

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Математическая логика и теория алгоритмов

Кафедра дискретной математики и информатики факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа

**01.03.02 - Прикладная математика и информатика**

Профиль подготовки

Математическое моделирование и вычислительная математика

Уровень высшего образования  
**бакалавриат**

Форма обучения  
**очная**

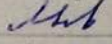
Статус дисциплины: вариативная (по выбору)

Махачкала, 2017


Рабочая программа дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата) от 12 марта 2015 г. №228.

Разработчик: дискретной математики и информатики,  
док.т.н., проф. Алибеков Б. И.

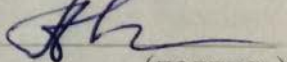
Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры дискретной математики и информатики от 6 марта 2017 г., протокол № 4.

Зав. кафедрой  Магомедов А.М.  
(подпись)

на заседании Методического совета факультета математики и компьютерных наук от 10 марта 2017 года, протокол № 4.

Председатель  Меджидов З.Г.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением «29» 03 2017 г.   
(подпись)

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина « Математическая логика и теория алгоритмов» входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 01.03.02 - Прикладная математика и информатика и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой дискретной математики и информатики.

**Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с целью преподавания учебной дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» и является обучение студентов фундаментальным методам общей и линейной алгебры.**

При преподавании учебной дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов » ставятся следующие задачи:

- ознакомить студентов с фундаментальными понятиями и методами линейной алгебры: теорией матриц, линейных уравнений, неравенств, линейных пространств и линейных операторов;
- дать введение в задачи и методы общей алгебры: теории групп, колец, полей и алгебр;
- дать понятие о задачах и методах теории вещественных и комплексных чисел, а также теории многочленов;
- развить у студентов аналитическое мышление и общую математическую культуру;
- привить студентам умение самостоятельно изучать учебную и научную литературу в области математики.

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» входит в вариативную по выбору часть. Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» базируется на знаниях, полученных в рамках школьного курса математика или соответствующих дисциплин среднего профессионального образования.

Знание математической логики и теории алгоритмов может существенно помочь в научно-исследовательской работе.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональными компетенциями- (ПК-2, ПК-7, ПК-13).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольной работы и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экза мен		
	Все го	из них						
	Лекц ии	Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации			
6	108	16	32				60	зачет

## **1. Цели освоения дисциплины**

Цель дисциплины – дать научное обоснование понятию «математическая логика», «алгоритм», «алгоритмические языки» и основы теории сложности алгоритмов, поднять алгоритмическую культуру студентов, освоение практических основ понятия математической логики и теории алгоритмов:

В ходе изучения дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» студенты должны усвоить основные понятия и методы математической логики, получить основные сведения о структурах, используемых в персональных компьютерах.

Освоение дисциплины предусматривает приобретение навыков работы с соответствующими учебниками, учебными пособиями, монографиями, научными статьями. На основе приобретенных знаний формируются умения применять математические методы при решении профессиональных задач повышенной сложности, владеть методами построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов. Знания, умения и навыки, полученные студентами в результате усвоения материала учебной дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов», могут быть использованы для успешного освоения дальнейших курсов: «Основы информационной безопасности», «Программно-аппаратные технологии защиты и передачи информации», «Теоретико-числовые методы криптографии».

### **Ожидаемые результаты:**

Задачи курса – познакомить студентов с основными понятиями математической логики, математическими моделями алгоритмов, основными результатами в теории алгоритмов и алгоритмических языков, методами построения и анализа алгоритмов. Данная дисциплина является необходимым базовым предметом, успешное освоение которого представляется обязательным условием всего последующего учебного процесса.

### **Принципы отбора содержания и организации учебного материала**

Преподавание данной дисциплины, предусмотренное обязательным минимумом содержания основной образовательной программы специальности 01.03.02 - прикладная математика и информатика, преследует и реализует следующие цели и возможности:

- развивает способности студентов к строгому абстрактно-формальному логическому и алгоритмическому мышлению;
- является существенной частью общего математического образования студентов, ориентирует их на использование методов математической логики при решении прикладных задач.

В процессе изучения курса «Математическая логика и теория алгоритмов» рассматриваются следующие вопросы. Логика высказываний; логика предикатов; исчисления; непротиворечивость; полнота; синтаксис и семантика языка логики предикатов. Метод резолюций в логике предикатов. Принцип логического программирования. Логика высказываний. Логическое следование, принцип дедукции. Метод резолюций. Аксиоматические системы, формальный вывод. Метатеория формальных систем. Понятие алгоритмической системы. Рекурсивные функции. Формализация понятия алгоритма; Машина Тьюринга. Тезис Черча; Алгоритмически неразрешимые проблемы. Меры сложности алгоритмов. Легко и трудноразрешимые задачи. Классы задач P и NP. NP – полные задачи. Понятие сложности вычислений; эффективные алгоритмы. Основы нечеткой логики. Элементы алгоритмической логики.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина « Математическая логика и теория алгоритмов» входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 01.03.02 - прикладная математика и информатика и является дисциплиной по выбору.

Вопросы, изучаемые в курсе математической логики и теории алгоритмов, базируются на общематематических курсах, изучаемых студентами на предыдущих семестрах, в частности, в курсах математического анализа, вычислительной и дискретной математики.

