


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ системного анализа и управления \_\_\_\_\_  
*наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины*  
 \_\_\_\_\_ проф. Задорожний В.Г.  
*подпись, расшифровка подписи*  
29.05.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.24 Математическая логика и теория алгоритмов**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 10.05.01 Компьютерная безопасность \_\_\_\_\_

2. Профиль подготовки/специализация:

*Анализ безопасности компьютерных систем*

3. Квалификация выпускника: специалист \_\_\_\_\_

4. Форма обучения: очная \_\_\_\_\_

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

*кафедра системного анализа и управления*

6. Составители программы: \_\_\_\_\_ Кабанцова Лариса Юрьевна, к.ф.-м.н., \_\_\_\_\_  
*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

7. Рекомендована: \_\_\_\_\_  
*(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)*

Научно-методическим советом факультета прикладной математики, информатики и механики (протокол № 7 от 26.05.2023) \_\_\_\_\_

8. Учебный год: 2024/2025 \_\_\_\_\_ Семестр(ы)/Триместр(ы): 3 \_\_\_\_\_

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются ознакомление с основными понятиями и методами математической логики и теории алгоритмов с ориентацией на их использование в практической деятельности.

Задачи учебной дисциплины: знать основные понятия и методы математической логики и теории алгоритмов; уметь использовать знания для построения несложных логических моделей предметных областей, реализации логического вывода и оценки вычислительной сложности алгоритмов; иметь представление о направлениях развития данной дисциплины и перспективах ее использования в области обеспечения защиты данных и информационной безопасности.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** учебная дисциплина относится к обязательной части Блока 1. Ее изучение должно базироваться на знаниях обучающихся, полученных в курсе «Дискретная математика».

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	Способен на основании совокупности математических методов разрабатывать, обосновывать и реализовывать процедуры решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.17	Знает основные понятия математической логики, теории дискретных функций и теории алгоритмов, а также возможности применения общих логических принципов в математике и профессиональной деятельности	<i>Знать:</i> основные понятия математической логики, теории дискретных функций и теории алгоритмов <i>Уметь:</i> применять на практике применения общих логических принципов в математике и профессиональной деятельности <i>Владеть:</i> базовыми инструментами математической логики, дискретных функций и теории алгоритмов
		ОПК-3.18	Знает язык и средства современной математической логики и теории логических исчислений	<i>Знать:</i> язык и средства современной математической логики и теории логических исчислений <i>Уметь:</i> применять на практике язык и средства современной математической логики и теории логических исчислений <i>Владеть:</i> базовыми инструментами математической логики и теории логических исчислений
		ОПК-3.19	Знает основные способы задания булевых функций и функций многозначной логики формулами и их свойства	<i>Знать:</i> основные способы задания булевых функций и функций многозначной логики формулами и их свойства <i>Уметь:</i> применять на практике основные способы задания булевых функций и функций многозначной логики формулами и их свойства <i>Владеть:</i> базовыми инструментами для работы с булевыми функциями и функциями многозначной логики
		ОПК-3.20	Знает различные подходы к определению понятия алгоритма, методы доказательства алгоритмической неразрешимости и методы построения эффективных алгоритмов	<i>Знать:</i> различные подходы к определению понятия алгоритма, методы доказательства алгоритмической неразрешимости и методы построения эффективных алгоритмов <i>Уметь:</i> применять на практике методы доказательства алгоритмической неразрешимости и методы построения эффективных алгоритмов <i>Владеть:</i> базовыми инструментами каждого из подходов к определению понятия алгоритма
		ОПК-3.21	Умеет производить основные логические операции в исчислении высказываний и исчислении предикатов	<i>Знать:</i> основные логические операции в исчислении высказываний и исчислении предикатов <i>Уметь:</i> применять на практике основные логические операции в исчислении высказываний и исчислении предикатов <i>Владеть:</i> базовыми инструментами исчисления высказываний и исчисления предикатов
		ОПК-3.22	Умеет находить и исследовать свойства	<i>Знать:</i> свойства представлений булевых и многозначных функций формулами в различных базисах

