

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова»

Факультет информатики и вычислительной техники

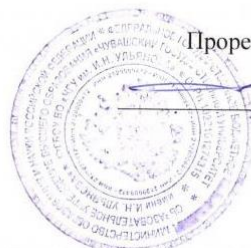
Кафедра математического и аппаратного обеспечения информационных систем

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

И.Е. Поверинов

«31» августа 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА И ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ»**

Направление подготовки 10.03.01 – Информационная безопасность

Квалификация (степень) выпускника Бакалавр

Профиль (направленность) Информационно-аналитические системы финансового мониторинга

Академический бакалавриат

Чебоксары – 2017

Рабочая программа основана на требованиях Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, утвержденного приказом Минобрнауки 01.12.2016 г. №1515.

*СОСТАВИТЕЛЬ (СОСТАВИТЕЛИ):*

Доцент, кандидат технических наук                     *ИИ*                     Н.Н. Иванова

*ОБСУЖДЕНО:*

на заседании кафедры математического и аппаратного обеспечения информационных систем 30.08.2017 г., протокол № 1

заведующий кафедрой

*СОГЛАСОВАНО:*

                    *ИИ*                     Д.В. Ильин

Методическая комиссия факультета информатики и вычислительной техники 30 августа 2017 г., протокол №1

Декан факультета

                    *ИИ*                     А.В. Щипцова

Директор научной библиотеки

                    *ИИ*                     Н. Д. Никитина

Начальник управления информатизации

                    *ИИ*                     И. П. Пивоваров

Начальник учебно-методического управления

                    *ИИ*                     В. И. Маколов

## Оглавление

<b>1. Цель и задачи освоения дисциплины .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).....</b>	<b>4</b>
<b>3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ООП .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Структура и содержание дисциплины .....</b>	<b>5</b>
<b>4.1. Содержание дисциплины .....</b>	<b>5</b>
4.2. Объем дисциплины, виды учебной работы обучающихся по очной формы обучения .....	5
<b>5. Содержание разделов дисциплины.....</b>	<b>6</b>
5.1. Лекции.....	6
5.2. Практические занятия.....	8
5.3. Вопросы для самостоятельной работы студента в соответствии с содержанием разделов дисциплины	9
<b>6. Образовательные технологии .....</b>	<b>9</b>
<b>7. Формы аттестации и оценочные материалы .....</b>	<b>10</b>
7.1. Вопросы к зачету .....	10
7.2. Вопросы к экзамену.....	11
7.3. Выполнение и примерные задания расчетно-графической работы .....	13
<b>8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....</b>	<b>14</b>
8.1. Рекомендуемая основная литература .....	14
8.2 Рекомендуемая дополнительная литература .....	14
8.3. Программное обеспечение, профессиональные базы данных, информационно-справочные системы.	14
<b>9. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....</b>	<b>15</b>
<b>10. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям лиц с ограниченными возможностями .....</b>	<b>15</b>
<b>11. Методические рекомендации по освоению дисциплины .....</b>	<b>16</b>

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины является изучение основных понятий и методов математической логики и теории алгоритмов, используемых в информатике и вычислительной технике; приобретение умений использования их для построения несложных логических моделей предметных областей, реализации логического вывода и оценки вычислительной сложности алгоритмов; получение представления о направлениях развития данной дисциплины и перспективах ее использования в информатике и вычислительной технике.

Задачи дисциплины:

- изучение основных понятий, теорем и тезисов математической логики и теории алгоритмов;
- овладение основными способами проверки истинности утверждений, записанных на формальном языке,
- освоение методики доказательства теорем на основе заданной системы аксиом;
- ознакомление с основными определениями и принципами построения основных неклассических логик;
- применение различных алгоритмических моделей для реализации вычислимых функций;
- изучение принципов оценки сложности алгоритмов.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП)

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» (МЛТА) является обязательной дисциплиной базовой части образовательной программы по направлению 10.03.01 Информационная безопасность (профиль «Информационно-аналитические системы финансового мониторинга»).

Для освоения дисциплины «Математическая логика и теории алгоритмов» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные на предыдущем уровне образования.

