



**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Факультет гуманитарных наук
Школа лингвистики

Рабочая программа дисциплины «Дискретная математика»

для образовательной программы «Фундаментальная и компьютерная лингвистика»
направления подготовки 45.03.03. Фундаментальная и прикладная лингвистика
уровень бакалавр

Разработчик(и) программы

Кудряшов Ю.Г., к.ф.-м.н., доцент

Михайлович А.В., к.ф.-м.н., доцент avmikhailovich@gmail.com

Хованская И.А., к.ф.-м.н., доцент

Щуров И.В., к.ф.-м.н., доцент.

Одобрена на заседании общеуниверситетской кафедры высшей математики

«___»_____ 201_ г.

Зав. Кафедрой/Руководитель департамента/Школы

[Введите И.О. Фамилия]_____ [подпись]

Утверждена Академическим советом образовательной программы

«___»_____ 201_ г., № протокола_____

Академический руководитель образовательной программы

[Введите И.О. Фамилия]_____ [подпись]

Москва, 2017

Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения подразделения-разработчика программы.



1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к образовательным результатам и результатам обучения студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих дисциплину «Дискретная математика», учебных ассистентов и студентов направления подготовки/специальности 45.03.03. Фундаментальная и прикладная лингвистика, обучающихся по образовательной программе «Фундаментальная и компьютерная лингвистика».

Программа учебной дисциплины разработана в соответствии с:

- Образовательным стандартом НИУ ВШЭ по направлению «Фундаментальная и прикладная лингвистика»;
- Образовательной программой 45.03.03. Фундаментальная и прикладная лингвистика
- Объединенным учебным планом университета по образовательной программе «Фундаментальная и прикладная лингвистика, утвержденным в 2017г.

2. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Дискретная математика» являются получение развёрнутого представления об основных разделах дискретной математики, развитие навыка строгих математических доказательств, изучение теоретических оснований и получение первичных практических навыков автоматической обработки текстов, общее развитие мышления, подготовка базы для последующих курсов математики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

[Компетенции для программы учебной дисциплины берутся из стандартов: ФГОС/ ОС НИУ ВШЭ для соответствующего уровня и направления подготовки и из числа закрепленных за дисциплиной в матрице компетенций образовательной программы]

Уровни формирования компетенций:

РБ — ресурсная база, в основном теоретические и предметные основы (знания, умения);

СД – способы деятельности, составляющие практическое ядро данной компетенции;

МЦ – мотивационно-ценностная составляющая, отражает степень осознания ценности компетенции человеком и готовность ее использовать

В результате освоения дисциплины студент осваивает компетенции:



Компетенция	Код по ОС ВШЭ	Уровень формирования компетенции	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции	Форма контроля уровня сформированности компетенции
(формулировка из ОС)	УК-.. (СК-...)	РБ/СД/МЦ	[Глаголы-подсказки, даны по мере повышения уровня освоения: дает определение, воспроизводит, распознает, использует, демонстрирует, владеет, применяет, представляет связи, обосновывает, интерпретирует оценивает]		
Способен учиться, приобретать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной	УК-1	РБ, СД, МЦ	Умеет применять для решения задач методы, разобранные на занятиях, а также модифицировать их и находить новые варианты решений.	Лекции и семинарские занятия. Самостоятельная работа.	Семинарские занятия, домашнее задание, контрольная работа, экзамен
Способен выявлять научную сущность проблем в профессиональной области.	УК-2	РБ	Демонстрирует умение формулировать задачи на языке математики в ситуациях, аналогичных изученным, а также находить решения этих задач	Семинарские занятия. Самостоятельная работа. Домашние задания.	Семинарские занятия, домашнее задание, контрольная работа, экзамен



Компетенция	Код по ОС ВШЭ	Уровень формирования компетенции	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции	Форма контроля уровня сформированности компетенции
Способен проектировать системы анализа и синтеза естественного языка, анализа и синтеза мультимодальных языковых систем, в том числе лингвистических компонентов интеллектуальных и информационных электронных систем	ПК-12	РБ, МЦ	Ориентируется в математических методах, применяемых для анализа естественного языка, анализа и синтеза языковых систем	Семинарские занятия. Самостоятельная работа. Домашние задания.	Семинарские занятия, домашнее задание, контрольная работа, экзамен

4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Для ОС НИУ ВШЭ:

Настоящая дисциплина относится к дисциплинам профессионального цикла, модуль «Математика»