			ва представлений булевых и многозначных функций формулами в различных базисах	<i>Уметь</i> : находить и исследовать свойства представлений булевых и многозначных функций формулами в различных базисах <i>Владеть</i> : базовыми инструментами математической логики
		ОПК-3.23	Умеет оценивать сложность алгоритмов и вычислений	<i>Знать</i> : методы оценки сложности алгоритмов и вычислений <i>Уметь</i> : оценивать сложность алгоритмов и вычислений <i>Владеть</i> : базовыми инструментами необходимыми для оценки сложности алгоритмов и вычислений
		ОПК-3.24	Умеет применять методы математической логики и теории алгоритмов к решению задач математической кибернетики	<i>Знать</i> : методы математической логики и теории алгоритмов в решении задач математической кибернетики <i>Уметь</i> : применять на практике методы математической логики и теории алгоритмов к решению задач математической кибернетики <i>Владеть</i> : базовыми инструментами математической логики и теории алгоритмов
		ОПК-3.25	Владеет навыками использования языка современной символической логики	<i>Знать</i> : язык современной символической логики <i>Уметь</i> : применять на практике язык современной символической логики <i>Владеть</i> : навыками использования языка современной символической логики
		ОПК-3.26	Владеет навыками упрощения формул алгебры высказываний и алгебры предикатов	<i>Знать</i> : способы упрощения формул алгебры высказываний и алгебры предикатов <i>Уметь</i> : применять на практике навыки упрощения формул алгебры высказываний и алгебры предикатов <i>Владеть</i> : базовыми инструментами упрощения формул алгебры высказываний и алгебры предикатов
		ОПК-3.27	Владеет навыками применения методов и фактов теории алгоритмов, относящихся к решению переборных задач	<i>Знать</i> : методы решения переборных задач <i>Уметь</i> : применять на практике методы и факты теории алгоритмов, относящиеся к решению переборных задач <i>Владеть</i> : базовыми инструментами для решения переборных задач

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) —**  
**4 / 144.**

**Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) \_\_\_\_\_** зачет, экзамен \_\_\_\_\_

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			3 семестра	№ семестра	...
Аудиторные занятия		72	72		
в том числе:	Лекции	36	36		
	Практические	36	36		
	лабораторные				
Самостоятельная работа		36	36		
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)		36	36		
Итого:		144	144		

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Логика высказываний	Предмет математической логики. Разложение булевых функций по переменным. Применение булевых функций к анализу и синтезу дискретных устройств. Полнота и замкнутость систем булевых функций. Логическое следствие. Алгоритмы получения всех заключений из данной системы посылок и получения всех посылок для данного заключения. Правильные рассуждения. Косвенные методы доказательств	МЛиТА_10.05.01
1.2	Исчисление высказываний	Формальная аксиоматическая теория. Пример построения исчисления высказываний. Вывод и выводимые формулы. Теорема о дедукции. Непротиворечивость и полнота исчисления высказываний. Независимость аксиом. Метод резолюций в исчислении высказываний	МЛиТА_10.05.01
1.3	Логика предикатов	Понятие предиката. Операции. Кванторы. Основные равносильности логики предикатов. Предваренная нормальная форма. Теорема Сколема. Проблема разрешимости логики предикатов	МЛиТА_10.05.01
1.4	Исчисление предикатов	Формулы исчисления предикатов. Аксиомы исчисления предикатов. Лемма о дедукции в исчислении предикатов. Теорема о полноте. Теорема Левенгеля-Сколема о существовании счетной модели.	МЛиТА_10.05.01
1.5	Элементы теории алгоритмов	Понятие алгоритма. Машина Тьюринга. Проблема самоприменимости машины Тьюринга. Нормальные алгоритмы Маркова. Вычислимые функции. Тезисы Черча и Тьюринга. Примитивно-рекурсивные функции. Оператор минимизации. Частично-рекурсивные функции. Теорема о совпадении классов частично-рекурсивных и вычислимых по Тьюрингу функций. Вычислимость и разрешимость. Сложность вычислений.	МЛиТА_10.05.01
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Логика высказываний	Разложение булевых функций по переменным. Полнота и замкнутость систем булевых функций Логическое следствие. Алгоритмы получения всех заключений из данной системы посылок и получения всех посылок для данного заключения. Правильные рассуждения.	МЛиТА_10.05.01
2.2	Исчисление высказываний	Вывод и выводимые формулы. Доказательство истинности заключения дедуктивным методом. Метод резолюций в исчислении высказываний	МЛиТА_10.05.01
2.3	Логика предикатов	Понятие предиката. Операции. Кванторы. Основные равносильности логики предикатов. Предваренная нормальная форма.	МЛиТА_10.05.01
2.5	Элементы теории алгоритмов	Машина Тьюринга. Вычисление числовых функций на машине Тьюринга. Нормальные алгоритмы Маркова. Числовые функции вычислимые по Маркову. Примитивно-рекурсивные функции. Операции суперпозиции и примитивной рекурсии. Оператор минимизации.	МЛиТА_10.05.01

