

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
**Элементы математической логики**

**Кафедра:** дифференциальных уравнений и функционального анализа  
**Факультет:** математики и компьютерных наук

Образовательная программа  
44.03.01 – Педагогическое образование

Направленность (профиль) программы  
«Математика»

Программа подготовки:  
академический бакалавриат

Форма обучения:  
заочная

Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений; модуль общематематический; дисциплина по выбору

Махачкала 2021


Рабочая программа дисциплины «Элементы математической логики» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование (уровень бакалавриата) от 22.02.2018 №121.

Разработчик: кафедра дифференциальных уравнений и функционального анализа,  
Рагимханов В.Р., к. ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры ДУ и ФА от 31.05.2021 г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Сиражудинов М.М.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии факультета М и КН от 27.06.2021г.,  
протокол № 6.

Председатель  Бейбалаев В.Д.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением «\_09\_» июля 2021г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Элементы математической логики» входит в формируемую участниками образовательных отношений часть ОПОП (общематематический модуль) по направлению **44.03.01 Педагогическое образование**.

Дисциплина реализуется на *факультете математики и компьютерных наук кафедрой дифференциальные уравнения и функциональный анализ*.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием и развитием у студентов профессиональных и специальных компетенций, позволяющих им на базе освоенных теоретических и практических основ математической логики осуществлять профессиональную деятельность.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:  
*универсальная компетенция (УК): УК-1;*  
*профессиональная компетенция (ПК): ПК-2.*

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия и самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: *контрольной работа и коллоквиума, промежуточный контроль в форме зачета.*

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

| Курс/Сессия | Учебные занятия |  |                      |     |              |   | Форма промежуточной аттестации |
|-------------|-----------------|--|----------------------|-----|--------------|---|--------------------------------|
|             | в том числе     |  |                      |     |              |   |                                |
|             | Всего           | Контактная работа обучающихся с преподавателем |                      |     |              | СРС, в том числе промежуточная аттестация |                                |
|             |                 | Всего  | из них               |     |              |   |                                |
|             | Всего           | Лекции   | Практические занятия | КСР | консультации |   |                                |
| 4/2         | 72              | 16   | 8                    | 8   |              | 52+4                                      | зачет                          |
| Итого       | 72              | 16   | 8                    | 8   |              | 56  |                                |

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Элементы математической логики» является формирование и развитие у студентов общекультурных и специальных компетенций, формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области математической логики и теории алгоритмов и её основных методов, позволяющих подготовить конкурентно способного выпускника для сферы образования, готового к

инновационной творческой реализации в образовательных учреждениях различного уровня и профиля.

Исходя из общих целей подготовки бакалавра педагогического образования по профилю «Математика», целями дисциплины «Элементы математической логики» являются:

- содействовать средствами дисциплины «Элементы математической логики» развитию у студентов мотивации к педагогической деятельности, профессионального мышления, коммуникативной готовности, общей культуры;
- научить студентов ясно, точно, грамотно излагать свои мысли в устной и письменной речи;
- сформировать систематизированные знания в области математической логики, представлений о проблемах оснований математики и роли математической логики в их решении;
- развитие логического мышления, логической культуры, логической интуиции;
- разъяснение понятия алгоритма, его основных свойств;
- изложение основ теории рекурсивных функций, теории машин Тьюринга.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

«Элементы математической логики» является дисциплиной по выбору и входит в формируемую участниками образовательных отношений часть ОПОП (модуль «фундаментальная математика») по направлению *44.03.01 – Педагогическое образование*.

Для освоения дисциплины «Элементы математической логики» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в ходе изучения дисциплин: «Алгебра», «Геометрия», «Математический анализ». Дисциплина «Элементы математической логики» является логической основой понимания сущности доказательств и их логического строения, изучения аксиоматических математических теорий из разных областей математики, а также теоретической основой логической составляющей обучения математике. Изучение дисциплины является базой для дальнейшего освоения студентами курсов по выбору профессионального цикла.

Всё это показывает важность и актуальность изучения геометрии для подготовки квалифицированных бакалавров по направлению *44.03.01–Педагогическое образование*.

Для освоения дисциплины Элементы математической логики студенты используют знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения математики, геометрии в общеобразовательной школе, а также предполагает знания, умения и навыки, приобретенные при освоении дисциплин аналитическая геометрия, алгебра и математический анализ.

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

| <b>Код и наименование</b> | <b>Код и наименование индикатора</b> | <b>Планируемые результаты обучения</b> | <b>Процедура освоения</b> |
|---------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------|
|---------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------|

