

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра математического обеспечения вычислительных систем

**Авторы-составители: Алябьева Валентина Георгиевна
Тюрин Сергей Феофентович
Данилова Екатерина Юрьевна
Городилов Алексей Юрьевич**

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА
Код УМК 89628

Утверждено
Протокол №1
от «04» сентября 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Математическая логика

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.02** Прикладная математика и информатика

направленность Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Математическая логика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность : Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование)

ОК.1 владеть культурой мышления, способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции, способность воспринимать, критически оценивать и обобщать новые знания

4. Объем и содержание дисциплины

| | |
|---|--|
| Направления подготовки | 01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование) |
| форма обучения | очная |
| №№ триместров, выделенных для изучения дисциплины | 4 |
| Объем дисциплины (з.е.) | 3 |
| Объем дисциплины (ак.час.) | 108 |
| Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе: | 42 |
| Проведение лекционных занятий | 28 |
| Проведение практических занятий, семинаров | 14 |
| Самостоятельная работа (ак.час.) | 66 |
| Формы текущего контроля | Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2) |
| Формы промежуточной аттестации | Зачет (4 триместр) |

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Математическая логика как наука. Формы научного знания

Математическая логика как наука. История науки.

Предмет и структура математической логики. Значение логики.

Логическая форма и логический закон. Законы математической логики.

Язык и основные виды языков. Знак, его значение и смысл. Основные типы выражений языка.

Логическая форма понятия. Отношения между понятиями. Деление понятий. Классификация.

Простые суждения, их структура. Сложные суждения. Отношения между суждениями по «логическому квадрату».

Понятие модальности суждения.

Дедуктивные умозаключения. Понятие силлогизма. Виды силлогизмов.

Индукция как вид умозаключения, виды умозаключений. Аналогия, виды умозаключений по аналогии.

Структура и виды аргументации. Доказательство и его виды. Правила доказательства и опровержения.

Теория как форма и система знания. Понятие научного объяснения.

Гипотеза как форма теоретического познания. Виды гипотез

Предмет и структура математической логики.

Математическая логика как наука. История науки.

Предмет и структура математической логики. Значение логики.

Логическая форма и логический закон. Законы математической логики.

Суждение. Умозаключение. Аргументы.

Основными (логическими) формами мысли являются понятия, суждение (высказывание), умозаключение.

В речевой практике понятиям соответствуют термины, суждениям - повествовательные предложения, содержащие атрибуты, кванторы, логические связки; рассуждение состоит из утверждений, называемых посылками (гипотезами), и заключения, которое следует (или не следует) из гипотез. В рамках логики формулируются логические правила вывода (следования) заключения из гипотез.

Алгебра высказываний.

2. Синтаксис и семантика языка логики высказываний. Правильно построенные формулы логики высказываний.

Логические союзы, их табличные определения. Таблицы истинности.

Логические отношения между формулами. Символическая запись текстов с использованием формул логики высказываний.

Основные равносильности логики высказываний. Преобразование формул с использованием основных равносильностей.

Логический вывод в логике высказываний на основе метода резолюций.

Формулы алгебры высказываний

Алгебра высказываний содержит средства для символического описания сложных высказываний и рассуждений: булевы переменные, логические связки, правила логического вывода.

Метод резолюций в алгебре высказываний

Метод резолюций, основное правило метода резолюций.

Контрарная пара, резольвента. Чистая контрарная пара.

Алгоритмическая разрешимость задачи проверки выводимости формулы из гипотез на основе метода резолюций.

Контрольная работа №2

Контрольная работа №2. Логика предикатов. Исчисление предикатов.

- 1) найти область истинности заданной формулы;
- 2) привести заданную к нормальному виду;
- 3) проверить заданную формулу на общезначимость;
- 4) описание предметной области и утверждение, которое надо доказать, задано в виде текста на естественном языке. Требуется формализовать аксиомы предметной области и построить логический вывод заданного утверждения, исходя из построенной системы аксиом.

Логика предикатов.

3. Алфавит, правильно построенные формулы логики предикатов.

Символическая запись предложений: общеутвердительных, частноутвердительных, общеотрицательных, частноотрицательных.

Символическая запись теорем: теоремы существования. Теоремы единственности, теоремы существования и единственности.

Общезначимость формул логики высказываний и логики предикатов. Равносильные формулы исчисления предикатов (определение).

Основные равносильности исчисления предикатов .

Приведение формул логики предикатов и нормальной предваренной форме.

Логический вывод в логике предикатов на основе метода резолюций.

Формулы логики предикатов

Логика предикатов представляет собой символичный язык, отражающий структуру простых и сложных высказываний, рассуждений.

Она содержит следующие средства: предметные переменные, предикатные переменные, логические связи, правила логического вывода.

Метод резолюций в логике предикатов

Метод резолюций в логике предикатов представляет собой способ доказательства общезначимости формулы логики предикатов методом опровержения.

Выполнимость формул логики предикатов

Общезначимые, противоречивые, выполнимые, опровержимые формулы.

Выводимость из аксиом, выводимость из гипотез, примеры, свойства выводимости, цепочка вывода, теорема дедукции.

