

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Российский государственный гуманитарный университет»**  
**(ФГБОУ ВО «РГУ»)**

**ИНСТИТУТ ЛИНГВИСТИКИ**  
Учебно-научный центр компьютерной лингвистики

**Математика в автоматической обработке естественного языка**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

---

45.04.03 Фундаментальная и прикладная лингвистика

*Код и наименование направления подготовки/специальности*

---

Магистерская программа: Фундаментальная и компьютерная лингвистика

*Наименование направленности (профиля)/ специализации*

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

РПД адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями  
здоровья и инвалидов

Москва 2024

**Математика в автоматической обработке естественного языка**  
Рабочая программа дисциплины

Составитель(и):

к.ф-м.н. А.А.Сорокин

Ответственный редактор:

д. филол. н., профессор В.И.Подлеская

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания УНЦ компьютерной лингвистики  
№ 5 от 26 марта 2024 г.

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

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

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

Предметом дисциплины являются разделы математики, необходимые для решения современных исследовательских лингвистических задач и задач автоматической обработки текста (АОТ).

Курс направлен на решение следующих задач:

- Магистр должен свободно владеть теми разделами математики, которые активно применяются в работах по автоматическому анализу текста и при статистической обработке данных в корпусной лингвистике. В частности – свободно читать математические разделы современных работ по компьютерной лингвистике;
- Понимать физический смысл популярных формул расчета;
- Магистр должен уметь выбрать математическую модель, соответствующую сложности изучаемого явления и адекватно оценить вычислительные сложности решения задач на основании этой модели.

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы сбора, отбора и обобщения информации;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– учитывать приоритетность требований к проекту, подготавливать функциональные, конструктивные и технологические обоснования;</li> <li>– разрабатывать, обосновывать, согласовывать и реализовывать разделы проекта;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками разработки, управления и оценки эффективности реализации проекта на всех этапах жизненного цикла.</li> </ul>
ПК-2 Владеет принципами создания электронных языковых ресурсов (текстовых, речевых и мультимодальных корпусов; словарей, тезаурусов, онтологий; фонетических, лексических, грамматических и иных баз данных и баз знаний) и умением	ПК-2.1 Знает основные принципы обработки информации; базовые принципы корпусной лингвистики, лексикографии, математической статистики; базовые представления о язы-	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные принципы обработки информации;</li> <li>– базовые принципы корпусной лингвистики, лексикографии, математической статистики;</li> <li>– базовые представления о</li> </ul>

пользоваться такими ресурсами	ковом разнообразии; наиболее полные и значимые лингвистические корпуса, электронные словари и базы данных	языковым разнообразии; <ul style="list-style-type: none"> <li>– наиболее полные и значимые лингвистические корпуса, электронные словари и базы данных;</li> </ul> Уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>– пользоваться лингвистическими корпусами, электронными словарями и базами данных;</li> <li>– применять основные принципы корпусной лингвистики, лексикографии, математической статистики;</li> </ul> Владеть: <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципами создания лингвистических корпусов, электронных словарей и баз данных.</li> </ul>
-------------------------------	---	---

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математика в автоматической обработке естественного языка» является элективной дисциплиной и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

В результате освоения дисциплины формируются знания, умения и владения, необходимые для изучения следующих дисциплин и прохождения практик: Основы теории вероятностей, Основы математической статистики.

## 2. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 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
1	Лекции	10
1	Практические занятия	20
1	Экзамен	18
2	Лекции	10
2	Практические занятия	20
Всего:		78

Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся составляет 138 академических часов.

