

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Математические методы в социологии Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Абзалилов Д.Ф.

**Рецензент(ы):**

Широкова Е.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Абубакиров Н. Р.

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

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

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

Регистрационный No

Казань  
2019

## **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.10 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 02.03.01 Математика и компьютерные науки и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 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
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучавшегося явления
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний

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.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

ориентироваться в потоке информации по своей специальности, содержащей математические вычисления

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 8 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	
1.	Тема 1. Многомерное пространство признаков.	8	1-2	2	2	0	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Матрицы в социологии.	8	3-4	4	4	0	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Вращение в пространстве признаков. Ортогональные матрицы.	8	5-6	4	2	0	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Собственные значения и собственные векторы. Спектральное разложение.	8	7-8	4	4	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	
5.	Тема 5. Метрический метод Торгерсона.	8	9-10	4	4	0	Письменное домашнее задание Письменная работа
6.	Тема 6. Метод главных компонент. Метод парных сравнений.	8	11-12	4	4	0	Письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Дифференциальные уравнения и построение математической модели социальной системы.	8	13-14	2	2	0	Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Системы дифференциальных уравнений. Анализ динамики систем.	8	15-16	4	4	0	Письменное домашнее задание Письменная работа
·	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен
	Итого			28	26	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Многомерное пространство признаков.

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

Лекция 1. Пространство признаков. Представление объектов в виде векторов. Расстояние между объектами, аксиомы метрики. Практика 1. Программа математических вычислений Maxima. Основные операции.

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

Практика 1. Программа математических вычислений Maxima. Основные операции.

### Тема 2. Матрицы в социологии.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Лекция 2. Матрица объект-признак и матрица различий. Практика 2. Матричные операции в программе Maxima. Решение уравнений и систем.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

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

### Тема 3. Вращение в пространстве признаков. Ортогональные матрицы.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Лекция 3. Вращение и матрицы преобразований. Ортогональные матрицы. Практика 3. Построение графиков и диаграмм в программе Maxima.

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

Практика 3. Построение графиков и диаграмм в программе Maxima.

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

##### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Лекция 4. Собственные значения и собственные векторы. Спектральное разложение.

Практика 4. Нахождение собственных значений и векторов в программе Maxima.

Программирование в Maxima: циклы и условный оператор.

##### практическое занятие (4 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 (4 часа(ов)):

Лекция 5. Многомерное шкалирование, метрический метод Торгерсона. Доказательство теоремы Торгерсона. Практика 5. Решение задачи по теме "Многомерное шкалирование".

##### практическое занятие (4 часа(ов)):

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

#### Тема 6. Метод главных компонент. Метод парных сравнений.

##### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Лекция 6. Проектирование вектора на гиперплоскость. Сингулярное разложение. Метод главных компонент. Метод парных сравнений Саати. Практика 6. Решение задачи по темам "метод главных компонент" и "метод парных сравнений".

##### практическое занятие (4 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. Понятие математической модели социальной системы. Построение математической модели в задачах: рост численности популяции, модель мобилизации, модель рекламной кампании. Практика 7. Решение дифференциальных уравнений в программе Maxima.

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

Практика 7. Решение дифференциальных уравнений в программе Maxima.

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

##### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Лекция 8. Системы дифференциальных уравнений. Устойчивость и стационарные точки системы. Моделирование системы "хищник-жертва" с использованием модели Лотки-Вольтерра. Модель гонки вооружений. Практика 8. Решение систем дифференциальных уравнений в программе Maxima. Построение линий в фазовой плоскости. Нахождение вида стационарных точек.

##### практическое занятие (4 часа(ов)):

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

### 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. Многомерное пространство признаков.	8	1-2	подготовка домашнего задания	2	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Матрицы в социологии.	8	3-4	подготовка домашнего задания	2	Письменное домашнее задание

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

## 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. Многомерное пространство признаков.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

1. Выбор группы исследуемых объектов, составление перечня возможных признаков. 2. Составление матрицы различий путем обработки результатов анкетных данных. Проверка выполнения аксиомы треугольника, исправление матрицы различий в случае нарушения данной аксиомы.