Для специализации «Фундаментальная и компьютерная лингвистика» настоящая дисциплина является базовой.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть курсом математики в объеме школьной программы и элементарными навыками компьютерной грамотности. Предполагается также, что студенты владеют английским языком на уровне, позволяющем им свободно пользоваться учебными материалами на английском языке.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении дисциплин:

- Теория вероятностей и математическая статистика
- Программирование и компьютерные инструменты лингвистического исследования
- Автоматическая обработка естественного языка
- Информационный поиск и извлечение данных



- Программирование (язык Python)
- Компьютерная лингвистика
- НИС «Лингвистические и логические задачи»

5. Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические занятия	Другие виды работы	
1	Метод математической индукции	10	2	2			6
2	Комбинаторика: простейшие задачи, бином Ньютона	22	4	6			12
3	Основы математической логики	20	4	6			10
4	Основы теории множеств	10	2	4			4
5	Дискретная теория вероятностей	20	2	6			12
6	Системы счисления	10	2	2			6
7	Целые числа: делимость	10	2	2			6
8	Алгоритм Евклида, НОД	12	2	4			6
9	Теория графов	22	4	6			12
10	Конечные автоматы	12	2	4			6
11	Регулярные выражения	10	2	2			6
12	Основы теории информации	10	2	2			6



13	Коды с исправлением ошибок	12	2	4			6
14	Основы криптографии	12	2	4			6
	Итого	190	34	54			102



6. Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 год		Кафедра/подразделение	Параметры **
		1	2		
Текущий	Контрольная работа	*			Письменная работа на 100 минут
	Эссе				
	Реферат				
	Коллоквиум				
	Домашнее задание		*		Самостоятельная работа, содержащая 15-20 задач. Может быть разбита на несколько работ меньшего объема. Задания выдаются дистанционно, выполненные работы сдаются в письменном виде и дублируются по электронной почте.
	Самостоятельная работа				
	Лабораторная работа				
	Проект				
	Другие формы (указать)				
Промежуточный	Экзамен				
Итоговый	Экзамен		*		Письменный экзамен 120 минут



0.

7. Критерии оценки знаний, навыков

Преподаватель оценивает работу студентов на семинарах, а также самостоятельную работу студентов по следующим параметрам:

- активность студентов
- правильность ответов на вопросы преподавателя
- квалифицированность ответов, требующих привлечения профессиональных знаний
- полнота, верность и своевременность выполнения текущих домашних заданий

Преподаватель оценивает работу студентов на семинарских занятиях: активность в дискуссиях, правильность решения задач на семинаре, правильность и своевременность решения задач в текущих домашних заданиях и прочих заданиях, которые выдаются на семинарских занятиях. Оценки за работу на семинарских занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленная оценка по 10-ти балльной шкале за работу на семинарских занятиях определяется перед итоговым контролем.

Выдача домашнего задания проводится дистанционно. Домашнее задание оценивается по следующим параметрам:

- правильность и полнота решения заданий;
- соблюдение сроков сдачи заданий.

8. Содержание дисциплины

Раздел представляется в удобной форме (список, таблица). Изложение строится по разделам и темам. Содержание темы может распределяться по лекционным и практическим занятиям.

Тема 1. Математическая индукция

Принцип математической индукции. Рекурсивные алгоритмы и рекуррентные формулы. Задача о ханойской башне. Доказательство формул по индукции. Примеры некорректного применения принципа математической индукции.

Тема 2. Комбинаторика

Правила решения простейших комбинаторных задач: правило суммы, правило произведения. Формула включений-исключений. Подсчёт числа перестановок, числа размещений, числа сочетаний. Более сложные комбинаторные задачи.

Связь различных определений биномиальных коэффициентов: треугольник Паскаля и бином Ньютона. Тождества с биномиальными коэффициентами. Доказательство тождеств при помощи различных определений биномиальных коэффициентов.

Тема 3. Дискретная теория вероятностей



Случайное событие, элементарный исход, вероятность. Примеры: бросание монеты и кубика, лотерея. Условная вероятность, независимость событий, формулы полной вероятности и Байеса.

Тема 4. Основы математической логики

Таблицы истинности. Составление логических формул по таблицам истинности. Тождества формальной логики.

Понятие предиката. Область истинности и область осмысленности предиката. Кванторы существования и всеобщности. Построение отрицания к утверждению с кванторами. Понятие отношения. Выражение одних отношений через другие. Пример: отношения родства и свойства.

Тема 5. Системы счисления

Примеры систем счисления: римская, вавилонская, n -ичные и другие. Позиционные системы счисления, их преимущества перед непозиционными. Перевод чисел из одной системы счисления в другую. Действия над числами в n -ичных системах счисления без перевода в десятичную. Запись дробных чисел в n -ичной системе счисления. Остаток от деления на n как последняя цифра в n -ичной записи.

Тема 6. Целые числа: делимость

Определение делителя, кратного. Деление с остатком. Признаки делимости в различных системах счисления. Использование соображений делимости при решении диофантовых уравнений и в комбинаторных задачах.

Тема 7. Алгоритм Евклида, НОД

Определение НОД и НОК. Простейшие свойства. Алгоритм Евклида и его преимущества перед алгоритмом, использующим разложение чисел на простые множители. Вычисление НОД больших чисел. Лемма Безу о линейном представлении НОД. Применение алгоритма Евклида для решения линейных диофантовых уравнений.

Тема 8. Теория графов

Понятие ориентированного и неориентированного графа. Полный граф. Степень вершины графа. Подсчёт количества рёбер в графе. Изоморфизм графов. Понятие пути и цикла в графе, связные графы, сильно связные ориентированные графы. Дерево и подсчёт количества рёбер в дереве. Остовное дерево. Понятие планарного графа. Формула Эйлера для планарных графов. Таблица смежности данного графа, вычисление количества путей длины n по таблице смежности.

Тема 9. Конечные автоматы

Определение конечного автомата, примеры. Построение конечного автомата, проверяющего, содержится ли в строке данная подстрока.

Тема 10. Регулярные выражения

Определение формальной грамматики. Определение регулярного выражения. Построение регулярного выражения по словесному описанию грамматики. Связь с конечными автоматами. Построение конечного автомата, проверяющего соответствие строки данному регулярному выражению.

Тема 11. Основы теории информации

Количество информации. Принцип работы архиваторов. Невозможность создания архиватора, уменьшающего размер любого файла. Количество информации в текстах на разных языках. Энтропия.

Тема 12. Коды с исправлением ошибок

Передача данных по ненадёжному каналу. Код с исправлением ошибок. Примеры кодов. Оптимальные коды. Сферическая упаковка.

Тема 13. Основы криптографии



Абсолютно стойкий шифр и область его практической применимости. Шифрование в сети Internet. Криптографические протоколы. Шифрование с открытым ключом: основные принципы. Пример: алгоритм RSA.

9. Образовательные технологии

Основные образовательные технологии включают в себя:

- лекции и семинарские занятия;
- дистанционная поддержка и консультации студентов.
- групповые проекты и презентации работ групп

10. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

1.1. Оценочные средства для оценки качества освоения дисциплины в ходе текущего контроля

Список теоретических вопросов.

1. Правила решения простейших комбинаторных задач: правило суммы, правило произведения. Формула включений-исключений и примеры ее использования в комбинаторике и в теории вероятностей.
2. Подсчет числа перестановок, числа размещений, числа сочетаний (с повторениями и без повторений).
3. Сочетания без повторений. Связь различных определений биномиальных коэффициентов: треугольник Паскаля и бином Ньютона (с доказательством).
4. Примеры тождеств с биномиальными коэффициентами и их доказательства при помощи различных определений биномиальных коэффициентов.
5. Логика высказываний. Таблицы истинности. Тождества формальной логики и законы де Моргана.
6. Понятие предиката. Область истинности и область определения предиката. Кванторы существования и всеобщности. Построение отрицания к утверждению с кванторами.
7. Принцип математической индукции. Доказательство формул по индукции. Примеры некорректного применения принципа математической индукции.
8. Рекурсивные алгоритмы (задача о Ханойской башне).



9. Случайное событие, элементарный исход, вероятность. Примеры: бросание монеты и кубика. Сочетания в задачах на вычисление вероятностей.
10. Условная вероятность, независимость событий. Правило сложения и умножения вероятностей.
11. (*) Парадокс Монти Холла.
12. Формула полной вероятности и формула Байеса.
13. Понятие ориентированного и неориентированного графа. Полный граф. Степень вершины графа. Подсчет количества ребер в графе. Дополняющий граф.
14. Изоморфизм графов. Необходимые условия изоморфизма (+объяснение, почему условия не являются достаточными).
15. Понятие пути и цикла в графе, связные графы. Дерево и подсчет количества ребер в дереве. Остовное дерево. В графе любые две вершины соединены простым путем тогда и только тогда, когда граф является деревом (доказательство).
16. Понятие планарного графа. Формула Эйлера для планарных графов.
17. Раскраска графа. Раскраска планарного графа в 6 цветов.
18. Регулярные выражения и регулярные языки. Примеры.
19. Языки, представимые диаграммами. Теорема о совпадении регулярных языков и языков, представимых диаграммами.
20. Конечные автоматы. Способы задания. Автоматные языки.
21. Теорема Клини (о совпадении регулярных и автоматных языков).
22. Замкнутость семейства регулярных языков относительно теоретико-множественных операций.
20. Пример нерегулярного языка.

1.2. Примеры заданий промежуточной аттестации

Примеры вопросов, задач, заданий для зачета или экзамена, тренировочные тесты по дисциплине, демонстрационные материалы для проведения промежуточного контроля (тестовые задания, кейсы, сценарии игр и пр.)

1. Придумайте три простых числа от 7 до 100 (простым называется число, которое делится нацело только на себя и на единицу, например, 7, 13 и 43). Найдите количество чисел



от 1 до 1000 (включительно), которые делятся на хотя бы одно из придуманных Вами же чисел.

2. Сколько треугольников может составить Валентина Ильинична из дощечек длины N , $N + 1$, $N + 2$, $N + 3$, $N + 4$, если известно, что дощечек каждой длины у В. И. сколько угодно.

3. В полном графе 91 ребро. Сколько в нем вершин?

4. В графе G 16 вершин и 19 ребер. Какое минимальное и какое максимальное число компонент связности может иметь граф G ?

5. Построить конечный автомат, как можно более простую диаграмму и регулярное выражение, описывающее язык L над алфавитом $A = \{a, b, c\}$, который содержит только те слова, которые не содержат одновременно все три буквы (в любом порядке).

6. Выяснить, существует ли двоичный с минимальной избыточностью, обладающей следующей последовательностью длин кодовых слов: (2, 2, 2, 2, 3). Если существует, привести пример, если нет, объяснить почему.

7. По каналу передавалось кодовое слово по методу Хэмминга. Пришло сообщение 0011000. Ошибок не более одной. Восстановить исходное сообщение.

11. Порядок формирования оценок по дисциплине

Текущий контроль: осуществляется на семинарах в форме оценки выполненных текущих проверочных и самостоятельных работ, а также выступлений на семинарах. Оценки за работу на семинарских и практических занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Текущий контроль включает в себя также оценку контрольной работы и домашнего задания, выполняемого студентами в индивидуальном порядке. Оценка по 10-ти балльной шкале за работу на семинарских и практических занятиях определяется перед промежуточным или итоговым контролем - $O_{аудиторная}$.

Накопленная оценка за текущий контроль учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

$$O_{накопленная} = 0.4 \cdot O_{аудиторная} + 0.3 \cdot O_{дз} + 0.3 \cdot O_{к/р},$$

где $O_{дз}$ — оценка за индивидуальные домашние задания, а $0.3 \cdot O_{к/р}$ — оценка за контрольную работу.

Округление каждого компонента накопленной оценки производится в соответствии с правилами математики и происходит до расчета накопленной оценки. Округление накопленной оценки также производится в соответствии с правилами математики.

Результирующая оценка за промежуточный (итоговый) контроль в форме зачета выставляется по следующей формуле, где $O_{экзамен}$ — оценка за работу непосредственно на экзамене:

$$O_{итоговый} = 0.3 \cdot O_{экзамен} + 0.7 \cdot O_{накопленная}$$

Округление накопленной оценки итогового контроля в форме экзамена происходит в соответствии с правилами математики.



В диплом ставится оценка за итоговый контроль, которая является результирующей оценкой по учебной дисциплине.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1.2. Основная литература

1. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике. Москва: Физматлит, 2005.
2. Оре О. Графы и их применение. Москва: Мир, 1965.
3. Верещагин Н.К., Шень А. Начала теории множеств. М.: МЦНМО, 2012.
4. Р. Курант, Г. Роббинс Что такое математика? М.: МЦНМО, 2000.
5. Тюрин Ю. Н., Макаров А. А., Высоцкий И. Р., Яценко И. В. Теория вероятностей и статистика (учебное пособие для учащихся 7—9 классов). М.: МЦНМО, 2008.
6. Тюрин Ю. Н., Макаров А. А., Симонова Г. И. Теория вероятностей. Учебник для экономических и гуманитарных специальностей. М.: МЦНМО, 2009.

