R) \rightarrow ((P \vee Q) \rightarrow R))$ ;

в)  $\neg(P \rightarrow \neg(Q \square P)) \rightarrow (P \vee R)$ .

##### Тема 2. Правила вывода.

### Вопросы для устного опроса

Предмет и задачи логики. Понятие. Суждение. Умозаключение. Рассуждение. Виды рассуждений (дедукция, индукция, аналогия)

### Контрольные задания на практических занятиях

1. Доказать с помощью преобразований следующие эквивалентности:

а)  $(A \vee B) \sqcap (A \vee C) \sqcap (B \vee D) \sqcap (C \vee D) = (A \sqcap D) \vee (B \vee C)$ ;

б)  $(A \vee B \vee C) \sqcap (B \vee C \vee D) \sqcap (C \vee D \vee A) = (A \sqcap B) \vee (A \sqcap D) \vee (B \sqcap D) \vee C$ ;

в)  $A \sqcap (A \vee C) \sqcap (B \vee C) = (A \sqcap B) \vee (A \sqcap C)$ ;

### Тема 3. Приведение к нормальным формам

Понятие нормальных форм. Совершенные нормальные формы. Нормальные формы формул алгебры логики: ДНФ и КНФ. Правило построения СДНФ и СКНФ.

### Задание для самостоятельной работы

1. Привести к ДНФ и КНФ следующие выражения:

а)  $((A \rightarrow B) \rightarrow (C \rightarrow A)) \rightarrow (\neg B \rightarrow \neg C)$ ;

б)  $((A \rightarrow B) \rightarrow \neg A) \rightarrow \neg B \rightarrow \neg C$ ;

в)  $(A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow ((A \rightarrow \neg C) \rightarrow (A \rightarrow \neg B))$ .

2. С помощью равносильных преобразований получить СДНФ и СКНФ следующих формул:

а)  $(R \rightarrow P) \rightarrow (\neg(Q \vee R) \rightarrow P)$ ;

б)  $\neg(P \sqcap (Q \vee R)) \rightarrow ((P \sqcap Q) \vee R)$ ;

в)  $((P \rightarrow Q) \rightarrow \neg P) \rightarrow \neg Q \rightarrow \neg R \rightarrow R$ .

### Тема 4. Исчисление высказываний Гильбертовское исчисление высказываний.

### Вопросы для устного опроса

Логика высказываний. Простые и сложные высказывания (понятие высказывания, примеры высказываний, логические операции над высказываниями)

### Контрольные задания на практических занятиях

1. Докажите, что в ГИВ имеют место следующие выводимости, построив соответствующие выводы из гипотез:

а)  $G, (G \rightarrow H) \vdash (F \rightarrow H)$ ;

б)  $(F \rightarrow G), (F \rightarrow (G \rightarrow H)) \vdash (F \rightarrow H)$ ;

в)  $(F \rightarrow (G \rightarrow H)) \vdash (G \rightarrow (F \rightarrow H))$ ;

г)  $\neg G \vdash ((F \vee G) \rightarrow F)$ ;

д)  $\neg F, (\neg G \rightarrow F) \vdash G$ ;

е)  $(F \vee F) \vdash F$ .

2. Используя теорему о дедукции, докажите, что в ГИВ справедливы следующие теоремы и выводимости:

а)  $\vdash (F \rightarrow ((\neg G \rightarrow \neg F) \rightarrow G))$ ;

б)  $\vdash (F \rightarrow (F \vee G))$ ;

в)  $\vdash ((F \rightarrow G) \rightarrow ((F \rightarrow \neg G) \rightarrow \neg F))$ ;

г)  $F \vdash ((F \rightarrow G) \rightarrow G)$ ;

д)  $(F \rightarrow G), (G \rightarrow F) \vdash (F \equiv G)$ ;

е)  $(F \vee G), (F \rightarrow H), (G \rightarrow H) \vdash H$ .