Конечные автоматы. Логические автоматы.

4. Логические автоматы. Способы задания логических автоматов. Операции над логическими автоматами.

Определение абстрактного автомата, схема функционирования абстрактного автомата, способы задания автоматов.

Конечные автоматы. Анализ и синтез автоматов-распознавателей.

Логические автоматы, способы их задания. Операции над логическими автоматами: суперпозиция и введение обратной связи.

Роль и место теории автоматов в анализе и синтезе логических схем автоматов (Л.С.А.).

Роль Л.С.А. в процессах обработки информации человеком в его содержательном мышлении.

Преобразование информации посредством заданной Л.С.А.

Конечные автоматы. Способы задания

Рассматриваются два способа задания работы автоматов-преобразователей и автоматов-распознавателей:

- в виде таблиц выходов-переходов,
- в виде диаграммы Мура.

Логические автоматы. Способы задания.

Логические автоматы, способы их задания. Операции над логическими автоматами: суперпозиция и введение обратной связи.

Контрольная работа №4

Контрольная работа №4.

1. каноническая система уравнений автомата;
2. построить логический автомат с обратной связью.

Элементы теории алгоритмов

5. Элементы теории алгоритмов.

Интуитивное понятие алгоритма. Формализации понятия алгоритма. Рекурсивные функции. Основы символических исчислений.

Лямбда-исчисление Чёрча. Понятие об алгоритмически неразрешимых проблемах.

Частично рекурсивные функции

Рассматривается аксиоматическое построение класса частично-рекурсивных функций: формулируется список простейших функций, рекурсивность которых постулируется, перечисляются операции, относительно которых класс частично рекурсивных функций замкнут: операция суперпозиции, схема примитивной рекурсии, оператор минимизации.

Алгоритмически неразрешимые проблемы

Рассматриваются примеры алгоритмически неразрешимых проблем: проблема останова, проблема самоприменимости машин Тьюринга, проблема определения всюду определённости частично рекурсивной функции и др.

Зачёт

Итоговое контрольное мероприятие - коллоквиум

1. Теоретическая часть: письменный ответ на теоретический вопрос из перечня вопросов для промежуточной аттестации
2. Практическое задание

1. к заданной паре всюду определённых рекурсивных функций применить операцию примитивной рекурсии;

2. к заданной не всюду определённой рекурсивной функции одного или двух аргументов применить операцию минимизации по одному из аргументов.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Алябьева В. Г. Математическая логика: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Прикладная математика и информатика", "Фундаментальная информатика и информационные технологии" и специальности "Компьютерная безопасность"/В. Г. Алябьева.-Пермь: ПГНИУ, 2017, ISBN 978-5-7944-2904-6.-111.-Библиогр.: с. 109-110
<https://elis.psu.ru/node/509773>
2. Морозенко В. В. Дискретная математика: учебное пособие/В. В. Морозенко.-Пермь, 2006, ISBN 5-7944-0608-9.-226.-Библиогр.: с. 223-224
3. Ивин А. А. Логика: учебник для студентов вузов/А. А. Ивин.-Москва: Гардарики, 2007, ISBN 978-5-8297-0052-2.-352.
4. Балюкевич Э.Л. Математическая логика и теория алгоритмов: учебно-практическое пособие. — М.: Изд. центр ЕАОИ, 2009. — 188 с. — ISBN 978-5-374-00220-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех : [сайт]. <https://psu.bibliotech.ru/Reader/Book/7648>

Дополнительная:

1. Лавров И. А. Математическая логика: учеб. пособие для вузов/И. А. Лавров, под ред. Л. Л. Максимовой.-М.: Академия, 2006, ISBN 5-7695-2735-8.-240.-Библиогр.: с. 230
2. Непейвода, Н. Н. Прикладная логика : учебное пособие / Н. Н. Непейвода. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2017. — 521 с. — ISBN 978-5-379-02009-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65288.html> <http://www.iprbookshop.ru/65288.html>
3. Лавров И. А., Максимова Л. Л. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов/И. А. Лавров, Л. Л. Максимова.-М.: Физматлит, 2001, ISBN 5-9221-0026-2.-256.-Библиогр.: с. 248-249

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.intuit.ru/studies/courses/2308/608/info> Математическая логика

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Математическая логика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Математическая логика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

| Компетенция | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|--|---|---|
| <p>ОК.1 владеть культурой мышления, способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции, способность воспринимать, критически оценивать и обобщать новые знания</p> | <p>Знать историю формальной и математической логики, владеть основными понятиями логического познания. Уметь - чётко излагать своё видение предложенной темы; - работать с источниками.</p> | <p align="center">Неудовлетворител Не знает историю формальной и математической логики. Не владеет основными понятиями логического познания. Не умеет чётко излагать своё видение предложенной темы. Не умеет работать с источниками.</p> <p align="center">Удовлетворительн Способен критически оценивать и обобщать новые знания. Умеет чётко излагать своё видение предложенной темы. Умеет работать с источниками.</p> <p align="center">Хорошо Владеет основными понятиями формальной логики. Способен критически оценивать и обобщать новые знания. Умеет чётко излагать своё видение предложенной темы. Умеет работать с источниками.</p> <p align="center">Отлично Знает историю формальной и математической логики. Владеет основными понятиями логического познания. Умеет чётко излагать своё видение предложенной темы. Умеет работать с источниками.</p> |