## 3. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1.	Введение. Применение математических методов в компьютерной лингвистике	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Роль математики в компьютерной лингвистике;</li> <li>• История математической лингвистики;</li> <li>• Основные математические дисциплины, применяемые в компьютерной лингвистике.</li> </ul>
2.	Логика высказываний.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Булевы формулы. Основные булевы связки;</li> <li>• Полнота, выражение одних операций через другие;</li> <li>• Таблицы истинности, тавтологии.</li> </ul>
3.	Логика предикатов. Представление предложений естественного языка в логике предикатов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Логика предикатов;</li> <li>• Кванторы;</li> <li>• Основные общезначимые формулы. Проверка общезначимости простейших формул;</li> <li>• Представление предложений естественного языка в логике предикатов;</li> <li>• Представления основных семантических конструкций.</li> </ul>
4.	Начала теории множеств. Основные операции над множествами	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Понятие множества. Основные операции над множествами;</li> <li>• Проверка тождеств, круги Эйлера;</li> <li>• Связь с логикой высказываний.</li> </ul>
5.	Мощность множества. Счётные и континуальные множества.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Бинарные отношения;</li> <li>• Инъекции, сюръекции, биекции;</li> <li>• Равномощные множества, основные классы мощностей;</li> <li>• Мощность множества подмножеств, теорема Кантора;</li> <li>• Счётные и континуальные множества, основные примеры.</li> </ul>

6.	Начала комбинаторики. Формулы размещений и сочетаний Подсчёт числа вариантов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные комбинаторные объекты: перестановки, размещения, сочетания, сочетания с повторениями;</li> <li>• Подсчёт количества объектов.</li> </ul>
7.	Комбинаторика, продолжение. Рекуррентные соотношения. Формула Дирихле.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рекуррентные соотношения для чисел сочетаний;</li> <li>• Другие рекуррентные последовательности: числа Фибоначчи и Каталана;</li> <li>• Принцип Дирихле, подсчёт количества вариантов;</li> <li>• Динамический алгоритм для подсчёта числа комбинаторных объектов.</li> </ul>
8.	Метод математической индукции. Доказательства по индукции.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Метод математической индукции, доказательства по индукции;</li> <li>• Вывод индуктивных формул для чисел сочетаний и Каталана.</li> </ul>
9.	Начала теории вероятностей. Дискретное вероятностное пространство. Формулы суммы и произведения вероятностей.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дискретное вероятностное пространство;</li> <li>• Элементарные события, вероятность события. Зависимые и независимые события, вероятность объединения и пересечения события;</li> <li>• Условная вероятность, формула полной вероятности и формула Байеса.</li> </ul>
10.	Применение базовой теории вероятностей к моделированию лингвистических явлений.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вычисление количества последовательностей, удовлетворяющих определённому условию;</li> <li>• Вероятность последовательности событий; Вероятностные автоматы.</li> </ul>
11.	Введение. Основные понятия теории вероятностей	Испытания и события. Классическое определение вероятности. Основные формулы комбинаторики. Относительная частота. Статистическая вероятность. Геометрические вероятности.
12.	Теоремы сложения и умножения вероятностей	Теорема сложения вероятностей несовместных событий. Полная группа событий. Противоположные события. Произведение событий. Условная вероятность. Теорема умножения вероятностей.
13.	Совместные и несовместные события. Формулы Байеса	Теорема сложения вероятностей совместных событий. Формула полной вероятности. Вероятность гипотез. Формулы Байеса.
14.	Виды случайных величин – дискретные и непрерывные	Случайная величина. Дискретные и непрерывные случайные величины. Закон распределения вероятностей дискретной случайной величины. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона.
15.	Математическое ожидание и дисперсия	Числовые характеристики случайных величин. Математическое ожидание случайной величины. Вероятностный смысл математического ожидания. Свойства математического ожидания. Дисперсия дискретной случайной величины. Формула для вычисления дисперсии. Свойства дисперсии. Среднеквадратичное отклонение.
16.	Функция распределения вероятностей случайной величины	Определение функции распределения. Свойства функции распределения. График функции распределения.
17.	Плотность распределения вероятностей случайной величины	Определение плотности распределения. Вероятность попадания непрерывной случайной величины в заданный интервал. Нахождение функции распреде-

		ления по известной плотности распределения. Свойства плотности распределения.
18.	Нормальное распределение	Кривая нормального распределения. Влияние параметров нормального распределения на форму нормальной кривой. Вычисление вероятности заданного отклонения. Правило трех сигм. Центральная предельная теорема. Распределение «хи квадрат». Распределение Стьюдента. Распределение Фишера – Снедекора.
19.	Показательное распределение	Определение показательного распределения. Вероятность попадания в заданный интервал показательно распределенной случайной величины. Числовые характеристики показательного распределения. Функция надежности. Показательный закон надежности.
20.	Система двух случайных величин	Система случайных величин. Функция распределения двумерной случайной величины. Плотность совместного распределения. Коэффициент корреляции. Линейная регрессия. Линейная корреляция. Нормальная корреляция.

