

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: Управление и информатика в технических системах

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

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

Москва 2023

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 _{ОПК-4} 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 _{ОПК-4} 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 _{ОПК-9} 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 Управление и информатика в технических системах (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><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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 №4: «Исследование качества моделей с помощью непараметрических критериев»;
2. Лабораторная работа №3: «Построение и сравнительный анализ моделей»;
3. Лабораторная работа №2: «Статистические методы обработки и анализа экспертных оценок»;
4. Лабораторная работа №1: «Сбор информации для проведения анализа».

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	
Знать:						
основные методы моделирования и анализа сложных систем, критерии оценки качества моделей	ИД-1ОПК-4	+				Контрольная работа/Контрольная работа №1
способы анализа сложных многокритериальных систем в условиях неопределенности и малых выборок	ИД-2ОПК-4	+	+			Контрольная работа/Контрольная работа №2
статистические алгоритмы обработки и анализа данных, экспертные подходы к исследованию и интерпретации экспериментальной информации	ИД-1ОПК-9		+	+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2
Уметь:						
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 №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 (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
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-201, Компьютерный читальный зал	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 №1 (Контрольная работа)
 КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
 КМ-3 Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
 КМ-4 Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)
 КМ-5 Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)
 КМ-6 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	КМ-6
		Неделя КМ:	4	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, %:			10	10	20	20	20	20