| компетенции из ОПОП   | достижения компетенций   |  |  |
|---|--|--|--|
| <p>УК-1.<br/>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p> | <p>УК-1.1.<br/>Анализирует задачу, демонстрируя знание особенностей системного, критического и логического мышления; применяет логические формы и процедуры; выделяет этапы ее решения.</p>  | <p><b>Знает:</b><br/>основные принципы и методы критического анализа.<br/><b>Умеет:</b><br/>получать новые знания на основе анализа, синтеза; применять логические формы и процедуры; реконструировать и анализировать план построения собственной или чужой мысли; выделять его состав и структуру;<br/><b>Владеет:</b><br/>способностью исследовать проблемы, связанные с профессиональной деятельностью, с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; сознательно планировать, регулировать и контролировать свое мышление; способностью оценивать логическую правильность мыслей; готовностью применять системный подход при принятии решений в профессиональной деятельности.</p> | <p>Конспектирование и проработка лекционного материала. Участие в практических занятиях. Самостоятельная работа.</p> |
|   | <p>УК-1.2.<br/>Находит и критически анализирует источники информации; сопоставляет разные источники с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений; выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p> | <p><b>Знает:</b><br/>методы поиска источников информации и анализа проблемной ситуации.<br/><b>Умеет:</b><br/>собирать информацию по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск решений проблемы; сравнивать преимущества разных вариантов решения проблемы и оценивать их</p>  |  |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|   | <p>УК-1.3.<br/>Рассматривает разные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и риски.</p>  | <p>риски.<br/><b>Владеет:</b><br/>способностью выявлять научные проблемы и выбирать адекватные методов для их решения; способностью исследовать проблемы профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности.</p>  |  |
|   | <p>УК-1.4.<br/>Аргументированно формирует собственное суждение и принимает обоснованное решение, определяет практические последствия предложенного решения задачи.</p>                                   | <p><b>Знает:</b><br/>принципы и методы оценки источников информации и современных научных достижений.<br/><b>Умеет:</b> демонстрировать оценочные суждения в решении проблемных профессиональных ситуаций.<br/><b>Владеет:</b><br/>методами оценки надежности источников информации, методами работы с противоречивой информацией из разных источников.</p>  |  |
| <p>ПК-2<br/>Способен применять предметные знания при реализации образовательного процесса</p> | <p>ПК-2.1.<br/>Способен определять содержание математического образования школьников, адекватное ожидаемым результатам, уровню развития современной математики и возрастным особенностям обучающихся</p> | <p><b>Знает:</b><br/>требования к организации образовательного процесса по математике; структуру, состав и дидактические единицы содержания школьного предмета «Математика»<br/><b>Умеет:</b><br/>формулировать дидактические цели и задачи обучения математике и реализовывать их в образовательном процессе; планировать и реализовывать различные организационные средства и формы в процессе обучения математики (урок, экскурсию,</p> | <p>Конспектирование и проработка лекционного материала. Участие в практических занятиях. Самостоятельная работа.</p> |
|   | <p>ПК-2.2.<br/>Проектирует элементы образовательной программы, рабочую программу учителя по математике</p>   |  |  |
|   | <p>ПК-2.3. Способен</p>  |  |  |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | <p>осуществлять обучение учебному предмету на основе использования предметных методик и применения современных образовательных технологий</p> | <p>домашнюю, внеклассную и внеурочную работу); обосновывать выбор методов обучения математике и образовательных технологий, исходя из особенностей содержания учебного материала, возраста и образовательных потребностей обучаемых.</p> <p><b>Владеет:</b> предметным содержанием математики; умениями отбора вариативного содержания с учетом взаимосвязи урочной и внеурочной форм обучения математике; умениями по планированию и проектированию образовательного процесса; способностью применять различные методы обучения и современные образовательные технологии в образовательном процессе в области математики</p> |  |
|--|---|---|--|

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

4.1. Объем дисциплины составляет зачетных единиц 2, академических часов 72.

4.2. Структура дисциплины.

| Названия разделов и тем дисциплины   | Курс/Сессия | Неделя семестра | Аудиторные занятия, в том числе |        |                |                  | Самостоят. работа | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|--------------------------------------|-------------|-----------------|---------------------------------|--------|----------------|------------------|-------------------|---|
|                                      |             |                 | всего                           | лекции | практ. занятия | Контр. сам. раб. |                   |   |
| <b>Модуль 1. Логика и исчисления</b> |             |                 |                                 |        |                |                  |                   |   |
| <i>Всего по модулю 1</i>             | 4/2         |                 | 36                              | 4      | 4              |                  | 28                | Контрольная работа, коллоквиум  |
| 1. Логика высказываний и предикатов  | 4/2         |                 | 9                               | 1      | 1              |                  | 7                 |   |

|   |            |  |           |          |          |  |             |                                |
|---|------------|--|-----------|----------|----------|--|-------------|--------------------------------|
| 2. Формальные аксиоматические теории          | 4/2        |  | 9         | 1        | 1        |  | 7           |                                |
| 3. Исчисление высказываний                    | 4/2        |  | 9         | 1        | 1        |  | 7           |                                |
| 4. Теории первого порядка                     | 4/2        |  | 9         | 1        | 1        |  | 7           |                                |
| <b>Модуль 2. Теория алгоритмов</b>            |            |  |           |          |          |  |             |                                |
| <i>Всего по модулю 2</i>                      | 4/2        |  | <b>36</b> | <b>4</b> | <b>4</b> |  | <b>24+4</b> | Контрольная работа, коллоквиум |
| 1. Рекурсивные и частично-рекурсивные функции | 4/2        |  | 16        | 2        | 2        |  | 12          |                                |
| 2. Машины Тьюринга и алгоритмы Маркова        | 4/2        |  | 16        | 2        | 2        |  | 12          |                                |
| Итоговый контроль                             | <b>4/2</b> |  |           |          |          |  | 4           | Зачет                          |
| <b>ИТОГО</b>                                  |            |  | <b>72</b> | <b>8</b> | <b>8</b> |  | <b>52+4</b> |                                |

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

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

*Четвертый курс, вторая сессия*

#### **Модуль 1. Логика и исчисления**

##### **Тема 1. Логика высказываний и предикатов**

Высказывания и операции над высказываниями. Высказывания и операции над высказываниями. Таблица истинности, тавтология и противоречие. Логическое следование и логическая эквивалентность в логике высказываний. Высказывательные формы. Нормальные формы для высказывательных форм. Высказывательные формы и высказывательные функции. Совершенная дизъюнктивная форма для высказывательной формы. Системы пропозициональных связок, порождающих произвольную высказывательную форму.

