МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Институт цифровой экономики и инноваций
Цифровой экономики



УТВЕРЖДЕНО
Директор
Семидоцкий В.А.
Протокол от 04.05.2026 № 24

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ»

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 27.04.03 Системный анализ и управление

Направленность (профиль)подготовки: Управление технологическим и международным развитием АПК

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 2 года

Объем: в зачетных единицах: 10 з.е.
в академических часах: 360 ак.ч.

2026

Разработчики:
Профессор, кафедра цифровая кафедра Яроцкая Е.В.

Декан факультета, факультет прикладной информатики
Замотайлова Д.А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.04.03 Системный анализ и управление, утвержденного приказом Минобрнауки от 29.07.2020 № 837, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Системный аналитик", утвержден приказом Минтруда России от 27.04.2023 № 367н; "Руководитель проектов в области информационных технологий", утвержден приказом Минтруда России от 27.04.2023 № 369н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1		Председатель методической комиссии/совета	Семидоцкий В.А.	Согласовано	04.05.2026, № 10
2		Руководитель образовательной программы	Яроцкая Е.В.	Согласовано	04.05.2026, № 24

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - Цель освоения дисциплины «Математическое и компьютерное моделирование сложных систем» состоит в формировании у обучающихся теоретических знаний и практических навыков формализации сложных систем, построения и анализа математических моделей, а также компьютерной реализации моделей в программной среде Python для проведения вычислительных экспериментов, сценарного анализа и интерпретации результатов в интересах решения прикладных задач.

Задачи изучения дисциплины:

- Освоение понятийного аппарата и классификации моделей сложных систем, включая балансовые, структурные, матричные и динамические модели.;
- Формирование навыков формализации системы, определения границ, элементов и связей, выделения входов, выходов и состояний.;
- Развитие умений задавать переменные, параметры, ограничения и допущения, обосновывать область применимости модели.;
- Освоение методов построения математических моделей в форме балансовых соотношений, систем уравнений, динамических моделей дискретного и непрерывного времени, а также представления в пространстве состояний.;
- Формирование навыков качественного анализа модели, включая интерпретацию обратных связей, равновесия и устойчивости результатов.;
- Освоение принципов масштабирования и нормализации, обеспечивающих сопоставимость показателей и корректность вычислительных экспериментов.;
- Формирование умений выполнять калибровку параметров модели по данным или сценарным предпосылкам, проводить верификацию и валидацию модели.;
- Освоение подходов к компьютерной реализации математических моделей в Python, организации вычислительного эксперимента, обеспечению воспроизводимости расчётов и представлению результатов.;
- Развитие навыков интерпретации результатов моделирования, подготовки аналитических выводов и рекомендаций по результатам сценарного анализа..

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-2 Способен формулировать задачи управления в техни-ческих системах и обосно-вывать методы их решения.

ОПК-2.1 Формулирует задачи управления в изу-чаемых системах, определяет цели, параметры и условия, необходимые для выбора подходов к их решению

Знать:

ОПК-2.1/Зн1 Основы системного анализа и теории управления сложными системами

ОПК-2.1/Зн2 Методы постановки задач управления и определения целей в сложных системах

ОПК-2.1/Зн3 Критерии эффективности управления и оценки параметров системы

ОПК-2.1/Зн4 Современные подходы и методы моделирования динамических процессов в управлении

ОПК-2.1/Зн5 Терминологию и классификацию методов управления

Уметь:

ОПК-2.1/Ум1 Определять основные элементы и характеристики исследуемых систем

ОПК-2.1/Ум2 Формулировать задачи управления и определять цели системы

ОПК-2.1/Ум3 Анализировать параметры и условия функционирования системы для выбора оптимального подхода к управлению

ОПК-2.1/Ум4 Разрабатывать модели и схемы управления для конкретных ситуаций

ОПК-2.1/Ум5 Оценивать эффективность предложенных решений управления

Владеть:

ОПК-2.1/Нв1 Использование специализированных программных средств и инструментов моделирования систем

ОПК-2.1/Нв2 Применение математических моделей и методов оптимизации при решении управленческих задач

ОПК-2.1/Нв3 Работа с информационными технологиями для сбора и обработки данных о системе

ОПК-2.1/Нв4 Проведение аналитической работы по оценке состояния и динамики развития системы

ОПК-2.1/Нв5 Координация деятельности различных подразделений организации для эффективного решения управленческих задач

ОПК-2.2 Выбирает и обосновывает методы ре-шения задач управления в изучаемых системах, учитывая их особенности, поставленные цели и требования к ре-зультатам.

Знать:

ОПК-2.2/Зн1 Принципы системного подхода и их применение при управлении сложными системами

ОПК-2.2/Зн2 Методы математического моделирования и их использование для описания и анализа динамических процессов в управляемых системах

ОПК-2.2/Зн3 Критерии эффективности различных методов управления и способы их оценки

ОПК-2.2/Зн4 Современные подходы и теории принятия управленческих решений

ОПК-2.2/Зн5 Терминологию и классификацию методов управления

Уметь:

ОПК-2.2/Ум1 Определять ключевые характеристики и особенности конкретной управляемой системы

ОПК-2.2/Ум2 Анализировать постановку задачи управления и выявлять основные цели и ограничения

ОПК-2.2/Ум3 Выбирать подходящие методы управления исходя из специфики системы и поставленных целей

ОПК-2.2/Ум4 Обосновывать выбор метода управления с учетом его преимуществ и недостатков

ОПК-2.2/Ум5 Оценивать эффективность выбранного метода управления и корректировать его параметры по мере необходимости

Владеть:

ОПК-2.2/Нв1 Использование программного обеспечения и инструментов для моделирования и анализа сложных систем

ОПК-2.2/Нв2 Проведение экспериментов и симуляций для проверки гипотез и выбора оптимальных стратегий управления

ОПК-2.2/Нв3 Работа с базами данных и информационными системами для сбора и обработки информации о системе управления

ОПК-2.2/Нв4 Подготовка отчетов и презентаций по результатам анализа и выбора методов управления

ОПК-2.2/Нв5 Участие в командной работе над проектами управления сложными системами

ОПК-3 Способен решать задачи системного анализа и управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники

ОПК-3.1 Анализирует изучаемые системы с ис-пользованием современных подходов системного анализа, выбирает научно обоснованные методы и модели для решения проектных и исследовательских задач

Знать:

ОПК-3.1/Зн1 Принципы и концепции современного системного анализа

ОПК-3.1/Зн2 Методы и подходы к моделированию сложных систем

ОПК-3.1/Зн3 Современные математические и инструментальные средства системного анализа

ОПК-3.1/Зн4 Критерии оценки качества моделей и методов системного анализа

ОПК-3.1/Зн5 Специализированную терминологию и обозначения системного анализа

Уметь:

ОПК-3.1/Ум1 Применять современные методы и подходы системного анализа при изучении различных объектов и процессов

ОПК-3.1/Ум2 Разрабатывать и выбирать адекватные модели для описания исследуемых систем

ОПК-3.1/Ум3 Использовать специализированные программные средства и пакеты прикладных программ для проведения системного анализа

