

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

Образовательно-научный институт экономики и управления (ИНЭУ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Митяков С.Н.

«23» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.Б.9 Моделирование динамических свойств организационно-
технических систем. Индустриальная динамика**

для подготовки магистров

Направление подготовки: 27.04.03 - Системный анализ и управление

Направленность: Цифровая трансформация производственных систем

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра: Цифровая экономика (ЦЭ)

Кафедра разработчик ЦЭ

Объем дисциплины 180/5

Промежуточная аттестация: зачет

Разработчик: Катаева Л.Ю., профессор

Нижний Новгород, 2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление», утвержденного приказом Минобрнауки России от «29» июля 2020 г. № 837, на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

Протокол от 28.01.2025 № 10

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры – разработчика «ЦЭ»
Протокол от 18.03.2025 № 1

Заведующий кафедрой
«18» марта 2025 г.

(подпись)

/Митяков С.Н.

Программа рекомендована к утверждению Ученым советом института, где реализуется данная программа

Протокол заседания № 3 от «22» апреля 2025 г.

Председатель Ученого совета ИНЭУ

Подпись

Митяков С.Н.

ФИО

«22» апреля 2025 г.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 27.04.03-цтпс-9

Начальник МО _____ Севрюкова Е.Г.

Заведующая отделом комплектования НТБ

Кабанина Н.И.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	8
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам	9
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	11
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда	14
6.2. Справочно-библиографическая литература	14
6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	14
6.4. Перечень журналов по профилю дисциплины.....	15
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)	15
7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	15
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	16
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	16
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	22
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	22
10.2. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях	23
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных занятиях	23
10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающегося	23
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ	23
11.1. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой.....	24
11.2. Типовые задания для текущего контроля	27
11.3. Типовые задания для практических занятий	28
ПРИЛОЖЕНИЕ	29

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины являются:

1. Обучение магистрантов ключевым принципам моделирования динамических свойств организационно-технических систем с использованием современных методов анализа и прогнозирования поведения сложных объектов.

2. Формирование компетенций в области построения, анализа и интерпретации моделей индустриальной динамики для оценки устойчивости, эффективности и развития организационно-технических систем.

3. Развитие практических навыков в применении инструментов моделирования и компьютерного анализа с целью повышения качества проектирования, управления и совершенствования технических и организационных структур.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- Освоение теоретических и практических основ моделирования динамики организационно-технических систем в условиях различных режимов функционирования и внешних воздействий.
- Получение глубокого понимания применимости современных методов моделирования и анализа динамических процессов для обоснованного принятия решений в управлении и развитии сложных систем.
- Формирование навыков и компетенций по интеграции методов «Моделирования динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика» в дальнейших дисциплинах и практических заданиях магистерской программы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика» включена в обязательный перечень дисциплин базовой части Б1 образовательной программы. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС3++, ОП ВО и УП по направлению подготовки 27.04.03 - Системный анализ и управление.

Дисциплина «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика» базируется на курсах бакалавриата и частично на первой части курса «Теория систем и системный анализ». Студент должен обладать базовыми знаниями в области информационных технологий, технических систем, а также теории систем и системного анализа

Освоение дисциплины «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика» необходимо для подготовки к процедуре защиты и защите выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ОП ВО по

направлению 27.04.03 - Системный анализ и управление:

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

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины			
	1	2	3	4
<i>ОПК-9</i>				
Теория систем и системный анализ	*	*		
Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика		*		
<i>Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</i>				*

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (ОП)