**Место данной дисциплины среди других дисциплин:** Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» является дисциплиной, формирующей профессиональное физико-математическое образование в программе подготовки бакалавриата.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-2	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	Знать: теоремы алгебры логики и базовые алгоритмы осуществлять целенаправленный поиск; методологию использования аппарата математической логики и способы проверки истинности утверждений; Уметь: сформулировать результат, доказывать утверждения алгебры, получать следствия из них пользоваться БД: разработать алгоритмы для решения научно – технических задач; Владеть: методами доказательств утверждений; навыками осуществлять целенаправленный поиск информации в Интернете; : методами разработки алгоритмов программ на алгоритмическом языке
ПК-7	способностью к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения	Знать: определение технологии программирования; понятия отладки, тестирования и верификации программ; Уметь: определять, какие действия, на каком этапе разработки программы выполняются; выделять при решении задачи наиболее важные критерии качества программы; Владеть: технологией решения задач с использованием основных алгоритмических конструкций средствами ЯП; технологией компиляции и отладки
ПК-13	способностью применять существующие и разрабатывать новые	Знать: - важные понятия теории алгоритмов: вычислимость, разрешимость, перечислимость;

	методы и средства обучения	<p>Уметь: - применять методы математической логики и теории алгоритмов для решения практических задач - использовать язык математической логики для представления знаний о предметных областях;</p> <p>Владеть: - основными методами преобразования логических выражений и приведения их к нормальным формам;</p> <p>- методами доказательств в исчислении высказываний и исчислениях предикатов.</p>
--	----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов: 16 ч. лекций, 32 ч. лаб., 60 – СРС

#### 4.2. Структура дисциплины

	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации по
				Лек.	Лаб.	Сам. р.	Кон тр.	
Модуль 1								
Раздел I. Основы математической логики								
1	Тема 1. Логика высказываний	6	1	1	1	2		
2	Тема 2. Функции алгебры логики	6	2	1	1	2		
3	Тема 3. Приложения алгебры логики	6	3	1	2	4		
4	Тема 4. Приложения алгебры логики	6	4	1	2	4		
5	Тема 5. Логика предикатов	6	5	1	2	4		
6	Тема 6. Общезначимость и выполнимость формул логики предикатов	6	6	1	2	4		коллоквиум
	Итого по модулю 1			6	10	20		36
Модуль 2								
7	Тема 7. Логика предикатов	6	7	1	2	6		

	Раздел II. Аксиоматические теории			7	12	26		
8	Тема8.Исчисление высказываний	6	8	1	2	2		
9	Тема.9 Формулы и правила, выводимые из совокупности формул	6	9	1	2	4		
10	Тема.10 Исчисление предикатов	6	10	1	2	4		
11	Тема 11 Правила вывода.	6	11	1	1	2		
12	Тема 12 Непротиворечивость исчисления предикатов.	6	12	1	1	2		коллоквиум
	Итого по модулю 2			6	10	20		36
Модуль 3								
13	Тема13 Проблемы полноты и разрешимости формальных систем	6	13	1	2	6		
14	Тема 14. Проблемы полноты и разрешимости формальных систем	6	14	1	2	6		
15	Тема 15. Формализация понятия алгоритма. Рекурсивные функции	6	15	1	4	4		
16	Тема16.Машины Тьюринга	6	16	1	4	4		
	Итого по модулю 3			4	12	20		зачет
Итого				16	32	60		108

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### Модуль1

##### Раздел I. Основы математической логики

##### Лекция 1. Логика высказываний и функции алгебры логики

Высказывание как первичное понятие алгебры логики. Основные операции над высказываниями. Пропозициональные связки. Истинностные функции. Формулы алгебры высказываний, их виды. Метод истинностных таблиц. Три группы равносильных формул. Равносильные преобразования формул. Полные системы связок. Понятие о нечётких и модальных логиках. [1],[2]упражнения 1-20 ст.209.[3] упражнения 1-20 ст.54.

Понятие булевой функции (функции двузначной логики). Элементарные булевы функции, логические связки. Формулы алгебры логики, функции, их реализующие. Основные эквивалентные формулы алгебры логики. Метод истинностных таблиц. Представление произвольной функции алгебры логики в виде формулы алгебры логики. Свойства совершенства. [1],[2]упражнения 21-40 ст.209.[3] упражнения 1-20 ст.54.

## **Лекция 2. Функции алгебры логики и приложения алгебры логики**

Закон двойственности и двойственные операции. Нормальные формы. Алгоритмы приведения к совершенным дизъюнктивной и конъюнктивной нормальным формам. Полиномы Жегалкина. Двойственность. Принцип двойственности. Теорема Поста. Проблемы полноты и разрешимости.[1], [2] упражнения 148-162 ст.215.[3] упражнения 1-20 ст.54.

Релейно-контактные схемы, их математическое описание и методы построения. Решение логических задач.[1], [2] упражнения 294-345 ст.225.

## **Лекция 3. Логика предикатов**

Кванторные операции как обобщения операций конъюнкции и дизъюнкции. Предикаты. Синтаксис и семантика языка логики предикатов. Формулы логики предикатов. Свободные и связанные переменные. Интерпретации, выполнимость и общезначимость формул логики предикатов. Равносильности логики предикатов. Приведенная нормальная форма.[1], [2] упражнения 311-345 ст.226. Общезначимость и выполнимость формул логики предикатов. Эквивалентные формулы логики предикатов. Примеры распознавания общезначимости в частных случаях. Запись математических предложений на языке логики предикатов. Запись математических определений. Формулировка математических теорем. Построение противоположных утверждений. Доказательство методом от противного. Формулировка обратных и противоположных теорем. Формулировка необходимых и достаточных условий.[1], [2] упражнения 311-345 ст.226..