ОПК-3.1/Ум4 Оценивать применимость выбранных методов и моделей в конкретных условиях

ОПК-3.1/Ум5 Оформлять результаты системного анализа в виде научных отчетов и публикаций

Владеть:

ОПК-3.1/Нв1 Использование специализированных пакетов прикладных программ для моделирования и анализа систем

ОПК-3.1/Нв2 Проведение комплексных исследований по выбору эффективных методов и моделей системного анализа

ОПК-3.1/Нв3 Работа в команде над проектами системного анализа с распределением ролей и обязанностей

ОПК-3.1/Нв4 Организация и проведение семинаров и тренингов по применению методов системного анализа

ОПК-3.1/Нв5 Самостоятельное обучение и повышение квалификации в области системного анализа

ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности технических систем методами системного анализа и управления

ОПК-4.1 Применяет методы системного анализа для оценки эффективности изучаемых технических систем, включая работу с данными и интерпретацию результатов анализа

Знать:

ОПК-4.1/Зн1 Принципы и методы системного анализа технических систем

ОПК-4.1/Зн2 Критерии и показатели эффективности технических систем

ОПК-4.1/Зн3 Методы сбора и обработки данных о технических системах

ОПК-4.1/Зн4 Алгоритмы и программное обеспечение для проведения системного анализа

ОПК-4.1/Зн5 Терминологию и стандарты описания технических систем

Уметь:

ОПК-4.1/Ум1 Определять цели и задачи системного анализа технических систем

ОПК-4.1/Ум2 Собирать и обрабатывать данные о технических системах

ОПК-4.1/Ум3 Проводить анализ эффективности технических систем с использованием методов системного анализа

ОПК-4.1/Ум4 Интерпретировать результаты системного анализа и делать выводы об эффективности технических систем

ОПК-4.1/Ум5 Представлять результаты анализа в виде отчетов и презентаций

Владеть:

ОПК-4.1/Нв1 Использование специализированных программных средств для проведения системного анализа

ОПК-4.1/Нв2 Применение методов статистической обработки данных при анализе технических систем

ОПК-4.1/Нв3 Разработка моделей технических систем для целей системного анализа

ОПК-4.1/Нв4 Работа в команде над проектами по оценке эффективности технических систем

ОПК-4.1/Нв5 Проведение экспертизы технических решений на предмет их соответствия критериям эффективности

ОПК-6 Способен применять методы математического, функционального и системного анализа для решения задач моделирования, исследования и синтеза автоматического управления техническими объектами

ОПК-6.1 Строит математические, функциональные и системные модели изучаемых технических и иных систем и анализирует их поведение для подготовки проектных или аналитических решений

Знать:

ОПК-6.1/Зн1 Основы теории математического моделирования технических и социальных систем

ОПК-6.1/Зн2 Методы построения функциональных моделей сложных систем

ОПК-6.1/Зн3 Принципы создания системных моделей динамических процессов

ОПК-6.1/Зн4 Критерии оценки адекватности построенных моделей реальным объектам

ОПК-6.1/Зн5 Терминологию и обозначения, используемые при создании математических моделей

Уметь:

ОПК-6.1/Ум1 Построение математической модели реальной технической системы на основе заданных исходных данных

ОПК-6.1/Ум2 Анализ функционального поведения созданной модели для выявления основных закономерностей и зависимостей

ОПК-6.1/Ум3 Разработка системной модели сложной технической системы с учетом ее взаимодействий и связей

ОПК-6.1/Ум4 Оценка соответствия построенной модели реальному объекту по заданным критериям

ОПК-6.1/Ум5 Применение методов компьютерного моделирования для исследования динамики сложных систем

Владеть:

ОПК-6.1/Нв1 Использование специализированных программных средств для автоматизации процесса построения математических моделей

ОПК-6.1/Нв2 Работа с пакетами прикладных программ для анализа и визуализации результатов моделирования

ОПК-6.1/Нв3 Создание имитационных моделей сложных технических систем с использованием современных инструментальных средств

ОПК-6.1/Нв4 Проведение сравнительного анализа различных вариантов моделей одной и той же системы

ОПК-6.1/Нв5 Формулирование рекомендаций на основе полученных результатов моделирования для принятия управленческих решений

ОПК-7 Способен выбирать методы и разрабатывать на их основе алгоритмы и программы для решения задач автоматического управления сложными объектами

ОПК-7.1 Анализирует и сопоставляет методы автоматического управления, выбирая подходящие решения для поставленных задач в изучаемых объектах

Знать:

ОПК-7.1/Зн1 Принципы функционирования систем автоматического управления

ОПК-7.1/Зн2 Методы математического моделирования динамических систем

ОПК-7.1/Зн3 Критерии устойчивости и качества процессов управления

ОПК-7.1/Зн4 Современные подходы к выбору методов автоматического управления

ОПК-7.1/Зн5 Терминологию и основные понятия теории автоматического управления

Уметь:

ОПК-7.1/Ум1 Проводить анализ существующих методов автоматического управления

ОПК-7.1/Ум2 Моделировать динамические системы с использованием специализированных программных средств

ОПК-7.1/Ум3 Оценивать устойчивость и качество работы автоматических систем управления

ОПК-7.1/Ум4 Применять методики выбора оптимальных методов управления для конкретных объектов

ОПК-7.1/Ум5 Составлять рекомендации по автоматизации технологических процессов

Владеть:

ОПК-7.1/Нв1 Использование программного обеспечения для моделирования и анализа динамических систем

ОПК-7.1/Нв2 Применение инструментальных средств оценки эффективности методов управления

ОПК-7.1/Нв3 Разработка алгоритмов автоматизированного управления на основе полученных моделей

ОПК-7.1/Нв4 Проведение сравнительного анализа различных методов управления

ОПК-7.1/Нв5 Формирование решений по внедрению автоматических систем управления на практике

ОПК-7.2 Разрабатывает и реализует алгоритмы автоматического управления с учётом характеристик и требований к изучаемым объектам

Знать:

ОПК-7.2/Зн1 Основы теории автоматического управления и регулирования

ОПК-7.2/Зн2 Методы математического моделирования динамических систем

ОПК-7.2/Зн3 Принципы построения и функционирования автоматических регуляторов и контроллеров

ОПК-7.2/Зн4 Критерии устойчивости и качества процессов управления

ОПК-7.2/Зн5 Термины и понятия, используемые при проектировании и эксплуатации автоматизированных систем

Уметь:

ОПК-7.2/Ум1 Проводить идентификацию объектов управления на основе экспериментальных данных

ОПК-7.2/Ум2 Разрабатывать математические модели объектов управления

ОПК-7.2/Ум3 Проектировать структуры и параметры автоматических регуляторов

ОПК-7.2/Ум4 Реализовывать алгоритмы управления в программной среде

ОПК-7.2/Ум5 Оценивать эффективность разработанных алгоритмов управления по критериям устойчивости и точности

Владеть:

ОПК-7.2/Нв1 Использование специализированных пакетов программного обеспечения для моделирования и анализа динамических систем