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» знания, умения и навыки используются во всех без исключения естественнонаучных и инженерных дисциплинах, модулях и практиках.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ООП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### **общепрофессиональных компетенций (ОПК):**

способность применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач (ОПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен (ЗУН):

### **знать:**

- основные понятия и теоремы логики высказываний и исчисления высказываний (31);
- основные понятия и теоремы логики предикатов и исчисления предикатов (32);
- основные определения и принципы построения основных неклассических логик (33);
- основные понятия, теоремы и тезисы теории алгоритмов (34);

### **уметь:**

- переводить на формальный язык содержательные математические утверждения (У1);
- проверять истинность утверждений, записанных на формальном языке (У2);
- доказывать теоремы на основе заданной системы аксиом (У3);

– применять различные алгоритмические модели для реализации вычислимых функций (У4);

– оценивать сложность алгоритмов (У5);

**владеть навыками:**

– постановки и решения практических задач с помощью аппарата математической логики и теории алгоритмов (Н1).

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Образовательная деятельность по дисциплине проводится:

– в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях (далее – контактная работа);

– в форме самостоятельной работы.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа, занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, лабораторные работы, практикумы), групповые и (или) индивидуальные консультации, в том числе в электронной информационно-образовательной среде.

Обозначения:

Л – лекции, л/р – лабораторные работы, п/р – практические занятия, КСР – контроль самостоятельной работы, СРС – самостоятельная работа студента, ИФР – интерактивная форма работы, К – контроль.

##### 4.1. Содержание дисциплины

Содержание раздела	Формируемые компетенции	Формируемые ЗУН
<i>Раздел 1. Классическая математическая логика</i>	ОПК-2	31, 32, У1, У2, У3, Н1
1.1. Введение в математическую логику		
1.2. Алгебра высказываний		
1.3. Исчисление высказываний		
1.4. Логика предикатов		
1.5. Исчисление предикатов		
1.6. Логические основы ЭВМ		
<i>Раздел 2. Неклассические логики</i>	ОПК-2	33, У1, У2, У3, Н1
2.1. Модальная логика		
2.2. Нечеткая логика. Системы искусственного интеллекта		
<i>Раздел 3. Теория алгоритмов</i>	ОПК-2	34, У4, Н1
3.1. Введение в теорию алгоритмов. Основные виды алгоритмических систем.		
3.2. Рекурсивные функции		
3.3. Машина Тьюринга		
3.4. Нормальные алгоритмы Маркова		
<i>Раздел 4. Теория сложности алгоритмов</i>	ОПК-2	34, У4, У5, Н1
4.1. Неразрешимые алгоритмические проблемы		
4.2. Сложность алгоритма		
Зачет	ОПК-2	31–34, У1–У4, Н1
Расчетно-графическая работа	ОПК-2	31–34, У1–У4, Н1
Экзамен	ОПК-2	31–34, У1–У4, Н1

4.2. Объем дисциплины, виды учебной работы обучающихся по очной формы обучения

Содержание	Всего, час	Контактная работа, час	СРС, час	ИФР, час	К, час
------------	------------	------------------------	----------	----------	--------

		л	л/р	п/р	КСР			
Раздел 1. Классическая математическая логика								
1.1. Введение в математическую логику	4	2				2	2	
1.2. Алгебра высказываний	16	6		8		2	4	
1.3. Исчисление высказываний	16	6		6		4	4	
1.4. Логика предикатов	18	6		8		4	6	
1.5. Исчисление предикатов	16	6		6		4	6	
1.6. Логические основы ЭВМ	6	2		2		2	2	
Раздел 2. Неклассические логики								
2.1. Модальная логика	4	2				2	2	
2.2. Нечеткая логика. Системы искусственного интеллекта	10	2		2		6	4	
Раздел 3. Теория алгоритмов								
3.1. Введение в теорию алгоритмов. Основные виды алгоритмических систем.	4	2				2	2	
3.2. Рекурсивные функции	16	4		10		2	6	
3.3. Машина Тьюринга	18	2		12		4	6	
3.4. Нормальные алгоритмы Маркова	17	2		10		5	6	
Раздел 4. Теория сложности алгоритмов	6	2				4		
4.1. Неразрешимые алгоритмические проблемы	6	2				4	2	
4.2. Сложность алгоритма	6	2				4		
Зачет	2					2		
Расчетно-графическая работа	6				2	4		
Экзамен	45							45
Итого, час	216	48		64	2	57	52	45
Итого, з.е.	6							

## 5. Содержание разделов дисциплины

### 5.1. Лекции

#### *Раздел 1. Классическая математическая логика*

*1.1. Введение в математическую логику.* Логика и интуиция. Логика традиционная и математическая логика. История математической логики. Математическая логика и современные ЭВМ. Формальная логика. Основные законы формальной логики. Логическая форма умозаключений. Примеры правильных и неправильных умозаключений.