#### 4. Образовательные технологии

Для проведения учебных занятий по дисциплине используются различные образовательные технологии. Для организации учебного процесса может быть использовано электронное обучение и (или) дистанционные образовательные технологии.

#### 5. Оценка планируемых результатов обучения

##### 5.1 Система оценивания

Форма контроля	Макс. количество баллов	
	За одну работу	Всего
Текущий контроль:		
- домашние задания	5 баллов	30 баллов
- выполнение заданий на семинаре	5 баллов	10 баллов
- участие в соревновании	20 баллов	20 баллов
Промежуточная аттестация – зачет		40 баллов
<b>Итого за семестр</b>		<b>100 баллов</b>

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	удовлетворительно		D



50 – 55			E
20 – 49	неудовлетворительно	не зачтено	FX
0 – 19			F

## 5.2 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	удовлетво- рительно/ 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 – «достаточный».</p>
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>

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

В качестве домашних заданий предлагаются задания следующих типов

- Д31. Логика высказываний.
- Д32. Логика предикатов.
- Д33. Теория множеств.
- Д34. Начала комбинаторики.
- Д35. Комбинаторика.
- Д36. Метод математической индукции.
- Д37. Начала теории вероятностей.
- Д38. Применения базовой теории вероятностей.

Экзамен ориентирован на следующие контрольные вопросы

- Проверить, является ли формула тавтологией.
- Выразить булеву операцию через заданный набор базовых операций.
- Проверить, является ли формула общезначимой.
- Представить в логике предикатов предложение русского языка.
- Проверить равномощность множеств.
- Проверить тождество между множествами.
- Найти вероятность события/последовательности событий, заданного описанием.
- Найти число последовательностей/слов, заданных определённым условием.
- Проверить рекуррентное тождество.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Список источников и литературы

#### Основная литература

1. *Гринченков Д.В., Потоцкий С.И.* Математическая логика и теория алгоритмов для программистов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Программное обеспечение вычисл. техники и автоматизир. систем" направления подгот. "Информатика и вычисл. техника" - Москва: КноРус, 2014. - 206 с.
2. *Канцедал С.А.* Дискретная математика : Учебное пособие. - 1. - Москва ; Москва : Издательский Дом "ФОРУМ" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. - 222 с.
3. *Пруцков А.В., Волкова Л.Л.* Математическая логика и теория алгоритмов: Учебник. - 1. - Москва; Москва: ООО "КУРС": ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. - 152 с.
4. *Тайманов В.А.* О некоторых свойствах вектор-функций алгебры логики [Текст] / В. А. Тайманов// Дискретная математика. - 2018. - Т. 30, вып. 1. - С. 114-128. - Библиогр.: с. 127-128.
5. *А.В. Антонов, М.С. Никулин, А.М. Никулин, В.А. Чепурко.* Теория надежности. Статистические модели. Учеб.пособие — М.: ИНФРА-М, 2018. — 576 с. + Доп. Материалы
6. *Белько И.В.* Теория вероятностей, математическая статистика, математическое программирование: Учебное пособие. - 1. - Москва; Минск: ООО "Научно издательский центр ИНФРА-М»: ООО "Новое знание", 2016. - 299 с.
7. *Глинский В.В.* Статистика: Учебник. - 4; перераб. и доп. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 355 с.

8. *Кочетков Е.С.* Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник. - 2; испр. и перераб. - Москва; Москва: Издательство "ФОРУМ": ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. - 240 с.

### Рекомендованная литература

1. *Виленкин Н. Я.* Комбинаторика. М.: Наука, 1969.
2. *Верещагин Н.К., Шень А. Х.* Лекции по математической логике и теории алгоритмов. М.: МЦНМО, любое издание.
3. *Лавров И. А., Максимова Л. Л.* Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. — М.: Физматлит, 2004.
4. *Ю. А. Розанов.* Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика.
5. *В. Н. Тутубалин.* Теория вероятностей и случайных процессов. М.: Издательство МГУ, 1992.

