

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«**Российский государственный гуманитарный университет**»
(ФГАОУ ВО «РГГУ»)

Отделение интеллектуальных систем в гуманитарной сфере

Кафедра математики, логики и интеллектуальных систем в гуманитарной сфере

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

45.03.03 **Фундаментальная и прикладная лингвистика**

Код и наименование направления подготовки/специальности

Фундаментальная и прикладная лингвистика

Наименование направленности (профиля)/ специализации

Уровень высшего образования: *бакалавриат*

Форма обучения: *очная*

РПД адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями
здоровья и инвалидов

Москва 2025

Математическая логика
Рабочая программа дисциплины

Составители:

д. ф-м. н., профессор МЛиИС М.Р. Пентус

д. ф-м. н., профессор МЛиИС Г.Б. Шабат

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры математики, логики и интеллектуальных систем в гуманитарной
сфере

№1 от 19.11.2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка	4
1.1. Цель и задачи дисциплины	4
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций.....	4
1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
2. Структура дисциплины	5
3. Содержание дисциплины	6
4. Образовательные технологии.....	6
5. Оценка планируемых результатов обучения	7
5.1 Критерии выставления оценки по дисциплине.....	8
5.2 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	9
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	11
6.1 Список источников и литературы.....	11
6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	11
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	12
8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов	12
9. Методические материалы	13
9.1 Планы семинарских/ практических занятий.....	13
9.2 Иные материалы	14
Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины.....	15

1. Пояснительная записка

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины - ознакомить студентов с математическими понятиями и средствами математической логики. Целью курса является также обучение слушателей стилю математического моделирования с использованием современных понятий и методов математической логики.

Задачи дисциплины:

- изучение теории и практики решения задач по математической логике;
- развитие навыков применения изученного математического аппарата к решению практических задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия математической логики;
- основные области приложений формализованных математических теорий;
- современные представления о границах возможностей формальных методов в творческой деятельности человека.

Уметь:

- использовать основные методы математической логики;
- выражать содержательные утверждения в теориях первого порядка;
- приводить формулы логики первого порядка к предварённой нормальной форме.

Владеть:

- методами эквивалентных преобразований в логике высказываний;
- методами проверки общезначимости в логике предикатов.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы компетенции (код и наименование)	Результаты обучения
ОПК-2. Владеет основами математических дисциплин, необходимых для формализации лингвистических знаний и процедур анализа и синтеза лингвистических структур.	ОПК-2.1. Знает и умеет использовать основные определения и базовые факты математических дисциплин, имеющих практическое применение для обработки языковых данных; а также способен доказывать основные теоремы изученных разделов математики.	Знает основные определения и базовые факты математической логики; владеет современными представлениями о границах возможностей формальных методов в творческой деятельности человека.
	ОПК-2.2. Способен применять полученные знания при решении математических и	Знает основные области приложений формализованных математических теорий;

	лингвистических проблем, структурировать собственные рассуждения и анализировать логическую структуру рассуждений.	умеет анализировать логическую структуру рассуждений; умеет выражать содержательные утверждения в теориях первого порядка; владеет методами эквивалентных преобразований в логике высказываний.
	ОПК-2.3. Владеет основными методами решения типичных задач основных разделов современной математики и навыками написания и отладки простых программ для обработки языковых данных на изученном алгоритмическом языке.	Владеет основными методами решения типичных задач математической логики; умеет использовать основные методы математической логики; умеет приводить формулы логики первого порядка к предварённой нормальной форме; владеет методами проверки общезначимости в логике предикатов.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическая логика» относится к обязательной части блока дисциплин учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин и прохождения практик: «Понятийный аппарат математики».

В результате освоения дисциплины формируются знания, умения и владения, необходимые для изучения следующих дисциплин и прохождения практик: «Вероятностные модели», «Математическая статистика», «Программирование в лингвистике», «Компьютерная и корпусная лингвистика».

2. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 академических часов.