*1.2. Алгебра высказываний.* Понятие высказывания. Операция над высказываниями: отрицание высказывания, конъюнкция, дизъюнкция, импликация, эквивалентность высказываний. Союзы языка и логические операции. Конструирование сложных высказываний. Понятие формулы алгебры высказываний (АВ). Логическое значение составного высказывания. Построение таблиц истинности для формул. Классификация формул алгебры высказываний. Тавтологии алгебры высказываний, их значение и основные правила получения тавтологий. Двойственные операции и двойственные формулы. Принцип двойственности. Понятие логической равносильности формул. Признак равносильности формул. Примеры равносильных формул. Равносильные преобразования формул. Равносильности в логике и тождества в алгебре. Понятие нормальных форм формул АВ. Совершенные нормальные формы формул АВ. Представление формул АВ совершенными дизъюнктивными и конъюнктивными формами. Способы преобразования формул АВ к совершенной нормальной форме.

*1.3. Исчисление высказываний.* Определение формулы ИВ. Система аксиом ИВ. Основные правила получения выводимых формул. Теорема о дедукции и следствия из нее. Применение теоремы о дедукции. Теорема о дедукции и следствия из нее. Применение

теоремы о дедукции. Составные правила вывода формул в ИВ. Выводимость формулы и ее тождественная истинность. Лемма о выводимости. Полнота исчисления высказываний (ИВ). Непротиворечивость ИВ. Разрешимость ИВ. Независимость системы аксиом ИВ. Алгоритмы проверки общезначимости и противоречивости в ИВ: алгоритм Квайна, алгоритм редукции, метод резолюций.

*1.4. Логика предикатов.* Понятие предиката. Классификация предикатов. Множество истинности предикатов. Равносильность и следование предикатов. Логические операции над предикатами: отрицание предиката, конъюнкция и дизъюнкция двух предикатов. Свойства отрицания, конъюнкции и дизъюнкции. Кванторные операции над предикатами. Квантор общности. Квантор существования. Область действия квантора. Понятие формулы логики предикатов (ЛП). Классификация формул ЛП. Тавтологии ЛП. Понятие равносильности формул. Приведенная форма для формул ЛП. Предварительная нормальная форма для формул ЛП. Постановка проблемы разрешения и ее неразрешимость в общем виде. Решение проблемы для формул на конечных множествах. Пример формулы, выполнимой на бесконечном множестве и невыполнимой ни на каком конечном множестве. Проблема разрешения выполнимости. Решение проблемы для формул, содержащих только одноместные предикатные переменные. Решение проблемы для  $\forall$ -формул и  $\exists$ -формул.

*1.5. Исчисление предикатов.* Первоначальные понятия исчисления предикатов (ИП). Система аксиом. Правила вывода формул ИП. Теорема о дедукции. Применение теоремы о дедукции. Эквивалентные формулы ИП. Получение приведенных и нормальных форм формул ИП. Дедуктивная эквивалентность формул ИП. Нормальные формулы Сколема. Оправданность аксиоматизации. Непротиворечивость формализованного ИП. Теорема Гёделя о существовании модели. Полнота и адекватность формализованного ИП. Неполнота формализованного ИП в широком и узком смыслах.

*1.6. Логические основы ЭВМ.* Понятие логического элемента. Основные логические элементы. Построение функциональных схем.

## *Раздел 2. Неклассические логики*

*2.1. Модальная логика.* Основные определения модальной логики. Основные логические операции. Модальные операторы. Основные модальности. Семантика Крипке.

*2.3. Нечеткая логика.* Основные определения нечеткой логики. Понятие нечеткого множества. Основные операции над нечеткими множествами. Лингвистическая переменная. Функция принадлежности. Фаззификация. Дефаззификация.

## *Раздел 3. Теория алгоритмов*

*3.1. Введение в теорию алгоритмов.* Интуитивное представление об алгоритмах. Неформальное понятие алгоритма. Основные свойства алгоритмов. Необходимость уточнения понятия алгоритма. Введение понятия «конструктивный объект». Счетные множества. Алгоритмы и функции. Частичные функции.

*3.2. Рекурсивные функции.* Исходные функции. Определение операторов суперпозиции и примитивной рекурсии. Примитивно рекурсивные функции. Доказательство примитивной рекурсивности некоторых функций. Определение функции по заданным функциям, формирующим схему примитивной рекурсии. Оператор минимизации. Примеры применения оператора минимизации. Общерекурсивные функции. Примеры доказательств общерекурсивности функций. Частично рекурсивные и вычислимые функции. Тезис Черча.