## **Модуль 2**

### **Раздел II. Аксиоматические теории**

#### **Лекция 4. Исчисление высказываний**

Задание формальной аксиоматической теории: алфавит, система аксиом, основные и производные правила вывода. Основные понятия теории доказательств: гипотеза, следствие, вывод, теорема, разрешимая и неразрешимая теория. Построение аксиоматической теории исчисления высказываний. Основные и производные правила вывода. [1], [2] упражнения 1-20 ст.209. [3] упражнения 1-20 ст.54. Понятие выводимости формул. Правило одновременной подстановки, правило сложного заключения, правило силлогизма, правило контрпозиции, правило снятия двойного отрицания. [1], [2] упражнения 1-20 ст.209. [3] упражнения 1-20 ст.54.

**Лекция 5.** Формулы и правила, выводимые из совокупности формул. Правила вывода теории исчисления высказываний. Теорема дедукции, обобщение теоремы дедукции. Закон перестановки посылок, законы соединения и разъединения посылок. Примеры доказательств некоторых теорем теории исчисления высказываний. Теории исчисления высказываний Клини, Гильберта-Аккермана, Россера, интуиционистская.[1], [2]. Построение аксиоматической теории исчисления предикатов первого порядка. Правила вывода теории исчисления предикатов. Коллизия переменных в формулах исчисления предикатов. [1], [2] упражнения 311-345 ст.226.[3] ст.75.

## **Модуль 3**

**Лекция 6.** Правила вывода. Замена переменных: а) замена переменного высказывания, б) замена переменного предиката, в) замена свободной предметной переменной, г) правило переименования связанных предметных переменных. Правила связывания квантором.

Теорема дедукции. Эквивалентные и дедуктивно эквивалентные формулы. Непротиворечивость исчисления предикатов. Полнота в узком и широком смысле. Примеры доказательств некоторых теорем. Примеры теорий первого порядка. Метод резолюций в логике предикатов. [1], [2] упражнения 311-345 ст.226.

Метаязык и метатеория. Проблемы разрешимости, полноты и непротиворечивости формальных аксиоматических теорий. Теоремы о полноте и непротиворечивости теории исчисления высказываний. Непротиворечивость теорий первого порядка. Теорема Гёделя о полноте.[1], [2] упражнения 380-417 ст.231.

### **Раздел III. Теория вычислимых функций.**

**Лекция 7. Тема 14. Формализация понятия алгоритма. Рекурсивные функции**



Эффективная вычислимость функции. Уточнение понятия алгоритма. Разрешимые и перечислимые множества. Примитивная рекурсия. Примитивно-рекурсивные функции. Оператор минимизации. Частично-рекурсивные функции. Общерекурсивные функции. [1], [2] упражнения 380-417 ст.231.[3] ст.54.Примитивная рекурсивность и общерекурсивность некоторых арифметических функций. Тезис Чёрча. Словарные множества и функции. Операции над словарными функциями. Словарная примитивная рекурсия.[1], [2] упражнения 380-417 ст.231.

**Лекция 7. Машины Тьюринга и Проблемы алгоритмической неразрешимости и сложности алгоритмов.**

Компоненты машины Тьюринга: внешний и внутренний алфавиты, команды и программа. Конфигурация машины Тьюринга. Распознавание применимости машины Тьюринга к начальной конфигурации. Понятие функции, вычислимой по Тьюрингу. [1], [2] упражнения 453-480 ст.236. Примеры машин Тьюринга, вычисляющих некоторые арифметические функции. Тезис Тьюринга. Действия над машинами Тьюринга.

Алгоритмически неразрешимые проблемы. Меры сложности алгоритмов. Легко и трудноразрешимые задачи. Классы задач P и NP. NP – полные задачи. Понятие сложности вычислений; эффективные алгоритмы. [1], [2] .

**1. Лабораторные работы.**

РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ, вид контрольного мероприятия	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ		
	СОДЕРЖАНИЕ	ВРЕМЯ (час)	
		АУД.	СРС
Модуль 1			
<b>1. Раздел I, тема 1.</b> Логика высказываний. [1],[2]упражнения 1-20 ст.209.[3] упражнения 1-20 ст.54.	Высказывания, основные операции над высказываниями, пропозициональные связки. Формулы алгебры высказываний. Применение метода таблиц истинности к доказательству тождественной истинности (ложности), выполнимости, опровержимости формул алгебры высказываний.	2	2
<b>2. Раздел I, тема 2.</b> Функции алгебры логики. Метод таблиц истинности. Основные эквивалентные формулы алгебры логики. . [1],[2]упражнения 21-40 ст.209.[3] упражнения 1-20 ст.54.	Функции алгебры логики. Элементарные булевы функции, их таблицы истинности. Применение метода таблиц истинности к доказательству тождественной истинности (ложности), выполнимости, опровержимости, эквивалентности функций алгебры логики. Решение тех же задач методом эквивалентных преобразований.	2	2