### Тема 5. Исчисление высказываний. Секвенциальное исчисление высказываний и принцип резолюций.

### Вопросы для устного опроса

Метод резолюций в исчислении высказываний. Пример построения логического вывода методом резолюций. Понятие секвенции; понятие линейного и древовидного вывода. Основные эквивалентности формул; их доказательство.

### Контрольные задания на практических занятиях

1. Вывести в секвенциальном исчислении высказываний (СИВ) следующую секвенцию:

а)  $(A \equiv B) \succ ((C \vee A) \rightarrow (C \vee B))$ ;

$$б) \succ (\bar{A} \vee B) \rightarrow (A \rightarrow B).$$

## Тема 6. Логика предикатов.

Вопросы для устного опроса

Алгебра предикатов. Понятие предиката. Примеры предикатов. Логические операции над предикатами. Кванторные операции над предикатами. Классификация предикатов. Множество истинности предиката. Свободные и связанные вхождения переменных. Замкнутая формула. Пример суждения, записанного на языке алгебры предикатов

Контрольные задания на практических занятиях

1. Установить к какому классу относится формула логики предикатов (тождественно истинных, выполнимых или тождественно ложных):

$$а) (\exists x(A(x) \& (B \rightarrow C(x))) \rightarrow \forall x(A(x) \rightarrow \overline{C(x)})) \rightarrow \bar{B};$$

$$б) \exists x((F(x) \rightarrow \overline{F(x)}) \& (\overline{F(x)} \rightarrow F(x))).$$

## Тема 7. Элементы теории алгоритмов. Машина Тьюринга.

Вопросы для устного опроса

Пример реализации алгоритма в машине Тьюринга. Эффективно вычислимые функции. Уточнение понятия алгоритма посредством функций, вычислимых по Тьюрингу. Тезис Тьюринга. Существование невычислимых по Тьюрингу функций. Пример такой функции.

Контрольные задания на практических занятиях

1. Докажите, что функция  $f(x) = 2x + 1$ , определенная на множестве  $M = N \cup \{0\}$  и принимающая значения в этом множестве, вычислима по Тьюрингу, для чего постройте машину Тьюринга, вычисляющую ее.

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x > 0 \\ 1, & x = 0 \end{cases}$$

2. Докажите, что функция, определенная на множестве  $M = N \cup \{0\}$  и принимающая значения в этом множестве, вычислима по Тьюрингу, для чего постройте машину Тьюринга, вычисляющую ее.

3. Определить, применима ли данная машина Тьюринга к исходным данным:

	1	2	3	4	5	6
$q_1$	“U” Н $q_2$	“P” Л $q_3$	“!” П $q_0$	“H” П $q_4$	“E” П $q_3$	“G” П $q_3$
$q_2$	“L” П $q_3$	“O” П $q_4$	“A” Н $q_3$	“K” П $q_3$	“I” П $q_3$	“W” Л $q_3$
$q_3$	“!” П $q_2$	“H” Л $q_0$	“L” П $q_1$	“N” Л $q_3$	“O” П $q_1$	“L” П $q_3$
$q_4$	“L” П $q_3$	“E” П $q_2$	“J” Л $q_3$	“F” Л $q_3$	“O” Л $q_3$	“Z” Н $q_3$

I вариант:

3	4	1	6	2	3
$q_1$					

II вариант:

3	2	4	4	3	6
		$q_1$			

III вариант:

1	2	5	4	5	1
$q_3$					

IV вариант:

3	2	1	1	1	5
---	---	---	---	---	---

		$q_1$			
--	--	-------	--	--	--

**V вариант:**

4	2	1	4	2	2
$q_1$					

*Литература [1, с. 317-353]*

## **Тема 8. Элементы теории алгоритмов. Нормальные алгоритмы Маркова и Частично-рекурсивные функции.**

*Вопросы для устного опроса*

Уточнение понятия алгоритма посредством нормально вычислимых функций. Принцип нормализации Маркова. Марковские подстановки, схема нормального алгоритма, применение нормальных алгоритмов к словам.

*Контрольные задания на практических занятиях*

1. Составить нормальный алгоритм вычисления функции  $f(x)=x+1$ .

### **Контрольные работы**

#### **Контрольная работа №1**

1. С помощью равносильных преобразований получить СДНФ и СКНФ следующей формулы:

$$((P \rightarrow Q) \rightarrow (R \rightarrow \neg P)) \rightarrow (\neg Q \rightarrow \neg R);$$

2. Доказать общезначимость формулы, построив таблицу истинности:

$$(P \rightarrow (Q \rightarrow R)) \rightarrow ((P \rightarrow Q) \rightarrow (P \rightarrow R));$$

3. Доказать с помощью преобразований следующую эквивалентность:

$$A \sqcap (A \vee C) \sqcap (B \vee C) = (A \sqcap B) \vee (A \sqcap C);$$

4. Доказать логическое следование, а затем получить все возможные следствия из посылок:

$$A \rightarrow (B \rightarrow C) \models (A \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow C).$$

#### **Контрольная работа №2**

1. Докажите, что следующая формула является теоремой гильбертовского исчисления высказываний (ГИВ), построив соответствующий вывод из аксиом:

$$F \rightarrow ((G \rightarrow G) \rightarrow (H \rightarrow F));$$

2. Докажите, что в ГИВ имеет место выводимость, построив соответствующие выводы из гипотез:

$$(\neg G \rightarrow F), (\neg G \rightarrow \neg F) \vdash G;$$

3. Вывести в секвенциальном исчислении высказываний (СИВ) секвенцию:

$$(A \rightarrow B) \vdash (C \vee A) \rightarrow (C \vee B);$$

4. Методом резолюций проверить логическое следование:

$$\Box x(P(x) \rightarrow (Q(x) \& R(x))), \Box x(P(x) \& S(x)) \models \Box x(S(x) \& R(x)).$$

5. Машина Тьюринга задается следующей функциональной схемой:

$Q$	$q_1$	$q_2$	$q_3$
$A$			
$a_0$		$1nq_3$	$a_0lq_1$
1	$a_0lq_2$	$1lq_2$	$1nq_3$
*	$a_0nq_0$	$*lq_2$	$*nq_3$

Определите, в какое слово перерабатывает машина каждое из следующих слов, исходя из начального положения, при котором машина находится в состоянии  $q_1$ , и обозревается крайняя правая буква слова: а) 111\*111; б) 1111\*11; в) 111\*1; г) 1\*11; д) 11\*111; е) 11111\*; ж) \*1111. Постарайтесь усмотреть общую закономерность в работе машины

### **3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости**

#### **Устный ответ**

Оценка знаний предполагает дифференцированный подход к обучающемуся, учет его индивидуальных способностей, степень усвоения и систематизации основных понятий

и категорий по дисциплине. Кроме того, оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение использовать в ответе практический материал. Оценивается культура речи, владение навыками ораторского искусства.

*Критерии оценивания:* последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала, использование профессиональных терминов, культура речи, навыки ораторского искусства. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда материал излагается исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно, при этом раскрываются не только основные понятия, но и анализируются точки зрения различных авторов. Обучающийся не затрудняется с ответом, соблюдает культуру речи.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но при ответе на вопрос допускает несущественные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

### **Контрольная работа**

Оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение изложить письменно.

*Критерии оценивания:* последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда соблюдены все критерии.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но допускает несущественные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

## **3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации**

### **3.2.1. Критерии оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Шкала оценивания	Результаты обучения	Показатели оценивания результатов обучения
ОТЛИЧНО	Знает:	- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил материал, уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - на основе системных научных знаний делает квалифицированные выводы и обобщения, свободно оперирует категориями и понятиями.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, используя научные понятия, ссылаясь на нормативную базу.
	Владеет:	- обучающийся владеет рациональными методами (с использованием рациональных методик) решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал навыки