ОПК-7.2/Нв2 Применение методов оптимизации параметров регуляторов

ОПК-7.2/Нв3 Интеграция аппаратных и программных средств в автоматизированные системы управления

ОПК-7.2/Нв4 Проведение испытаний и отладки автоматических систем управления

ОПК-7.2/Нв5 Документирование результатов проектирования и разработки автоматизированных систем управления

ОПК-9 Способен разрабатывать новые и модифицировать существующие методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами в условиях регулярной и хаотической динамики

ОПК-9.1 Разрабатывает методы системного анализа, учитывающие особенности адаптивного и робастного управления изучаемыми объектами

Знать:

ОПК-9.1/Зн1 Основы теории адаптивных и робастных систем управления

ОПК-9.1/Зн2 Методы математического моделирования динамических объектов

ОПК-9.1/Зн3 Принципы построения моделей неопределенности и их влияние на качество управления

ОПК-9.1/Зн4 Критерии устойчивости и точности адаптивных и робастных систем

ОПК-9.1/Зн5 Терминологию и методологические подходы к разработке методов системного анализа

Уметь:

ОПК-9.1/Ум1 Применять методы математического моделирования при анализе динамических объектов

ОПК-9.1/Ум2 Оценивать устойчивость и точность разрабатываемых моделей управления

ОПК-9.1/Ум3 Разрабатывать алгоритмы адаптации параметров системы управления

ОПК-9.1/Ум4 Анализировать и выбирать оптимальные стратегии управления в условиях неопределенности

ОПК-9.1/Ум5 Оформлять результаты исследований в виде научных публикаций и отчетов

Владеть:

ОПК-9.1/Нв1 Использование специализированных программных средств для моделирования и анализа динамических систем

ОПК-9.1/Нв2 Применение методов оптимизации параметров моделей управления

ОПК-9.1/Нв3 Работа с инструментальными средствами оценки качества управления

ОПК-9.1/Нв4 Формирование навыков командной работы при решении задач системного анализа и управления

ОПК-9.1/Нв5 Самостоятельное планирование и выполнение научно-исследовательских проектов

ОПК-9.2 Модифицирует существующие методы системного анализа, адаптируя их к изменениям условий функционирования изучаемых объектов

Знать:

ОПК-9.2/Зн1 Принципы и методы системного анализа и управления

ОПК-9.2/Зн2 Современные подходы и тенденции развития методов системного анализа

ОПК-9.2/Зн3 Критерии оценки эффективности модифицированных методов системного анализа

ОПК-9.2/Зн4 Алгоритмы адаптации существующих методов системного анализа к изменяющимся условиям

ОПК-9.2/Зн5 Терминологию и классификацию методов системного анализа

Уметь:

ОПК-9.2/Ум1 Определять условия изменения функционирования изучаемого объекта

ОПК-9.2/Ум2 Анализировать влияние изменений условий на эффективность применяемых методов системного анализа

ОПК-9.2/Ум3 Разрабатывать алгоритмы модификации существующих методов системного анализа

ОПК-9.2/Ум4 Применять модифицированные методы системного анализа для решения практических задач

ОПК-9.2/Ум5 Оценивать результаты применения модифицированных методов системного анализа

Владеть:

ОПК-9.2/Нв1 Использование специализированных программных средств и инструментов системного анализа

ОПК-9.2/Нв2 Работа с большими объемами данных и информационными системами при анализе и проектировании

ОПК-9.2/Нв3 Проведение аналитических исследований и подготовка отчетов по результатам анализа

ОПК-9.2/Нв4 Координация деятельности междисциплинарных команд специалистов при решении сложных проблем

ОПК-9.2/Нв5 Обучение и консультирование коллег по применению модифицированных методов системного анализа

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Математическое и компьютерное моделирование сложных систем» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 1, 2.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Первый семестр	180	5	49	3	32	14	77	Экзамен (54)
Второй семестр	180	5	60	6	22	32	93	Курсовой проект Экзамен (27)
Всего	360	10	109	9	54	46	170	81

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. 1 семестр	**123**		**32**	**14**	**77**	ОПК-2.1
Тема 1.1. Понятие математической модели сложной системы. Классификация моделей	7		2		5	ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-4.1 ОПК-6.1
Тема 1.2. Формализация сложной системы, границы, элементы, связи, входы и выходы	7		2		5	ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-9.1 ОПК-9.2
Тема 1.3. Переменные и параметры модели	8		2	1	5	
Тема 1.4. Балансовые модели сложных систем	8		2	1	5	
Тема 1.5. Структурные модели, графы и матрицы связей	8		2	1	5	
Тема 1.6. Матричные модели сложных систем	8		2	1	5	
Тема 1.7. Нелинейные зависимости в моделях сложных систем	8		2	1	5	

Тема 1.8. Модели динамики в дискретном времени	8		2	1	5	
Тема 1.9. Модели динамики в непрерывном времени	8		2	1	5	
Тема 1.10. Модели в пространстве состояний	8		2	1	5	
Тема 1.11. Обратные связи в сложных системах	8		2	1	5	
Тема 1.12. Масштабирование и нормализация в математических моделях	8		2	1	5	
Тема 1.13. Идентифицируемость и наблюдаемость математических моделей	8		2	1	5	
Тема 1.14. Калибровка параметров модели по данным	8		2	1	5	
Тема 1.15. Верификация и валидация математических моделей	8		2	1	5	
Тема 1.16. Практико-ориентированные кейсы математического моделирования сложных систем в агросистемах	5		2	1	2	
Раздел 2. 2 семестр	**147**		**22**	**32**	**93**	ОПК-2.1
Тема 2.1. Компьютерное моделирование сложных систем	16		2	4	10	ОПК-2.2 ОПК-3.1
Тема 2.2. Инструментарий компьютерного моделирования на базе Python	11		2	4	5	ОПК-4.1 ОПК-6.1 ОПК-7.1
Тема 2.3. Численная реализация динамических моделей, дискретизация и вычислительная устойчивость	16		2	4	10	ОПК-7.2 ОПК-9.1 ОПК-9.2
Тема 2.4. Организация вычислительного эксперимента и воспроизводимость результатов	14		2	2	10	
Тема 2.5. Параметрическая настройка и идентификация вычислительных моделей по данным	9		2	2	5	
Тема 2.6. Сценарный анализ и многовариантные расчёты	16		2	4	10	
Тема 2.7. Анализ чувствительности вычислительной модели и устойчивость результатов	7		2	2	3	
Тема 2.8. Оптимизационные расчёты на основе компьютерной модели	16		2	4	10	

Тема 2.9. Нейросетевое моделирование динамики, аппроксимация и модели-заместители	14		2	2	10	
Тема 2.10. Визуализация результатов компьютерного моделирования	14		2	2	10	
Тема 2.11. Встраивание вычислительной модели в контур мониторинга и управления	14		2	2	10	
Раздел 3. Промежуточная аттестация	**9**	**9**				ОПК-2.1 ОПК-2.2
Тема 3.1. Экзамен	3	3				ОПК-3.1 ОПК-4.1 ОПК-6.1
Тема 3.2. Экзамен	3	3				ОПК-7.1 ОПК-7.2
Тема 3.3. Курсовой проект	3	3				ОПК-9.1 ОПК-9.2
Итого	**279**	**9**	**54**	**46**	**170**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. 1 семестр
(Лекционные занятия - 32ч.; Практические занятия - 14ч.; Самостоятельная работа - 77ч.)

Тема 1.1. Понятие математической модели сложной системы. Классификация моделей
(Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Объект и модель. Цели моделирования. Уровни абстракции. Классификационные признаки моделей

Тема 1.2. Формализация сложной системы, границы, элементы, связи, входы и выходы
(Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Декомпозиция системы. Контекст и ограничения. Входы, выходы, состояния. Карта связей

Тема 1.3. Переменные и параметры модели
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Ограничения и допущения. Переменные состояния и управления. Параметры. Ограничения. Допущения. Область применимости.

Тема 1.4. Балансовые модели сложных систем
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Баланс ресурсов и потоков. Материальный и финансовый баланс. Балансовые ограничения. Проверка согласованности

Тема 1.5. Структурные модели, графы и матрицы связей
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Графовая модель системы. Матрица смежности. Матрица влияния. Интерпретация связей

Тема 1.6. Матричные модели сложных систем
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)

Системы уравнений Система уравнений как модель. Матричная запись. Решение и интерпретация. Чувствительность к параметрам.

Тема 1.7. Нелинейные зависимости в моделях сложных систем
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Нелинейность и пороговые эффекты. Насыщение. Ограничения мощностей. Приближение и линеаризация

Тема 1.8. Модели динамики в дискретном времени
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Разностные уравнения Дискретизация времени. Рекуррентные зависимости. Лаги и запаздывания. Траектории системы

Тема 1.9. Модели динамики в непрерывном времени
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Дифференциальные уравнения. Непрерывная динамика. Скорость изменения. Типовые формы ОДУ. Начальные условия

Тема 1.10. Модели в пространстве состояний
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Вектор состояния. Управляющие воздействия. Наблюдения и измерения. Представление модели в форме состояния

Тема 1.11. Обратные связи в сложных системах
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Устойчивость и равновесие. Отрицательная и положительная обратная связь. Равновесие. Устойчивость. Переходные процессы.

Тема 1.12. Масштабирование и нормализация в математических моделях
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Единицы измерения. Безразмерные величины. Нормализация данных и параметров. Выбор масштаба времени

Тема 1.13. Идентифицируемость и наблюдаемость математических моделей
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Наблюдаемость. Идентифицируемость параметров. Минимальные требования к данным. Ограничения по структуре модели

Тема 1.14. Калибровка параметров модели по данным
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Подбор параметров. Критерии качества. Ошибка модели и данных. Регуляризация

Тема 1.15. Верификация и валидация математических моделей
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Проверка корректности модели. Сопоставление с данными. Тестовые сценарии. Анализ адекватности

Тема 1.16. Практико-ориентированные кейсы математического моделирования сложных систем в агросистемах
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)
Постановка кейса. Формализация системы. Выбор типа модели. Параметры и исходные данные. Интерпретация результатов

Раздел 2. 2 семестр
(Лекционные занятия - 22ч.; Практические занятия - 32ч.; Самостоятельная работа - 93ч.)

Тема 2.1. Компьютерное моделирование сложных систем
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)
Понятие и этапы построения вычислительной модели Переход от математической модели к вычислительной. Структура вычислительного эксперимента. Входные данные и параметры. Выходные показатели и отчётные формы

Тема 2.2. Инструментарий компьютерного моделирования на базе Python
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Python и Jupyter. Библиотеки NumPy, SciPy, pandas. Организация проекта и файлов. Среда выполнения и зависимости

Тема 2.3. Численная реализация динамических моделей, дискретизация и вычислительная устойчивость
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)
Дискретизация времени. Численное интегрирование. Шаг расчёта. Погрешности и устойчивость. Проверка корректности

Тема 2.4. Организация вычислительного эксперимента и воспроизводимость результатов
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)
План эксперимента. Наборы сценариев. Фиксация параметров. Повторяемость расчётов. Оформление результатов

Тема 2.5. Параметрическая настройка и идентификация вычислительных моделей по данным
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Подбор параметров. Критерии согласования. Разделение данных. Ошибки измерений. Оценка качества настройки

Тема 2.6. Сценарный анализ и многовариантные расчёты
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)
Сценарии и предпосылки. Серии прогонов. Сравнение сценариев. Интерпретация различий. Выводы для управления

Тема 2.7. Анализ чувствительности вычислительной модели и устойчивость результатов
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)
Варьирование параметров. Чувствительность показателей. Выявление критических факторов. Устойчивость выводов. Робастность

Тема 2.8. Оптимизационные расчёты на основе компьютерной модели
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)
Постановка задачи оптимизации. Ограничения и критерии. Поиск решений. Сравнение альтернатив. Анализ компромиссов

Тема 2.9. Нейросетевое моделирование динамики, аппроксимация и модели-заместители
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)
Аппроксимация зависимостей. Модели-заместители. Обучение на данных моделирования. Оценка качества. Ограничения применения

Тема 2.10. Визуализация результатов компьютерного моделирования
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)
Графики и диаграммы. Визуализация динамики. Сводные таблицы. Интерпретация результатов. Подготовка отчётных материалов

Тема 2.11. Встраивание вычислительной модели в контур мониторинга и управления
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)
Связь модели и данных. Обновление параметров. Поддержка управленческих решений. Прикладные кейсы. Этические и организационные ограничения

Раздел 3. Промежуточная аттестация
(Внеаудиторная контактная работа - 9ч.)

Тема 3.1. Экзамен
(Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)
Экзамен

Тема 3.2. Экзамен
(Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)
Экзамен

Тема 3.3. Курсовой проект
(Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)
Курсовой проект

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. 1 семестр

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что наиболее точно описывает математическую модель сложной системы?

А) Набор программных модулей для автоматизации расчётов
б) Формализованное описание объекта, отражающее существенные связи и зависимости
в) Любая таблица исходных данных по системе
г) Регламент управления системой

2. Что относится к параметрам модели?

А) Величины, которые изменяются во времени как состояние системы
б) Управляющие воздействия, задаваемые в каждом шаге расчёта
в) Постоянные или настраиваемые коэффициенты, определяющие поведение модели
г) Выходные показатели, получаемые по результатам расчёта

3. В балансовой модели ключевым принципом является

А) Максимизация целевой функции
б) Сохранение ресурсов, согласование входов, выходов и запасов
в) Обязательное использование случайных величин
г) Представление системы только в виде графа

4. Матрица смежности в структурной модели системы используется для

А) Описания численных методов интегрирования
б) Фиксации наличия связей между элементами системы
в) Вычисления ошибки валидации
г) Расчёта оптимального управления

5. Что относится к параметрам модели?

Что относится к параметрам модели?

6. В чём заключается ключевой принцип балансовой модели?

В чём заключается ключевой принцип балансовой модели?

7. Для чего используется матрица смежности в структурной модели?

Для чего используется матрица смежности в структурной модели?

8. В чём основная идея модели в пространстве состояний?

А) Описание системы только через внешние входы и выходы без внутренних переменных
б) Представление динамики через вектор состояния и правило его изменения во времени
в) Замена математической модели текстовым описанием процессов
г) Описание системы исключительно вероятностными распределениями

9. В чём основная идея модели в пространстве состояний?

В чём основная идея модели в пространстве состояний?

10. Верификация модели означает

А) Проверку корректности реализации и логики модели как формального описания
б) Оценку соответствия модели реальным данным и объекту
в) Выбор оптимального сценария управления
г) Сбор данных для калибровки

11. Что означает устойчивость модели в окрестности равновесия в прикладном смысле?

А) Любые возмущения приводят к неограниченному росту показателей
б) После малых возмущений система возвращается к равновесному состоянию или остаётся близко к нему
в) Модель не зависит от параметров
г) Равновесие возможно только при нулевых входах

12. Что является обязательным элементом воспроизводимости вычислительного эксперимента?

А) Использование только одного компьютера
б) Фиксация исходных данных, параметров, версий библиотек и сценариев расчёта
в) Проведение расчётов только вручную
г) Публикация результатов без исходных настроек

13. Что в наибольшей степени влияет на точность численного решения динамической модели?

Что в наибольшей степени влияет на точность численного решения динамической модели?

14. Что является обязательным элементом воспроизводимости вычислительного эксперимента?

Что является обязательным элементом воспроизводимости вычислительного эксперимента?

15. Что означает устойчивость модели в окрестности равновесия в прикладном смысле?

А) Любые возмущения приводят к неограниченному росту показателей
б) После малых возмущений система возвращается к равновесному состоянию или остаётся близко к нему
в) Модель не зависит от параметров
г) Равновесие возможно только при нулевых входах

16. Что означает валидация модели?

Что означает валидация модели?

Раздел 2. 2 семестр

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Укажите правильную последовательность действий при формулировании задач управления в технических системах.

Определение целей управления системой - a
Разработка математической модели системы - b
Выбор методов управления системой - c

1. Укажите правильную последовательность действий при формулировании задач управления в технических системах.

Определение целей управления системой - a
Разработка математической модели системы - b
Выбор методов управления системой - c

2. Сопоставьте задачи управления с методами их решения. Метод 1: Оптимизация производственных процессов. Метод 2: Управление спросом и предложением.

Задача управления качеством продукции - Метод 1
Задача управления запасами сырья - Метод 2

2. Сопоставьте задачи управления с методами их решения. Метод 1: Оптимизация производственных процессов. Метод 2: Управление спросом и предложением.

Задача управления качеством продукции - Метод 1
Задача управления запасами сырья - Метод 2

3. Укажите правильную последовательность действий при решении задач управления в технических системах.

Определение целей и задач управления техническими системами - a
Разработка моделей управления техническими системами - b
Оценка эффективности управления техническими системами - c

3. Укажите правильную последовательность действий при решении задач управления в технических системах.

Определение целей и задач управления техническими системами - a
Разработка моделей управления техническими системами - b
Оценка эффективности управления техническими системами - c

4. Сопоставьте методы системного анализа с их применением в технических системах.

Метод анализа сложных систем - Для оценки устойчивости и прогнозирования поведения сложных технических систем
Метод моделирования динамических систем - Для моделирования и прогнозирования поведения динамических технических систем

4. Сопоставьте методы системного анализа с их применением в технических системах.

Метод анализа сложных систем - Для оценки устойчивости и прогнозирования поведения сложных технических систем
Метод моделирования динамических систем - Для моделирования и прогнозирования поведения динамических технических систем

5. Укажите правильную последовательность действий при оценке эффективности технических систем методами системного анализа и управления.

Определение целей и задач системы - c
Сбор и анализ данных о системе - a
Оценка эффективности системы методами системного анализа - b

5. Укажите правильную последовательность действий при оценке эффективности технических систем методами системного анализа и управления.

Определение целей и задач системы - c
Сбор и анализ данных о системе - a
Оценка эффективности системы методами системного анализа - b

6. Сопоставьте методы системного анализа с их применением в технических системах. Метод декомпозиции системы и метод анализа критических путей требуют правильного сопоставления.

Метод декомпозиции системы - Разбиение сложной системы на более простые компоненты для анализа и управления
Метод анализа критических путей - Определение критических этапов и временных рамок для выполнения проекта или процесса

6. Сопоставьте методы системного анализа с их применением в технических системах. Метод декомпозиции системы и метод анализа критических путей требуют правильного сопоставления.

Метод декомпозиции системы - Разбиение сложной системы на более простые компоненты для анализа и управления

Метод анализа критических путей - Определение критических этапов и временных рамок для выполнения проекта или процесса

7. Укажите правильную последовательность действий при моделировании и управлении сложными техническими системами.

Моделирование динамики системы - 1

Анализ чувствительности системы - 2

Оптимизация параметров системы - 3

Оценка устойчивости системы - 4

Синтез управления системой - 5

7. Укажите правильную последовательность действий при моделировании и управлении сложными техническими системами.

Моделирование динамики системы - 1

Анализ чувствительности системы - 2

Оптимизация параметров системы - 3

Оценка устойчивости системы - 4

Синтез управления системой - 5

8. Сопоставьте методы системного анализа с их применением в технических системах. Метод декомпозиции системы и метод анализа критических путей требуют правильного сопоставления.

Метод декомпозиции системы - Разбиение сложной системы на более простые компоненты для анализа и управления

Метод анализа критических путей - Определение критических этапов и временных ограничений для оптимизации процесса

8. Сопоставьте методы системного анализа с их применением в технических системах. Метод декомпозиции системы и метод анализа критических путей требуют правильного сопоставления.

Метод декомпозиции системы - Разбиение сложной системы на более простые компоненты для анализа и управления

Метод анализа критических путей - Определение критических этапов и временных ограничений для оптимизации процесса

9. Укажите правильную последовательность действий при разработке алгоритмов управления сложными техническими системами.

Разработка алгоритма управления - 1

Моделирование динамики системы - 2

Оценка эффективности управления - 3

9. Укажите правильную последовательность действий при разработке алгоритмов управления сложными техническими системами.

Разработка алгоритма управления - 1

Моделирование динамики системы - 2

Оценка эффективности управления - 3

10. Сопоставьте методы автоматического управления с их применением в сложных технических системах. Метод динамического программирования соответствует ... . Метод теории игр соответствует ... .

Метод динамического программирования - Оптимизация сложных процессов управления

Метод теории игр - Стратегическое управление сложными объектами

10. Сопоставьте методы автоматического управления с их применением в сложных технических системах. Метод динамического программирования соответствует ... . Метод теории игр соответствует ... .

Метод динамического программирования - Оптимизация сложных процессов управления
Метод теории игр - Стратегическое управление сложными объектами

11. Каким образом можно охарактеризовать задачу разработки новых методов системного анализа для управления техническими объектами в условиях хаотической динамики?

Каким образом можно охарактеризовать задачу разработки новых методов системного анализа для управления техническими объектами в условиях хаотической динамики?

11. Каким образом можно охарактеризовать задачу разработки новых методов системного анализа для управления техническими объектами в условиях хаотической динамики?

Каким образом можно охарактеризовать задачу разработки новых методов системного анализа для управления техническими объектами в условиях хаотической динамики?

Раздел 3. Промежуточная аттестация

Форма контроля/оценочное средство:

Вопросы/Задания:

.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Первый семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-4.1 ОПК-6.1 ОПК-7.1 ОПК-9.1 ОПК-2.2 ОПК-7.2 ОПК-9.2

Вопросы/Задания:

1. 1. Определение математической модели сложной системы.
2. Основные цели математического моделирования сложных систем.
3. Уровни абстракции модели и их влияние на результаты моделирования.
4. Признаки классификации математических моделей.
5. Объект моделирования и модель, различия и взаимосвязь.
6. Формализация сложной системы, основные этапы.
7. Граница системы и критерии её выбора.
8. Элементы системы и связи между элементами.
9. Входы и выходы системы, примеры.
10. Состояние системы, понятие и примеры.
11. Декомпозиция сложной системы в моделировании.
12. Контекст и ограничения при формализации системы.
13. Карта связей, назначение и правила построения.
14. Переменные модели, основные виды.
15. Параметры модели, назначение и примеры.
16. Переменные состояния и переменные управления.
17. Ограничения модели, виды и способы задания.
18. Допущения модели и область применимо

2. 16. Переменные состояния и переменные управления.
17. Ограничения модели, виды и способы задания.
18. Допущения модели и область применимости.
19. Балансовая модель, понятие и назначение.
20. Баланс ресурсов и потоков в модели.
21. Материальный баланс и финансовый баланс, различия.
22. Балансовые ограничения и проверка согласованности модели.
23. Структурная модель системы, понятие.
24. Графовая модель системы, основные элементы.
25. Матрица смежности, назначение и интерпретация.
26. Матрица влияния, назначение и интерпретация.
27. Интерпретация связей в структурной модели.
28. Матричная модель сложной системы, понятие.
29. Система уравнений как модель, назначение.
30. Матричная запись системы уравнений, смысл.

3. 31. Решение матричной модели и интерпретация результата.
32. Чувствительность матричной модели к параметрам.
33. Нелинейность в моделях сложных систем, источники.
34. Пороговые эффекты в моделях сложных систем.
35. Насыщение в моделях, смысл и примеры.
36. Ограничения мощностей и их отражение в модели.
37. Приближение и линеаризация нелинейных зависимостей.
38. Динамическая модель в дискретном времени, понятие.
39. Разностные уравнения, назначение и примеры.
40. Дискретизация времени в моделировании, смысл.
41. Рекуррентные зависимости в динамических моделях.
42. Лаги и запаздывания в моделях, назначение.
43. Траектория системы в динамической модели.
44. Динамическая модель в непрерывном времени, понятие.
45. Дифференциальные уравнения как форма модели динамики.

4. 39. Разностные уравнения, назначение и примеры.
40. Дискретизация времени в моделировании, смысл.
41. Рекуррентные зависимости в динамических моделях.
42. Лаги и запаздывания в моделях, назначение.
43. Траектория системы в динамической модели.
44. Динамическая модель в непрерывном времени, понятие.
45. Дифференциальные уравнения как форма модели динамики.
46. Скорость изменения переменных, интерпретация в модели.
47. Типовые формы ОДУ в моделировании динамики.
48. Начальные условия и их роль в динамической модели.
49. Пространство состояний, понятие.
50. Вектор состояния, назначение и примеры.

5. 29. Система уравнений как модель, назначение.
30. Матричная запись системы уравнений, смысл.
31. Решение матричной модели и интерпретация результата.
32. Чувствительность матричной модели к параметрам.
33. Нелинейность в моделях сложных систем, источники.
34. Пороговые эффекты в моделях сложных систем.
35. Насыщение в моделях, смысл и примеры.
36. Ограничения мощностей и их отражение в модели.
37. Приближение и линеаризация нелинейных зависимостей.
38. Динамическая модель в дискретном времени, понятие.
39. Разностные уравнения, назначение и примеры.
40. Дискретизация времени в моделировании, смысл.
41. Рекуррентные зависимости в динамических моделях.

6. 50. Вектор состояния, назначение и примеры.
51. Управляющие воздействия в модели, понятие.
52. Наблюдения и измерения в модели, роль и ограничения.
53. Представление модели в форме состояния, структура.
54. Обратная связь, понятие и назначение.
55. Отрицательная обратная связь и её влияние на систему.
56. Положительная обратная связь и её влияние на систему.
57. Равновесие системы, понятие.
58. Устойчивость модели, понятие и критерии на качественном уровне.
59. Переходные процессы в динамических системах.
60. Масштабирование и нормализация в математических моделях.

Второй семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-4.1 ОПК-6.1 ОПК-7.1 ОПК-9.1 ОПК-2.2 ОПК-7.2 ОПК-9.2

Вопросы/Задания:

7. 1. Компьютерное моделирование сложных систем, понятие.
2. Вычислительная модель и математическая модель, различия и связь.
3. Жизненный цикл вычислительной модели.
4. Этапы построения компьютерной модели.
5. Входные данные вычислительной модели, виды и требования.
6. Параметры вычислительной модели, назначение.
7. Выходные показатели вычислительной модели.
8. Структура вычислительного эксперимента.
9. Критерии качества компьютерной модели.
10. Ограничения применимости вычислительной модели.
11. Python как среда для компьютерного моделирования.
12. Организация проекта компьютерного моделирования в Python.
13. Требования к структуре файлов и данных в проекте.

8. 11. Python как среда для компьютерного моделирования.
12. Организация проекта компьютерного моделирования в Python.
13. Требования к структуре файлов и данных в проекте.
14. Управление зависимостями и версиями библиотек.
15. Документирование вычислительных моделей и экспериментов.
16. Воспроизводимость результатов компьютерного моделирования.
17. Дискретизация времени в компьютерной реализации динамических моделей.
18. Выбор шага расчёта и его влияние на результат.
19. Численное интегрирование, назначение.
20. Погрешности численных методов, виды.

9. 21. Устойчивость численного решения, понятие.
22. Контроль погрешности при численном интегрировании.
23. Проверка корректности вычислительной реализации модели.
24. Тестовые расчёты и контрольные примеры.
25. План вычислительного эксперимента, назначение.
26. Наборы сценариев в вычислительном эксперименте.
27. Фиксация параметров и условий расчёта.
28. Серии прогонов и сравнение результатов.
29. Интерпретация результатов вычислительного эксперимента.
30. Представление результатов для управленческих выводов.
31. Сценарный анализ, назначение в компьютерном моделировании.
32. Предпосылки сценариев и их документирование.
33. Критерии сравнения сценариев.
34. Параметрическая настройка вычислительной модели, понятие.