1.3. Дополнительная литература

1. Верещагин Н.К., Шень А. Начала теории множеств. Москва: МЦНМО, 2002.
2. Лавров И.А. Математическая логика. Москва: Издательский центр «Академия», 2006.
3. Виленкин Н.Я. Популярная комбинаторика. Москва: Наука, 1975.
4. Оре О. Москва: Наука, 1989.
5. Мудров В.И. Задача о коммивояжере. Москва: Знание, 1969.
6. Редькин Н.П. Дискретная математика. Москва: Физматлит, 2009.
7. Н. Я. Виленкин, «Комбинаторика». М.: Наука, 1969.
8. Шень А. Математическая индукция. М.: МЦНМО, 2007.
9. Виленкин Н.Я. Рассказы о множествах. М.: МЦНМО, 2005.
10. Кремер. Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Юнити-Дана, 2010.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для лекций и семинаров может быть использован проектор.



Примеры подсчета оценки за дисциплину в различных случаях

Накопленная оценка за текущий контроль учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

$$O_{\text{накопленная}} = k_1 * O_{\text{текущий}} + k_2 * O_{\text{ауд}} + k_3 * O_{\text{сам. работа}}$$

где $O_{\text{текущий}}$ рассчитывается как взвешенная сумма всех форм текущего контроля, предусмотренных в ОУП

$$O_{\text{текущий}} = n_1 * O_{\text{эссе}} + n_2 * O_{\text{к/р}} + n_3 * O_{\text{реф}} + n_4 * O_{\text{кол}} + n_5 * O_{\text{дз}};$$

[Оставьте те формы текущего контроля, которые предусмотрены в ОУП. сумма удельных весов должна быть равна единице: $\sum n_i = 1$] Способ округления накопленной оценки текущего контроля: [указывается способ – арифметический, в пользу студента, другое].

Результирующая оценка за дисциплину рассчитывается следующим образом:

1. Если дисциплина преподается один модуль:

$$O_{\text{результ}} = k_1 * O_{\text{накопл}} + k_2 * O_{\text{экз}}$$

Способ округления накопленной оценки промежуточного (завершающего) контроля: [указывается способ – арифметический, в пользу студента, другое].

2. Если дисциплина преподается несколько модулей (например, 3):

$$O_{\text{промежуточная } i} = m_1 * O_{\text{текущая } i \text{ этапа}} + m_2 * O_{\text{промежуточный экзамен}}$$

Где $O_{\text{текущая } i \text{ этапа}}$ рассчитывается по приведенной выше формуле

$$O_{\text{накопленная завершающая}} = (O_{\text{промежуточная } 1} + O_{\text{промежуточная } 2} + O_{\text{накопленная } 3}) : \text{на число модулей}$$

Где $O_{\text{промежуточная } 1} + O_{\text{промежуточная } 2}$ – промежуточные оценки этапов 1 и 2,

а $O_{\text{накопленная } 3}$ – накопленная оценка последнего этапа перед завершающим экзаменом

Способ округления накопленной оценки промежуточного (завершающего) контроля в форме экзамена: [указывается способ – арифметический, в пользу студента, другое].

[Сумма удельных весов должна быть равна единице: $\sum m_i = 1$, при этом, $0,2 \leq m_i \leq 0,8$ (согласно Положению об организации промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости студентов НИУ ВШЭ, утвержденному приказом НИУ ВШЭ от 19.08.2014 №6.18.1-01/1908-02)]



ОПЦИОНАЛЬНО: На экзамене студент может получить дополнительный вопрос (дополнительную практическую задачу, решить к передаче домашнее задание), ответ на который оценивается в 1 балл.

[Оставьте те оценки, которые учитываются при выставлении результирующей оценки за промежуточный или завершающий контроль. Сумма удельных весов должна быть равна единице: $\sum k_i = 1$, при этом, $0,2 \leq k_i \leq 0,8$ После всех формул в обязательном порядке приводится способ округления полученного результата.]

[Только для многомодульных дисциплин, по которым предусмотрен промежуточный контроль, укажите один из предложенных вариантов формирования оценки, которая идет в диплом]