*3.3. Машина Тьюринга.* Основные узлы машины Тьюринга (МТ). Разновидности МТ. Функционирование МТ. Данные МТ. Элементарные шаги МТ. Применение МТ к словам. Определение заключительного слова по заданному начальному слову и системе команд. Определение закономерностей в работе МТ. Конструирование МТ: задание внешнего алфавита, множества состояний и системы команд. Композиция МТ. Определение

функции вычислимой по Тьюрингу. Запись на ленте МТ значений аргументов функций. Правильная вычислимость функций на машине Тьюринге. Тезис Тьюринга.

*3.4. Нормальные алгоритмы Маркова.* Определение марковской подстановки. Нормальные алгоритмы и их применение к словам. Определение правильно вычислимой функции. Принцип нормализации. Совпадение класса всех нормально вычисляемых функций с классом всех функций, вычисляемых по Тьюрингу. Эквивалентность различных теорий алгоритмов.

#### *Раздел 4. Теория сложности алгоритмов*

*4.1. Неразрешимые алгоритмические проблемы.* Нумерация алгоритмов. Нумерация машин Тьюринга. Существование невычисляемых по Тьюрингу функций. Проблема распознавания самоприменимости и применимости. Алгоритмически неразрешимые проблемы в общей теории алгоритмов. Теорема Райса.

*4.2. Сложность алгоритмов.* Меры сложности алгоритмов. Временная и емкостная сложность. Асимптотическая сложность, порядок сложности, сложность в среднем и в худшем случае. Легко- и трудноразрешимые задачи. Недетерминированная машина Тьюринга. Языки и задачи. Классы задач P и NP. NP-полные задачи. Примеры NP-полных задач. Полиномиальная сводимость и трансформируемость. Теорема Кука о NP-полноте проблемы выполнимости формул логики высказываний.

#### *5.2. Практические занятия*

*1. Алгебра высказываний.* Высказывания и операции над ними. Формулы АВ. Построение таблиц истинности. Тавтологии АВ. Равносильности формул. Отыскание нормальных форм. Применение нормальных форм. Решение «логических» задач.

*2. Исчисление высказываний.* Построение выводов из аксиом. Теорема дедукции и ее применение. Производные правила вывода и их применение. Проверки общезначимости и противоречивости в ИВ с помощью алгоритма Квайна, алгоритма редукции и метода резолюций.

*3. Логика предикатов.* Понятие предиката и операции над предикатами. Множество истинности предиката. Равносильность и следование предикатов. Формулы ЛП, их интерпретация и классификация. Равносильность формул ЛП. Тавтологии ЛП. Равносильные преобразования формул. Проблемы разрешимости для общезначимости и выполнимости формул ЛП.

*4. Исчисление предикатов.* Построение выводов из аксиом. Теорема о дедукции и ее применение. Получение приведенных и нормальных форм формул ИП. Дедуктивная эквивалентность формул ИП. Нормальные формулы Сколема.

*5. Логические основы ЭВМ.* Построение функциональных схем по структурным формулам. Получение структурных формул по функциональным схемам. Упрощение функциональных схем.

*6. Нечеткая логика.* Построение характеристических функций. Задание лингвистической переменной. Определение нечеткого множества. Основные операции с нечеткими множествами

*7. Машина Тьюринга.* Применение МТ к словам. Конструирование МТ. Вычисляемые по Тьюрингу функции.

*8. Рекурсивные функции.* Примитивно рекурсивные функции. Общерекурсивные и частично рекурсивные функции.

*9. Нормальные алгоритмы Маркова.* Марковские подстановки. Нормальные алгоритмы и их применение к словам. Нормально вычисляемые функции.