Структура дисциплины для очной формы обучения

Объем дисциплины в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Семестр	Тип учебных занятий	Количество часов
	Лекции	18
	Семинары	24
	Всего:	42

Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся составляет 66 академических часов.

3. Содержание дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1.	Логика высказываний	Логические связки и их таблицы истинности. Тавтологии. Равносильность формул логики высказываний. Законы де Моргана. Дизъюнктивная нормальная форма. Конъюнктивная нормальная форма.
2.	Логика предикатов	Сигнатура. Предикатные символы. Функциональные символы. Константы. Язык первого порядка. Термы логики предикатов. Атомарные формулы. Формулы логики предикатов. Свободные и связанные вхождения переменных. Интерпретации языка первого порядка. Общезначимые формулы. Выполнимые формулы логики предикатов. Равносильность формул логики предикатов. Предварённая форма формулы логики предикатов.
3.	Теория алгоритмов	Разрешимые множества. Перечислимые множества.

4. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Логика высказываний	Лекция 1 Семинары 1-2 Лекция 2 Семинары 3-4 Лекция 3 Семинары 5-6 Самостоятельная работа	Вводная лекция-беседа. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Практикум по решению задач. Работа с электронным конспектом, электронным задачником и интернет-ресурсами. Консультирование и приём домашних заданий посредством электронной почты
2	Логика предикатов	Лекция 4 Семинары 7-8 Лекция 5 Семинары 9-10	Теоретическая лекция. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Практикум по решению задач.

		Лекция 6 Семинары 11-12 Лекция 7 Семинары 13-14 Самостоятельная работа	Теоретическая лекция. Практикум по решению задач. Работа с электронным конспектом, электронным задачником и интернет-ресурсами. Консультирование и приём домашних заданий посредством электронной почты
3	Теория алгоритмов	Лекция 8 Семинары 15-16 Лекция 9 Семинары 17-18 Лекция 10 Самостоятельная работа	Теоретическая лекция. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Работа с электронным конспектом, электронным задачником и интернет-ресурсами. Консультирование и приём домашних заданий посредством электронной почты

В период временного приостановления посещения обучающимися помещений и территории РГГУ для организации учебного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- видео-лекции;
- онлайн-лекции в режиме реального времени;
- электронные учебники, учебные пособия, научные издания в электронном виде и доступ к иным электронным образовательным ресурсам;
- системы для электронного тестирования;
- консультации с использованием телекоммуникационных средств.

5. Оценка планируемых результатов обучения

Форма контроля	Макс. количество баллов	
	За одну работу	Всего
Текущий контроль:		
- контрольная работа (раздел 1)	30 баллов	30 баллов
- контрольная работа (разделы 2-3)	30 баллов	30 баллов
Промежуточная аттестация – экзамен		40 баллов
Итого за семестр		100 баллов

Полученный совокупный результат конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (European Credit Transfer System; далее – ECTS) в соответствии с таблицей:

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 – 67			D
50 – 55			E
20 – 49	неудовлетворительно	не зачтено	FX
0 – 19			F

5.1 Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ A,B	отлично/ зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения.</p> <p>Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».</p>
82-68/ C	хорошо/ зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей.</p> <p>Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».</p>
67-50/ D,E	удовлетворительно/ зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне –</p>

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
		«достаточный».
49-0/ F,FX	неудовлет- ворительно/ не зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

5.2 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Текущий контроль

При оценивании контрольной работы учитывается:

- полнота выполненной работы – задание выполнено не полностью и/или допущены две и более ошибки или три и более неточности (1-4 балла);
- обоснованность содержания и выводов работы – задание выполнено полностью, но обоснование содержания и выводов недостаточны, но рассуждения верны (5-8 баллов);
- работа выполнена полностью, в рассуждениях и обосновании нет пробелов или ошибок, возможна одна неточность (9-10 баллов).

Промежуточная аттестация (экзамен)

При проведении промежуточной аттестации студент должен ответить на 5 вопросов (два вопроса теоретического характера и три вопроса практического характера).

