

**Правительство Российской Федерации**

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

Факультет социологии

**Программа дисциплины «Дискретная математика для социологов»**

для направления 040100.62 «Социология» подготовки бакалавра

Авторы программы:

Дагаев Д.А., к.ф.-м.н., [ddagaev@hse.ru](mailto:ddagaev@hse.ru);

Михайлович А.В., к.ф.-м.н., доцент, [amikhailovich@hse.ru](mailto:amikhailovich@hse.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, 2014

*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 040100.62 «Социология» изучающих дисциплину «Дискретная математика для социологов».

Программа разработана в соответствии с:

- Образовательной программой 39.03.01 «Социология».
- Рабочим учебным планом университета по направлению подготовки 39.03.01 «Социология», утвержденным в 2014г.

## 2 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Дискретная математика для социологов» являются знакомство студентов с основными понятиями и методами двух разделов дискретной математики – комбинаторики и теории графов.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

- Знать основные понятия и методы комбинаторики и теории графов;
- Уметь формулировать определенный класс теоретических и прикладных социологических задач в терминах дискретной математики;
- Уметь решать комбинаторные задачи и задачи теории графов, а также анализировать полученные решения;
- 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 к восприятию, обобщению, анализу информации, постановке цели и выбору путей её достижения	ОК-1	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
Умеет логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь	ОК-2	Четко и аргументированно излагает решение поставленных задач	Семинарские занятия, самостоятельная работа: решение задач, изложение решений
Готовностью к кооперации с коллегами, к работе в коллективе	ОК-3	Выполняет групповые задания, разделяя работу между всеми участниками группы	Семинарские занятия: обсуждение задач. Самостоятельная работа: групповые задания.

Способен



Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
ис- поль- зовать ос- нов- ные зако- ны есте- ствен- нона- учных дис- ципли н в про- фес- сио- наль- ной дея- тель- ности, при- ме- нять мето- ды мате- мати- че- ского ана- лиза и моде- лиро- вания, тео- рети- че- ского и экс- пери- мен- таль- ного дея-			



Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
тельность, ности, при- ме- нять мето- ды мате- мати- че- ского ана- лиза и моде- лиро- вания, тео- рети- че- ского и экс- пери- мен- таль- ного ис- сле- дова- ния. Спо- собен опи- сы- вать про- бле- мы и ситу- ации про- фес- сио- наль- ной дея- тель- ности,			



Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
используя язык и аппарат естественных и математических наук для решения профессиональных задач.			



Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен к восприятию, обобщению, анализу информации, постановке цели и выбору путей её достижения	ОК-1	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
Умеет логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь	ОК-2	Четко и аргументировано излагает решение поставленных задач	Семинарские занятия, самостоятельная работа: решение задач, изложение решений
Готовностью к кооперации с коллегами, к работе в коллективе	ОК-3	Выполняет групповые задания, разделяя работу между всеми участниками группы	Семинарские занятия: обсуждение задач. Самостоятельная работа: групповые задания.

Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. Способен описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности, используя язык и аппарат естественнонаучных и математических наук для решения профессиональных задач.



ОК-11 ИК-Б5.1, ИК-Б5.2	Демонстрирует умение формулировать задачи на языке математики в ситуациях, аналогичных изученным, а также находить решения этих задач	
---------------------------	---	--



Использование ИКТ для поиска, обработки и систематизации информации.	ИК-Б4.1, ИК-Б4.6	Владеет методами поиска, обработки и систематизации учебной и научной информации в глобальных сетях, электронных библиотеках	Самостоятельная работа: выполнение нестандартных заданий
--	------------------	--	--

#### 4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к циклу математических и естественнонаучных дисциплин и блоку дисциплин, изучаемых по выбору студентами 1 курса подготовки бакалавра по направлению 39.03.01 «Социология».

Изучение данной дисциплины базируется на курсе математики в объеме школьной программы.

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

- Теория вероятностей и математическая статистика
- Теория игр
- Анализ социологических данных 1, 2

#### 5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические занятия	
1	Множества и операции с ними	12	2	2		8
2	Комбинаторика. Основные задачи комбинаторики	12	2	2		8
3	Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов	10	2	2		6
4	Принцип включений и исключений. Диаграммы Эйлера-Венна	12	2	2		8
5	Разбиение натурального числа	12	2	2		8
6	Основные понятия теории графов	10	2	2		6
7	Изоморфизм графов	12	2	2		8
8	Эйлеровы пути и циклы	10	2	2		6
9	Гамильтоновы пути и циклы	12	2	2		8
10	Задача коммивояжера, поиск кратчайшего пути, минимальное остовное дерево и другие задачи на графах	12	2	2		8
	<b>ИТОГО</b>	<b>114</b>	<b>20</b>	<b>20</b>		<b>74</b>



## 6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 год		Параметры **
		3	4	
Текущий (неделя)	Контрольная работа	*		Письменная работа 100 минут
Итоговый	Зачет		*	Письменная работа 100 минут

### 6.1 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.

### 6.2 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 - *О<sub>аудиторная</sub>*.

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

$$O_{\text{текущий}} = 0.5 \cdot O_{\text{к/р}} + 0.5 \cdot O_{\text{дз}} ;$$

Способ округления накопленной оценки текущего контроля: в пользу студента.

Результующая оценка за промежуточный (итоговый) контроль в форме зачета выставляется по следующей формуле, где *O<sub>зачет</sub>* – оценка за работу непосредственно на зачете:

$$O_{\text{итоговый}} = 0.4 \cdot O_{\text{зачет}} + 0.4 \cdot O_{\text{текущий}} + 0.2 \cdot O_{\text{аудиторная}}$$

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

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

## 7 Содержание дисциплины

### 1. Множества и операции с ними.



Множество, элементы множества, подмножества. Равенство множеств. Мощность множества. Пустое множество. Основные операции с множествами: объединение, пересечение, разность, дополнение, симметрическая разность. Простейшие свойства операций с множествами.

Литература:

1. Верещагин Н.К., Шень А. Начала теории множеств. М.: МЦНМО, 2002. Разделы 1.1 и 1.2.
2. Андреева Т.В. Методические указания по курсу «Дискретная математика для социологов». М.: ГУ ВШЭ, 2007. Часть I. §1.

**2. Комбинаторика. Основные задачи комбинаторики.**

Правило суммы и правило произведения. Размещения без повторений и размещения с повторениями. Перестановки. Сочетания. Число сочетаний.

Литература:

1. Андреева Т.В. Методические указания по курсу «Дискретная математика для социологов». М.: ГУ ВШЭ, 2007. Часть I. §§1-4.
2. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике. М.: Физматлит, 2005. Глава VIII, §1.

**3. Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов.**

Бином Ньютона и биномиальные коэффициенты. Связь биномиальных коэффициентов с числом сочетаний. Свойства биномиальных коэффициентов.

Литература:

1. Андреева Т.В. Методические указания по курсу «Дискретная математика для социологов». М.: ГУ ВШЭ, 2007. Часть I. §5.
2. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике. М.: Физматлит, 2005. Глава VIII, §1.

**4. Принцип включений и исключений. Диаграммы Эйлера-Венна.**

Принцип включений – исключений. Формула включений – исключений. Графическое представление пересекающихся множеств с помощью диаграмм Эйлера-Венна.

Литература:

1. Андреева Т.В. Методические указания по курсу «Дискретная математика для социологов». М.: ГУ ВШЭ, 2007. Часть I. §7.
2. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике. М.: Физматлит, 2005. Глава VIII, §2.

**5. Разбиения натурального числа.**

Представление натурального числа в виде суммы натуральных чисел. Количество целочисленных решений уравнения  $x_1 + \dots + x_k = n$ .

Литература:

1. Андреева Т.В. Методические указания по курсу «Дискретная математика для социологов». М.: ГУ ВШЭ, 2007. Часть I. §6.

**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. Андреева Т.В. Методические указания по курсу «Дискретная математика для социологов». М.: ГУ ВШЭ, 2007. Часть II. §9.
2. Оре О. Графы и их применение. М.: Мир, 1965. Глава I.
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 изоморфности неориентированных графов.

##### Литература:

1. Андреева Т.В. Методические указания по курсу «Дискретная математика для социологов». М.: ГУ ВШЭ, 2007. Часть II. §11.
2. Оре О. Графы и их применение. М.: Мир, 1965. Глава I, §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.

##### Литература:

1. Оре О. Графы и их применение. М.: Мир, 1965. Глава II, §§1-4.

#### 9. Гамильтоновы пути и циклы.

Сложность задачи проверки существования гамильтонова цикла. Задача обхода шахматной доски конем.

##### Литература:

1. Оре О. Графы и их применение. М.: Мир, 1965. Глава II, §§5,6.

#### 10. Задача коммивояжера и другие задачи на графах.

Задача коммивояжера. Точные методы решения задачи и «быстрые», но неточные алгоритмы.

##### Литература:

1. Мудров В.И. Задача о коммивояжере. М.: Знание, 1969.

## 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

### 9.1 Примерные вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Докажите, что для любых конечных множеств  $A$ ,  $B$ ,  $C$  выполняется соотношение  $(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$ .
2. Сколькими способами в високосном году могут распределиться дни рождения студентов группы, состоящей из 25 человек?
3. Сколько различных 10-буквенных слов (возможно, бессмысленных) можно составить из букв слова СОЦИОЛОГИЯ, если каждую букву разрешается использовать ровно по одному разу?
4. В выражении  $(2+x)^{100}$  раскрыли скобки и привели подобные слагаемые. Чему равен коэффициент при  $x^{95}$ ?



5. В ходе социологического исследования выяснилось, что 70% респондентов читают газету  $A$ , 60% - газету  $B$ , 50% - газету  $C$ , 30% - газеты  $A$  и  $B$ , 30% - газеты  $B$  и  $C$ , 20% - газеты  $A$  и  $C$ , 10% - газеты  $A$ ,  $B$  и  $C$ . Постройте диаграмму Эйлера-Венна. Сколько респондентов читают хотя бы две газеты? Сколько респондентов читают ровно две газеты?
6. Построить все попарно неизоморфные графы, содержащие 4 вершины и не имеющие петель и кратных ребер.
7. Сколько ребер в полном графе, содержащем  $n$  вершин?
8. По заданному графу определить, существует ли в нем эйлеров цикл.
9. Привести пример графа, для которого «жадный» алгоритм решения задачи коммивояжера приводит к неоптимальному решению.

## **10 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **10.1 Базовый учебник**

Андреева Т.В. Методические указания по курсу «Дискретная математика для социологов». Москва: ГУ ВШЭ, 2007.

### **10.2 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.

### **10.3 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

## **11 Материально-техническое обеспечение дисциплины**