<p><b>3. Раздел I, тема 2.</b> Нормальные формы булевых функций. [1], [2] упражнения 148-162 ст.215.[3] упражнения 1-20 ст.54.</p>	<p>Приведение булевых функций к дизъюнктивной и конъюнктивной нормальным формам, совершенным нормальным формам по таблице истинности и с помощью эквивалентных преобразований.</p>	<p>2</p>	<p>4</p>
<p>Модуль2 <b>4. Раздел I, тема 2.</b> Полиномы Жегалкина. Двойственность. [1], [2] упражнения 294-345 ст.225.</p>	<p>Приведение булевых функций к полиному Жегалкина методом неопределённых коэффициентов и с помощью эквивалентных преобразований. Построение двойственных функций по определению и с помощью принципа двойственности.</p>	<p>2</p>	<p>4</p>
<p><b>5. Раздел I, тема 3.</b> Релейно-контактные схемы. [1], [2] упражнения 311-345 ст.226.</p>	<p>Реализация булевой функции релейно-контактной схемой. Нахождение по релейно-контактной схеме булевой функции, которую она реализует.</p>	<p>2</p>	<p>4</p>
<p><b>6.</b> Мероприятия системы межсессионного контроля: <b>раздел I, темы 1 – 3.</b> [1], [2] упражнения 311-345 ст.226..</p>	<p>Контрольная работа № 1</p>	<p>2</p>	<p>4</p>
<p>Модуль 2</p>			
<p><b>7. Раздел I, тема 4.</b> Логика предикатов. Выполнимость и общезначимость формул логики предикатов. [1], [2] упражнения 311-345 ст.226.</p>	<p>Построение интерпретаций формул логики предикатов. Доказательство и опровержение общезначимости формул в частных случаях.</p>	<p>2</p>	<p>4</p>
<p><b>8. Раздел I, тема 4.</b> Эквивалентные формулы логики предикатов. [1], [2] упражнения 311-345 ст.226.</p>	<p>Эквивалентные преобразования формул логики предикатов.</p>	<p>2</p>	<p>4</p>
<p><b>9. Раздел II, тема 5.</b> Правила вывода теории исчисления высказываний. [1], [2] упражнения 311-345 ст.226.</p>	<p>Формальная система теории исчисления высказываний. Доказательство производных правил вывода и простейших теорем.</p>	<p>2</p>	<p>4</p>
<p>Модуль 3</p>			
<p><b>10. Раздел II, тема 5.</b> Доказательство теорем.</p>	<p>Доказательство теорем теории исчисления высказываний.</p>	<p>2</p>	<p>4</p>
<p><b>11. Раздел II, тема 5.</b> Другие теории исчисления высказываний. [1], [2] упражнения 311-345 ст.226.</p>	<p>Доказательство теорем других теорий исчисления высказываний (Россера, Гильберта-Аккермана, исчисления секвенций, интуиционистской).</p>	<p>2</p>	<p>4</p>

<b>12. Раздел II, тема 6.</b> Правила вывода теории исчисления предикатов. Доказательство теорем. Метод резолюций. [1], [2] упражнения 380-417 ст.231.[3] ст.54.	Доказательство производных правил вывода и теорем теории исчислений предикатов. Метод резолюций.	2	4
<b>13.</b> Мероприятия системы межсессионного контроля: <b>раздел I, тема 4, раздел II, темы 5 - 6.</b>	Контрольная работа № 2	2	4
<b>14. Раздел III, тема 8.</b> Рекурсивные функции. [1], [2] упражнения 380-417 ст.231.[3] ст.54.	Доказательство примитивной рекурсивности, частичной рекурсивности и общерекурсивности некоторых арифметических функций. Восстановление явного вида функции по схеме примитивной рекурсии. Выдача индивидуального домашнего задания.	2	4
<b>15. Раздел III, тема 9.</b> Понятие машины Тьюринга. [1], [2] упражнения 453-480 ст.236.	Нахождение конечных конфигураций машин Тьюринга при заданных начальных конфигурациях. Распознавание применимости машины Тьюринга к начальному слову. Определение вычисляемой функции по программе машины Тьюринга.	2	2
<b>16. Раздел III, тема 9.</b> Построение машин Тьюринга. [1], [2] упражнения 453-480 ст.236.	Построение машин Тьюринга, вычисляющих заданные функции и осуществляющих определённые преобразования начальных слов. Действия над машинами Тьюринга. Переписывание контрольных работ, проверка домашних заданий, приём индивидуального домашнего задания.	2	2
Всего		<b>32</b>	<b>60</b>

## 5. Образовательные технологии

Процесс изложения учебного материала сопровождается систематическими (на каждом занятии) компьютерными презентациями и демонстрацией решения задач в интерактивном режиме с использованием мультимедийного оборудования.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

При организации самостоятельной работы применяются технологии проблемного обучения, проблемно-исследовательского обучения (в частности, при самостоятельном изучении теоретического материала), дифференцированного обучения, репродуктивного обучения, проектная технология, а также современные информационные технологии обучения.

В процессе проведения аудиторных занятий используются следующие активные и интерактивные методы и формы обучения: проблемное практическое занятие, работа в малых группах, дискуссия, самостоятельная работа с учебными материалами, представленными в электронной форме.

Процесс изложения учебного материала сопровождается презентациями и демонстрацией решения задач в интерактивном режиме с использованием мультимедийного проектора.

Пакет заданий для самостоятельной работы выдается в начале семестра, определяются предельные сроки их выполнения и сдачи. Самостоятельная работа студентов складывается из проработки лекционного материала (настоятельно рекомендуется самостоятельное практическое решение всех разобранных на лекциях упражнений), материала учебника, видео лекций и соответствующих форумов интернет, решения всех заданий из индивидуальных заданий, решения рекомендуемых задач, подготовки к сдаче промежуточных отчетов и зачета.

Самостоятельная работа студентов включает:

- освоение лекционного материала;
- выполнение текущих общих домашних заданий (5 – 8 задач после каждого аудиторного практического занятия, кроме занятий по **темам 8 - 9**);
- подготовку к контрольным работам;
- выполнение индивидуального домашнего задания;
- оформление выполненного индивидуального домашнего задания;
- подготовку к защите выполненного индивидуального домашнего задания.