### Тема 2. Матрицы в социологии.



Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

1. Получение матрицы скалярных произведений. Нахождение собственных векторов и значений данной матрицы в программе Maxima. 2. Получение матрицы "объект-признак". Построение матрицы различий, нахождение погрешности путем сравнения полученной матрицы различий с исходной.

### **Тема 3. Вращение в пространстве признаков. Ортогональные матрицы.**

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

1. Выполнение поворота и получение новой матрицы объект-признак 2. Интерпретация признаков в новой системе координат

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

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

1. Нахождение собственных значений данной матрицы в программе Maxima. 2. Получение спектрального разложения матрицы.

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

Письменная работа , примерные вопросы:

Выполняется общая работа по темам 1-4: 1. Выбор группы исследуемых объектов, составление перечня возможных признаков. 2. Составление матрицы различий путем обработки результатов анкетных данных. Проверка выполнения аксиомы треугольника, исправление матрицы различий в случае нарушения данной аксиомы. 3. Получение матрицы скалярных произведений. Нахождение собственных векторов и значений данной матрицы в программе Maxima. 4. Получение матрицы "объект-признак". Построение матрицы различий, нахождение погрешности путем сравнения полученной матрицы различий с исходной. 5. Интерпретация признаков, выполнение поворота и новой матрицы объект-признак при необходимости.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

1. Доказательство теоремы Торгерсона.

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

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

1. Нахождение собственных значений матриц  $AA^T$  и  $A^TA$  в программе Maxima. 2. Получение сингулярного разложения матрицы.

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

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

1. Исследование моделей роста численности популяции. 2. Исследование численных методов решения дифференциальных уравнений и систем.

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

Письменная работа , примерные вопросы:

1. Выбор необходимой математической модели, соответствующей поставленной задаче. 2. Нахождение постоянных величин, входящих в модель путем анализа начальных данных. 3. Численное решение системы дифференциальных уравнений модели в программе Maxima. Составление прогноза по изменению характеристик исследуемой модели. 4. Анализ решения в фазовой плоскости, нахождение стационарных точек и определение их типа.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

1. Анализ решений в фазовой плоскости, нахождение стационарных точек и определение их типа. 2. Исследование различных видов стационарных точек.

### **Итоговая форма контроля**

экзамен (в 8 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену:

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". Нормализация матрицы. Нахождение расстояния между объектами. Получение матрицы различий по матрице "объект-признак".
4. Вращение матрицы "объект-признак", матрица поворота. Ортогональные матрицы.
5. Собственные значения и собственные векторы матрицы. Спектральное разложение матрицы.
6. Экспериментальные методы получения матрицы различий.
7. Многомерное шкалирование. Метрический метод Торгерсона.
8. Проекция на подпространство, его матрица. Метод главных компонент. Сингулярное разложение матрицы.
9. Метод парных сравнений Саати. Выбор лучшего объекта.
10. Использование дифференциальных уравнений при моделировании социальных систем: модель мобилизации, логистическое уравнение.
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:

1. 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>
2. 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>
3. 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:

1. Экономико-математическое моделирование: Практическое пособие по решению задач / И.В. Орлова; ВЗФЭИ. - М.: Вузовский учебник, 2008. - 144 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-9558-0007-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/159293>
2. Прикладная социология: методология и методы: Учебное пособие / М.К. Горшков, Ф.Э. Шереги. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2009. - 416 с.: ил.; 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-98281-155-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/147600>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Документация к системе компьютерной алгебры Maxima -  
<http://maxima.sourceforge.net/ru/documentation.html>  
Линейная алгебра - <http://math.semestr.ru/>  
Математическое моделирование в социологии -  
<https://kpfu.ru/docs/F682490246/abzalilov-mmod.pdf>  
Матричный калькулятор - <http://matrixcalc.org/index.html>  
Метод главных компонент - <http://chemometrics.ru/materials/textbooks/pca.htm>  
Метод парных сравнений - <http://www.gorskiy.ru/Articles/Dmss/AHP.html>

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

Освоение дисциплины "Математические методы 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

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 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" и профилю подготовки Математическое и компьютерное моделирование .

Автор(ы):

Абзалилов Д.Ф. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Широкова Е.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.