

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 27.04.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы: Интеллектуальные технологии управления в технических системах, обработка и анализ данных

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.07
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 5;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	180 часов
<b>Лекции</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	2 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 145,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Лабораторная работа Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	2 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Толчеев В.О.
	Идентификатор	Rfbd680da-TolcheevVO-692f9924

В.О. Толчеев


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

А.В. Бобряков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

А.В. Бобряков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение особенностей анализа сложных систем управления и обработки информации в условиях неопределенности и ограниченных объемов экспериментальных данных.

### Задачи дисциплины

- освоение базовых принципов и методов моделирования и анализа сложных систем;
- изучение способов использования экспертной информации при анализе сложных систем;
- формирование навыков по обоснованному выбору наиболее эффективных моделей и методов решения практических задач.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub> Демонстрирует знание методов и критериев оценивания эффективности систем управления математическими методами	знать: - основные методы моделирования и анализа сложных систем, критерии оценки качества моделей.  уметь: - организовать сбор, обработку и анализ данных, оценивать точность моделей.
ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Демонстрирует способность разрабатывать критерии эффективности результатов разработки систем управления в соответствии с задачами управления и математические методы количественного представления их оценки	знать: - способы анализа сложных многокритериальных систем в условиях неопределенности и малых выборок.  уметь: - использовать методику анализа сложных систем при решении практических задач.
ОПК-9 Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	ИД-1 <sub>ОПК-9</sub> Демонстрирует знание методов планирования эксперимента на действующих объектах, обработки и анализа данных, включая интеллектуальные информационные технологии	знать: - статистические алгоритмы обработки и анализа данных, экспертные подходы к исследованию и интерпретации экспериментальной информации.  уметь: - применять интеллектуальные и статистические технологии для обработки и анализа данных, характеризующих функционирование сложных систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Интеллектуальные технологии управления в технических системах, обработка и анализ данных

(далее – ОПОП), направления подготовки 27.04.04 Управление в технических системах, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Способы моделирования и анализа систем в условиях неопределенности и недостатка экспериментальных данных	38	2	4	4	-	-	-	-	-	-	30	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к выполнению лабораторной работы №1: «Сбор информации для проведения анализа». Для выполнения заданий лабораторной работы необходимо изучить лекционный материал по темам 1и 2, а также составить исходную таблицу для исследования.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 5-9, 25-31 [2], стр. 246-258 [4], стр. 18-24, 110-112, 145-146, 458-461</p>	
1.1	Методология моделирования и анализа сложных систем	19		2	2	-	-	-	-	-	-	-	15		-
1.2	Технологии получения дополнительной информации об объектах	19		2	2	-	-	-	-	-	-	-	15		-
2	Моделирование и анализ сложных многокритериальных систем управления	42		6	4	-	-	-	-	-	-	-	32		-
2.1	Моделирование и анализ систем в условиях риска и неопределенности	20		2	2	-	-	-	-	-	-	-	16		-
2.2	Задачи экспертного анализа систем	22		4	2	-	-	-	-	-	-	-	16		-

													[2], стр. 58-65, 373-380, 16-23, 228-243 [4], стр. 29-31, 380-390	
3	Присвоение весов критериям, метод Фишберна	27	2	4	-	-	-	-	-	-	-	21	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к выполнению лабораторной работы №3: «Построение и сравнительный анализ моделей». Для выполнения заданий лабораторной работы необходимо изучить лекционный материал по темам 1 и 2. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 77-99
3.1	Аналогия между ансамблем моделей и группой экспертов	14	1	2	-	-	-	-	-	-	-	11	-	
3.2	Сравнительный анализ индивидуальных и коллективных моделей	13	1	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
4	Проверка качества моделей	37	4	4	-	-	-	-	-	-	-	29	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к выполнению лабораторной работы №4: «Исследование качества моделей с помощью непараметрических критериев». Для выполнения заданий лабораторной работы необходимо изучить лекционный материал по темам 1 и 2, а также подготовить данные для проведения исследования. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 101-111 [4], стр. 410-411,444-445
4.1	Тестирование моделей	18	2	2	-	-	-	-	-	-	-	14	-	
4.2	Использование непараметрических статистических критериев для оценки качества модели	19	2	2	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	16	16	-	-	2	-	-	0.5	112	33.5		
	Итого за семестр	180.0	16	16	-	-	2	-	-	0.5	145.5			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Способы моделирования и анализа систем в условиях неопределенности и недостатка экспериментальных данных

##### 1.1. Методология моделирования и анализа сложных систем

Моделирование как метод познания. Этапы моделирования. Классификация моделей. Многокритериальность реальных систем управления.

##### 1.2. Технологии получения дополнительной информации об объектах

Понятие сложных неформализованных систем управления. Применение машинного обучения и экспертных оценок при анализе сложных систем.

#### 2. Моделирование и анализ сложных многокритериальных систем управления

##### 2.1. Моделирование и анализ систем в условиях риска и неопределенности

Виды неопределенности. Объективная и субъективная вероятности. Моделирование и анализ систем на основе статистического подхода. Теорема Байеса. Принятие решений на основе байесовского подхода. Моделирование на основе технологий искусственного интеллекта.

##### 2.2. Задачи экспертного анализа систем

Экспертное моделирование, прогнозирование и классификация. Определение размера экспертной группы. Методы извлечения знаний от экспертов. Виды экспертных оценок. Способы формирования критериев и отбора экспертов. Метод Дельфи. Статистические методы обработки экспертных оценок. Преимущества и недостатки экспертного анализа. Присвоение весов критериям, метод Фишберна.