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Логика высказываний	6	6	0	6	18
2	Исчисление высказываний	8	8	0	8	24
3	Логика предикатов	4	4	0	4	12
4	Исчисление предикатов	4	0	0	4	8
5	Элементы теории алгоритмов	14	18	0	14	46
	Итого:	36	36	0	36	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- опережающая самостоятельная работа;
- подготовка к контрольной работе, к экзамену.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Зюзьков, В. М. Введение в математическую логику : учебное пособие / В. М. Зюзьков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-3053-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/107935">https://e.lanbook.com/book/107935</a>
2	Мирзоев, М. С. Теория алгоритмов : учебное пособие / М. С. Мирзоев, В. Л. Матросов. — Москва : Прометей, 2019. — 200 с. — ISBN 978-5-907100-65-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/116154">https://e.lanbook.com/book/116154</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Колмогоров А. Н. Математическая логика : учеб. пособие для студ. мат. специальностей / А. Н. Колмогоров, Драгалин А. Г. — Москва: КомКнига, 2006. - 240 с.
4	Ершов Ю. Л. Математическая логика : учеб. пособие / Ю. Л. Ершов, Е. А. Палютин. — Санкт-Петербург [и др. ] : Лань, 2005. — 336 с.
5	Игошин В. И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов : учеб. пособие для студ. Вузов / В. И. Игошин. — Москва: Издательский центр «Академия», 2007. — 304с.
6	Лавров И. А. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов : учеб. пособие / И. А. Лавров, Л. Л. Максимова. — Москва : Физматлит, 2004. — 255 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1.	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: <a href="http://www.ru/lib.vsu/ru">http://www.ru/lib.vsu/ru</a>
2.	Глухов, М. М. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов : учебное пособие / М. М. Глухов, А. Б. Шишков. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1344-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/4041">https://e.lanbook.com/book/4041</a>
3.	Вайнштейн, Ю. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / Ю. В. Вайнштейн, Т. Г. Пенькова, В. И. Вайнштейн. — Красноярск : СФУ, 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-7638-4076-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/157585">https://e.lanbook.com/book/157585</a>

4.	Математическая логика и теория алгоритмов_КБ / Л.Ю. Кабанцова. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10610">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10610</a>
----	---

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. — Режим доступа: <a href="http://www.ru/lib.vsu.ru">http://www.ru/lib.vsu.ru</a>
2	Глухов, М.М. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.М. Глухов, А.Б. Шишков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 416 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/4041">https://e.lanbook.com/book/4041</a>
3	Логика и исчисление предикатов : учебное пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: Л.Ю. Кабанцова, Т.К. Кацаран. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008. — 30 с. : табл. — Библиогр.: с. 30. — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m08-187.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m08-187.pdf</a> >.
4	Кацаран Т.К. Машина Тьюринга и рекурсивные функции : учебное пособие для вузов / Т.К. Кацаран, Л.Н. Строева ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008. — 34 с. : табл. — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m08-172.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m08-172.pdf</a> >.
5	Математическая логика и теория алгоритмов_КБ / Л.Ю. Кабанцова. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10610">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10610</a>

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Математическая логика и теория алгоритмов\_КБ», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, корпус 16, ауд. 305п

Учебная аудитория: ноутбук HP Pavilion Dv9000-er, мультимедийный проектор, экран.