В отчет по индивидуальному домашнему заданию должны входить:

- 1) условия задач (конкретное задание выдается преподавателем);
- 2) подробные решения;
- 3) ответы.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине складывается из времени, необходимого для освоения лекционного материала, освоения и совершенствования навыков решения задач и времени выполнения и оформления индивидуального домашнего задания.

Задачи, включенные в варианты контрольных работ, ориентированы на выявление степени владения студентом техникой решения типовых задач, умения находить нужный метод решения и уверенно применять его в условиях дефицита времени. Соответственно, при самостоятельной подготовке к контрольной работе следует сосредоточиться на овладении методом таблиц истинности, твёрдом знании и уверенном применении основных эквивалентных формул, освоении идеологии аксиоматического метода. При защите выполненного индивидуального домашнего задания необходимо правильно сформулировать задачу, описать теоретические основы метода решения, ясно изложить основные моменты решения, уметь прокомментировать и проанализировать ответ.

Раздел дисциплины	Работа над дисциплиной		
	Содержание учебного задания	Время (час)	
		Аудиторное	СРС
Темы 1 –6 [1],[2], [3]	Подготовка к контрольной работе №1, выполнение домашних заданий. Подготовка к защите домашних заданий.		24
Темы 7–12 [1],[2], [3]	Подготовка к контрольной работе №2, выполнение домашних заданий. Подготовка к защите домашних заданий.		24
Темы 13–18 [1], [2]. [3]	Выполнение и подготовка к защите индивидуального домашнего задания.		12
	Всего		60

### Контрольная работа №1.

1. Построить стандартную машину Тьюринга, вычисляющую функцию  $x+y$ .
2. Пусть  $A=\{a_0, a_1, \dots, a_n\}$  внешний алфавит машины Тьюринга. Построить машину Тьюринга, которая меняет слово, записанное на ленте, на слово, состоящее из букв исходного, но записанных в обратном порядке.

## Контрольная работа №2.

1. Используя таблицы истинности, проверить эквивалентность булевых формул. Определить существенные и фиктивные переменные.

$$(x \rightarrow y) \rightarrow (x \wedge y \sim (x \oplus y)) = (x \wedge y \rightarrow x) \rightarrow y.$$

2. Для булевой функции (10110011), заданной вектором значений, определить: 1) СДНФ, 2) СКНФ, 3) полином Жегалкина.

3. Выяснить, является ли система функций  $A$  функционально полной.

$$A = \{xy, x \vee y, x \oplus y, xy \vee yz \vee zx\}.$$

4. Даны булевы функции:

1) доопределить функции так, чтобы  $f \in M, g \in L, h \in S$

2) выяснить вопрос о принадлежности данных функций к классам  $T_0$  и  $T_1$

5. Применив правило подстановки, доказать что выводима следующая формула  $(A \rightarrow B) \wedge B \rightarrow B$

### Тест:

Запись  $A \cup B = C$  означает

Правильный ответ: Объединение множества  $A$  с множеством  $B$

Объединение двух множеств  $A = (-5, 4)$  и  $B = [-5, 0]$  равно

Правильный ответ: множеству  $C = [-5, 4)$

Множество  $D = \{-3; 0; 6\}$  является результатом пересечения множеств:

Правильный ответ:  $A = \{-6; -3; -1; 0; 1; 4; 6\}$  и  $B = \{-3; -2; 0; 6\}$

Решением уравнения  $|x-2|=4$  являются числа:

Правильный ответ: -2 и 6

Пересечение двух множеств  $A = (-2, 13]$  и  $B = [-15, 0]$  равно

Правильный ответ: множеству  $C = (-2, 0]$

Для множеств  $A = \{-3; -1,5; 0; 1; 2; 3\}$  и  $\{-1,5; 0; 1; 2; 11; 30\}$  найдите их пересечение

Правильный ответ:  $\{-1,5; 1; 2\}$

Для множеств  $A = \{-3; -1,5; 0; 1; 2; 3\}$  и  $\{-1,5; 0; 1; 2; 11; 30\}$  найдите разность множеств  $B-A$ .

Правильный ответ:  $\{11; 30\}$

Множество, состоящее из общих элементов  $A, B, C, \dots$  называется ...

Правильный ответ: пересечением множеств

### Темы рефератов:

1. Нейронные сети.
2. Вероятностные вычисления.
3. Квантовые вычисления.
4. Биомолекулярные вычисления.
5. Вычисления над кольцом целых чисел.
6. Вычисления над кольцом действительных чисел.
7. Вычисления над кольцом комплексных чисел.

8. Структурная сложность.
9. Коммуникационная сложность.
10. Дескриптивная сложность.
11. Алгебраическая сложность.

**Тесты контроля качества усвоения материала (примерные варианты)**

1. Выберите правильный вариант:

- а)  $\neg(A \& B) \equiv A \vee \neg B$ ;
- б)  $\neg(A \& B) \equiv \neg A \vee B$ ;
- в)  $\neg(A \& B) \equiv \neg A \vee \neg B$ ;
- г)  $\neg(A \& B) \equiv A \vee B$ ;

2. Выберите правильный вариант:

- а)  $\neg(\forall x A) = \exists x(\neg A)$ ;
- б)  $\neg(\forall x A) = \exists x(A)$ ;
- в)  $(\forall x A) = \exists x(\neg A)$ ;
- г)  $(\forall x A) = \exists x(A)$ ;

3. Выберите правильный вариант:

- а)  $\forall x A = \forall x(A \& B)$
- б)  $\forall x B = \forall x(A \& B)$
- в)  $(\forall x A \& \forall x B) = \forall x(A \& B)$
- г)  $(\forall x A \& \forall x B) = (A \& B)$

4. Выберите правильный вариант:

- а)  $\forall x B = \forall x(A \vee B)$ ;
- б)  $(\forall x A \vee \forall x B) = (A \vee B)$ ;
- в)  $(\forall x A \vee \forall x B) = \forall x(A \vee B)$ ;
- г)  $(\forall x A \vee \forall x B) = B$

5. Выберите правильный вариант:

- а) & - конъюнкция;
- б) & - дизъюнкция;
- в) & - импликация
- г) & - эквивалентность

6. Выберите правильный вариант:

- а) функцией алгебры высказываний (булевой функцией) называется n-местная операция на множестве  $\{0,1\}$ ,
- б) функцией алгебры высказываний (булевой функцией) называется n-местная операция на множестве  $\{0,10\}$ ,
- в) функцией алгебры высказываний (булевой функцией) называется n-местная операция на множестве  $\{0,2\}$ ,
- г) функцией алгебры высказываний (булевой функцией) называется n-местная операция на множестве  $\{0,1000\}$ .

7. Выберите правильный вариант:

- а)  $0 \vee 0 = 0$
- б)  $0 \vee 0 = 1$
- в)  $0 \& 0 = 1$
- г)  $0 \& 1 = 1$

8. Дизъюнктивной нормальной формой (д.н.ф.) называется:

- а) дизъюнкция элементарных произведений;
- б) конъюнкция элементарных произведений;
- в) импликация элементарных произведений;
- г) конъюнкция и импликация произведений;

9. Пропозициональная форма называется конъюнктивной нормальной формой (к.н.ф.), если:
- представляет собой конъюнкцию элементарных сумм;
  - представляет собой дизъюнкцию элементарных сумм;
  - представляет собой импликацию элементарных сумм;
  - представляет собой сумму элементарных отношений;
10. Формула  $A \rightarrow B$  ложна в данной интерпретации когда:
- $A$  истинно в этой интерпретации, а  $B$  ложно;
  - хотя бы одна из них выполнима в этой интерпретации;
  - в этой интерпретации истинно  $A$ ;
  - $A$  и  $B$  принимают значение  $I$  одновременно.
11. Формула  $A \& B$  выполнима в данной интерпретации когда:
- хотя бы одна из них выполнима в этой интерпретации;
  - в этой интерпретации истинно  $A$ ;
  - $A$  истинно в этой интерпретации, а  $B$  ложно;
  - $A$  и  $B$  принимают значение  $I$  одновременно хотя бы для одной совокупности значений своих свободных переменных.
12. Формула логики предикатов  $A$  называется выполнимой если:
- если интерпретации не существует;
  - существует интерпретация, в которой выполнимо две операции;
  - существует интерпретация, в которой выполнима  $A$ ;
  - существует интерпретация, в которой выполнимы все операции.
13. Формулы  $A$  и  $B$  логики предикатов называют равносильными если:
- каждая из них логически не влечет другую;
  - каждая из них зависит друг от друга;
  - каждая из них не зависима;
  - каждая из них логически влечет другую.
14. Предикатом называется:
- повествовательное предложение об элементах некоторого заданного множества  $M$ , которое (предложение) становится высказыванием, если все переменные в нем заменить фиксированными элементами из  $M$ ;
  - повествовательное предложение об элементах;
  - предложение об элементах высказываний;
  - предложение об фиксированных элементах.
15. Символ  $\forall x$  называется:
- квантором всеобщности;
  - квантором существования;
  - числовым индексом;
  - функцией.

**Перечень вопросов к промежуточному (по частям) и итоговому контролю  
Вопросы к зачету (коллоквиуму):**

- Высказывания и операции над ними.
- Формулы алгебры высказываний. Законы алгебры высказываний.
- Общезначимые, противоречивые, выполнимые формулы.
- Дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ),
- Конъюнктивная нормальная форма (КНФ).
- Приведение формул в СДНФ и СКНФ.
- Булевы функции.
- Существенные и фиктивные переменные. Вес переменной.

9. Многочлен Жегалкина.
10. Классы функций.
11. Полнота систем функций.
12. Логические следствия. Определение, критерии.
13. Метод резолюций как метод доказательства теорем.
14. Функциональные символы, термы предикатные символы.
15. Атомы. Кванторы.
16. Формулы логики предикатов.
17. Интерпретация формулы в логике предикатов.
18. Значение формулы в заданной интерпретации.
19. Предваренные нормальные формы (ПНФ).
20. Формальные аксиоматические теории (исчисления).
21. Интуитивное понятие алгоритма.
22. Уточненное понятие алгоритма.
23. Рекурсивные функции.
24. Машина Тьюринга.
25. Нормальные алгоритмы Маркова.
26. Команда машины Тьюринга.
27. Программа машины Тьюринга.
28. Конфигурация машины Тьюринга.
29. Синтез машин Тьюринга.
30. Основной код набора.
31. Частичные числовые функции.
32. Вычислимые функции.
33. Тезис Тьюринга.
34. Простейшие функции.
35. Операция суперпозиции.
36. Операция примитивной рекурсии.
37. Примитивно-рекурсивные функции.
38. Операция минимизации.
39. Частично-рекурсивные функции.
40. Общерекурсивные функции.
41. Тезис Черча.
42. Принцип нормализации Маркова.
43. Понятие алгоритмической неразрешимости.
44. Самоприменимые алгоритмы.
45. Классические методы решения задач.
46. Классификация задач по степени сложности.
47. Понятие сложности алгоритма.

(При подготовке материала были использованы рабочие программы из Интернета)

#### **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Контроль и оценка знаний студентов очной формы обучения осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе контроля и оценки знаний студентов ОГИМ.