#### 3. Присвоение весов критериям, метод Фишберна

##### 3.1. Аналогия между ансамблем моделей и группой экспертов

Понятие слабого классификатора. Построение однородных и неоднородных ансамблей классификаторов.

##### 3.2. Сравнительный анализ индивидуальных и коллективных моделей

Теорема Кондорсе. Обоснование целесообразности построения ансамблей. Области применения ансамблевых моделей.

#### 4. Проверка качества моделей

##### 4.1. Тестирование моделей

Способы проверки и подтверждения достоверности модели. Оценка адекватности модели. Верификация и валидация. Робастность и устойчивость моделей. Сравнительный анализ моделей.

##### 4.2. Использование непараметрических статистических критериев для оценки качества модели

Непараметрические критерии на независимых выборках (Вальда-Вольфовица, Манна-Уитни). Непараметрические критерии на зависимых выборках (серий, Вилкоксона, Фридмана). Непараметрические критерии для номинальных переменных.

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Лабораторная работа №3: «Построение и сравнительный анализ моделей»;
2. Лабораторная работа №4: «Исследование качества моделей с помощью непараметрических критериев»;
3. Лабораторная работа №1: «Сбор информации для проведения анализа»;
4. Лабораторная работа №2: «Статистические методы обработки и анализа экспертных оценок».

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Консультации направлены на разбор наиболее сложных аспектов лекционного материала, ответы на вопросы студентов и анализ ошибок, допущенных в ходе выполнения контрольных работ и защит лабораторных работ.
2. Консультации направлены на разбор наиболее сложных аспектов лекционного материала, ответы на вопросы студентов и анализ ошибок, допущенных в ходе выполнения контрольных работ и защит лабораторных работ.
3. Консультации направлены на разбор наиболее сложных аспектов лекционного материала, объяснения последовательности выполнения расчетного задания, ответы на вопросы студентов и анализ ошибок, допущенных в ходе выполнения контрольных работ и защит лабораторных работ.
4. Консультации направлены на разбор наиболее сложных аспектов лекционного материала, объяснения последовательности выполнения расчетного задания, ответы на вопросы студентов и анализ ошибок, допущенных в ходе выполнения контрольных работ и защит лабораторных работ.

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
основные методы моделирования и анализа сложных систем, критерии оценки качества моделей	ИД-1ОПК-4	+				Контрольная работа/Контрольная работа
способы анализа сложных многокритериальных систем в условиях неопределенности и малых выборок	ИД-2ОПК-4	+	+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1
статистические алгоритмы обработки и анализа данных, экспертные подходы к исследованию и интерпретации экспериментальной информации	ИД-1ОПК-9		+	+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2
<b>Уметь:</b>						
организовать сбор, обработку и анализ данных, оценивать точность моделей	ИД-1ОПК-4		+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1
использовать методику анализа сложных систем при решении практических задач	ИД-2ОПК-4				+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3
применять интеллектуальные и статистические технологии для обработки и анализа данных, характеризующих функционирование сложных систем	ИД-1ОПК-9		+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №4

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**2 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы №4 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №2)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для бакалавров, для вузов по направлениям "Информатика и вычислительная техника" и "Информационные системы" / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев, С.-Петербург. гос. электротехнический ун-т. – 7-е изд. – М. : Юрайт, 2012. – 343 с. – (Бакалавр). – ISBN 978-5-9916-1580-8.;
2. Орлов, А. И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений : учебное пособие для вузов по направлению 658400 "Организация и управление наукоемкими производствами", специальности 073900 "Менеджмент высоких технологий", а также для технических и инженерно-экономических специальностей / А. И. Орлов. – Ростов-на-Дону : МарТ, 2005. – 496 с. – (Учебный курс). – ISBN 5-241-00629-X.;
3. Толчеев, В. О. Основы теории классификации многомерных наблюдений : учебное пособие по курсу "Идентификация и диагностика систем" по специальности "Управление и информатика в технических системах" / В. О. Толчеев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Издательский дом МЭИ, 2012. – 124 с. – ISBN 978-5-383-00690-0.  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=3463>;
4. А. И. Орлов- "Прикладная статистика", Издательство: "Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)", Москва, 2009 - (846 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234537>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Python.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
17. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-304а/1, Учебная лаборатория моделирования систем	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска

	и анализа данных	маркерная, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-304а/2, Учебная лаборатория моделирования систем и анализа данных	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-309, Кладовая	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря
	М-301/1, Кладовая	стул

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Анализ сложных систем

(название дисциплины)

## 2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа (Контрольная работа)  
 КМ-2 Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)  
 КМ-3 Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)  
 КМ-4 Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)  
 КМ-5 Защита лабораторной работы №4 (Лабораторная работа)

## Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	8	10	12	14	16
1	Способы моделирования и анализа систем в условиях неопределенности и недостатка экспериментальных данных						
1.1	Методология моделирования и анализа сложных систем		+	+			
1.2	Технологии получения дополнительной информации об объектах		+	+			
2	Моделирование и анализ сложных многокритериальных систем управления						
2.1	Моделирование и анализ систем в условиях риска и неопределенности			+	+		+
2.2	Задачи экспертного анализа систем			+	+		+
3	Присвоение весов критериям, метод Фишберна						
3.1	Аналогия между ансамблем моделей и группой экспертов				+		+
3.2	Сравнительный анализ индивидуальных и коллективных моделей				+		+
4	Проверка качества моделей						
4.1	Тестирование моделей					+	+
4.2	Использование непараметрических статистических критериев для оценки качества модели					+	+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20