При оценивании ответа на вопрос теоретического характера учитывается:

- теоретическое содержание не освоено, знание материала носит фрагментарный характер, наличие грубых ошибок в ответе (1-2 балла);
- теоретическое содержание освоено частично, допущено не более двух-трех недочетов (3-6 баллов);
- теоретическое содержание освоено почти полностью, допущено не более одного-двух недочетов, но обучающийся смог бы их исправить самостоятельно (7-8 баллов);
- теоретическое содержание освоено полностью, ответ построен по собственному плану (9-10 баллов).

При оценивании ответа на вопрос практического характера учитывается:

- ответ содержит менее 20% правильного решения (1-2 балла);

- ответ содержит 21-89 % правильного решения (3-8 баллов);
- ответ содержит 90% и более правильного решения (9-10 баллов).

Образцы заданий для самостоятельного выполнения

1. Привести данную формулу логики высказываний к дизъюнктивной нормальной форме.
2. Привести данную формулу логики высказываний к конъюнктивной нормальной форме.
3. Упростить данную формулу логики высказываний.
4. Какие из данных формул логики высказываний равносильны?
5. Истинна ли данная формула логики предикатов в данной интерпретации?
6. Является ли данная формула логики предикатов тождественно истинной?
7. Какие из данных формул логики предикатов равносильны?
8. Привести данную формулу логики предикатов к предварённой форме.
9. Разрешимо ли данное множество?

Образцы заданий для контрольных работ

Контрольная работа № 1

1. (5 баллов) Привести данную формулу логики высказываний к дизъюнктивной нормальной форме.
2. (5 баллов) Привести данную формулу логики высказываний к конъюнктивной нормальной форме.
3. (10 баллов) Упростить данную формулу логики высказываний.
4. (5 баллов) Какие из данных формул логики высказываний равносильны?

Контрольная работа № 2

1. (5 баллов) Истинна ли данная формула логики предикатов в данной интерпретации?
2. (5 баллов) Является ли данная формула логики предикатов тождественно истинной?
3. (10 баллов) Какие из данных формул логики предикатов равносильны?
4. (5 баллов) Привести данную формулу логики предикатов к предварённой форме.

Список теоретических вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

1. Логические связки и их таблицы истинности.
2. Тавтологии. Равносильность формул логики высказываний.
3. Законы коммутативности, ассоциативности, дистрибутивности. Законы де Моргана.
4. Дизъюнктивная нормальная форма. Конъюнктивная нормальная форма.
5. Сигнатура. Предикатные символы. Функциональные символы. Константы. Язык первого порядка.
6. Термы логики предикатов. Атомарные формулы. Формулы логики предикатов.
7. Свободные и связанные вхождения переменных.

8. Интерпретации языка первого порядка. Носитель интерпретации.
9. Примеры интерпретаций. Примеры формул логики первого порядка.
10. Общезначимые формулы. Выполнимые формулы логики предикатов. Равносильность формул логики предикатов.
11. Основные равносильности, связанные с кванторами.
12. Предварённая форма формулы логики предикатов.
13. Разрешимые множества слов.
14. Перечислимые множества слов

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Список источников и литературы

Литература

Основная

Скорубский, В. И. Математическая логика : учебник и практикум для вузов / В. И. Скорубский, В. И. Поляков, А. Г. Зыков. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 211 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01114-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536998>

Судоплатов, С. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник и практикум для вузов / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. — 5-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12274-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535807>

Дополнительная

Вечтомов, Е. М. Математика: логика, множества, комбинаторика : учебное пособие для вузов / Е. М. Вечтомов, Д. В. Широков. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 233 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15802-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539901>

6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

1. Magnus, P.D. forallx: An Introduction to Formal Logic.
<https://milneopentextbooks.org/forallx-an-introduction-to-formal-logic/>
2. https://www.tutorialspoint.com/automata_theory/language_decidability.htm

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения дисциплины используется материально-техническая база образовательного учреждения: учебные аудитории, оснащённые компьютером и проектором для демонстрации учебных материалов.