Программное обеспечение: ОС Windows v.7, 8, 10, набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Foxit PDF Reader

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Логика высказываний	ОПК-3	ОПК-3.17, ОПК-3.18, ОПК-3.19, ОПК-3.22, ОПК-3.24, ОПК-3.26	Устный опрос, Контрольная
2.	Исчисление высказываний	ОПК-3	ОПК-3.17, ОПК-3.18, ОПК-3.21, ОПК-3.25	Устный опрос, Контрольная,
3.	Логика предикатов	ОПК-3	ОПК-3.17, ОПК-	Устный опрос, Контрольная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
			3.18, ОПК-3.26	
4.	Исчисление предикатов	ОПК-3	ОПК-3.17, ОПК-3.21	Устный опрос
5.	Элементы теории алгоритмов	ОПК-3	ОПК-3.20, ОПК-3.23, ОПК-3.24, ОПК-3.27	Устный опрос, Контрольная,
Промежуточная аттестация форма контроля –зачет, экзамен				<i>Перечень вопросов Практическое задание</i>

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### П 1. Перечень заданий для контрольных работ

#### Контрольная работа №1(пример варианта)

##### Контрольно-измерительный материал №10

1. Определить все логические следствия из данных посылок  
 $\bar{y} \rightarrow x, x \vee y$ .
2. Определить все посылки, логическим следствием которых является данная формула

$$x \rightarrow \bar{y}$$

3. Доказать истинность заключения дедуктивным методом

$$\frac{(A \wedge B \vee \bar{A} \wedge \bar{B})}{(A \rightarrow C) \leftrightarrow (B \rightarrow C)}$$

4. Доказать истинность заключения по методу резолюций и нарисовать граф вывода пустой резольвенты

$$\frac{(A \rightarrow (B \rightarrow C)); (A \rightarrow B); A}{C}$$

5. Привести формулу к виду предваренной нормальной формы

$$\forall x(A(x) \rightarrow B(x)) \rightarrow (\forall y(C(y) \rightarrow A(x)) \rightarrow \exists z(C(z) \rightarrow B(x)))$$

#### Контрольная работа №2 (пример варианта)

### Контрольно-измерительный материал №1

1. Построить машину Тьюринга, вычисляющую числовую функцию

$$f(x, y, z) = x + y.$$

Проверить работу построенной машины над некоторыми наборами значений переменных.

2. Построить нормальный алгоритм, применяемый ко всем словам  $x_1x_2 \dots x_n$  в алфавите  $\{a, b\}$  и переводящий их в слово

$$ab, \text{ если } n \leq 3; \quad ax_1x_2 \dots x_n, \text{ если } n > 3$$

Проверить работу построенного нормального алгоритма над некоторыми словами

3. Построить нормальный алгоритм, вычисляющий числовую функцию

$$f(x, y, z) = 2x + z.$$

Проверить работу построенного нормального алгоритма над некоторыми наборами значений переменных.

4. Найти функцию  $f(x, y)$ , построенную из функций  $g(x)$  и  $h(x, y, z)$  по схеме примитивной рекурсии

$$g(x) = x^2, \quad h(x, y, z) = xz$$

#### Описание технологии проведения:

Контрольная работа проводится на занятии одновременно во всей учебной группе в виде письменной работы. Ограничение по времени— 1 час 35 минут.

#### Требования к выполнению заданий контрольной (или шкалы и критерии оценивания)

Отлично	5 правильно выполненных задания
Хорошо	4 правильно выполненных задания
Удовлетворительно	3 правильно выполненных задания
Неудовлетворительно	правильно выполнено менее 3 заданий

### П. 2: Перечень вопросов для проведения тестирования по дисциплине «МЛИТА»

#### Вопросы с выбором

- Какие из указанных свойств являются свойствами алгоритма:
  - дискретность
  - детерминированность
  - дескриптивность
  - конечность
  - легкость
  - непрерывность
- Установите соответствие между названием тезиса и его описанием:

Название тезиса:

  - Тезис Чёрча
  - Тезис Тьюринга
  - Тезис Маркова

#### Описание тезиса:

- Согласно этому тезису, всякая вычислимая в интуитивном смысле функция, вычислима с помощью некоторой машины, названной в честь автора данного тезиса. Его невозможно доказать.
- Согласно этому тезису класс функций, вычисляемых с помощью алгоритмов в широком интуитивном смысле, совпадает с классом частично рекурсивных функций. Данный тезис не может быть строго доказан, но считается справедливым.
- Согласно этому принципу, всякая вычислимая в интуитивном смысле функция, вычислима с помощью нормального алгоритма над конечным алфавитом  $A$ . Математически доказать этот принцип невозможно.