Узость логики высказываний. Субъектно-предикатная структура предложений. Алгебраическая система сигнатуры  $\Omega$ . Изоморфизм алгебраических систем одинаковой сигнатуры. Примеры алгебраических систем. Язык первого порядка сигнатуры  $\Omega$ . Термы и формулы языка первого порядка сигнатуры  $\Omega$ . Свободное и связанное вхождение переменных в формулу. Примеры языков первого порядка. Интерпретация, выполнимость, истинность. Модели. Интерпретация языка первого порядка сигнатуры  $\Omega$ . Выполнимость и истинность формулы. Модель языка первого порядка сигнатуры  $\Omega$ . Язык логики предикатов первого порядка. Язык логики предикатов первого порядка. Общезначимые формулы. Формула В логически влечет формулу С в логике предикатов.

##### **Тема 2. Формальные аксиоматические теории**

Определение формальной аксиоматической теории. Вывод и теоремы формальной аксиоматической теории. Гипотезы. Правила вывода. Элементарные свойства выводимости.

##### **Тема 3. Исчисление высказываний**

Формализация логики высказываний. Теорема дедукции для исчисления высказываний. Теорема: Всякая теорема исчисления высказываний есть тавтология.



Теорема полноты для исчисления высказываний. Теорема полноты для исчисления высказываний. Непротиворечивость исчисления высказываний. Независимость аксиом.

#### ***Тема 4. Теории первого порядка***

Формально аксиоматические теории первого порядка. Исчисления первого порядка. Исчисление предикатов первого порядка. Модели теории первого порядка. Свойства теорий первого порядка. Непротиворечивость теорий первого порядка. Теорема дедукции для теорий первого порядка. Теорема Геделя о полноте для исчисления предикатов первого порядка. Теорема Геделя о неполноте. Теорема Геделя о неполноте (без доказательства). Обсуждение теоремы о Геделя о неполноте.

### **Модуль 2. Теория алгоритмов**

#### ***Тема 1. Рекурсивные и частично-рекурсивные функции***

Примеры численных алгоритмов. Основные черты алгоритмов. Необходимость уточнения понятия алгоритма. Числовые функции и алгоритмы их вычисления. Понятие вычислимой функции. Простейшие функции. Суперпозиция функций. Операция подстановки.

Формальная теория вычислимости. Оператор примитивной рекурсии. Понятие примитивно-рекурсивной функции. Частично-рекурсивные функции. Оператор минимизации. Примитивно-рекурсивные и частично-рекурсивные подмножества множества  $\mathbb{N}$ . Теорема о суммируемости рекурсивных функций

Функции Кантора (понятие, формулы). Примитивная рекурсивность функции Кантора. Обобщённые функции Кантора.

Частично-определённые функции. Теорема о мажорируемых неявных функциях. примитивная рекурсивность некоторых арифметических функций.

#### ***Тема 2. Машина Тьюринга и алгоритмы Маркова***

Регистровые машины, машины Тьюринга. Команды. Конфигурации. Вычислимые по Тьюрингу функции. Тезис Чёрча. Конечные и бесконечные машины. Операции с машинами. Понятие программы. Эффективная нумерация программ. Нормальные алгоритмы Маркова.

### ***4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине***

#### *Четвёртый курс, вторая сессия*

### **Модуль 1. Логика и исчисления**

#### ***Тема 1. Логика высказываний и предикатов***

Высказывания и операции над высказываниями. Высказывания и операции над высказываниями. Таблица истинности, тавтология и противоречие. Логическое следование и логическая эквивалентность в логике высказываний. Высказывательные формы. Нормальные формы для высказывательных форм. Высказывательные формы и высказывательные функции. Совершенная дизъюнктивная форма для высказывательной формы. Системы пропозициональных связок, порождающих произвольную высказывательную форму.

Узость логики высказываний. Субъектно-предикатная структура предложений. Алгебраическая система сигнатуры  $\Omega$ . Изоморфизм алгебраических систем одинаковой сигнатуры. Примеры алгебраических систем. Язык первого порядка сигнатуры  $\Omega$ . Термы и формулы языка первого порядка сигнатуры  $\Omega$ . Свободное и связанное вхождение переменных в формулу. Примеры языков первого порядка. Интерпретация, выполнимость, истинность. Модели. Интерпретация языка первого порядка сигнатуры  $\Omega$ . Выполнимость и истинность формулы. Модель языка первого порядка сигнатуры  $\Omega$ . Язык логики предикатов первого порядка. Язык логики предикатов первого порядка. Общезначимые формулы. Формула В логически влечет формулу С в логике предикатов.

### ***Тема 2. Формальные аксиоматические теории***

Определение формальной аксиоматической теории. Вывод и теоремы формальной аксиоматической теории. Гипотезы. Правила вывода. Элементарные свойства выводимости.

### ***Тема 3. Исчисление высказываний***

Формализация логики высказываний. Теорема дедукции для исчисления высказываний. Теорема: Всякая теорема исчисления высказываний есть тавтология. Теорема полноты для исчисления высказываний. Теорема полноты для исчисления высказываний. Непротиворечивость исчисления высказываний. Независимость аксиом.

### ***Тема 4. Теории первого порядка***

Формально аксиоматические теории первого порядка. Исчисления первого порядка. Исчисление предикатов первого порядка. Модели теории первого порядка. Свойства теорий первого порядка. Непротиворечивость теорий первого порядка. Теорема дедукции для теорий первого порядка. Теорема Геделя о полноте для исчисления предикатов первого порядка. Теорема Геделя о неполноте. Теорема Геделя о неполноте (без доказательства). Обсуждение теоремы о Геделя о неполноте.