8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих: лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением; письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или могут быть заменены устным ответом; обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; письменные задания оформляются увеличенным шрифтом; экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих: лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме; экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением; письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением; экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих: в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, в форме аудиофайла.

- для глухих и слабослышащих: в печатной форме, в форме электронного документа.

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме, в форме электронного документа, в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих: устройством для сканирования и чтения с камерой SARA CE; дисплеем Брайля PAC Mate 20; принтером Брайля EmBraille ViewPlus;

- для глухих и слабослышащих: автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих; акустический усилитель и колонки;

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1; компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

9. Методические материалы

9.1 Планы семинарских/ практических занятий

Тема 1. Логика высказываний

Цель занятия: ознакомиться с основными понятиями и определениями логики высказываний, научиться использовать эти понятия при решении задач.

Форма проведения – решение задач.

Контрольные вопросы:

1. Логические связки и их таблицы истинности.
2. Тавтологии. Равносильность формул логики высказываний.
3. Законы коммутативности, ассоциативности, дистрибутивности. Законы де Моргана.
4. Дизъюнктивная нормальная форма. Конъюнктивная нормальная форма.

Тема 2. Логика предикатов

Цель занятия: ознакомиться с основными понятиями и определениями логики предикатов, научиться использовать эти понятия при решении задач.

Форма проведения – решение задач.

Контрольные вопросы:

1. Сигнатура. Предикатные символы. Функциональные символы. Константы. Язык первого порядка.
2. Термы логики предикатов. Атомарные формулы. Формулы логики предикатов.
3. Свободные и связанные вхождения переменных.
4. Интерпретации языка первого порядка. Носитель интерпретации.
5. Примеры интерпретаций. Примеры формул логики первого порядка.
6. Общезначимые формулы. Выполнимые формулы логики предикатов. Равносильность формул логики предикатов.
7. Основные равносильности, связанные с кванторами.
8. Предварённая форма формулы логики предикатов.

Тема 3. Теория алгоритмов

Цель занятия: ознакомиться с основными понятиями и определениями теории алгоритмов, научиться использовать эти понятия при решении задач.

Форма проведения – решение задач.

Контрольные вопросы:

1. Разрешимые множества слов.
2. Перечислимые множества слов.

9.2 Другие материалы

Литература для более глубокого освоения программы.

Вечтомов Е. М., Широков Д. В. Математика: логика, теория множеств и комбинаторика. М.: Юрайт, 2018.

Гладкий А. В. Математическая логика. М.: РГГУ, 1998.

Купиллари А. Трудности доказательств. Как преодолеть страх перед математикой. М.: Техносфера, 2002.

Никольская И. Л. Знакомство с математической логикой. М.: Московский психолого-социальный институт; Флинта, 1998.

Столл Р. Р. Множества, логика, аксиоматические теории. М., 1968.

Хаггарти Р. Дискретная математика для программистов. М.: Техносфера, 2014.

Carpenter В. Type-Logical Semantics. 1997.

Partee В. Н., ter Meulen А., Wall R. E. Mathematical Methods in Linguistics. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - ознакомить студентов с математическими понятиями и средствами математической логики. Целью курса является также обучение слушателей стилю математического моделирования с использованием современных понятий и методов математической логики.

Задачи дисциплины:

- изучение теории и практики решения задач по математической логике;
- развитие навыков применения изученного математического аппарата к решению практических задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия математической логики;
- основные области приложений формализованных математических теорий;
- современные представления о границах возможностей формальных методов в творческой деятельности человека.

Уметь:

- использовать основные методы математической логики;
- выражать содержательные утверждения в теориях первого порядка;
- приводить формулы логики первого порядка к предварённой нормальной форме.

Владеть:

- методами эквивалентных преобразований в логике высказываний;
- методами проверки общезначимости в логике предикатов.