3. Укажите, что не нужно задавать при введении исчисления высказывания
- Алфавит
  - Правила образования формул
  - Аксиомы
  - Правила доказательства
  - Правила действия с кванторами
4. Установите соответствие между значением аргумента и значением функции, вычисляемой машиной Тьюринга, заданной следующей схемой

	1	$\lambda$
$q_1$	$q_2\lambda R$	$q_21L$
$q_2$	$q_1\lambda R$	$q_z1E$

аргумент

- 1111
- 111111

Значение функции:

- 1
- 11

5. Какую функцию  $f(x, y)$  вычисляет нормальная схема подстановок

\* 1  $\rightarrow$  11 \*  
11  $\rightarrow$ .

- $f(x, y) = 2y$
- $f(x, y) = x + 2y$
- $f(x, y) = x + y + 2$

#### Вопросы с коротким ответом

- Какая переменная в формуле логики предикатов  $(\exists yP(x, y) \rightarrow \exists x\exists yR(x, y)) \rightarrow \forall zS(z)$  является свободной?
- Расставьте шаги нормального алгоритма Маркова по порядку
  - В  $S$  ищем первое вхождение левого слова этой подстановки
  - Заменить это вхождение в  $S$  на правое слово найденной подстановки
  - Ищем первую подстановку, левое слово которой входит в строку данных  $S$ .

#### Вопросы с развернутым ответом

- Укажите основные части машины Тьюринга? Приведите общий вид команды для машины Тьюринга и основные требования к структуре команд.

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит развернутое и полностью корректное описание машины Тьюринга. Приведен корректный вид команды машины Тьюринга и полностью сформулированы требования, которым должны удовлетворять команды.	3 балла
Обучающийся приводит достаточно развернутое описание машины Тьюринга. Приведен корректный вид команды машины Тьюринга и частично сформулированы требования, которым должны удовлетворять команды. Ответ может содержать незначительные неточности.	2 балла
Обучающийся приводит частичное описание машины Тьюринга. Приведен корректный вид команды машины Тьюринга. Отсутствуют формулировки требований, которым должны удовлетворять команды МТ.	1 балл
Представлено неполное или некорректное частичное описание машины Тьюринга. Присутствуют грубые ошибки или неточности. Отсутствует общий вид команды машины Тьюринга и не сформулированы требования, которым должны удовлетворять команды.	0 баллов

### Правильные ответы

1. a, b, d
2. 1b, 2a, 3c
3. e
4. 1b, 2a,
5. b
6. x
7. cab (c,a,b)

Тестирование проводится на занятии одновременно во всей учебной группе в виде теста в электронной образовательной среде «Электронный университет ВГУ», адрес курса — <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10610>. Тест составляется из материалов ФОСа, формируется системой автоматически путём добавления случайных вопросов, количество которых соответствует имеющимся образцам билетов. Большая часть вопросов проверяется автоматически, проверки преподавателем с ручным оцениванием требуют только отдельные вопросы, представленные в форме эссе. Ограничение по времени на каждую попытку — 30 минут.

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование по билетам к зачету, собеседование по экзаменационным билетам к экзамену.

### Перечень практических навыков к зачету

1. Владеет навыками упрощения формул алгебры высказываний.
2. Умеет находить и исследовать свойства представлений булевых функций.
3. Умение решать задачи на логическое следствие.
4. Владение дедуктивным методом доказательства истинности заключения.
5. Владение методом резолюции доказательства истинности заключения.
6. Владеет навыками упрощения формул алгебры предикатов.
7. Строить машину Тьюринга, работающую с произвольными словами в алфавите  $\{a, b\}$ .
8. Строить машину Тьюринга для вычисления числовых функций.
9. Строить нормальные алгоритмы, работающие с произвольными словами в алфавите  $\{a, b\}$ .
10. Строить нормальные алгоритмы для вычисления числовых функций.
11. Осуществлять проверку функции на примитивную рекурсивность.
12. Строить рекурсивные функции на основе заданных функций с помощью операции примитивной рекурсии.

### Образец билета к зачету

1. Сформулировать определение правильного рассуждения.
2. Получить все логические заключения из заданной системы посылок.
3. Доказать истинность заключения методом резолюции.
4. Написать программу для машины Тьюринга, вычисляющую числовую функцию.
5. Строить рекурсивные функции на основе заданных функций с помощью операции примитивной рекурсии

### Описание технологии проведения зачета

Промежуточная аттестация проводится одновременно во всей учебной группе в виде письменной работы. Ограничение по времени — 1 час 40 минут. С последующим собеседованием преподавателя с обучающимся.

### Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

**Оценка «зачтено»** выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций; выполнил не менее 2/3 всех предложенных заданий и задач или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более

одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов; допускает незначительные ошибки при оформлении работы; подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.

**Оценка «незачтено»** выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; если число ошибок и недочетов в работе превысило норму для оценки «зачтено» или обучающийся выполнил правильно менее 2/3 всех заданий и задач; допускает грубые ошибки при оформлении работы; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

### Перечень вопросов к экзамену:

1. Логическое следствие
2. Алгоритм определения всех заключений из данной системы посылок
3. Алгоритм определения всех посылок для данного заключения
4. Правильные рассуждения
5. Косвенные методы доказательства
6. Формальная аксиоматическая теория
7. Определение и свойства исчисления высказываний
8. Вывод и выводимая формулы
9. Теорема о дедукции
10. Тавтологически истинные и выводимые формулы
11. Непротиворечивость и полнота исчисления высказывания
12. Независимость аксиом
13. Метод резолюций в исчислении высказываний. Теорема о полноте метода резолюций
14. Понятие предиката
15. Операции над предикатами. Равносильность
16. Кванторы: квантор общности и квантор существования
17. Свойства операции квантификации
18. Формулы логики предикатов
19. Основные равносильности логики предикатов
20. Предваренная нормальная формула. Теорема Сколема
21. Проблема разрешимости в логике предикатов
22. Интуитивное понятие алгоритма. Основные свойства алгоритмов
23. Машина Тьюринга
24. Вычисление числовых функций на машине Тьюринга
25. Нормальные алгоритмы Маркова. Числовая функция вычислимая по Маркову
26. Вычислимые функции. Гипотезы Чёрча и Тьюринга
27. Операции суперпозиции и ее свойства
28. Операция примитивной рекурсии и ее свойства
29. Примитивно-рекурсивные функции и их свойства
30. Оператор минимизации
31. Частично-рекурсивные функции. Теорема о совпадении классов частично-рекурсивных и вычислимых по Тьюрингу функций

Образец экзаменационного билета

1. Определение формулы выводимой из аксиом
2. Определить формальную аксиоматическую теорию – исчисление высказываний
3. Определение предваренной нормальной формулы
4. Свойства операции навешивания квантора существования
5. Определение нормальной схемы подстановок
6. Определение общерекурсивной функции
7. Тезис Тьюринга
8. Написать формулу для функции  $y = f(x_1, x_2)$ , вычисляемой нормальным алгоритмом

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha 1 \rightarrow 1\beta \\ \beta 1 \rightarrow 1\alpha \\ \alpha * \rightarrow \gamma \\ \gamma 1 \rightarrow 11\gamma \\ \gamma \rightarrow . \\ \beta * \rightarrow \delta \\ \delta 1 1 \rightarrow \delta 1 \\ \delta \rightarrow . \\ \rightarrow \alpha \end{array} \right.$$

Проверить работу алгоритма над некоторым набором значений аргументов.

#### *Описание технологии проведения*

Каждый контрольно-измерительный материал состоит из двух блоков. Первый из них содержит теоретические вопросы из перечня вопросов к промежуточной аттестации, второй – практическое задание из перечня практических заданий.

Промежуточная аттестация проводится одновременно во всей учебной группе в виде письменной работы. Ограничение по времени— 1 час 40 минут. С последующим собеседованием преподавателя с обучающимся.

#### *Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания*

**Оценка «отлично»** выставляется за глубокое знание предусмотренного программой материала, содержащегося в основных и дополнительных рекомендованных литературных источниках, за умение четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы, за умение анализировать изучаемые явления в их взаимосвязи и диалектическом развитии, применять теоретические положения при решении практических задач; обучающийся подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.

**Оценка «хорошо»** выставляется за твердое знание основного (программного) материала, включая расчеты (при необходимости), за грамотные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, за умение применять теоретические положения для решения практических задач; обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется за общее знание только основного материала, за ответы, содержащие неточности или слабо аргументированные, с нарушением последовательности изложения материала, за слабое применение теоретических положений при решении практических задач; обучающийся подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в расчетах, за незнание основных понятий дисциплины; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

Задания раздела 20.1, п. 2 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины.