

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

| | |
|--|--|
| 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 2024

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 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><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 |