10. 35. Калибровка модели по данным, назначение.
36. Критерии согласования модели с данными.
37. Разделение данных для настройки и проверки модели.
38. Ошибки измерений и их влияние на настройку модели.
39. Оценка качества настройки вычислительной модели.
40. Анализ чувствительности, назначение.
41. Методы варьирования параметров в анализе чувствительности.
42. Чувствительность показателей к параметрам, интерпретация.
43. Выявление критических факторов по результатам чувствительности.
44. Устойчивость выводов по результатам моделирования.
45. Робастность результатов, понятие.
46. Оптимизационные расчёты на основе компьютерной модели, назначение.
47. Постановка оптимизационной задачи на основе модели.
48. Целевые функции в оптимизационных расчётах.

11. 28. Серии прогонов и сравнение результатов.
29. Интерпретация результатов вычислительного эксперимента.
30. Представление результатов для управленческих выводов.
31. Сценарный анализ, назначение в компьютерном моделировании.
32. Предпосылки сценариев и их документирование.
33. Критерии сравнения сценариев.
34. Параметрическая настройка вычислительной модели, понятие.
35. Калибровка модели по данным, назначение.
36. Критерии согласования модели с данными.
37. Разделение данных для настройки и проверки модели.
38. Ошибки измерений и их влияние на настройку модели.
39. Оценка качества настройки вычислительной модели.
40. Анализ чувствительности, назначение.
41. Методы варьирования параметров в анализе чувствительности.

12. 42. Чувствительность показателей к параметрам, интерпретация.
43. Выявление критических факторов по результатам чувствительности.
44. Устойчивость выводов по результатам моделирования.
45. Робастность результатов, понятие.
46. Оптимизационные расчёты на основе компьютерной модели, назначение.
47. Постановка оптимизационной задачи на основе модели.
48. Целевые функции в оптимизационных расчётах.
49. Ограничения в оптимизационных расчётах.
50. Сравнение альтернатив на основе результатов оптимизации.
51. Анализ компромиссов в оптимизационных задачах.
52. Нейросетевые методы в компьютерном моделировании, назначение.
53. Аппроксимация зависимостей нейросетями, смысл.
54. Модели-заместители, понятие и применение.
55. Обучение модели-заместителя на данных моделирования.
56. Ограничения применения нейросетевых моделей в задачах компьютерного моделирования.

Второй семестр, Курсовой проект
Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-4.1 ОПК-6.1 ОПК-7.1 ОПК-9.1 ОПК-2.2 ОПК-7.2 ОПК-9.2
Вопросы/Задания:

1. 1. Математическая и компьютерная модель жизненного цикла цифрового продукта в организации
2. Динамическая модель внедрения цифровой платформы в компании, этапы, эффекты, ограничения ресурсов
3. Модель технологической зрелости организации как динамической системы показателей
4. Модель портфеля цифровых проектов, распределение бюджета и ресурсов во времени
5. Модель производительности команды проекта, влияние загрузки, обучения, текучести
6. Модель сроков и стоимости проекта с обратными связями, переработки, изменения требований, качество
7. Модель управления изменениями в организации при цифровой трансформации
8. Модель качества сервиса и удовлетворённости пользователей как динамической системы
9. Модель очередей обращений в службе поддержки как баланс входящих и обработанных заявок
10. Модель управления знаниями в организации, накопление компетенций, обучение, утрата знаний
11.

2. 15. Модель управления лицензиями и программными ресурсами, ограничения, оптимизация использования
16. Модель цепочки поставок как система потоков, запасы, задержки, пропускные способности
17. Модель управления запасами в организации как динамический баланс поставок и потребления
18. Модель пропускной способности складско-распределительного центра, ограничения операций
19. Модель времени выполнения заказа, факторы задержек, сценарный анализ улучшений
20. Модель контроля качества в цепочке создания продукта, брак, доработки, обратная связь
21. Модель надёжности оборудования и планирования обслуживания на уровне показателей готовности
22. Модель динамики простоев и производственной доступности мощностей без углубления в технологию

3. 23. Модель энергопотребления предприятия как динамики нагрузки и мер эффективности
24. Модель показателей ESG для организации как система взаимосвязанных метрик и ограничений
25. Модель кадрового обеспечения цифровых компетенций, спрос на навыки, обучение, найм
26. Модель информационной безопасности как системы показателей уровня защищённости и ресурсов реагирования
27. Модель устойчивости бизнес-процессов к изменениям внешних условий, сценарии, пределы устойчивости
28. Модель интеграции корпоративных данных, качество данных, задержки, согласованность показателей
29. Нейросетевая модель-заместитель для ускорения сценарного анализа вычислительной модели показателей
30. Комплексный проект, математическая и компьютерная модель выбранной организационно-технологической системы с калибровкой, чувствительностью и сценариями

4. 7. Модель управления изменениями в организации при цифровой трансформации
8. Модель качества сервиса и удовлетворённости пользователей как динамической системы
9. Модель очередей обращений в службе поддержки как баланс входящих и обработанных заявок
10. Модель управления знаниями в организации, накопление компетенций, обучение, утрата знаний
11. Модель финансового потока цифрового проекта, инвестиции, операционные затраты, эффект
12. Модель динамики выручки цифрового сервиса с учётом привлечения и удержания пользователей
13. Модель ценообразования и спроса для цифрового продукта, сценарии эластичности
14. Модель затрат на ИТ-инфраструктуру организации, рост нагрузки и масштабирование
15. Модель управления лицензиями и программными ресурсами, ограничения, оптимизация использования
16. Модель цепочки поставок как система потоков, запасы, задержки, пропускные способности

5. 25. Модель кадрового обеспечения цифровых компетенций, спрос на навыки, обучение, найм
26. Модель информационной безопасности как системы показателей уровня защищённости и ресурсов реагирования
27. Модель устойчивости бизнес-процессов к изменениям внешних условий, сценарии, пределы устойчивости
28. Модель интеграции корпоративных данных, качество данных, задержки, согласованность показателей
29. Нейросетевая модель-заместитель для ускорения сценарного анализа вычислительной модели показателей
30. Комплексный проект, математическая и компьютерная модель выбранной организационно-технологической системы с калибровкой, чувствительностью и сценариями

6. Организации
2. Динамическая модель внедрения цифровой платформы в компании, этапы, эффекты, ограничения ресурсов
3. Модель технологической зрелости организации как динамической системы показателей
4. Модель портфеля цифровых проектов, распределение бюджета и ресурсов во времени
5. Модель производительности команды проекта, влияние загрузки, обучения, текучести
6. Модель сроков и стоимости проекта с обратными связями, переработки, изменения требований, качество
7. Модель управления изменениями в организации при цифровой трансформации
8. Модель качества сервиса и удовлетворённости пользователей как динамической системы
9. Модель очередей обращений в службе поддержки как баланс входящих и обработанных заявок
10. Модель управления знаниями в организации, накопление компетенций, обучение, утрата знаний

8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Васильков, Ю.В. Математическое моделирование объектов и систем автоматического управления: Учебное пособие / Ю.В. Васильков, Н.Н. Василькова.; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. - 428 с. - 978-5-9729-0386-3. - Текст: электронный // Общество с ограниченной ответственностью «ЗНАНИУМ»: [сайт]. - URL: https://znanium.com/cover/1167/1167744.jpg (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

2. Галустов, Г. Г. Математическое моделирование и прогнозирование в технических системах: Учебное пособие / Галустов Г.Г., Седов А.В. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2016. - 107 с.: ISBN 978-5-9275-1902-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/989948 (дата обращения: 21.06.2026). – Режим доступа: по подписке.