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-9 Способен разрабатывать новые и модифицировать существующие методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами в условиях регулярной и хаотической динамики.	ИОПК-9.1 Модифицирует существующие методы системного анализа для получения новых решений задач управления системами	Знать: – принципы системного подхода анализа поведения системы (ИОПК-9.1).	Уметь: - строить модель проблемной ситуации в виде модели запасов и потоков (ИОПК-9.1).	Владеть: – методами анализа системно-динамических моделей систем (ИОПК-9.1).	Вопросы по темам курса Задания для практических и самостоятельных работ Письменное тестирование вида вопрос-варианты ответов	Вопросы и задачи для зачета.
	ИОПК-9.2 Разрабатывает новые методы системного анализа для решения новых задач управления системами	Знать: – проблемы анализа поведения организационных систем (ИОПК-9.2).	Уметь: – новые методы имитационного моделирования поведения систем (ИОПК-9.2).	Владеть: – методами разработки новых методов построения системно-динамических моделей систем (ИОПК-9.2).	Вопросы по темам курса Задания для практических и самостоятельных работ Письменное тестирование вида вопрос-варианты ответов	Вопросы и задачи для зачета.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. 180 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		2 сем
Формат изучения дисциплины	очная	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	72	72
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	68	68
лабораторные работы (ЛР)	34	34
практические работы (ПР)	34	34
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	108	108
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	108	108
Подготовка к зачету (контроль)	-	-

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лаб. работы	Практические занятия				
ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3	Раздел 1. Введение в моделирование динамики систем							
	1.1. Принципы моделирования динамических процессов		4	4	12	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по материалам [6.1.3]. Подготовка к практической работе 1.		Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте
	1.2 Архитектуры моделей и стандарты описания		4	4	12	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по материалам [6.1.3]. Подготовка к лабораторной работе 1.		
	Раздел 2. Инструменты и методы анализа динамических процессов							
	2.1. Математические методы анализа динамических систем		4	4	12	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по материалам [6.1.2]. Подготовка к практической работе 2.		
	2.2 Применение компьютерных и интеллектуальных технологий		4	4	12	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по материалам [6.1.2].		
	2.3 Программные средства моделирования		6	6	24	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по материалам [6.1.2]. Подготовка к лабораторной работе 2.		Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лаб. работы	Практические занятия				
	Раздел 3. Практическое применение и управление развитием организационно-технических систем							
	3.1 Управление ресурсами в динамических системах		4	4	12	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по материалам [6.1.1]. Подготовка к контрольной работе		
	3.2 Планирование и оптимизация развития систем		4	4	12	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по материалам [6.1.1]. Подготовка к практической работе 3		
	3.3 Оценка эффективности и устойчивости систем		4	4	12	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по материалам [6.1.1]. Подготовка к лабораторной работе 3.		Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР		34	34	108			
	ИТОГО по дисциплине		34	34	108			

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам курса и примеры заданий для домашних и контрольных работ. Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета в 2 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Цифровая экономика».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения домашних/контрольных работ

Шкала оценивания	Контрольная неделя	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по системе «зачет», «незачёт».

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) – «зачет»	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) – «зачет»	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) – «зачет»	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) – «незачет»	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания выполнил в неполном объеме, практические навыки недостаточно сформированы.

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-9 Способен разрабатывать новые и модифицировать существующие методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами в условиях регулярной и хаотической динамики.	ИОПК-9.1 Модифицирует существующие методы системного анализа для получения новых решений задач управления системами	Не знает методы моделирования динамики; не понимает различие между регулярной и хаотической динамикой; не может применять методы анализа, моделирования и основы программирования для построения моделей; не способен работать с программными средствами моделирования.	Знает основные методы моделирования и анализа динамики; умеет применять их к базовым задачам, но допускает ошибки или затрудняется в объяснении принципов; владеет базовыми навыками работы с моделирующими программами (MATLAB, Simulink, Python и др.), требует подсказок или корректировки.	В основном понимает и правильно использует методы моделирования и анализа динамики; может объяснить и применять их при решении учебных и практических задач; самостоятельно работает с программным обеспечением для моделирования, допускает незначительные недочёты.	Свободно ориентируется в методах моделирования динамических свойств систем, может самостоятельно формулировать и решать профильные задачи, разрабатывает и внедряет программные решения различной сложности, грамотно объясняет принцип работы моделей и методы повышения устойчивости систем.
	ИОПК-9.2 Разрабатывает новые методы системного анализа для решения новых задач управления системами	Не знает этапы постановки и формализации задач моделирования; не умеет выдвигать или обосновывать новые подходы к анализу динамики; не может составить или оформить техническую документацию по моделям.	Знает основные этапы формулирования задач моделирования и требования к ним, может выделить основные параметры моделей, но формулирует с ошибками или недостаточно чётко; способен описать простые требования, испытывает трудности с подготовкой документации.	Чётко понимает и последовательно применяет методы формулирования задач и требований для построения новых моделей динамики; корректно готовит техническое описание и отчёты, допускает единичные неточности.	Глубоко понимает методы анализа, формулирования задач и требований к моделям; самостоятельно предлагает новые подходы и обоснованно доказывает их применимость; готовит профессиональную документацию для различных типов моделей, может адаптировать решения под разные организационно-технические системы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1	Должиков В. П.	Технологии наукоемких машиностроительных производств:	Санкт-Петербург : Лань, 2024	Учебное пособие для вузов	ЭБС «Лань»
6.1.2	Гайдук А. Р., Беляев В. Е., Пьявченко Т. А.	Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB	Санкт-Петербург : Лань, 2023.	Учебное пособие для вузов	ЭБС «Лань»
6.1.3	Баланов А. Н.	Автоматизация производства. Разработка и внедрение систем управления	Санкт-Петербург : Лань, 2024	Учебное пособие для вузов	ЭБС «Лань»