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделения главного,</li> <li>- связкой теоретических положений с требованиями руководящих документов,</li> <li>- изложения мыслей в логической последовательности,</li> <li>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.</li> </ul>
ХОРОШО	Знает:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил материал, достаточно грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы,</li> <li>- затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений, оперирует категориями и понятиями, но не всегда правильно их верифицирует.</li> </ul>
	Умеет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся умеет самостоятельно и в основном правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, не в полной мере используя научные понятия и ссылки на нормативную базу.</li> </ul>
	Владет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся в целом владеет рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;</li> <li>При решении смог продемонстрировать достаточность, но не глубинность навыков,</li> <li>- выделения главного,</li> <li>- изложения мыслей в логической последовательности,</li> <li>- связки теоретических положений с требованиями руководящих документов,</li> <li>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.</li> </ul>
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	Знает:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся ориентируется в материале, однако затрудняется в его изложении;</li> <li>- показывает недостаточность знаний основной и дополнительной литературы;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- практически не способен сформулировать выводы и обобщения;</li> <li>- частично владеет системой понятий.</li> </ul>
	Умеет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся в основном умеет решить учебно-профессиональную задачу или задание, но допускает ошибки, слабо аргументирует свое решение, недостаточно использует научные понятия и руководящие документы.</li> </ul>
	Владет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся владеет некоторыми рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;</li> <li>При решении продемонстрировал недостаточность навыков</li> <li>- выделения главного,</li> <li>- изложения мыслей в логической последовательности,</li> <li>- связки теоретических положений с требованиями руководящих документов,</li> <li>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.</li> </ul>
НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	Знает:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не усвоил значительной части материала;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует квалифицированных выводов и обобщений;</li> <li>- не владеет системой понятий.</li> </ul>
	Умеет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>обучающийся не показал умение решать учебно-профессиональную задачу или задание.</li> </ul>
	Владет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>не выполнены требования, предъявляемые к навыкам, оцениваемым «удовлетворительно».</li> </ul>

### 3.2.2. Контрольные задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

#### Список вопросов для устных ответов (варианты теста)

1. Предмет и задачи логики. Понятие. Суждение. Умозаключение. Рассуждение. Виды рассуждений.

2. Исторические этапы развития математической логики. Силлогистика Аристотеля.
3. Исторические этапы развития математической логики. Парадоксы наивной теории множеств.
4. Алгебраические системы. Решетки. Свойства булевых алгебр.
5. Логика высказываний. Простые и сложные высказывания (понятие высказывания, примеры высказываний, логические операции над высказываниями).
6. Формулы логики высказываний и истинностные функции. Классификация формул. Булевы функции.
7. Проблема разрешимости в логике высказываний.
8. Формулы логики высказываний. равносильные формулы. Важнейшие равносильности алгебры высказываний.
9. Формулы логики высказываний. Нормальные формы. Правило построения СДНФ и СКНФ.
10. Логическое следование в логике высказываний. Теоремы о тавтологиях.
11. Формализация и решение логических задач. Проверка правильности следствия.
12. Формализация и решение логических задач. Проверка правильности следствия (табличный метод, метод редукции, равносильные преобразования, построение логического вывода).
13. Формализация и решение логических задач. Получение всех возможных следствий из заданной системы посылок.
14. Формализация и решение логических задач. Проверка системы посылок на непротиворечивость.
15. Формальные системы. Доказательство. Вывод. Свойства вывода.
16. Исчисление высказываний гильбертовского типа (ГИВ). Доказательство и вывод в формальной теории  $L$ .
17. Метаматематика. Метатеорема о дедукции. Обратная метатеорема о дедукции.
18. Исчисление  $L$ . Производные правила вывода и теоремы.
19. Другие формализации ГИВ.
20. Свойства формальной теории  $L$  (непротиворечивость, разрешимость, полнота, независимость).
21. Секвенциальное исчисление высказываний (СИВ): понятие секвенции; понятие линейного и древовидного вывода; пример вывода.
22. Теорема о связи СИВ и ГИВ (с доказательством).
23. Проблемы аксиоматического исчисления высказываний.
24. Метод резолюций в логике высказываний. Пример построения логического вывода методом резолюций.
25. Логика предикатов. Понятие предиката. Логические операции над предикатами.
26. Логика предикатов. Понятие предиката. Примеры предикатов. Кванторные операции над предикатами.
27. Классификация предикатов. Множество истинности предиката.
28. Формула логики предикатов. Свободные и связанные вхождения переменных. Замкнутая формула.
29. Формула логики предикатов. Классификация формул. Значение формулы.
30. Гильбертовское исчисление предикатов (ГИП).
31. Секвенциальное исчисление предикатов (СИП).
32. Принцип резолюций в логике предикатов.
33. Интуитивное понятие алгоритма и его характерные черты. Уточнение понятия алгоритма.
34. Машина Тьюринга (устройство, состав команд, программа).
35. Машина Тьюринга. Пример реализации алгоритма в машине Тьюринга.
36. Эффективно вычислимые функции. Уточнение понятия алгоритма посредством функций, вычислимых по Тьюрингу. Тезис Тьюринга.