### 5.3. Вопросы для самостоятельной работы студента в соответствии с содержанием разделов дисциплины

Тема	Вопрос
1.1. Введение в математическую логику	Логика Аристотеля. Основные определения, законы. Построение правильных умозаключений
1.2. Алгебра высказываний	Булева алгебра. Логические операции над высказываниями. Законы булевой алгебры
1.3. Исчисление высказываний	Применение теоремы дедукции
1.4. Логика предикатов	Области истинности и ложности предикатов. $\forall$ - и $\exists$ -формулы логики предикатов
1.5. Исчисление предикатов	Решение проблемы разрешимости для некоторых видов формул исчисления предикатов
1.6. Логические основы ЭВМ	Построение схем в базисах «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ»
2.1. Модальная логика	Логика знаний, как подвид модальной логики
2.2. Нечеткая логика. Системы искусственного интеллекта	Нечеткая логика и нейронные сети
3.1. Введение в теорию алгоритмов. Основные виды алгоритмических систем.	Разные подходы к формализации понятия «алгоритм»
3.2. Рекурсивные функции	Доказательство примитивной рекурсивности и частичной рекурсивности функций
3.3. Машина Тьюринга	Построение машин Тьюринга для частично рекурсивных функций
3.4. Нормальные алгоритмы Маркова	Построение нормальных алгоритмов Маркова для частично рекурсивных функций
4.1. Неразрешимые алгоритмические проблемы	Примеры неразрешимых алгоритмических проблем
4.2. Сложность алгоритма	Определение класса сложности алгоритма

## 6. Образовательные технологии

В соответствии со структурой образовательного процесса по дисциплине применяются следующие технологии:

- диагностики;
- целеполагания;
- управления процессом освоения учебной информации;
- применения знаний на практике, поиска новой учебной информации;
- организации совместной и самостоятельной деятельности обучающихся (учебно-познавательной, научно-исследовательской, частично-поисковой, репродуктивной, творческой и пр.);
- контроля качества и оценивания результатов образовательной деятельности (технология оценивания качества знаний, рейтинговая технология оценки знаний и др.)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для реализации компетентного подхода при обучении дисциплине предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных методов проведения занятий:

При обучении дисциплине применяются следующие формы занятий:

- лекции, направленные на получение новых и углубление научно-теоретических знаний, в том числе вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция, лекции-дискуссии, лекции-беседы и др.;

– практические занятия, проводимые под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленные на углубление и овладение определенными методами самостоятельной работы, могут включать коллективное обсуждение материала, дискуссии, решение и разбор конкретных практических ситуаций, компьютерные симуляции, тренинги и др.

Все занятия обеспечены мультимедийными средствами (проекторы, экраны) для повышения качества восприятия изучаемого материала. В образовательном процессе широко используются информационно-коммуникационные технологии.

Самостоятельная работа студентов – это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Формы самостоятельной работы студентов определяются содержанием учебной дисциплины, степенью подготовленности студентов. Они могут иметь учебный или учебно-исследовательский характер: анализ, аннотирование и конспектирование литературы по теме, составление вопросов и тестов к теме, подготовка реферативных сообщений, подготовка тезисов к дискуссии, разработка проекта и др.

Формами контроля самостоятельной работы выступают оценивание устного выступления студента на практическом занятии, его доклада; собеседование, в том числе коллоквиум; проверка письменных отчетов по результатам выполненных заданий; проверка контрольной работы, расчетно-графической работы. Результаты самостоятельной работы учитываются при оценке знаний на экзамене и зачёте.

## 7. Формы аттестации и оценочные материалы

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества усвоения учебного материала, стимулирования учебной работы обучающихся и совершенствования методики проведения занятий. Он проводится в ходе всех видов занятий в форме, избранной преподавателем.

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения учебных целей по учебной дисциплине и проводится в форме экзамена и зачета. Принимается экзамен и зачет преподавателями, читающими лекции по данной учебной дисциплине в соответствии с перечнем основных вопросов, выносимых для контроля знаний обучающихся.

### 7.1. Вопросы к зачету

1. Построить таблицу истинности формулы АВ.
2. Упростить формулу, используя основные равносильные преобразования АВ.
3. Преобразовать формулу АВ к ДНФ и КНФ.
4. Получить СКНФ и СДНФ для формулы АВ с помощью таблицы истинности и равносильных преобразований.
5. Решить «логическую» задачу.
6. Построить вывод заданной формулы исчисления высказываний (ИВ) из аксиом при помощи правил вывода.
7. Построить вывод формулы ИВ при помощи теоремы дедукции.
8. Доказать выводимость формулы ИВ.
9. Вывести формулу ИВ.
10. Проверить общезначимость формулы ИВ с помощью алгоритма Квайна.
11. Проверить общезначимость формулы ИВ с помощью алгоритма редукции.
12. Проверить общезначимость формулы ИВ методом резолюций.
13. Доказать выполнимость формулы логики предикатов (ЛП).
14. Доказать тождественную истинность формулы ЛП.
15. Доказать тождественную ложность формул ЛП.
16. Записать формулу ЛП с заданным количеством свободных переменных истинную для заданных модели и условий.