## **Модуль 2. Теория алгоритмов**

### ***Тема 1. Рекурсивные и частично-рекурсивные функции***

Примеры численных алгоритмов. Основные черты алгоритмов. Необходимость уточнения понятия алгоритма. Числовые функции и алгоритмы их вычисления. Понятие вычислимой функции. Простейшие функции. Суперпозиция функций. Операция подстановки.

Формальная теория вычислимости. Оператор примитивной рекурсии. Понятие примитивно-рекурсивной функции. Частично-рекурсивные функции. Оператор минимизации. Примитивно-рекурсивные и частично-рекурсивные подмножества множества  $\mathbb{N}$ . Теорема о суммируемости рекурсивных функций

Функции Кантора (понятие, формулы). Примитивная рекурсивность функции Кантора. Обобщённые функции Кантора.

Частично-определённые функции. Теорема о мажорируемых неявных функциях. примитивная рекурсивность некоторых арифметических функций.

## **Тема 2. Машина Тьюринга и алгоритмы Маркова**

Регистровые машины, машины Тьюринга. Команды. Конфигурации. Вычислимые по Тьюрингу функции. Тезис Чёрча. Конечные и бесконечные машины. Операции с машинами. Понятие программы. Эффективная нумерация программ. Нормальные алгоритмы Маркова.

### **5. Образовательные технологии**

В основе преподавания дисциплины «Элементы математической логики» лежит лекционно-семинарская система обучения, что связано с необходимостью активного продумывания теоретического материала, содержащего глубокие и абстрактные понятия. Индивидуальные особенности обучающихся учитываются подбором заданий разного уровня сложности для самостоятельной работы студентов.

По данной дисциплине учебным планом предусмотрено также проведение занятий в интерактивных формах. Лекции проводятся в аудиториях, оснащенных видеопроекторами. В университете функционирует Центр современных образовательных технологий, в котором предусматриваются мастер-классы специалистов.

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

Важную роль при освоении дисциплины играет самостоятельная работа студентов.

Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приёмами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

К самостоятельной работе относятся:

- самостоятельная работа на аудиторных занятиях (лекциях, практических занятиях);
- внеаудиторная самостоятельная работа.

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающегося:

- Работа с конспектами лекций;
- Проработка пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам и пособиям в соответствии с вопросами, предложенными преподавателем;
- Проработка дополнительных тем, не вошедших в лекции, но обязательных согласно учебной программе модуля;
- Самостоятельное решение сформулированных задач по основным разделам курса;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;

- Изучение литературы;
- Подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний;
- Выполнение контрольных работ;

### **Учебно-методические пособия для самостоятельной работы**

- 1) Мендельсон, Эллиот. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон; пер. с англ. Ф. А. Кабакова ; под ред. С. И. Адяна. - Изд. 2-е, испр. - Москва: Наука, 1976. - 320 с. - Библиогр.: с.296-309. - 165 р.
- 2) Игошин, В.И. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. И. Игошин. — 2-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 448 с. ISBN 978-5-7695-4593-1

### **Вопросы для самостоятельной работы**

1. Назначение и роль математической логики в современной математике.
2. Понятие высказывания. Логические операции в алгебре высказываний. Таблицы истинности.
3. Понятие формулы алгебры логики. Классификация формул алгебры логики.
4. Равносильные формулы алгебры логики. Основные равносильности.
5. Равносильности, выражающие одни логические операции через другие.
6. Равносильности, выражающие основные законы алгебры логики. Их доказательство.
7. Равносильные преобразования формул. Примеры.
8. Тавтологии. Теоремы о тавтологиях.
9. Алгебра Буля.
10. Функции алгебры логики. Представление произвольной функции алгебры логики в виде формулы алгебры логики. Примеры.
11. Закон двойственности алгебры логики.
12. Исчисление высказываний: основные понятия, определения, алфавит, формулы исчисления высказываний.
13. Система аксиом исчисления высказываний. Правила вывода. Доказуемые формулы.
14. Правила одновременной подстановки и сложного заключения.
15. Правила силлогизма, контрапозиции и снятия двойного отрицания.
16. Понятие выводимости формулы из совокупности формул: определение, понятие вывода.
17. Основные правила выводимости и их доказательства.
18. Теорема дедукции. Обобщенная теорема дедукции.
19. Правила введения конъюнкции и дизъюнкции.
20. Доказательство некоторых законов логики.
21. Связь между алгеброй высказываний и исчислением высказываний.
22. Проблемы аксиоматичности исчисления высказываний.
23. Понятие предиката. Классификация предикатов. Примеры.
24. Логические операции над предикатами. Примеры.

25. Кванторные операции над предикатами. Примеры.
26. Понятие формулы логики предикатов: символика, определение, значение. Примеры.
27. Равносильные формулы логики предикатов. Примеры.
28. Предваренная нормальная формула логики предикатов.
29. Общезначимость и выполнимость формул логики предикатов: определение, примеры.
30. Условия общезначимости и выполнимости логики предикатов.
31. Проблема разрешимости для общезначимости и выполнимости.
32. Применение языка логики предикатов для записи математических предложений, определений (на 4-5 примерах).

