

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

Факультет гуманитарных наук

Программа дисциплины «Дискретная математика»

для направления 45.03.03 «Фундаментальная и компьютерная лингвистика»
подготовки бакалавра

Авторы программы:

Михайлович А.В., к.ф.-м.н., доцент, amikhailovich@hse.ru

Гончаренко В.М., к.ф.-м.н., доцент, vasgon72@yandex.ru

Одобрена на заседании кафедры высшей математики «__»_____ 20 г
Зав. кафедрой Макаров А.А.

Рекомендована секцией УМС [Введите название секции УМС] «__»_____ 20 г
Председатель [Введите И.О. Фамилия]

Утверждена УС факультета [Введите название факультета] «__»_____ 20 г.
Ученый секретарь [Введите И.О. Фамилия] _____ [подпись]

Москва, 2016

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

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления 45.03.03 «Фундаментальная и компьютерная лингвистика» изучающих дисциплину «Дискретная математика».

Программа разработана в соответствии с:

- Образовательной программой «Фундаментальная и компьютерная лингвистика».
- Рабочим учебным планом университета по направлению подготовки 45.03.03 «Фундаментальная и компьютерная лингвистика», утвержденным в 2015г.

2. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Дискретная математика» являются расширенное знакомство студентов с основными понятиями и методами трёх разделов дискретной математики – функции алгебры логики (булевы функции), математическая логика и теории графов.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

- Знать основные понятия и методы математической логики и теории графов;
- Уметь формулировать определенный класс теоретических и прикладных лингвистических задач в терминах дискретной математики;
- Иметь необходимые знания и навыки для прослушивания последующих курсов, имеющих как прикладную, так и теоретическую математическую направленность.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС / НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен учиться, приобретать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной	СК-Б1	Ориентируется в различных методах решения задач, в том числе изученных на занятиях, и умеет их выбирать, исходя из конкретных условий	Лекции и семинарские занятия, самостоятельная работа.
Способен выявлять научную сущность проблем в профессиональной области.	СК-Б3	Определяет оптимальный метод решения для имеющейся задачи.	Семинарские занятия, самостоятельная работа. Выполнение нестандартных заданий.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
 Программа дисциплины «Дискретная математика» для направления 45.03.03
 «Фундаментальная и компьютерная лингвистика» подготовки бакалавра

Способен оценивать потребность в ресурсах и планировать их использование при решении задач в профессиональной деятельности	СК-Б5	Из набора задач выбирает наиболее доступные для решения (и решает их); умеет грамотно и аргументированно пользоваться известными результатами при решении задач.	Самостоятельная работа, контрольные работы.
Способен работать с информацией: находить, оценивать и использовать информацию из различных источников, необходимую для решения научных и профессиональных задач (в том числе на основе системного подхода)	СК-Б6	Умеет выполнять самостоятельные задачи в том числе способами, отличными от разобранных на занятиях. Владеет методами поиска, обработки и систематизации учебной и научной информации в глобальных сетях, электронных библиотеках	Самостоятельная работа.
Способен вести исследовательскую деятельность, включая анализ проблем, постановку целей и задач, выделение объекта и предмета исследования, выбор способа и методов исследования, а также оценку его качества	СК-Б7	Ориентируется в различных методах решения задач и умеет их выбирать, исходя из конкретных условий	Лекции и семинарские занятия, самостоятельная работа: решение задач, выполнение дополнительных нестандартных заданий
Способен работать в команде	СК-Б8	Выполняет групповые задания, разделяя работу между всеми участниками группы	Семинарские занятия: обсуждение задач. Самостоятельная работа: групповые задания.
Способен критически оценивать и переосмысливать накопленный опыт (собственный и чужой), рефлексировать профессиональную и социальную деятельность	СК-Б10	Умеет грамотно и аргументированно пользоваться известными результатами при решении задач и выполнении заданий.	Семинарские занятия. Самостоятельная работа.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
 Программа дисциплины «Дискретная математика» для направления 45.03.03
 «Фундаментальная и компьютерная лингвистика» подготовки бакалавра

<p>Способен проводить формализацию лингвистических знаний, анализ и синтез лингвистических структур, количественный анализ лингвистических данных с использованием математических знаний и методов</p>	<p>ИК-Б1.1-1.3НИ Д_ПЕ Д_П Д_ЭД _АД/И К-Б2.1-2.3_2.6/Б5.2 (ФЛ)</p>	<p>Демонстрирует умение формулировать задачи на языке математики в ситуациях, аналогичных изученным, а также находить решения этих задач</p>	<p>Семинарские занятия. Самостоятельная работа.</p>
<p>Способен гибко адаптироваться к различным профессиональным ситуациям, проявлять творческий подход, инициативу и настойчивость в достижении целей профессиональной деятельности и личных</p>	<p>СЛК–Б8</p>	<p>Ориентируется в различных методах решения задач и умеет их выбирать, исходя из конкретных условий. Умеет грамотно и аргументированно пользоваться известными результатами при решении задач и выполнении заданий. Умеет выполнять самостоятельные задачи в том числе способами, отличными от разобранных на занятиях.</p>	<p>Семинарские занятия. Самостоятельная работа. Выполнение нестандартных заданий.</p>

4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к циклу математических и естественнонаучных дисциплин и блоку дисциплин, изучаемых по выбору студентами 4 курса подготовки бакалавра по направлению 45.03.03 «Фундаментальная и компьютерная лингвистика».

Изучение данной дисциплины базируется на курсе математики в объеме школьной программы и курсе «Дискретная математика» (1 курс подготовки бакалавриата).

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

- Автоматическая обработка естественного языка
- Программирование
- Компьютерная лингвистика
- Машинный перевод
- Математические основания компьютерной лингвистики
- Формальные модели в лингвистике
- Социальные сети

5. Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции и	Семинары	Практические занятия	
1	Функции алгебры логики. Таблицы истинности. Формулы. Эквивалентные преобразования. Разложение функции по переменной. СДНФ.	16	2	2		12
2	Функции алгебры логики. Двойственная булева функция. Нормальные формы булевых функций. Полином Жегалкина. Замкнутые классы. Свойства основные замкнутых классов.	14	2	2		10
3	Алгебра высказываний.	14	2	2		10
4	Исчисление высказываний. Аксиомы, гипотезы, правила вывода. Вывод.	16	2	4		10
5	Связь АВ и ИВ, теорема адекватности для исчисления высказываний. Непротиворечивость и полнота ИВ.	18	2	2		14
6	Алгебра предикатов. Эквивалентные преобразования предикатов.	16	2	2		12

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
 Программа дисциплины «Дискретная математика» для направления 45.03.03
 «Фундаментальная и компьютерная лингвистика» подготовки бакалавра

7	Графы. Основные определения. Деревья. Свойства деревьев. Оценка числа раскладок деревьев.	12	2	2		8
8	Изоморфизм графов. Необходимые условия изоморфизма.	10	2	2		6
9	Эйлеровы циклы. Задачи с применением эйлеровых циклов.	14	2	2		10
10	Планарные графы. Раскраска графов. Раскраска планарных графов.	14	2	2		10
	ИТОГО	144	20	22		102

6. Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 год		Параметры **
		1	2	
Текущий (неделя)	Контрольная работа	*		Письменная работа 80 минут
Итоговый	Экзамен		*	Письменная работа 100 минут

1.1. Критерии оценки знаний, навыков

Текущий контроль осуществляется на семинарах в форме проверки и обсуждения семинарских домашних заданий и решения семинарских задач. Оценка за семинары выставляется с учетом активности студента на занятиях, выполнения им семинарских домашних и аудиторных работ. Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Выдача семинарских домашних заданий осуществляется дистанционно. Результаты проверки домашнего задания, контрольной работы и итоговой контрольной работы рассылаются по электронной почте.

1.2. Порядок формирования оценок по дисциплине

Преподаватель оценивает работу студентов на семинарских и практических занятиях и самостоятельную работу студентов: оценивается активность студентов в процессе проверки и обсуждений семинарских домашних заданий и решения семинарских задач. Оценки за работу на семинарских и практических занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленная 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:

$$O_{накопленная} = 2/5 \cdot O_{аудиторная} + 2/5 \cdot O_{к/р} + 1/5 \cdot O_{дз};$$

Способ округления накопленной оценки текущего контроля: в пользу студента.

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

$$O_{итоговый} = 0.5 \cdot O_{экзамен} + 0.5 \cdot O_{накопленная}$$

Способ округления накопленной оценки итогового контроля в форме экзамена: в пользу студента.

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

7. Содержание дисциплины

1. Функции алгебры логики.

Функции алгебры логики. Таблицы истинности. Формулы.

Эквивалентные преобразования. Разложение функции по переменной. СДНФ. Полином Жегалкина. Классы монотонных, линейных, самодвойственных функций, функций, сохраняющих константу.

Литература:

1. Н.П. Редькин. Дискретная математика. М: Физматлит, 2009. Глава III, §§ 1-4.
2. С.В. Яблонский. Введение в дискретную математику. М.: Высшая школа, 2001. Глава 1, §§1-4, §6.

2. Алгебра высказываний.

Литература:

1. И.А. Лавров. Математическая логика. М.: Академия, 2006. Глава 2, §§2.1, 2.2.

3. Алгебра предикатов.

Литература:

1. Н.П. Редькин. Дискретная математика. М.: Физматлит, 2009. Глава IV, §§ 1-4.
2. И.А. Лавров. Математическая логика. М.: Академия, 2006. Глава 2, §§ 2.3, 2.4.

4. Исчисление высказываний.

Литература:

1. И.А. Лавров. Математическая логика. М.: Академия, 2006. Глава 6, §§6.1, 6.2.

5. Теорема адекватности для исчисления высказываний.

Литература:

1. И.А. Лавров. Математическая логика. М.: Академия, 2006. Глава 6, §6.4.

6. Основные понятия теории графов.

Граф, ребра графа, вершины графа. Графы неориентированные и ориентированные.

Отношения смежности и инцидентности. Неориентированный полный граф.

Ориентированный полный граф. Полный граф. Расширения понятия графа (петли, несколько ребер). Простой граф. Конечный граф. Изоморфные графы. Степени вершин. Пути и циклы. Связность. Подграфы. Связные компоненты (или компоненты связности). Деревья. Остовное дерево (каркас).

Литература:

1. Оре О. Теория графов. М.: Наука, 1968. Глава 1; глава 2, §§2.1 - 2.4; глава 4, §4.1.
2. Н. П. Редькин. Дискретная математика. М: Физматлит, 2009. Глава II, §§ 1, 3, 4.

3. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике. М.: Физматлит, 2005. Глава VI, §1.

7. Изоморфизм графов.

Понятие о взаимно-однозначном соответствии и изоморфизме. Изоморфные графы. Необходимые условия существования изоморфизма для неориентированных графов.

Литература:

1. Оре О. Графы и их применение. М.: Мир, 1965. Глава I, §3.
2. Оре О. Теория графов. М.: Наука, 1968. Глава II, §2.3.
3. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике. М.: Физматлит, 2005. Глава VI, §1.

8. Эйлеровы пути и циклы.

Задача о кенигсбергских мостах. Эйлеровы пути и циклы. Теорема о существовании эйлеровых путей и циклов в графе. Алгоритм построения эйлеровых циклов. Последовательность де Брёйна.

Литература:

1. Оре О. Графы и их применение. М.: Мир, 1965. Глава II, §§1-4.
2. Оре О. Теория графов. М.: Наука, 1968. Глава III, §§3.1-3.3
3. Холл М. Комбинаторика. М.: Мир, 1970. Глава 9, §§ 9.1, 9.2.

9. Планарные графы. Раскраска графов.

Литература:

1. Ф. Харари. Теория графов. М.: Мир, 1973. Глава 1, с.17-18; глава 11, с.126-128; глава 12, с.151-152, с. 155-156.

8. Образовательные технологии

Основные образовательные технологии включают в себя:

- лекции и семинарские занятия;
- групповые проекты и презентации работ групп.

9. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

1.1. Примерные вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Построить СДНФ для функции от четырёх переменных, которая принимает значение 1 тогда и только тогда, когда число единиц в наборе равно двум или трём.
2. Сколько существенных переменных у функции, полученной из линейной функции от четырёх переменных отождествлением первой и последней переменной?
3. Исчисление Φ называется полным относительно некоторого множества формул B , если для каждой формулы B из B выводима либо сама формула B , либо её отрицание. Написать, какое исчисление не является полным относительно множества формул B .
4. Вывести секвенцию $\neg(A \rightarrow \neg B) \vdash B$.
5. Является ли следующая система функций полной? Если да, то выделить полную подсистему, содержащую минимальное число функций. $A = \{xy, xy \vee z, x \oplus y, x \rightarrow y, x\}$.
6. Пусть $G = (V, E)$ — простой граф, $P(x, y)$ — предикат, заданный на множестве V и принимающий значение 1 тогда и только тогда, когда пара вершин соединена ребром,

$S(x,y)$ — предикат, заданных на множестве V и принимающий значение 1 тогда и только тогда, когда $x = y$. Записать в виде предиката утверждение: «В графе существует подграф, являющийся полным графом на 4 вершинах.»

7. Сколько существует попарно неизоморфных простых графов, содержащих 8 вершин и 25 ребер?
8. Либо выразить булеву функцию f через систему функций A , либо объяснить, почему это невозможно: а) $f=x\sim y, A=\{x\&y\}$; б) $f=(x\vee y\vee z)\&(x\vee y\vee z)\&(x\vee y\vee z), A=\{x\&y, x\vee y\}$; в) $f=x\oplus y, A=\{x\&y, x\vee y, x\&y\vee x\&z\vee y\&z\}$.
9. Доказать, что в исчислении высказываний конъюнкция ассоциативна. Другими словами, показать, что $(A\&B)\&C \vdash A\&(B\&C)$ и $A\&(B\&C) \vdash (A\&B)\&C$.
10. Упорядочим все двоичные наборы длины 3 в лексико-графическом порядке и занумеруем их числами 1,2,...,8. В графе G с вершинами v_1, v_2, \dots, v_8 вершины v_i и v_j соединены ребром тогда и только тогда, когда i -й и j -й наборы отличаются ровно в одном разряде. Каждому ребру приписан вес, равный максимальному номеру инцидентных этому ребру вершин. Построить минимальное остовное дерево графа G .

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. Лавров И.А. Математическая логика. Москва: Издательский центр «Академия», 2006.
2. Редькин Н.П. Дискретная математика. Москва: Физматлит, 2009.
3. С.В. Яблонский. Введение в дискретную математику. М.: Высшая школа, 2001.
4. Оре О. Графы и их применение. Москва: Мир, 1965.
5. Оре О. Теория графов. Москва: Наука, 1989.
6. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике. Москва: Физматлит, 2005.
7. Холл М. Комбинаторика. М.: Мир, 1970.
8. Ф. Харари. Теория графов. М.: Мир, 1973.
9. Верещагин Н.К., Шень А. Начала теории множеств. Москва: МЦНМО, 2002.
10. Виленкин Н.Я. Популярная комбинаторика. Москва: Наука, 1975.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для лекций и семинаров может быть использован проектор.