6.2. Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.2.1.	Максимов Н. А., Склеимин Ю. Б.	Индустрия 4.0: планирование производственных процессов	Москва : МАИ, 2023	монография	ЭБС «Лань»

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика» находятся на кафедре «Цифровая экономика».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика».

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика».

6.4 Перечень журналов по профилю дисциплины:

6.4.1 Журнал «Системы управления, связи и безопасности». Сайт - <https://sccs.intelgr.com/>

6.4.2. Журнал «Компьютерные исследования и моделирование». Сайт - <https://crm.ics.org.ru/journal/search/>

6.4.3 Журнал «Автоматизация в промышленности». Сайт - <http://www.avtprom.ru/>.

6.4.4 Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» . Сайт — <https://cyberleninka.ru>

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgaz.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
8. Научно-техническая библиотека НГТУ <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>. Электронные библиотечные системы. Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru/>.
9. Электронный каталог периодических изданий <http://library.nntu.nnov.ru/>
10. Гости Нормы, правила, стандарты и законодательство России <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/

3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- оформление результатов выполнения заданий на практических занятиях;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика»

могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 11.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

Адрес (местонахождение) помещения	Номер аудитории	Кол-во п.м. (комп)	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы*	Программное обеспечение	
					лицензионное, с указанием реквизитов подтверждающего документа	распространяемое по свободной лицензии
г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, корп. 1	1354	80	Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая; 2. Мультимедийный проектор Epson X12; 3. Компьютер PC с выходом на Epson X12, Intel Core7-3820/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500; 4. Стул – 34 шт.; 5. Парты – 18 шт.;	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	
г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, корп. 1	1305	12	Компьютерный класс (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, выполнения курсовых работ)	1. Персональные компьютеры PC AMD Athlon 64 X2 Dual Core Processor 4600+ 2.40 GHz/4 Gb RAM/ATI Radeon XI 200/HDD 250Gb/DVD-ROM, монитор 17", в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету-23шт; 2. Мультимедийный проектор BenQ; 3. Стол - 24шт.; 4. Рабочее место-1 шт.	1. Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Консультант Плюс (Договор №28-13/17-358); 3. 1С предприятие 8.1 (лиц. соглашение №800908353 с ЗАО «1С»); 4. Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 5. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 6. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	

г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28а, корп. 3	3214	30	Компьютерный класс (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, выполнения курсовых работ)	<p>1. Персональные компьютеры PC AMD Athlon 64 X2 Dual Core Processor 5000+ 2,60 GHz/4 Gb RAM/ATI Radeon1250/HD D 250 Gb/DVD-ROM; · Монитор 18", в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету - 15;</p> <p>2. Компьютерные столы – 16 шт.;</p> <p>3. Рабочие столы – 1 шт. ;</p> <p>4. Стулья – 39 шт. ;</p> <p>5. Парты – 12 шт.;</p> <p>6. Доска меловая – 1 шт.</p>	<p>Windows XP, Prof, S/P3 (ПодпискаDream Spark Premium договор №Tr113003 от 25.09.14); · 1С предприятие 8.1 (лиценз. соглашение №800908353 с ЗАО «1С» (бессрочное); · Microsoft Office 2007 стандартный (Word, Power Point, Access, Excel) (лицензия №43847744 бессрочное); · Math Cad 14.0 Professional (PKG-TL7517-FN, MMT-TL7517PN-T2 бессрочное); · Fox manager (лицен. соглашение №1728740 от 17.01.2013 «СофтЛайн Интернет Трейд» (бессрочное)); · Project Expert (лицензионное соглашение №21561N с ООО «Эксперт Системс» (бессроч.); Alt Finance 2 (лицензия, договор №6-12-023 от 12.09.2012, регистрационный номер 60909 от 15.11.2012 (бессрочная); · Process Modeler (демо-версия, http://erwin.com/resources/software-trials);</p> <p>3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)</p>	<p>Гарант аеро (бесплатная лицензия, http://www.aero.garant.ru/); Quick Sales 2 Free (демо-версия, https://crm.expert-systems.com/downloads); Process Modeler (демо-версия, http://erwin.com/resources/software-trials)</p>
--	------	----	---	---	---	--

г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28а, корп. 3	3215	30	Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая; 2. Мультимедийный проектор BenQ ; 3. Компьютер PC AMD Athlon 64 X2 Dual Core Processor 4600+ 2,40 GHz/1 Gb RAM/HDD 250 Gb/DVD-ROM, монитор 17"	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	
г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28а, корп. 3	3307	80	Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая. 2. Мультимедийный проектор. 3. Компьютер PC AMD Athlon 64 X2 Dual Core Processor 4600+ 2,40 GHz/1 Gb RAM/HDD 250 Gb/DVD-ROM, монитор 17" 4.Парты-26 шт. 5. Рабочее место -1	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	
г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12, корп. 6	6130	16	Компьютерный класс (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, выполнения курсовых работ)	1. Студенческие ПК -10шт; Intel Core i3-3210@ 3.2 GHz;4 Gb;HDGraphics Hdd 320Ggb, в LAN сети, с подключением к интернету, -1шт Intel Cel. CPUe3400@2.0Ghz ,HDGraph,4Gb,Hdd 250: 1-шт.Intel Pentium CPU G850@2.9Ghz 4Gb,Hdd 500Ggb;-2шт Intel Core i3;-1шт-AMD Athlon(TM)64 XII Dual Core 6400 2.9Ghz, 4Gb;Hdd 320 Ggb 2. Доска меловая; 3. Компьютерные столы - 16,	1. Windows10 Pro для учебных заведений (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian; 3. Free Pascal 2.6.4 4. Gimp 2.8.18; 5. MathCad 15 M010(PKG-7543-FN, MNT- PKG - 7543-FN-T2 договор № 28-13/13-057 от 26.02.13 бессрочное). 6 Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) 7. inkscape: 1.0.2_2021-01-15_e86c870879-x64 free ware 8. inkscape: 1.0.2_2021-01-15_e86c870879-x64 free ware	inkscape: 1.0.2_2021-01-15_e86c870879-x64 free ware Free Pascal 2.6.4 Gimp 2.10.20;

г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12, корп. 6	6131	16	Компьютерный класс (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, выполнения курсовых работ)	1. Студенческие ПК- 12 шт Intel Pentium CPU G850@2.9GHz,/4 Gb,Hdd 500Ggb 2 2.1-шт Преподавательский ПК CPU Pentium Dual Core E5300 @2.6GHz, 4Gb,HD Graphics,Hdd 250Ggb в LAN сети, с подключением к интернету; 3.Доска меловая; 4.Компьютерные столы -13	1. Windows 8.1 корпоративная лиц. 68980858 от 10.10.2017 2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian; 3. Free Pascal 2.6.4 4. Gimp 2.8.18; 5. MathCad 15 M010(PKG-7543-FN, MNT- PKG - 7543-FN-T2 6. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) 7. inkscape: 1.0.2_2021-01-15_e86c870879-x64 free ware	inkscape: 1.0.2_2021-01-15_e86c870879-x64 free ware Free Pascal 2.6.4 Gimp 2.10.20;
г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12, корп. 6	6421	36	Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Мультимедийный проектор PortableProjektor MPT840; 2. ПК с выходом на PortableProjektor MPT840, конфигурация которого: MB Asus на чипсете Nvidia/AMD AthlonXII CPU 2.8Ggz/ RAM 4 Ggb/SVGA Graphics +Ge-FORCE Nvidia GT210/HDD 250Ggb,, монитор 19 дюймов 3.Доска меловая;'экран 4.Парты – 20шт.; 5.Рабочее место – 30 чел	1. Windows7 32 bit корпоративная);VL 494877S2 2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian; 3. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 4. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	
г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12, корп. 6	6302	34	Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая; 2. Экран; 3.Мультимедийный Portable Epson efn-121 (переносной); 4. Ноутбук Sony Vaio: Intel Core2Duo@1.8Ghz;2Gb озу (переносной); 5. Стул – 34шт.;	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3 Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-	