17. Построить вывод заданной формулы исчисления предикатов (ИП) из аксиом при помощи правил вывода.
18. Построить вывод формулы ИП при помощи теоремы дедукции.
19. Доказать выводимость формулы ИП.
20. Вывести формулу ИП.
21. Записать характеристическую функцию заданного множества.
22. Задать лингвистические переменные.
23. Определить нечеткое множество, которое является объединением (пересечением) двух заданных нечетких множеств.

Оценка «зачтено» проставляется студенту, выполнившему и защитившему в полном объеме практические задания в течение семестра, чей уровень знаний, умений и навыков соответствует уровню оценок «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» (п. 7.2). Оценка «не зачтено» проставляется студенту, не выполнившему и (или) не защитившему в полном объеме практические задания в течение семестра, либо чей уровень знаний, умений и навыков соответствует уровню оценки «неудовлетворительно».

– для оценки «удовлетворительно» – наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;

– для оценки «неудовлетворительно» – наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

## 7.2. Вопросы к экзамену

1. Природа математической логики. Формальная логика. Основные формы мышления (понятие, высказывание, умозаключение). Простые и сложные высказывания. Основные законы формальной логики.
2. Понятие и структура аксиоматических систем.
3. Понятие и структура формальных систем.
4. Основные логические операции алгебры высказываний (АВ). Пропозиционная переменная. Постоянные и переменные высказывания АВ.
5. Определение формулы АВ. Равносильность формул. Важнейшие примеры равносильных формул.
6. Двойственные операции и двойственные формулы АВ. Закон двойственности.
7. Проблема разрешения в алгебре высказываний.
8. Элементарные произведение и суммы. Теорема о тождественной истинности элементарной суммы. Теорема о тождественной ложности элементарного произведения.
9. КНФ и ДНФ. Преобразования формул алгебры высказываний к КНФ и ДНФ. Теорема о существовании КНФ и ДНФ формулы алгебры высказываний.
10. Критерии тождественной истинности и ложности формул алгебры высказываний.
11. СКНФ и СДНФ. Преобразование формул алгебры высказываний к СКНФ и СДНФ, используя равносильности алгебры высказываний
12. СКНФ и СДНФ. Преобразование формул алгебры высказываний к СКНФ и СДНФ с помощью таблиц истинности.
13. Описание исчисления высказываний (ИВ). Символы ИВ. Формулы ИВ. Элементарные формулы ИВ, части формул ИВ.
14. Выводимые формулы ИВ. Аксиомы ИВ.
15. Правила вывода формул в ИВ (подстановки и заключения).
16. Некоторые составные правила ИВ (Правила силлогизма, перестановки посылок, соединения посылок, разъединения посылок и т.д.).
17. Понятие выводимости формулы из набора формул ИВ. Теорема дедукции.

18. Эквивалентные формулы в ИВ. Теорема эквивалентности.
19. Непротиворечивость аксиом ИВ.
20. Полнота ИВ.
21. Алгоритмы проверки выводимости формул ИВ. Алгоритм Квайна.
22. Алгоритмы проверки выводимости формул ИВ. Метод редукции.
23. Алгоритмы проверки выводимости формул ИВ. Метод резолюций.
24. Описание логики предикатов (ЛП). Символы ЛП. Логические функции. Предикаты. Предметные области и предметы. Переменные высказывания и предикаты. Элементарные высказывания и элементарные формулы.
25. Кванторы всеобщности и существования. Свободные и связанные переменные ЛП.
26. Равносильные и приведенные формулы ЛП. Теорема о существовании приведенной формулы.
27. Нормальные формулы и нормальные формы. Теорема о существовании нормальной формулы.
28. Проблема разрешения в ЛП. Выполнимые, тождественно истинные для некоторой области  $\Omega$ , тождественно истинные, невыполнимые формулы ЛП.
29. Решение проблемы разрешения для логики предикатов с одной переменной.
30. Разрешающие функции (функции Сколема) и теорема Лёвингейма.
31. Описание исчисления предикатов (ИП). Символы ИВ. Формулы ИВ. Части формул ИВ.
32. Кванторы ИП. Область действие квантора в ИП. Коллизия переменных в ИП.
33. Аксиомы ИП.
34. Правила образования выводимых формул в ИП: заключения, подстановки в переменное высказывание и переменный предикат.
35. Правила образования выводимых формул в ИП: замены свободной предметной переменной, переименования связанных предметных переменных.
36. Правила связывания кванторами.
37. Непротиворечивость ИП.
38. Определение выводимости формул из набора формул в ИП. Теорема дедукции.
39. Эквивалентные формулы в ИП.
40. Приведенные и нормальные формы формул в ИП. Теорема о существовании нормальной формулы в ИП.
41. Дедуктивная эквивалентность. Связь эквивалентности и дедуктивной эквивалентности.
42. Проблемы ИП (непротиворечивости, полнота в узком смысле, полнота в широком смысле).
43. Логические основы ЭВМ. Простейшие преобразователи информации. Структурная формула. Функциональная схема.
44. Модальная логика. Основные понятия.
45. Нечеткая логика. Основные понятия.
46. Определение алгоритма. Требования к алгоритмам. Стороны понятия алгоритма. Алгоритмическая модель. Основные классы универсальных алгоритмических моделей.
47. Рекурсивные функции. Исходные функции. Операторы суперпозиции, рекурсии и минимизации.
48. Определение примитивно-рекурсивных, рекурсивных и частично рекурсивных функций. Примитивно-рекурсивный предикат. Тезис Черча.
49. Основные свойства рекурсивных функций.
50. Машина Тьюринга. Основные узлы, функционирование.
51. Функция, вычислимая по Тьюрингу. Функция правильно вычислимая по Тьюрингу. Зацикливание машины. Эквивалентность и суперпозиция машин Тьюринга. Тезис Тьюринга.

