

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Отделение социально-политических наук



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Основы математического моделирования в социологии Б1.В.ДВ.5

Направление подготовки: 39.03.01 - Социология

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Абзалилов Д.Ф.

**Рецензент(ы):**

-

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Широкова Е. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института социально-философских наук и массовых коммуникаций (отделение социально-политических наук):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 94165016

Казань  
2016

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Абзалилов Д.Ф. Кафедра общей математики отделение математики, Damir.Abzalilov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины "Математическое моделирование в социологии" является ознакомить студентов с математическими основами современных социологических исследований, такими как анализ и интерпретация данных на основе факторного анализа и методов многомерного шкалирования; описание, объяснение и предсказание социальных явлений на основе построения математических моделей социальных процессов.

Углубленно изучить такие разделы математики, как "Матричный анализ и линейная алгебра", "Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы", привить навыки практического использования математики, подготовить к применению математических методов в социологии, к самостоятельному изучению математических методов, которые могут потребоваться дополнительно в практической и исследовательской работе.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 39.03.01 Социология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Дисциплина "Математическое моделирование в социологии" относится к вариативной части цикла Б2. Для успешного освоения данной дисциплины необходимо усвоение дисциплины "Высшая математика". Приобретаемые в результате освоения дисциплины знания необходимы для освоения всех последующих базовых и профессиональных курсов, в которых используются математические методы.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность к восприятию, обобщению, анализу информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
ОК-11 (общекультурные компетенции)	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОК-13 (общекультурные компетенции)	владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ПК-11 (профессиональные компетенции)	способность использовать методы сбора, обработки и интерпретации комплексной социальной информации для решения организационно-управленческих задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность самостоятельно формулировать цели, ставить конкретные задачи науч-ных исследований в различных областях социологии и решать их с помощью современ-ных исследовательских методов с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта и с применением современной аппаратуры, оборудования, инфомационных технологий
ПК-5 (профессиональные компетенции)	умение использовать социологические методы исследования для изучения актуаль-ных социальных проблем, для идентификации потребностей и интересов социаль-ных групп
ПК-8 (профессиональные компетенции)	умение обрабатывать и анализировать данные для подготовки аналитических решений, экспертных заключений и рекомендаций

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия и подходы к решению задач анализа данных социологических исследований, понимать принципы построения математических моделей социальных процессов и явлений.

2. должен уметь:

применять методы математического анализа при решении типовых профессиональных задач.

3. должен владеть:

навыками научного анализа социальных проблем и процессов, навыками практического использования базовых знаний и методов математики.

ориентироваться в потоке информации по своей специальности, содержащей математические вычисления

#### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### **4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

##### **Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Векторы в многомерном пространстве	5	1-2	2	2	0	письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Матрицы и матричные операции.	5	3-4	2	2	0	письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Вращение и матрицы преобразований. Ортогональные матрицы.	5	5-6	2	2	0	письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Собственные значения и собственные векторы.	5	7-8	2	2	0	письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Метрический метод Торгерсона.	5	9-10	2	2	0	письменное домашнее задание письменная работа
6.	Тема 6. Метод главных компонент.	5	11-12	2	2	0	письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Дифференциальные уравнения и построение математической модели социальной системы.	5	13-14	2	2	0	письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Системы дифференциальных уравнений. Анализ динамики систем.	5	15-16	2	2	0	письменное домашнее задание письменная работа
9.	Тема 9. Метод наименьших квадратов.	5	17-18	2	2	0	письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	зачет
	Итого			18	18	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

## **Тема 1. Векторы в многомерном пространстве**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Лекция 1. Векторы в многомерном пространстве. Линейная независимость. Базис. Метрические пространства. Представление объектов в виде векторов. Пространство признаков.

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Практика 1. Программа математических вычислений Maxima. Основные операции.

## **Тема 2. Матрицы и матричные операции.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Лекция 2. Матрицы. Матричные операции. Матрица объект-признак и матрица различий.

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Практика 2. Матричные операции в программе Maxima. Решение уравнений и систем.

## **Тема 3. Вращение и матрицы преобразований. Ортогональные матрицы.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Лекция 3. Вращение и матрицы преобразований. Ортогональные матрицы.

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Практика 3. Построение графиков и диаграмм в программе Maxima.

## **Тема 4. Собственные значения и собственные векторы.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Лекция 4. Собственные значения и собственные векторы. Приведение матрицы к диагональному виду.

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Практика 4. Нахождение собственных значений и векторов в программе Maxima. Программирование в Maxima: циклы и условный оператор.

## **Тема 5. Метрический метод Торгерсона.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Лекция 5. Метрический метод Торгерсона. Доказательство теоремы Торгерсона.

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Практика 6. Решение задачи по теме "Многомерное шкалирование".

## **Тема 6. Метод главных компонент.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Лекция 6. Проектирование вектора на гиперплоскость. Факторный анализ. Метод главных компонент.

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Практика 6. Решение задачи по теме "Метод главных компонент".

## **Тема 7. Дифференциальные уравнения и построение математической модели социальной системы.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Лекция 7. Дифференциальные уравнения. Понятие математической модели социальной системы. Построение математической модели роста численности популяции.

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Практика 7. Решение дифференциальных уравнений в программе Maxima.

## **Тема 8. Системы дифференциальных уравнений. Анализ динамики систем.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Лекция 8. Системы дифференциальных уравнений. Анализ динамики систем. Устойчивость. Моделирование системы "хищник-жертва" с использованием модели Лотки-Вольтерра. Модели конкуренции и сотрудничества.

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Практика 8. Решение систем дифференциальных уравнений в программе Maxima. Построение линий в фазовой плоскости. Нахождение вида стационарных точек.

### Тема 9. Метод наименьших квадратов.

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Лекция 9. Модели мобилизации. Модель гонки вооружений Ричардсона. Метод наименьших квадратов

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Практика 9. Реализация метода наименьших квадратов в программе Maxima.

### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Векторы в многомерном пространстве	5	1-2	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Матрицы и матричные операции.	5	3-4	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
3.	Тема 3. Вращение и матрицы преобразований. Ортогональные матрицы.	5	5-6	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
4.	Тема 4. Собственные значения и собственные векторы.	5	7-8	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
5.	Тема 5. Метрический метод Торгерсона.	5	9-10	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к письменной работе	10	письменная работа
6.	Тема 6. Метод главных компонент.	5	11-12	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
7.	Тема 7. Дифференциальные уравнения и построение математической модели социальной системы.	5	13-14	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
8.	Тема 8. Системы дифференциальных уравнений. Анализ динамики систем.	5	15-16	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к письменной работе	8	письменная работа
9.	Тема 9. Метод наименьших квадратов.	5	17-18	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Итого				36	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Помимо лекционных и практических занятий, организована консультация студентов (по 2 часа еженедельно). Для выполнения письменных работ планируется использование персональных компьютеров и освоение современных вычислительных математических пакетов.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Векторы в многомерном пространстве

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи на темам: 1) длина вектора, 2) скалярное произведение векторов, 3) угол между векторами.

### Тема 2. Матрицы и матричные операции.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи на темам: 1) сложение и умножение матриц, 2) нахождение обратной матрицы, 3) получение матрицы различий по матрице "объект-признак".

### Тема 3. Вращение и матрицы преобразований. Ортогональные матрицы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи на темам: 1) проверка матрицы на ортогональность, 2) получение новой матрицы "объект-признак" с помощью операции поворота.

### Тема 4. Собственные значения и собственные векторы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи на темам: 1) нахождение собственных значений матрицы, 2) нахождение собственных векторов матрицы, 3) проверка ортогональности собственных векторов матрицы.

### Тема 5. Метрический метод Торгерсона.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи на темам: 1) проверка матрицы различий на выполнение аксиомы треугольника, 2) получение матрицы скалярных произведений по матрице различий, 3) получение матрицы "объект-признак" по матрице скалярных произведений

письменная работа , примерные вопросы:

Работа на тему "Многомерное шкалирование". Требуется выявить два основных признака на основе данных тестирования.

### Тема 6. Метод главных компонент.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи на темам: 1) нормирование матрицы "объект-признак", 2) получение матрицы счетов и матрицы нагрузок, 3) оценка погрешности. выбор числа главных компонент.

### Тема 7. Дифференциальные уравнения и построение математической модели социальной системы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи на темам: 1) Решение задачи Коши для математической модели роста численности популяции при наличии миграции. 2) Исследование полученного решения в зависимости от коэффициента миграции.

### Тема 8. Системы дифференциальных уравнений. Анализ динамики систем.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи на темам: 1) Численное моделирование системы "хищник-жертва" при наличии миграции. 2) нахождение и определение типа стационарных точек.

письменная работа , примерные вопросы:

Работа на тему "Системы дифференциальных уравнений". Требуется составить математическую модель системы и исследовать ее поведение. Выявить тип стационарных точек системы.

### **Тема 9. Метод наименьших квадратов.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи на темам: 1) Нахождение коэффициентов в случае линейной зависимости. 2)

Нахождение коэффициентов в случае нелинейной зависимости.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы на зачет.

1. Представление объектов в виде векторов. Меры близости и различия. Метрики. Аксиомы метрики. Неравенство треугольника, способ его выполнения.
2. Матрицы. Виды матриц: квадратная, симметричная, диагональная, треугольная. Матричные операции: транспонирование, сложение, умножение, обратная матрица.
3. Матрица "объект-признак". Нахождение расстояния между объектами. Получение матрицы различий по матрице "объект-признак". Выбор наилучшего объекта путем сравнения с идеалом.
4. Вращение матрицы "объект-признак", матрица поворота. Ортогональные матрицы.
5. Собственные значения и собственные векторы матрицы.
6. Экспериментальные методы получения матрицы различий.
7. Многомерное шкалирование. Метрический метод Торгерсона.
8. Проекция на подпространство, его матрица. Метод главных компонент. SVD разложение.
9. Использование дифференциальных уравнений при моделировании социальных систем: модель мобилизации, логистическое уравнение.
10. Метод наименьших квадратов.
11. Системы дифференциальных уравнений. Модель "хищник-жертва". Модель гонки вооружений.
12. Равновесие и устойчивость решения дифференциальных уравнений и систем. Виды стационарных точек.

### **7.1. Основная литература:**

Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике / Д.М. Дайитбегов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2010. - 578 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=251791>

Шафранов-Куцев, Г. Ф. Социология: курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.Ф.

Шафранов-Куцев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2012. - 368 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469419>

Плохотников, К. Э. Метод и искусство математического моделирования [Электронный ресурс] : курс лекций / К. Э. Плохотников. - М. : ФЛИНТА, 2012. - 519 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=456334>

### **7.2. Дополнительная литература:**

Орлова И. В. Экономико-математическое моделирование: Практическое пособие по решению задач / И.В. Орлова; ВЗФЭИ. - М.: Вузовский учебник, 2008. - 144 с.:

<http://znanium.com/bookread.php?book=159293>

Смехнова Г. П. Основы прикладной социологии: Учебное пособие / Г.П. Смехнова. - М.: Вузовский учебник, 2008. - 240 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=133368>

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Документация к системе компьютерной алгебры Maxima -

<http://maxima.sourceforge.net/ru/documentation.html>

Линейная алгебра - <http://math.semestr.ru/>

Матричный калькулятор - <http://matrixcalc.org/index.html>

Метод главных компонент - <http://chemometrics.ru/materials/textbooks/pca.htm>

Система компьютерной алгебры Maxima - <http://sourceforge.net/projects/maxima/files/>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Основы математического моделирования в социологии" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Лекционная аудитория с доской и мультимедийным проектором. Аудитория для практических занятий с доской и компьютерами. На компьютерах должна быть установлена компьютерная программа "Maxima"

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 39.03.01 "Социология" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Абзалилов Д.Ф. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.