				6. Парты – 20 шт.;	5U3U-JKGP от 20.05.2024)	
г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12, корп. 6	6304	34	Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая; 2. Экран 3. Мультимедийный Portable Epson efn-121 (переносной); 4. Ноутбук Sony Vaio: Intel Core2Duo@1.8Ghz; 2Gb озу (переносной); 5. Стул – 34 шт.; 6. Парты – 20 шт.;	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	
г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12, корп. 6	6405	28	Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая; 2. Экран ; 3. Мультимедийный Portable Epson EB-31; 4. Ноутбук Sony Vaio: Intel Core2Duo@1.8Ghz; 2Gb озу; 5. Стул – 20 шт.; 6. Парты – 20;	1. Windows Vista OEM Activation 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	
г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12, корп. 6	6409	34	Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая; 2. Экран 3. Мультимедийный приносимый Projektor MPT840 (переносной); 4. Ноутбук Sony Vaio: Intel Core2Duo@1.8Ghz; 2Gb озу (переносной); 5. Стул – 24 шт.; 6. Парты – 18 шт	1. Windows Vista OEM Activation 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лабораторных и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам приобретать навыки выполнения работ в коллективе, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных и практических занятиях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Яндекс.Телемост.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета (в 2-м семестре) с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным

требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных занятиях

Лабораторные занятия по дисциплине «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика» строятся на выполнении практических работ и проведении экспериментов с «запас–поток» моделями. Студенты самостоятельно создают и запускают симуляции в Excel, Python и специализированных пакетах, исследуют эффекты запаздываний и нелинейностей, калибруют параметры моделей по реальным или синтетическим данным и сравнивают полученные результаты с экспериментом.

Такая организация занятий позволяет не только проверить и уточнить усвоенные на лекциях теоретические положения, но и сформировать навык работы с инструментами индустриальной динамики, методами статистического анализа и параметрической идентификации. Все лабораторные отчёты оформляются в соответствии с технологической картой дисциплины и оцениваются по рейтинговой системе, что обеспечивает объективную интегральную оценку практических компетенций студентов.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ЦЭ».

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая опросы студентов, проверку выполнения расчетных заданий, кейсов и контрольных работ, а также зачет.