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 47 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 47 балла

| Компетенция | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|---|---|
| Входной контроль | Предмет и структура математической логики. Входное тестирование | Тест, определяющий уровень знаний таблиц истинности булевых функций и равносильных преобразований формул булевой алгебры. |
| ОК.1 владеть культурой мышления, способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции, способность воспринимать, критически оценивать и обобщать новые знания | Контрольная работа №2 Письменное контрольное мероприятие | Владеть символическим аппаратом алгебры высказываний. Уметь записывать тексты, заданные на естественном языке, с использованием средств алгебры высказываний. Уметь анализировать умозаключения. |
| ОК.1 владеть культурой мышления, способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции, способность воспринимать, критически оценивать и обобщать новые знания | Контрольная работа №3 Письменное контрольное мероприятие | Контролируется знание символики логики предикатов. Умение определять области истинности предикатов, истинность формул логики предикатов, умение записывать тексты с использованием символики логики предикатов. Умение анализировать умозаключения средствами логики предикатов |

| Компетенция | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|--|---|
| ОК.1 владеть культурой мышления, способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции, способность воспринимать, критически оценивать и обобщать новые знания | Зачёт Итоговое контрольное мероприятие | Студент знает основные понятия, владеет терминологией, умеет отвечать на вопросы по следующим темам: математическая логика как наука; законы математической логики; простые и сложные суждения; дедуктивные умозаключения; силлогизмы; синтаксис и семантика языка логики высказываний; логический вывод в логике высказываний на основе метода резолюций; алфавит, правильно построенные формулы логики предикатов; логические автоматы. |

Спецификация мероприятий текущего контроля

Предмет и структура математической логики.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

| Показатели оценивания | Баллы |
|--|-------|
| Умеет по заданной таблице истинности записать выражение с помощью элементарных булевых функций | 5 |
| Умеет упрощать формулы булевой алгебры с помощью равносильных преобразований | 5 |
| Умеет решать логические уравнения (определять, при каком наборе аргументов выполняются заданные равенства) | 5 |
| Знает таблицы истинности элементарных булевых функций | 5 |

Контрольная работа №2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

| Показатели оценивания | Баллы |
|---|-------|
| Умозаключение правильно записано на символическом языке: Правильно записаны на символическом языке посылки, заключение. Правильно построена формула, соответствующая умозаключению. Правильно выполнены преобразования построенной формулы. Правильно интерпретированы результаты анализа умозаключения | 20 |
| Умозаключение правильно записано на символическом языке: Правильно записаны на символическом языке посылки, заключение. Правильно построена формула, соответствующая умозаключению. Допущены несущественные ошибки в преобразованиях | 13 |

| | |
|---|----|
| построенной формулы. Правильно интерпретированы результаты анализа умозаключения | |
| Умозаключение правильно записано на символическом языке: Правильно записаны на символическом языке посылки, заключение. Правильно построена формула, соответствующая умозаключению. Допущены грубые ошибки в преобразованиях построенной формулы. Правильно интерпретированы результаты анализа умозаключения | 10 |
| Умозаключение правильно записано на символическом языке: Правильно записаны на символическом языке посылки, заключение. Неправильно построена формула, соответствующая умозаключению. Допущены грубые ошибки в преобразованиях, что привело к искажению интерпретации результатов анализа умозаключения | 5 |

Контрольная работа №3

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

| Показатели оценивания | Баллы |
|--|-------|
| Умеет определять истинность формул логики предикатов, владеет символикой логики предикатов, правильно записывает тексты, заданные на естественном языке, на языке логики предикатов. Правильно преобразует формулу, соответствующую умозаключению, к нормальной форме, элиминирует кванторы, строит резолютивный вывод, интерпретирует результат | 40 |
| Умеет определять истинность формул логики предикатов, владеет символикой логики предикатов, правильно записывает тексты, заданные на естественном языке, на языке логики предикатов. Правильно преобразует формулу, соответствующую умозаключению, к нормальной форме, элиминирует кванторы, неэффективно строит резолютивный вывод, правильно интерпретирует результат. | 28 |
| Умеет определять истинность формул логики предикатов, владеет символикой логики предикатов, правильно записывает тексты, заданные на естественном языке, на языке логики предикатов. Допускает ошибки в преобразовании формулы, соответствующей умозаключению, к нормальной форме, элиминирует кванторы, строит резолютивный вывод. | 17 |
| Умеет определять истинность формул логики предикатов, владеет символикой логики предикатов, правильно записывает тексты, заданные на естественном языке, на языке логики предикатов. Допускает грубые ошибки в преобразовании формулы, в построении резолютивного вывода, что приводит к неправильному анализу умозаключения. | 8 |

Зачёт

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

| Показатели оценивания | Баллы |
|-----------------------------|-------|
| Решить практические задания | 20 |

| | |
|---|----|
| | |
| Написать ответ на теоретические вопросы | 20 |