### **6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

№п /п	Наименование
1	Международные реферативные наукометрические БД, доступные в рамках национальной подписки в 2020 г. Web of Science Scopus
2	Профессиональные полнотекстовые БД, доступные в рамках национальной подписки в 2020 г. Журналы Cambridge University Press ProQuest Dissertation & Theses Global SAGE Journals Журналы Taylor and Francis
3	Профессиональные полнотекстовые БД JSTOR Издания по общественным и гуманитарным наукам Электронная библиотека Grebennikon.ru
4	Компьютерные справочные правовые системы Консультант Плюс, Гарант

### **6.3 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы**

Доступ к профессиональным базам данных: <https://liber.rsuh.ru/ru/bases>

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

№п /п	Наименование ПО	Производитель	Способ распространения
1	Adobe Master Collection CS4	Adobe	лицензионное
2	Microsoft Office 2010	Microsoft	лицензионное
3	Windows 7 Pro	Microsoft	лицензионное
7	Microsoft Share Point 2010	Microsoft	лицензионное
12	Windows 10 Pro	Microsoft	лицензионное
13	Kaspersky Endpoint Security	Kaspersky	лицензионное

14	Microsoft Office 2016	Microsoft	лицензионное
15	Visual Studio 2019	Microsoft	лицензионное
16	Adobe Creative Cloud	Adobe	лицензионное
17	Zoom	Zoom	лицензионное

## **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/ лабораторных занятий

1. Введение. Применение математических методов в компьютерной лингвистике • Роль математики в компьютерной лингвистике;
  - История математической лингвистики;
  - Основные математические дисциплины, применяемые в компьютерной лингвистике.
2. Логика высказываний. • Булевы формулы. Основные булевы связи;
  - Полнота, выражение одних операций через другие;
  - Таблицы истинности, тавтологии.
3. Логика предикатов. Представление предложений естественного языка в логике предикатов
  - Логика предикатов;
  - Кванторы;
  - Основные общезначимые формулы. Проверка обще значимости простейших формул;
  - Представление предложений естественного языка в логике предикатов;
  - Представления основных семантических конструкций.
4. Начала теории множеств. Основные операции над множествами • Понятие множества. Основные операции над множествами;
  - Проверка тождеств, круги Эйлера;
  - Связь с логикой высказываний.
5. Мощность множества. Счётные и континуальные множества. • Бинарные отношения;
  - Инъекции, сюръекции, биекции;
  - равномошные множества, основные классы мощностей;
  - Мощность множества подмножеств, теорема Кантора;
  - Счётные и континуальные множества, основные примеры.
6. Начала комбинаторики. Формулы размещений и сочетаний Подсчёт числа вариантов.
  - Основные комбинаторные объекты: перестановки, размещения, сочетания, сочетания с повторениями;
  - Подсчёт количества объектов.
7. Комбинаторика, продолжение. Рекуррентные соотношения. Формула Дирихле. • Рекуррентные соотношения для чисел сочетаний;
  - Другие рекуррентные последовательности: числа Фибоначчи и Каталана;
  - Принцип Дирихле, подсчёт количества вариантов;
  - Динамический алгоритм для подсчёта числа комбинаторных объектов.
8. Метод математической индукции. Доказательства по индукции. • Метод математической индукции, доказательства по индукции:
  - Вывод индуктивных формул для чисел сочетаний и Каталана.
9. Начала теории вероятностей. Дискретное вероятностное пространство. Формулы суммы и произведения вероятностей. • Дискретное вероятностное пространство;
  - Элементарные события, вероятность события. Зависимые и независимые события, вероятность объединения и пересечения события;

- Условная вероятность, формула полной вероятности и формула Байеса.
10. Применение базовой теории вероятностей к моделированию лингвистических явлений.
- Вычисление количества последовательностей, удовлетворяющих определённому условию;
  - Вероятность последовательности событий; Вероятностные автоматы.

## **9.2 Другие материалы**

Все необходимые для обучения материалы даются на лекциях и практических занятиях.