11.1 Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

1. Дайте определение понятий «запас» и «поток» в модели индустриальной динамики. Приведите примеры трёх типов запасов в ОТС.
2. Объясните роль положительных и отрицательных обратных связей в динамике ОТС. Как каждая из них влияет на устойчивость и развитие системы?
3. Что такое запаздывание («time delay») в моделировании динамических систем? Какие его виды выделяют и как оно влияет на переходные процессы?
4. Дайте определение устойчивости режима динамической системы. Назовите и кратко охарактеризуйте три типа переходных процессов (затухающие, нарастающие, критические).
5. Сравните непрерывное и дискретное моделирование ОТС. В каких ситуациях предпочтителен каждый из подходов?
6. Опишите основные этапы построения «запас–поток» модели в Excel или Python. Какие ключевые функции и библиотеки при этом используются?
7. Что такое анализ чувствительности модели? Перечислите и объясните два метода однофакторного анализа чувствительности.
8. Расскажите о процессе калибровки модели на основе экспериментальных данных. Какие критерии качества совпадения модели с реальностью вы примените?
9. Какие параметры модели управления запасами влияют на величину колебаний вокруг целевого уровня? Поясните их эффект на примере простейшей модели.
10. Что подразумевается под сценарным анализом в индустриальной динамике? Опишите этапы подготовки и сравнения нескольких сценариев управления.
11. Дайте определение «робастности» модели к случайным возмущениям. Какие статистические методы вы примените для её оценки?
12. В чём заключается концепция цифрового двойника ОТС? Какие преимущества даёт её внедрение для мониторинга и прогнозирования?
13. Опишите способы интеграции модели индустриальной динамики с производственными информационными системами (ERP/MES). Какие задачи при этом решаются?
14. Перечислите типичные источники неопределённости в динамических моделях ОТС и методы их учёта или уменьшения.
15. Как оценивается экономическая эффективность внедрения систем динамического моделирования на предприятии? Назовите основные показатели и методику их расчёта.
16. Запишите базовое уравнение «запас = запас₀ + ∫(пополнение – расход) dt». Объясните смысл каждого слагаемого.
17. Как вводятся нелинейные зависимости (например, насыщение или пороговые эффекты) в потоковые уравнения моделей ОТС?
18. Что такое системные архетипы в индустриальной динамике? Приведите два примера и опишите их смысл.

19. В чём суть архетипа «ограничения роста» (Limits to Growth)? Как он проявляется в реальной ОТС?
20. Сравните детерминированное моделирование и Монте-Карло-симуляции для оценки влияния неопределённостей.
21. Как выбор интегратора (например, метод Эйлера vs метод Рунге–Кутты) влияет на точность и устойчивость симуляции?
22. Объясните разницу между «уровневыми» (level) и «скоростными» (rate) переменными в модели «запас–поток».
23. Какие виды запаздываний (первого и второго порядка) используются в ОТС-моделях и как они математически формулируются?
24. Как моделировать информационные задержки при передаче данных о текущем уровне запаса в систему управления?
25. Опишите процедуру оценки постоянных времени («time constants») на основе экспериментальных переходных процессов.
26. Какие методы параметрической идентификации (наименьших квадратов, максимального правдоподобия) применимы для подгонки модели ОТС?
27. Объясните значение собственных значений (eigenvalues) матрицы линейной аппроксимации системы для анализа устойчивости.
28. Как на практике проверяется локальная устойчивость нелинейной динамической модели ОТС?
29. Каким образом вводятся в модель экзогенные переменные (внешние воздействия) и как они влияют на поведение системы?
30. Что представляет собой кросс-влияние (cross-impact analysis) факторов в сценарном моделировании и как его учитывать при построении сценариев?

Примеры тестовых заданий для промежуточной и текущей аттестации по разделам курса:

1. Что входит в базовую структуру модели динамики системы?
 - А) Только уравнения
 - В) Запасы, потоки и обратные связи (Правильный ответ)
 - С) Только графическое представление
2. Для чего строят причинно-следственную (каузальную) диаграмму?
 - А) Чтобы задать численные параметры
 - В) Чтобы наглядно показать связи между переменными (Правильный ответ)
 - С) Чтобы хранить результаты моделирования
3. Что обозначает «запас» (stock) в модели?
 - А) Скорость изменения величины
 - В) Накопленную в системе величину (Правильный ответ)
 - С) Связь между показателями
4. Что такое «поток» (flow) в системе динамики?
 - А) Прирост или убыль запаса за единицу времени (Правильный ответ)
 - В) Накопленная величина
 - С) Графическое соединение элементов
5. Чем отличается положительная обратная связь от отрицательной?
 - А) Усиливает изменения vs ограничивает изменения (Правильный ответ)
 - В) Одна числовая, другая графическая
 - С) Нет никакой разницы
6. Зачем вводят задержки (time delays) в модель?
 - А) Чтобы увеличить количество уравнений
 - В) Чтобы учитывать время отклика системных элементов (Правильный ответ)
 - С) Чтобы упростить расчёты