3. Пискажова, Т. В. Математическое моделирование объектов и систем управления : учебное пособие / Т. В. Пискажова, Т. В. Донцова, Г. Б. Даныкина. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 230 с. - ISBN 978-5-7638-4184-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1819599 (дата обращения: 21.06.2026). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Орлова, И. В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование : учебное пособие / И. В. Орлова, В. А. Половников. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2024. — 389 с. - ISBN 978-5-9558-0208-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2056791 (дата обращения: 21.06.2026). – Режим доступа: по подписке.

2. Черникова,, О. С. Компьютерное моделирование: учебное пособие / О. С. Черникова,, В. С. Карманов,. - Компьютерное моделирование - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2021. - 100 c. - 978-5-7782-4531-0. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/126562.html (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

3. Захаров,, О. В. Компьютерное моделирование технологических процессов и систем: учебное пособие / О. В. Захаров,. - Компьютерное моделирование технологических процессов и систем - Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2023. - 160 c. - 978-5-7433-3554-1. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/131666.html (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

4. Дмитриев,, В. М. Компьютерное моделирование систем: курс лекций / В. М. Дмитриев,, Т. В. Ганджа,, Т. Е. Григорьева,. - Компьютерное моделирование систем - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2020. - 260 c. - 978-5-4332-0284-9. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/152807.html (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://www.elibrary.ru/ - Научная электронная библиотека
2. http://www.iprbookshop.ru/ - IPRbook*
3. https://edu.kubsau.ru/ - Образовательный портал КубГАУ*
4. https://rosstat.gov.ru/ - Росстат

8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

– обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»;

– фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;

– организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;

– контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1 Microsoft Windows - операционная система.

2 Microsoft Office (включает Word, Excel, Power Point) - пакет офисных приложений.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1 Гарант - правовая, https://www.garant.ru/

2 Консультант - правовая, https://www.consultant.ru/
3 Научная электронная библиотека eLibrary - универсальная, https://elibrary.ru/
Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
1. Dr.Web;
2. 1С:Аналитика;
3. МойОфис;
4. ФинЭкАнализ ;
5. ПО "1С:Предприятие 8 ПРОФ.Клиентская лицензия на 100 и 50 рабочих мест";
6. Гарант;
7. Система тестирования INDIGO;
8. Microsoft Windows Professional 10;
9. 1С предприятие/ERP Агропромышленный комплекс;

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.

8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы бакалавриата, специлитета, магистратуры по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" и Блоку 3 "Государственная итоговая аттестация" в соответствии с учебным планом.
Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне его. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

Компьютерный класс
222гл
Интерактивная панель Samsung - 1 шт.
Компьютер персональный Aquarius i5/4Gb/500Gb/21,5" - 1 шт.
404эк
Персональный компьютер UNIVERSALD1 i5/16Gb/512GbSSD/23.8 - 1 шт.

Лекционный зал
310эк
Аудиосистема - 1 шт.
Интерактивный экран - 1 шт.
Маркерная доска - 1 шт.
Микрофон - 1 шт.
ПК - 1 шт.
Электронная доска - 1 шт.

9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Учебная работа по направлению подготовки осуществляется в форме контактной работы с преподавателем, самостоятельной работы обучающегося, текущей и промежуточной аттестаций, иных формах, предлагаемых университетом. Учебный материал дисциплины структурирован и его изучение производится в тематической последовательности. Содержание методических указаний должно соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и учебных программ по дисциплине. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале поддержки Moodl.

Методические указания по формам работы

Лекционные занятия

Передача значительного объема систематизированной информации в устной форме достаточно большой аудитории. Дает возможность экономно и систематично излагать учебный материал. Обучающиеся изучают лекционный материал, размещенный на портале поддержки обучения Moodl.

Практические занятия

Форма организации обучения, проводимая под руководством преподавателя и служащая для детализации, анализа, расширения, углубления, закрепления, применения (или выполнения разнообразных практических работ, упражнений) и контроля усвоения полученной на лекциях учебной информации. Практические занятия проводятся с использованием учебно-методических изданий, размещенных на образовательном портале университета.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объём дисциплины (модуля) в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачётных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Фонды оценочных средств адаптируются к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающимися.

Основные формы представления оценочных средств – в печатной форме или в форме электронного документа.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением зрения:

– устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;

– с использованием компьютера и специального ПО: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, дистанционные формы, если позволяет острота зрения - графические работы и др.;

– при возможности письменная проверка с использованием рельефно-точечной системы Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств (тифлотехнических средств): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением слуха:

– письменная проверка: контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;

– с использованием компьютера: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы и др.;

– при возможности устная проверка с использованием специальных технических средств (аудиосредств, средств коммуникации, звукоусиливающей аппаратуры и др.): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением опорно-двигательного аппарата:
– письменная проверка с использованием специальных технических средств (альтернативных средств ввода, управления компьютером и др.): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;
– устная проверка, с использованием специальных технических средств (средств коммуникаций): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;
– с использованием компьютера и специального ПО (альтернативных средств ввода и управления компьютером и др.): работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы предпочтительнее обучающимся, ограниченным в передвижении и др.
Адаптация процедуры проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ.
В ходе проведения промежуточной аттестации предусмотрено:
– предъявление обучающимся печатных и (или) электронных материалов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;
– возможность пользоваться индивидуальными устройствами и средствами, позволяющими адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом их индивидуальных особенностей;
– увеличение продолжительности проведения аттестации;
– возможность присутствия ассистента и оказания им необходимой помощи (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателем).
Формы промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ должны учитывать индивидуальные и психофизические особенности обучающегося/обучающихся по АОПОП ВО (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями зрения:
– предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскопечатную информацию в аудиальную или тактильную форму;
– возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;
– предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
– использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;
– использование инструментов «лупа», «прожектор» при работе с интерактивной доской;
– озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
– обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;
– наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;
– обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
– минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
– возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
– увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;
– минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
– применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей):
– возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
– предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
– применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
– опора на определенные и точные понятия;
– использование для иллюстрации конкретных примеров;
– применение вопросов для мониторинга понимания;
– разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
– увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
– наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
– увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, аппеляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
– обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания них;
– наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).
Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие):
– предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскопечатную информацию;
– наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимообратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации;
– наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
– наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);
– наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
– обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
– особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования; обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);
– чёткое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);
– соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на час¬ти; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);
– минимизация внешних шумов;
– предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
– сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения,

письма, зрительного восприятия с лица говорящего).
Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания):
– наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;
– наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
– наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;
– наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
– обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
– предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
– сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
– предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
– предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
– возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
– применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы;
– стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
– наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.

10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)