37. Частично-рекурсивные и общерекурсивные функции. Тезис Черча.
38. Нормальные алгоритмы Маркова (марковские подстановки, схема нормального алгоритма, применение нормальных алгоритмов к словам). Пример нормального алгоритма.
39. Эффективно вычислимые функции. Уточнение понятия алгоритма посредством нормально вычислимых функций. Принцип нормализации Маркова.
40. Неразрешимые алгоритмические проблемы.
41. Современные направления развития математической логики. Модальные логики.
42. Нечеткие множества и нечеткая логика.
43. Теория сложности вычислений. Понятие сложности вычислений. Развитие теории сложности вычислений.

### **Тексты проблемно-аналитических и (или) практических учебно-профессиональных задач**

#### **1) Даны высказывания (посылки):**

1. Если в данной местности увеличивается количество кошек, то уменьшается количество полевых мышей ( $p \rightarrow q$ ).
2. Если в данной местности уменьшается количество полевых мышей, то увеличивается количество ос ( $q \rightarrow r$ ).
3. Если в данной местности увеличивается количество ос, то создаются более благоприятные условия для повышения урожая клевера ( $r \rightarrow s$ ).

Вводим добавочное допущение «В данной местности увеличивается количество кошек» ( $p$ ) и трижды используем правило УИ. Последовательно имеем:

$p \rightarrow q \quad q \rightarrow r \quad r \rightarrow s$

$p \quad q \quad r$

-----

$q \quad r \quad s$

т.е. из множества взятых посылок получаем импликацию  $p \rightarrow s$ : «Если в данной местности увеличивается количество кошек, то создаются более благоприятные условия для повышения урожая клевера».

#### **2) Использование алгоритма Маркова для преобразований над строками:**

Правила:

«А»  $\rightarrow$  «апельсин»

«кг»  $\rightarrow$  «килограмм»

«М»  $\rightarrow$  «магазинчике»

«Т»  $\rightarrow$  «том»

«магазинчике»  $\rightarrow$  • «ларьке» (заключительная формула)

«в том ларьке»  $\rightarrow$  «на том рынке»

Исходная строка:

«Я купил кг Аов в Т М.»

При выполнении алгоритма строка претерпевает следующие изменения:

«Я купил кг апельсинов в Т М.»

«Я купил килограмм апельсинов в Т М.»

«Я купил килограмм апельсинов в Т магазинчике.»

«Я купил килограмм апельсинов в том магазинчике.»

«Я купил килограмм апельсинов в том ларьке.»

На этом выполнение алгоритма завершится (так как будет достигнута формула № 5, которую мы сделали заключительной).

#### **3). Дано слово в алфавите {a, b, c}. Приписать к слову справа букву a.**

Например, из слова ababс надо получить слово ababса.