7. С чего начинают формализацию модели динамики?
 - A) С выбора цвета диаграммы
 - B) С определения границ системы и ключевых переменных (Правильный ответ)
 - C) С автоматического расчёта результатов
8. Почему важна проверка адекватности модели (validation)?
 - A) Чтобы убедиться, что модель правильно отражает поведение реальной системы (Правильный ответ)
 - B) Чтобы добавить больше переменных
 - C) Чтобы сократить время расчётов
9. Что показывает анализ чувствительности модели?
 - A) Как меняются результаты при изменении параметров (Правильный ответ)
 - B) Какой цвет лучше подходит для диаграммы
 - C) Как быстро устаревают данные
10. Что означает «сценарий» в контексте моделирования?
 - A) Набор исходных условий и изменений для расчёта разных вариантов развития системы (Правильный ответ)
 - B) Только график изменения одной переменной
 - C) Способ хранения результатов
11. Как называется процесс подбора параметров модели по экспериментальным или историческим данным?
 - A) Визуализация
 - B) Калибровка (Правильный ответ)
 - C) Оптимизация интерфейса
12. Для чего используют табличные зависимости в модели?
 - A) Для задания неточных или ступенчатых функций (Правильный ответ)
 - B) Для хранения логов
 - C) Для уменьшения числа переменных
13. Что такое равновесное состояние модели?
 - A) Состояние, при котором запасы больше нуля
 - B) Состояние, при котором потоки сбалансированы и переменные не меняются (Правильный ответ)
 - C) Состояние максимальной нестабильности
14. Какую роль играет анализ устойчивости в динамической модели?
 - A) Выявляет, при каких условиях система возвращается к равновесию (Правильный ответ)
 - B) Определяет цвет диаграммы
 - C) Сокращает число уравнений
15. Почему важно чётко выделять границы системы и её окружение?
 - A) Чтобы уменьшить объём данных
 - B) Чтобы понять, какие внешние воздействия нужно учитывать (Правильный ответ)
 - C) Чтобы создать больше диаграмм
16. В чём преимущество использования «сценарного» подхода?
 - A) Позволяет оценить разные варианты развития системы (Правильный ответ)
 - B) Убирает потребность в анализе чувствительности
 - C) Сокращает время подготовки отчёта
17. Что отражает качественное моделирование по сравнению с количественным?
 - A) Описывает общие связи и тенденции без точных чисел (Правильный ответ)
 - B) Всегда даёт точные прогнозы
 - C) Использует только формулы
18. Как влияет упрощение модели на результаты?
 - A) Снижает вычислительную нагрузку, но может снизить точность (Правильный ответ)

- ответ)
В) Всегда улучшает точность
С) Делает модель неприменимой
19. Зачем проводят верификацию модели?
А) Чтобы проверить, правильно ли реализованы уравнения и вычисления (Правильный ответ)
В) Чтобы подобрать цвет диаграмм
С) Чтобы увеличить число переменных
20. Что показывает сравнительный анализ нескольких вариантов параметров?
А) Варианты оформления отчёта
В) Устойчивость и чувствительность системы к изменениям (Правильный ответ)
С) Скорость работы программного обеспечения
21. Для чего нужны отчетные данные моделирования?
А) Для подтверждения выводов о поведении системы и принятия решений (Правильный ответ)
В) Чтобы увеличить количество цифр в отчёте
С) Чтобы показать возможности диаграмм
22. Что учитывает модель «цифрового двойника»?
А) Только внешний вид оборудования
В) Динамическое поведение реальной системы в реальном времени (Правильный ответ)
С) Только разовые измерения
23. Как внедрение моделей динамики поддерживает принятие решений?
А) Даёт количественную оценку эффектов разных вариантов (Правильный ответ)
В) Убирает потребность в данных
С) Делает процесс дорогостоящим без выгоды
24. Что помогает оценить анализ «что-если»?
А) Настройки интерфейса
В) Последствия изменений в ключевых параметрах системы (Правильный ответ)
С) Цвет диаграммы
25. Какова главная выгода применения динамических моделей в промышленности?
А) Формальное описание без практического смысла
В) Возможность прогнозировать и оптимизировать работу сложных систем (Правильный ответ)
С) Рост времени простоя оборудования

11.2. Типовые задания для текущего контроля

Пример задания для контрольной работы по разделу «Практическое применение и управление системами удаленной диагностики»

Теоретическая часть:

Определить основные различия между централизованной и распределённой архитектурой систем удалённой диагностики.