52. Нормальные алгоритмы Маркова. Определение алфавита, слова, пустого слова. Объединение слов. Расширение алфавита. Понятие алгоритма. Схема алгоритма. Принцип нормализации.

53. Нумерация алгоритмов, нумерация машин Тьюринга.

54. Примеры алгоритмически неразрешимых проблем.

55. Характеристики сложности вычислений.

56. Классы задач P и NP.

Общими критериями, определяющими оценку знаний, умений и навыков на экзамене, являются:

– для оценки «отлично» – наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объёме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;

– для оценки «хорошо» – наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильны действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;

– для оценки «удовлетворительно» – наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;

– для оценки «неудовлетворительно» – наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

### 7.3. Выполнение и примерные задания расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа выполняется в процессе изучения дисциплины. Общее руководство и контроль за ходом выполнения расчетно-графической работы осуществляет преподаватель соответствующей дисциплины. Расчетно-графическая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями для обучающихся.

Основными функциями руководителя расчетно-графической работы являются:

– определение и формулирование задания расчетно-графической работы;

– консультирование по вопросам содержания и последовательности выполнения расчетно-графической работы;

– оказание помощи студенту в подборе необходимой литературы;

– контроль хода выполнения расчетно-графической работы.

Примерные задания для выполнения расчетно-графической работы:

1. Задана формула АВ:

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

С помощью равносильных преобразований привести формулу к ДНФ, КНФ, СДНФ и СКНФ. Построить таблицу истинности формулы.

2. Вывести формулу  $A \vee (A \& B) \sim A$ .

3. Методом резолюций проверить соотношение

$$(\bar{A} \vee \bar{B} \vee \bar{A} \& \bar{B}) \rightarrow C; ((\bar{A} \& \bar{B} \rightarrow A \& B) \rightarrow C) \vdash \bar{C} \rightarrow \bar{A}.$$

4. Пусть задана алгебраическая система  $\Omega = \langle N, S^3, P^3 \rangle$ , где  $N$  – множество натуральных чисел, а  $S^3$  и  $P^3$  – трехместные предикаты:

$$S(x, y, z) = 1 \Leftrightarrow x + y = z, \quad P(x, y, z) = 1 \Leftrightarrow x \cdot y = z.$$

Записать предложение в этой системе выражающее коммутативность сложения.

5. Выполнима формула  $\exists x \forall y (Q(x, y) \& \forall z R(x, y, z))$ ?

6. Построить вывод формулы  $(\exists x \alpha(x) \rightarrow \exists x \beta(x))$  из формулы  $(\forall x \alpha(x) \rightarrow \beta(x))$ .

7. Доказать примитивную рекурсивность формулы  $f(x, y) = x^y + 1$ .
8. Построить машину Тьюринга, которая реализует операцию сложения двух чисел, записанных в унарной системе счисления.
9. Построить нормальный алгоритм Маркова, который реализует операцию прибавления к натуральному числу, записанному в десятичной системе счисления, числа 2.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Электронный каталог и электронные информационные ресурсы, предоставляемые научной библиотекой ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» доступны по ссылке <http://library.chuvsu.ru/>

### 8.1. Рекомендуемая основная литература

№ п/п	Наименование
1.	Иванова, Н.Н. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие [для вузов по направлениям «Информационная безопасность» и «Информатика и вычислительная техника»] / Н.Н. Иванова, Н.А. Галанина. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2014. – 163 с.
2.	Игошин, В. И. Математическая логика и теория алгоритмов : [учебное пособие для вузов по специальности "Математика"] / В. И. Игошин. - М. : Academia, 2004. - 447с.
3.	Бояринцева Т.Е. Математическая логика и теория алгоритмов [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению типового расчета / Т.Е. Бояринцева, Н.В. Золотова, Р.С. Исмагилов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 48 с. Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/31050.html">http://www.iprbookshop.ru/31050.html</a>

### 8.2 Рекомендуемая дополнительная литература

№ п/п	Наименование
1.	Поляков В.И. Основы теории алгоритмов [Электронный ресурс] : учебное пособие по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» / В.И. Поляков, В.И. Скорубский. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2012. — 50 с. Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/67504.html">http://www.iprbookshop.ru/67504.html</a>
2.	Макоха А.Н. Математическая логика и теория алгоритмов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Макоха, А.В. Шапошников, В.В. Бережной. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 418 с. Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/69397.html">http://www.iprbookshop.ru/69397.html</a>
3.	Судоплатов, С.В. Математическая логика и теория алгоритмов: учебник / С.В. Судоплатов, Е.В. Овчинникова. – М.: ИНРФА-М; Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 224 с.

8.3. Программное обеспечение, профессиональные базы данных, информационно-справочные системы.

Программное обеспечение, профессиональные базы данных, информационно-справочные системы, предоставляемые управлением информатизации ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» доступны по ссылке <http://ui.chuvsu.ru/>\*

#### 8.3.1. Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1.	MS Office/ LibreOffice	лицензия университета/ свободное лицензионное соглашение ( <a href="https://ru.libreoffice.org/">https://ru.libreoffice.org/</a> )
2.	MS Windows/Linux (Ubuntu)	лицензия университета/ свободное лицензионное соглашение ( <a href="http://ubuntu.ru/">http://ubuntu.ru/</a> )

#### 8.3.2. Базы данных, информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Условия доступа/скачивания
1.	Гарант	из внутренней сети университета (договор)*

2.	Консультант +	
----	---------------	--

### 8.3.3. Рекомендуемые интернет-ресурсы и открытые он-лайн курсы

№ п/п	Наименование интернет ресурса	Режим доступа
1.	Российская Государственная Библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>
2.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	<a href="http://www.gpntb.ru">http://www.gpntb.ru</a>
3.	Фундаментальная библиотека Нижегородского государственного университета	<a href="http://www.unn.ru/library">http://www.unn.ru/library</a>
4.	Научная библиотека Казанского государственного университета	<a href="http://lsl.ksu.ru">http://lsl.ksu.ru</a>
5.	Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
6.	Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
7.	Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
8.	Открытое образование	URL: <a href="https://openedu.ru/">https://openedu.ru/</a>
9.	Национальный открытый университет. Математическая логика	<a href="http://www.intuit.ru/studies/courses/2308/608/info">http://www.intuit.ru/studies/courses/2308/608/info</a>
10.	Национальный открытый университет. Практикум по теории алгоритмов: Информация	<a href="http://www.intuit.ru/studies/courses/3485/727/info">http://www.intuit.ru/studies/courses/3485/727/info</a>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине оснащены автоматизированным рабочим местом (АРМ) преподавателя, обеспечивающим тематические иллюстрации и демонстрации, соответствующие программе дисциплины в составе:

- ПЭВМ с доступом в интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);
- мультимедийный проектор с дистанционным управлением;
- настенный экран.

Учебные аудитории для практических и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены АРМ преподавателя и пользовательскими АРМ по числу обучающихся, объединенных локальной сетью («компьютерный» класс), с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

## 10. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям лиц с ограниченными возможностями

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

## **11. Методические рекомендации по освоению дисциплины**

В ходе лекционных занятий студенту рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Следует обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. При составлении конспекта желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых в дальнейшем можно делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. В ходе лекционных занятий рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к практическим занятиям рекомендуется изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. Рекомендуется дорабатывать свой конспект лекций, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой дисциплины. Желательно подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практическое занятие. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, рекомендуется обращаться за методической помощью к преподавателю, составить план-конспект своего выступления, продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с практикой. В процессе подготовки студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании расчетно-графической работы.

Формы организации студентов на практических занятиях: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.