Замечание. В отличие от машины Тьюринга, которая имеет возможность передвижения вдоль слова к любой его части, нормальный алгоритм имеет возможность передвижения

только к левому концу текста, поэтому доступ к правому концу необходимо смоделировать в самом алгоритме.

Введем дополнительный символ \*, не входящий во внешний алфавит, и будем им помечать интересующее место в слове.

Последовательность действий Соответствующие формулы подстановок

1) приписать слева к слову символ  $* \rightarrow *$

2) передвижение \* на правый конец слова  $*a \rightarrow a*$

$*b \rightarrow b*$

$*c \rightarrow c*$

3) замена \* на  $a * a$

Если указать формулы подстановки именно в такой последовательности, то исполнение алгоритма заикнется на выполнении первой формулы. Чтобы этого не произошло, поместим ее в конец алгоритма, после формулы завершающего типа

1)  $*a \rightarrow a*$

2)  $*b \rightarrow b*$

3)  $*c \rightarrow c*$

4)  $* a$

5)  $\rightarrow *$

Так как входное слово состоит из символов алфавита  $\{a, b, c\}$ , то все остальные формулы на первом такте окажутся невыполнимыми, и, следовательно, последовательность действий не нарушится:

### 3.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации

#### Процедура оценивания знаний (устный ответ)

Предел длительности	10 минут
Предлагаемое количество заданий	2 вопроса
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Случайная
Критерии оценки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- требуемый объем и структура</li> <li>- изложение материала без фактических ошибок</li> <li>- логика изложения</li> <li>- использование соответствующей терминологии</li> <li>- стиль речи и культура речи</li> <li>- подбор примеров их научной литературы и практики</li> </ul>
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов
«3» если	требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминология

#### Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)

Предлагаемое количество заданий	1
Последовательность выборки	Случайная
Критерии оценки:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделение и понимание проблемы</li> <li>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения</li> <li>- полнота использования источников</li> <li>- наличие авторской позиции</li> <li>- соответствие ответа поставленному вопросу</li> <li>- использование социального опыта, материалов СМИ, статистических данных</li> <li>- логичность изложения</li> <li>- умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач</li> <li>- умение привести пример</li> <li>- опора на теоретические положения</li> <li>- владение соответствующей терминологией</li> </ul>

«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений
«3» если	требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с профессиональной деятельностью

#### **4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

##### **4.1. Электронные учебные издания**

1. Вайнштейн, Ю. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / Ю. В. Вайнштейн, Т. Г. Пенькова, В. И. Вайнштейн. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-7638-4076-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100046.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Гамова, А. Н. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие для студентов механико-математического факультета и факультета компьютерных наук и информационных технологий / А. Н. Гамова. — 4-е изд. — Саратов : Издательство Саратовского университета, 2020. — 91 с. — ISBN 978-5-292-04649-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106266.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Горюшкин, А. П. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник / А. П. Горюшкин. — Саратов : Вузовское образование, 2022. — 499 с. — ISBN 978-5-4487-0808-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117296.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Мачикина, Е. П. Математическая логика и теория алгоритмов : учебно-методическое пособие / Е. П. Мачикина. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2020. — 86 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102154.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

##### **4.2. Электронные образовательные ресурсы**

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. — URL: <https://urait.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. — URL: <https://znanium.com/>.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.studentlibrary.ru/>.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. — URL: <http://elibrary.ru/>.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. — URL: <http://cyberleninka.ru/>.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. — URL: <http://window.edu.ru/>.
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. — URL: <http://fcior.edu.ru/>.

##### **4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru>.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/>.

#### **4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), образовательная платформа ЮРАЙТ (Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт»)), электронно-библиотечная система ZNANIUM, электронная библиотечная система «Консультант студента».

#### **4.5. Оборудование и технические средства обучения**

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

<b>Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*</b>	<b>Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения</b>
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Учебная аудитория укомплектована специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование).
Помещение для самостоятельной работы	Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева и к ЭБС.

\* Номер конкретной аудитории указан в приказе об аудиторном фонде, расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.