Программой дисциплины в целях проверки прочности усвоения материала предусматривается проведение различных форм контроля:

1. **Текущий контроль** – оценка знаний, умений и навыков, которая проводится на практических занятиях, и направлена на закрепление изученного и проверку правильности понимания студентами вновь воспринятого материала.



2. Рубежной формой контроля является зачет(экзамен)

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ПК-2	Знать: теоремы алгебры логики и базовые алгоритмы осуществлять целенаправленный поиск; методологию использования аппарата математической логики и способы проверки истинности утверждений; Уметь: сформулировать результат, доказывать утверждения алгебры, получать следствия из них пользоваться БД: разработать алгоритмы для решения научно –технических задач; Владеть: методами доказательств утверждений; навыками осуществлять целенаправленный поиск информации в Интернете; : методами разработки алгоритмов программ на алгоритмическом языке	Изучение 1-го модуля
ПК-7	Знать: определение технологии программирования; понятия отладки, тестирования и верификации программ; Уметь: определять, какие действия, на каком этапе разработки программы выполняются; выделять при решении задачи наиболее важные критерии качества программы; Владеть: технологией решения задач с использованием основных алгоритмических конструкций средствами ЯП; технологией компиляции и отладки	Составление алгоритмов с использованием различных методов
ПК-13	Знать: - важные понятия теории алгоритмов: вычислимость, разрешимость, перечислимость; Уметь: - применять методы математической логики и теории алгоритмов для решения практических задач - использовать язык математической логики для представления знаний о предметных областях; Владеть: - основными методами преобразования логических выражений и приведения их к нормальным формам; - методами доказательств в исчислении высказываний и исчислений предикатов.	Решение задач по составлению алгоритмов

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

## ПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение пользоваться основными понятиями математической логики, математическими моделями алгоритмов, основными результатами в теории алгоритмов и алгоритмических языков, методами построения и анализа алгоритмов	Знание простейшие утверждения алгебры; доказывать основные утверждения алгебры, получать следствия из них; основные утверждения алгебры; использовать теоретический и практический материал, необходимый для представления задачи в терминах и понятиях изучаемой.	Применение доказывательства простейших утверждений; простейшие утверждения; сформулировать результат, применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, понимания утверждений алгебры, применять полученные знания в решении профессиональных задач.	Систематизировать основные знания о приемах и методах решения типовых задач курса с использованием справочной литературы; сформулировать результат, доказывать основные утверждения алгебры, получать следствия из них; проявлять высокую степень. сформулировать результат.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

## ПК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение пользоваться основными понятиями математической логики, математическими моделями алгоритмов, основными результатами в теории алгоритмов и алгоритмических	Знать: определение технологии программирования; понятия отладки, тестирования и верификации программ;	Уметь: определять, какие действия, на каком этапе разработки программы выполняются; выделять при решении задачи наиболее важные критерии качества	Владеть: технологией решения задач с использованием основных алгоритмических конструкций средствами ЯП; технологией компиляции и

	языков, методами построения и анализа алгоритмов		программы;	отладки
--	--------------------------------------------------	--	------------	---------

### ПК-13

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью применять существующие и разрабатывать новые методы и средства обучения».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение пользоваться основными понятиями математической логики, математическими моделями алгоритмов, основными результатами в теории алгоритмов и алгоритмических языков, методами построения и анализа алгоритмов	Знать: - важные понятия теории алгоритмов: вычислимость, разрешимость, перечислимость;	Уметь: - применять методы математической логики и теории алгоритмов для решения практических задач - использовать язык математической логики для представления знаний о предметных областях;	Владеть: - основными методами преобразования логических выражений и приведения их к нормальному формам; - методами доказательств в исчислении высказываний и исчислений предикатов.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### График контрольных мероприятий

Контрольная работа 1.

1. Пусть алфавит  $A$  и система постановок нормального алгоритма имеют вид  $A=\{1,+;\ 1+>+1;\ +1->1;\ 1->1$

Преобразовать слово  $1111+11+111$

2. Показать, что следующий нормальный алгоритм  $A=\{1,*,V,?\};\ *11->V*1;\ *1->V;\ 1V->V1?;\ ?V->V?;\ ?1->1?;\ V1->V;\ V?->?;\ ?->1;\ 1->1$  перерабатывает всякое слово вида  $11111\dots 1111*111\dots 111$  в слово  $1111\dots 11111$  (Соответственно  $m$ - единиц  $*$  $n$ - единиц и  $m*n$ - единиц)

3. Найти совершенную д.н.ф. для функции  $A \rightarrow B$ .

Контрольная работа 2

1. Пусть задана некоторая функция с помощью схемы

$$f(0,a)=a, f(n+1,a)=f(n,a)+1.$$

Вычислить  $f(5,7)$ .

2. Пусть задана система равенств  $R(0,4)=7, R(1,7)=7, f(0)=4, f(y+1)=R(y, f(y))$ . Вычислить  $f(2)$ .

3. Показать, что  $x!, x^y, x*y$  примитивно-рекурсивные функции.

Для закрепления материала предусматривается проведение двух аудиторных контрольных работ и выполнение индивидуального домашнего задания.

**Контрольная работа №1** проводится **6 неделе** и охватывает **темы 1 – 3 раздела I**(логика высказываний, теория булевых функций, релейно-контактные схемы), включает 5 задач на указанные темы.

**Контрольная работа №2** проводится **13 неделе** и охватывает **тему 4 раздела I, темы 5 – 6 раздела II**(логика предикатов, теории исчисления высказываний и предикатов), включает 5 задач на указанные темы.

Индивидуальное домашнее задание выполняется и защищается на **14-17 неделях**, содержит 10 -12 задач на **темы 8 – 9 раздела II**(рекурсивные функции, машины Тьюринга).

На **17 неделе** предусматривается заключительное занятие для защиты индивидуального домашнего задания, переписывания контрольных работ, проверки домашних заданий у отсутствовавших на занятиях студентов.

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности характеризующих этапы формирования компетенций.**

**Текущая аттестация:**

Контрольные работы и тесты проводятся на семинарах.

Компьютерное моделирование.

**Промежуточная аттестация:**

Текущий и промежуточный контроль освоения и усвоения материала дисциплины осуществляется в рамках рейтинговой (100-балльной) и традиционной (4-балльной) систем оценок.

Зачет студента в рамках рейтинговой системы оценок является интегрированной оценкой выполнения студентом заданий во время практических занятий, индивидуальных домашних заданий, контрольной работы и тестов. Эта оценка характеризует уровень сформированности практических умений и навыков, приобретенных студентом в ходе изучения дисциплины.

Зачет студента в рамках традиционной системы оценок выставляется на основе ответа студента на теоретические вопросы, а также решения задач, примерный уровень которых соответствует уровню задач. Эта оценка характеризует уровень знаний, приобретенных студентом в ходе изучения дисциплины

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 30 баллов,
- участие на практических занятиях - 10 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 20 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 50 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 50 баллов,
- письменная контрольная работа - 50 баллов,
- тестирование - 50 баллов.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

**Список основной литературы**

1. Герасимов А.С. Курс математической логики и теории вычислимости. Учебное пособие. 3-е издание, испр. И доп. –СПб.: Издательство «ЛЕМА» 2011 - 284 с.

2. А.В. Самохин. Математическая логика и теории алгоритмов. М, 2003 г. 237 с.
3. Лавров, И.А. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 256 с., 30 экз.
4. Шапорев, С.Д. Математическая логика / С.Д. Шапорев. СПб.: БХВ-Петербург, 2005, 410 с., 800 экз.
5. Магомедов А.М. Практикум программирования. Второй семестр. Учебное пособие. Махачкала 2012.
6. Акимов, О.Е. Дискретная математика: логика, группы, графы / О.Е. Акимов, М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. 376 с., 30 экз.
7. Новиков, Ф.А. Дискретная математика для программистов / Ф.А. Новиков. СПб.: Питер, 2003. 301 с., 31 экз.
8. Судоплатов, С.В. Математическая логика и теория алгоритмов / С.В. Судоплатов, Е.В. Овчинникова. М: Инфра-М, 2004. 224 с., 30 экз.
9. Алексеев В.Б. Введение в теорию сложности алгоритмов. М.: Издательство ВМиК МГУ, 2002.
10. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике. М.: Физматлит, 2004.
11. Абрамов В.Г., Трифонов Н.П., Трифонова Г.Н. Введение в язык Паскаль. - М.: КНОРУС, 2011.
12. Грацианова Т.Ю. Программирование на Паскале. - М.: МАКС Пресс, 2010.
13. С.В. Яблонский. Введение в дискретную математику. 2003.
14. Б.А. Трахтенброт. Алгоритмы и машинное решение задач. Государственное издательство физико-математической литературы. М.1960.

#### **Дополнительная литература.**

1. Аляев, Ю.А. Дискретная математика и математическая логика / Ю.А. Аляев, С.Ф. Тюрин. М.: Финансы и статистика, 2006. 368 с.
2. Гаврилов, Г.П. Задачи и упражнения по дискретной математике / Г.П. Гаврилов, А.А. Сапоженко. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 416 с.
3. Игошин, В.И. Математическая логика и теория алгоритмов / В.И. Игошин. М.: Академия, 2004, 448 с.
4. Коваленко, С.И. Решение задач по математической логике с использованием элементарной алгебры / С.И. Коваленко. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 80 с.
5. Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженера. – СПб: Издательство «Лань», 2004.
6. Макконелл Дж. Основы современных алгоритмов. М.: Техносфера, 2004.
7. Левитин А. Алгоритмы: введение в разработку и анализ. М.: Вильямс, 2006.
8. Ахмедов С.А., Алибеков Б.И. Программирование и математическое моделирование. Лабораторный практикум и методические указания. Часть 1. Из-во ДГУ. Махачкала 1996. (Бумажный и электронный варианты).
9. Ахмедов С.А., Алибеков Б.И. Программирование и математическое моделирование. Лабораторный практикум и методические указания. Часть 2. Из-во ДГУ. Махачкала 1998. (Бумажный и электронный варианты).

#### **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

**(Необходимая литература в электронном варианте имеется у преподавателя и у студента)**

Электронно-программные средства.

Компьютерные демонстрационные программы по математическим моделям алгоритмов (<http://matinf/> – из внутривузовской сети, <http://isttu.irk.ru:82/> – из Интернета).

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

При решении практических заданий программистский подход непременно должен присутствовать (без него решение не будет полноценным), однако, он не должен заслонять сугубо математические (доказательство и др.) и алгоритмические (построение, оптимизация, верификация и др.) аспекты.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующее программное обеспечение: MicrosoftVisualStudioExpress, MicrosoftWindows, UbuntuLinux, Skype. Также студентам предоставляется доступ к российским и международным электронным библиотекам через компьютеры университета.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Имеется необходимая литература в библиотеке, медиапроектор и компьютер для проведения лекций-презентаций.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах с необходимым программным обеспечением. Вся основная литература предоставляется студенту в электронном формате.