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

### **7.1. Типовые контрольные задания**

#### **7.1.1. Примерные вопросы к коллоквиуму**

1. Высказывания и операции над ними.
2. Формулы алгебры высказываний. Классификация формул.
3. Таблицы истинности.
4. Тавтологии. Правила получения тавтологий.
5. Равносильные формулы.
6. Признак равносильности формул.
7. Равносильные преобразования формул.
8. Совершенные нормальные формы формул.
9. Представление формул алгебры высказываний совершенными дизъюнктивными нормальными формами.
10. Представление формул алгебры высказываний совершенными конъюнктивными нормальными формами.
11. Нахождение совершенных нормальных форм формул.
12. Логическое следование.
13. Признаки логического следствия.
14. Свойства логического следования. Нахождение следствий. Нахождение посылок. Правила логических умозаключений.
15. Правильные и неправильные рассуждения.
16. Методы математических доказательств.
17. Булевы функции от одного и двух аргументов.
18. Число булевых функций от  $n$  аргументов.
19. Системы булевых функций.
20. Специальные классы булевых функций.
21. Теорема о полноте системы булевых функций.
22. Построение логических схем на базе элементов И, ИЛИ НЕ.
23. Принципы построения исчислений высказываний.
24. Классическое и конструктивное (интуиционистское) исчисления.

25. Аксиомы, правила вывода.
26. Доказуемость формул.
27. Выводимость из гипотез.
28. Производные правила.
29. Теорема дедукции.
30. Непротиворечивость, полнота, разрешимость.
31. Независимость аксиом, правил вывода.
32. Закон исключенного третьего.
33. Закон снятия двойного отрицания.
34. Эффективные и неэффективные доказательства.
35. Понятие предиката
36. Логические операции над предикатами.
37. Кванторные операции над предикатами.
38. Формула логики предикатов.
39. Предваренная нормальная форма
40. Проблема разрешимости для общезначимости и выполнимости формул.
41. Запись математических предложений в виде формул логики предикатов.
42. Формальные теории первого порядка.
43. Теорема Гёделя о неполноте.
44. Формализация теории множеств.
45. Проблемы оснований математики. Парадоксы теории множеств.
46. Проблема непротиворечивости математики.
47. Программа Гильберта.
48. Метод формализации.

### **7.1.2. Примерные контрольные задания для проведения текущего контроля**

#### **Вариант № 1**

1. Высказывания, пропозициональные связки. Операции над высказываниями.
2. Предваренная формула
3. Обосновать следующий вывод в исчислении высказываний

$$A \supset B, B \supset C \vdash A \supset C.$$

1.  $(B \supset C) \supset (A \supset (B \supset C)),$
2.  $B \supset C,$
3.  $A \supset (B \supset C),$
4.  $((A \supset (B \supset C)) \supset ((A \supset B) \supset (A \supset C))),$
5.  $(A \supset B) \supset (A \supset C),$
6.  $A \supset B,$
7.  $A \supset C.$

#### **Вариант № 2**

1. Тавтологии и противоречия. Предложения о тавтологиях.
2. Равносильные формулы языка первого порядка. Теорема о равносильности формул языка первого порядка.

3. Построить множество термов от одной переменной  $x$  и двуместного функционального символа  $g$ .

### Вариант № 3

1. Главная связка пропозициональной формы и истинностные таблицы.
2. Формальное определение истинности формулы языка первого порядка.
3. Указать свободные и связанные вхождения переменных в следующей формуле

$$(\forall x_2 \exists x_1 A_1^3(x_1, x_2, f_1^2(x_1, x_3))) \vee \neg \forall x_1 A_1^2(x_2, f_1^1(x_1))$$

Здесь  $x_1, x_2, x_3$  — переменные,  $f_1^1, f_1^2$  — функциональные символы,  $A_1^2, A_1^3$  — пропозициональные символы.

### Вариант № 4

1. Истинностная функция  $n$  переменных.
2. Выполнимые формулы языка первого порядка: определение и примеры.
3. Свободен ли терм  $f_1^2(x_1, x_2)$  для переменной  $x_1$  в формулах

$$A_1^2(x_1, x_2) \supset \forall x_2 A_1^1(x_1) \quad \text{и} \quad (\forall x_2 A_1^2(x_2, a_1)) \vee \exists x_2 A_1^2(x_1, x_2)?$$

### Вариант № 5

1. Истинностная функция, порождённая пропозициональной формой.
2. Общезначимые формулы языка первого порядка. Общезначимость тавтологий.
3. Обосновать следующий вывод в исчислении высказываний

$$\mathcal{A} \supset \mathcal{B}, \mathcal{B} \supset \mathcal{C} \vdash \mathcal{A} \supset \mathcal{C}.$$

1.  $(\mathcal{B} \supset \mathcal{C}) \supset (\mathcal{A} \supset (\mathcal{B} \supset \mathcal{C}))$ ,
2.  $\mathcal{B} \supset \mathcal{C}$ ,
3.  $\mathcal{A} \supset (\mathcal{B} \supset \mathcal{C})$ ,
4.  $((\mathcal{A} \supset (\mathcal{B} \supset \mathcal{C})) \supset ((\mathcal{A} \supset \mathcal{B}) \supset (\mathcal{A} \supset \mathcal{C})))$ ,
5.  $(\mathcal{A} \supset \mathcal{B}) \supset (\mathcal{A} \supset \mathcal{C})$ ,
6.  $\mathcal{A} \supset \mathcal{B}$ ,
7.  $\mathcal{A} \supset \mathcal{C}$ .

### Вариант № 6

1. Тавтология и противоречие. Предложения о тавтологиях.
2. Интерпретация языка первого порядка сигнатуры  $\Omega = \langle Cnst, Fn, Pr \rangle$ .
3. Являются ли следующие пропозициональные формы логически эквивалентными:

$$(\mathcal{A} \vee \neg \mathcal{B}) \supset (\neg \mathcal{A} \vee \neg \mathcal{C}) \quad \text{и} \quad ((\mathcal{B} \wedge \neg \mathcal{A}) \vee \mathcal{C}) \supset ((\mathcal{B} \wedge \neg \mathcal{A}) \vee (\neg \mathcal{A} \wedge \mathcal{C})).$$

### Вариант № 7

1. Правила экономного употребления скобок.
2. Примеры языков первого порядка.
3. Указать истинностную функцию, которая порождается следующей пропозициональной формой

$$(\mathcal{A} \wedge (\mathcal{B} \supset \mathcal{C})) \vee ((\mathcal{B} \supset \neg \mathcal{A}) \equiv \mathcal{C}).$$

### Вариант № 8

1. Пропозициональная форма, порождающая данную истинностную функцию.

- Оценка терма и формулы языка первого порядка. Замкнутая формула.
- Является ли пропозициональная форма  $(A \wedge C) \supset \neg(A \wedge (B \vee C)) \supset (\neg A \wedge \neg C)$  логическим следствием пропозициональной форм  $A$  и  $B \vee C$ ?

### Вариант № 9

- Пары пропозициональных связок, порождающие любую пропозициональную форму.
- Вывод из множества формул и гипотезы вывода.
- Построить пропозициональную форму, порождающую следующую истинностную функцию

| $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $f(x_1, x_2, x_3)$ |
|-------|-------|-------|--------------------|
| И     | И     | И     | И                  |
| И     | И     | Л     | Л                  |
| И     | Л     | И     | И                  |
| И     | Л     | Л     | Л                  |
| Л     | И     | И     | И                  |
| Л     | И     | Л     | Л                  |
| Л     | Л     | И     | И                  |
| Л     | Л     | Л     | Л                  |

### Вариант № 10

- Бинарные связки, порождающие любую пропозициональную форму.
- Формальная аксиоматическая теория  $\mathcal{L}$  для исчисления высказываний.
- Построить истинностную функцию по данной пропозициональной форме  $(A \supset (\neg B \equiv C)) \vee ((\neg A \vee C) \wedge (B \supset C))$ .

### Вариант № 11

- Синтаксис языка логики высказываний.
- Теорема дедукции.
- Описать множество термов от одной переменной  $x$  и одноместного функционального символа  $f^1$ .

### Вариант № 12

- Семантическая выводимость и семантическая эквивалентность формул в языке логики высказываний.
- Показать, что всякая теорема теории  $\mathcal{L}$  является тавтологией.
- Построить несколько формул с помощью переменных  $x, y, z$ , двуместного функционального символа  $g^2$  и предикатных символов  $A^1, A^3$  (одноместного и трехместного соответственно).

### Вариант № 13



1. Первая и вторая теоремы о семантической выводимости формул языка логики высказываний.
2. Теорема полноты для исчисления высказываний.
3. Указать истинностную функцию, которая порождается пропозициональной формой  $(B \supset (\neg A \vee C)) \wedge ((\neg A \supset C) \wedge (B \equiv C))$ .

### Вариант № 14

1. Интерпретация языка и формул логики высказываний.
2. Непротиворечивость теории  $\mathcal{L}$ .
3. Обосновать следующий вывод в исчислении высказываний

$$\vdash A \supset A.$$

1.  $(A \supset ((A \supset A) \supset A)) \supset ((A \supset (A \supset A)) \supset (A \supset A))$ ,
2.  $A \supset ((A \supset A) \supset A)$ ,
3.  $(A \supset (A \supset A)) \supset (A \supset A)$ ,
4.  $A \supset (A \supset A)$ ,
5.  $A \supset A$ .

### Вариант № 15

1. Выполнимость формулы и множества формул языка логики высказываний. Модель формулы и модель множества формул языка логики высказываний.
2. Непротиворечивость и абсолютная непротиворечивость формальной аксиоматической теории.
3. Построить пропозициональную форму, порождающую следующую истинностную функцию

| $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $f(x_1, x_2, x_3)$ |
|-------|-------|-------|--------------------|
| И     | И     | И     | Л                  |
| И     | И     | Л     | И                  |
| И     | Л     | И     | И                  |
| И     | Л     | Л     | Л                  |
| Л     | И     | И     | Л                  |
| Л     | И     | Л     | Л                  |
| Л     | Л     | И     | И                  |
| Л     | Л     | Л     | И                  |

### Вариант № 16

1. Индуктивный метод доказательства свойств формул логики высказываний.
2. Предикаты. Субъектно-предикатная структура предложения.
3. Являются ли следующие пропозициональные формы логически эквивалентными:

$$(A \vee \neg B) \supset (\neg A \vee \neg C) \quad \text{и} \quad ((B \wedge \neg A) \vee C) \supset ((B \wedge \neg A) \vee (\neg A \wedge C)).$$

### Вариант № 17

1. Формальная аксиоматическая теория.
2. Языки первого порядка и их сигнатура.
3. Обосновать следующий вывод в исчислении высказываний

$$A \supset (B \supset C), B \vdash A \supset C.$$

1.  $A \supset (B \supset C)$ ,
2.  $B$ ,
3.  $A$ ,
4.  $B \supset C$ ,
5.  $C$ ,
6.  $A \supset C$ .

### Вариант № 18

1. Вывод и теорема в формальной аксиоматической теории.
2. Формулы и термы языка первого порядка.
3. Построить пропозициональную форму, порождающую следующую истинностную функцию

| $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $f(x_1, x_2, x_3)$ |
|-------|-------|-------|--------------------|
| И     | И     | И     | Л                  |
| И     | И     | Л     | Л                  |
| И     | Л     | И     | И                  |
| И     | Л     | Л     | И                  |
| Л     | И     | И     | Л                  |
| Л     | И     | Л     | И                  |
| Л     | Л     | И     | И                  |
| Л     | Л     | Л     | Л                  |

### Вариант № 19

1. Что означают слова: «формула  $A$  есть следствие множества формул  $\Gamma$ »?
2. Свободные и связанные переменные в формуле языка первого порядка. Терм свободный по переменной в формуле.
3. Построить несколько формул с помощью переменных  $x, y, z$ , трехместного функционального символа  $g^3$  и предикатных символов  $A^1, A^3$  (одноместного и трехместного соответственно).

#### 7.1.3. Примерные вопросы к зачету по дисциплине

1. Высказывания и логические операции над ними. Формулы логики высказываний, их истинностные значения. Классификация формул. Примеры.
2. Равносильность формул логики высказываний. Основные равносильности. Примеры.
3. Логическое следствие в логике высказываний.
4. Способы доказательства логических следствий.

5. Анализ правильности рассуждений. Примеры.
6. Нормальные формы формул логики высказываний.
7. Распознавание вида формул (эффективные процедуры). Примеры.
8. Совершенные нормальные формы формул логики высказываний.
9. Теоремы о существовании СКНФ и СДНФ. Примеры.
10. Формальные аксиоматические теории. Алфавит, формула, аксиомы, правила вывода.
11. Понятия вывода и вывода из систем гипотез.
12. Исчисление высказываний (формальная теория  $L$ ). Алфавит, формулы, аксиомы, правила вывода исчисления высказываний. Примеры.
13. Доказуемость и выводимость формул в исчислении высказываний.
14. Теорема дедукции и ее следствия. Примеры.
15. Автоматическое доказательство теорем. Метод резолюций в исчислении высказываний. Привести пример.
16. Некоторые теоремы исчисления высказываний. Провести доказательство одной теоремы.
17. Проблемы полноты, разрешимости и непротиворечивости исчисления высказываний.
18. Независимость системы аксиом исчисления высказываний. Провести доказательство независимости одной из аксиом. Другие аксиоматизации исчисления высказываний.
19. Определение предиката. Множество истинности предиката (характеристическое множество).
20. Классификация предикатов на множестве.
21. Логические операции над предикатами. Геометрическая интерпретация этих операций на основе понятия характеристических множеств. Примеры.
22. Кванторы общности и существования. Изменение местности предиката при связывании переменных кванторами.
23. Свободные и связанные переменные. Формулы логики предикатов. Примеры.
24. Классификация формул в логике предикатов. Равносильные формулы логики предикатов. Основные равносильности. Проблема разрешения в логике предикатов. Примеры.
25. Исчисление предикатов.
26. Общезначимость и полнота чистого исчисления предикатов.
27. Метод резолюций в логике предикатов. Пример.
28. Понятие алгоритма. Основные требования. Необходимость уточнения понятия алгоритма. Формализация понятия алгоритма.
29. Формализация понятия алгоритма.
30. Машина Тьюринга.
31. Вычислимость по Тьюрингу. Тезис Черча.
32. Алгоритмы Маркова.
33. Вычислимость по Маркову.
34. Формализация понятия алгоритма. Рекурсивные функции.
35. Прimitивно рекурсивные, частично рекурсивные и общерекурсивные функции.

## **7.2. 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 - 10 баллов,
- участие на практических занятиях -30 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 30 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 30баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

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

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

### ***Основная***

- 1) Успенский, В. А. Вводный курс математической логики./ В.А. Успенский, Н.К. Верещагин, В.Е. Плиско — 2-е изд. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 128 с. - ISBN 978-5-9221-0278-0.
- 2) Мендельсон, Эллиот. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон ; пер. с англ. Ф. А. Кабакова ; под ред. С. И. Адяна. - Изд. 2-е, испр. - Москва : Наука, 1976. - 320 с. - Библиогр.: с.296-309. - 165 р.
- 3) Игошин, В.И. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. И. Игошин. — 2-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 448 с. ISBN 978-5-7695-4593-1
- 4) Игошин, В.И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.И.Игошин. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2007. — 304 с. ISBN 5-7695-3728-0
- 5) Вайнштейн, Ю. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / Ю. В. Вайнштейн, Т. Г. Пенькова, В. И. Вайнштейн. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-7638-4076-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100046.html> (дата обращения: 24.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### ***Дополнительная***

- 1) Колмогоров, А.И. Математическая логика. (Классический университетский учебник.) /А.И. Колмогоров, Драгалин А.Г. — Изд. 3-е, стереотипное. — М.: КомКнига, 2006. —240 с. ISBN 5-484-00520-5

- 2) Верещагин, Н. К. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 2. Языки и исчисления / Н.К. Верещагин, Шень А, – 5-е изд., стереотип. – М.: МЦНМО, 2017. – 240 с. ISBN 978-5-4439-0944-8
- 3) Верещагин Н. К. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 3. Вычислимые функции / Н.К. Верещагин, Шень А, – 5-е изд., стереотипное. – М.: МЦНМО, 2017. – 160 с. ISBN 978-5-4439-0945-5
- 4) Глухов, М. М. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов [Электронный ресурс] / М. М. Глухов, А. Б. Шишков. - Москва : Лань, 2012. - 416 с. Режим доступа  
URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=40412](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=40412)

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

| №  | Название   | Электронный адрес  | Содержание  |
|----|--|--|---|
| 1. | Math.ru  | <a href="http://www.math.ru">www.math.ru</a>   | Сайт посвящён математике (и математикам. Этот сайт — для школьников, студентов, учителей и для всех, кто интересуется математикой. Тех, кого интересует зона роста современной науки математика.  |
| 2. | Exponenta.ru                                       | <a href="http://www.exponenta.ru">www.exponenta.ru</a>   | <p><b>Студентам:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- запустить установленный у Вас математический пакет</li> <li>выбрать в списке примеров, решенных в среде этого пакет подходящий и решить свою задачу по аналогии;</li> </ul> <p><b>Преподавателям:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать математические пакеты для поддержки курса лекций.</li> </ul> <p><b>Всем заинтересованным пользователям:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. – можно ознакомиться с примерами применения математических пакетов в образовательном процессе.</li> <li>2. – найти демо-версии популярных математических пакетов, электронные книги и свободно распространяемые программы.</li> </ol> |
| 3. | Математика   | <a href="http://www.mathematics.ru">www.mathematics.ru</a>   | учебный материал по различным разделам математики – алгебра, планиметрия, стереометрия, функции, графики и другие.  |
| 4. | Российское образование.                            | <a href="http://www.edu.ru">www.edu.ru</a>   | федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ.  |
| 5. | Электронные каталоги Научной библиотеки ДГУ        | <a href="http://elib.dgu.ru">http://elib.dgu.ru</a> ,<br><a href="http://edu.icc.dgu.ru">http://edu.icc.dgu.ru</a> |   |
| 6. | Общероссийский математический портал (Math-Net.Ru) | <a href="http://www.mathnet.ru">www.mathnet.ru</a>   | Портал, предоставляет различные возможности в поиске информации о математической жизни в России Портал содержит разделы: журналы, видеотека, библиотека, персоналии, организации, конференции.  |

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

Учебная программа по элементам математической логики распределена по темам и по часам на лекции, практические занятия; предусмотрена также

самостоятельная учебная работа студентов. По каждой теме преподаватель указывает студентам необходимую литературу (учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений), а также соответствующие темам параграфы и номера упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов складывается из работы над лекциями, с учебниками, решения рекомандуемых задач, подготовки к защите курсовых работ, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче зачетов и экзаменов.

При работе с лекциями и учебниками особое внимание следует уделить изучению основных понятий и определений по данному разделу, а также особенностям примененных методов и технологий доказательства теорем. Решение достаточного количества задач по данной теме поможет творческому овладению методами доказательства математических утверждений.

После изучения каждой темы рекомандуется самостоятельно воспроизвести основные определения, формулировки и доказательства теорем. Для самопроверки рекомандуется также использовать контрольные вопросы, приводимые в учебниках после каждой темы.

Основная цель практических занятий – подготовка студентов к самостоятельной работе над теоретическим материалом и к решению задач и упражнений.

Специфика дисциплины «Элементы математической логики» состоит в том, что рассмотрение теоретических вопросов здесь тесно связано с решением практических задач.

На лекциях особенно большое значение имеет реализация следующих задач:

- 1) глубокое осмысливание ряда понятий и положений, введенных в теоретическом курсе;
- 2) раскрытие прикладного значения теоретических сведений;
- 3) развитие творческого подхода к решению практических и некоторых теоретических вопросов;
- 4) закрепление полученных знаний путем многократного практического использования;
- 5) приобретение прочных навыков типовых расчетов;
- 6) расширение кругозора, приобретение полезных сведений, касающихся технических данных реальных объектов и конкретных условий их эксплуатации.

Наряду с перечисленными выше образовательными целями, занятия преследуют и важные цели воспитательного характера, а именно:

- а) воспитание настойчивости в достижении конечной цели;
- б) воспитание дисциплины ума, аккуратности, добросовестного отношения к работе;
- в) воспитание критического отношения к своей деятельности, умения анализировать свою работу, искать оптимальный путь решения, находить свои ошибки и устранять их.

## **Методические рекомандации**

Для подготовки к практическим занятиям нужно изучить следующие литературные источники:

- 1) Мендельсон, Эллиот. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон ; пер. с англ. Ф. А. Кабакова ; под ред. С. И. Адяна. - Изд. 2-е, испр. - Москва : Наука, 1976. - 320 с. - Библиогр.: с.296-309. - 165 р.
- 2) Игошин, В.И. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. И. Игошин. — 2-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 448 с. ISBN 978-5-7695-4593-1

Решать задачи и упражнения из задачника *Игошин, В.И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.И.Игошин. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2007. — 304 с. ISBN 5-7695-3728-0*

Для проверки остаточных знаний использовать вопросы для самопроверки

Для подготовки к экзамену: повторить лекционный материал, проанализировать список рекомендованной литературы, решить самостоятельно задачи и примеры из учебного пособия *Игошин, В.И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.И.Игошин. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2007.*

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

При осуществлении образовательного процесса по элементам математической логики рекомендуются компьютерные технологии, основанные на операционных системах Windows, Ubuntu, Linux, прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, а также сайты образовательных учреждений и журналов, информационно-справочные системы, электронные учебники.

При проведении занятий рекомендуется использовать компьютеры, мультимедийные проекторы, интерактивные экраны.

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

Университет обладает достаточной базой аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины элементы математической логики. Кроме того, на факультете 4 компьютерных класса и 4 учебных класса, оснащенных компьютерами с соответствующим программным обеспечением и мультимедиа-проекторами.

В университете имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.