Привести примеры применения каждого типа архитектуры на практике.

Практическая часть:

Ситуация:

На предприятии работает система удалённой диагностики для контроля за оборудованием. Датчики температуры, вибрации и давления автоматически отправляют данные на сервер. Оператор ежедневно получает уведомления о состоянии устройств и технических отклонениях.

Задание:

1. Опиши, что должен сделать оператор, если система прислала сообщение о превышении температуры на одном из устройств.
2. Какие сведения из сообщения нужно обязательно передать инженеру для дальнейшего анализа?
3. Как можно проверить, что сработавший сигнал действительно свидетельствует о реальной проблеме, а не является ошибкой системы?
4. Почему важно сразу реагировать на сообщения удалённой диагностики?

11.3. Типовые задания для практических занятий

Практическая работа 1. Построение и симуляция простой «запас–поток» модели

• Задача: смоделировать склад готовой продукции с приходящим потоком производства и расходом на продажи.

• Шаги:

1. Определить величину «запаса» (уровень склада) и два потока – поступление продукции и отгрузку по спросу (спрос можно задать как случайный или фиксированный).
2. Разбить время на равные интервалы (например, час) и на каждом шаге пересчитывать запас: предыдущий запас плюс произведённое за шаг минус проданное.
3. Прогнать модель на фиксированном числе шагов (например, 100) и построить график изменения склада со временем вместе с графиками потока производства и продаж.
 - Проанализировать, при каких условиях склад устаканивается, растёт или испытывает дефицит, и как случайный спрос влияет на динамику.

Практическая работа 2. Введение обратной связи и задержки

• Задача: расширить предыдущую модель, чтобы производство регулировалось в зависимости от уровня склада с учётом задержки переналадки.

• Шаги:

1. Ввести целевой уровень склада и правило, по которому текущее производство зависит от разницы между целевым и прошлым уровнем запаса.
2. Учесть, что при заданной задержке система реагирует не мгновенно, а через несколько временных шагов.
3. Провести серию симуляций при разных коэффициентах усиления регулирования и разных задержках, строя графики изменения запаса.
4. На основе результатов оценить, как меняются амплитуда колебаний и время выхода на устойчивый режим.
 - Описать, как сила реакции и длина задержки влияют на устойчивость системы и делают управление более плавным или, наоборот, создают колебания.

Практическая работа 3. Сценарный анализ стратегий регулирования

- Задача: сравнить три стратегии управления производством (жёсткая, умеренная, мягкая) и выбрать оптимальную по критериям стабильности склада.
- Шаги:

1. Задать три набора параметров реакции и задержки для каждой стратегии.
2. Для каждого сценария выполнить симуляцию на том же горизонте времени и собрать показатели: среднее отклонение уровня склада от целевого и максимальную амплитуду колебаний.
3. Построить сравнительный график и таблицу с ключевыми метриками по всем трём сценариям.
 - Обосновать, какая стратегия обеспечивает наименьшие колебания и наиболее быстрое возвращение к заданному уровню, и как это сказывается на надёжности и эффективности системы.

11.4. Типовые задания для лабораторных занятий

Лабораторная работа 1. Построение и анализ простейшей «запас–поток» модели

Цель: получить навык формализации динамической системы и первичного анализа её поведения.

Шаги выполнения:

1. Спроектировать модель склада: одна переменная «Запас» плюс два потока «Пополнение» и «Сбыт».
2. Реализовать пошаговый расчёт (например, в Python или Excel): на каждом шаге новый запас = предыдущий запас + объём пополнения – объём сбыта.
3. Для сбыта задать закон формирования (случайные величины или заранее подготовленный ряд).
4. Смоделировать работу системы на горизонте, скажем, 100 шагов и построить графики запас–время, пополнение–время, сбыт–время.
5. Отчёт:
 - Приложить код или файл модели.
6. • Кратко (2–3 предложения) описать полученную динамику: устойчивое поддержание запаса, «качели» или тенденцию к дефициту/избытку.

Лабораторная работа 2. Введение обратных связей и анализ устойчивости

Цель: исследовать, как механизм управления запасом влияет на динамику и устойчивость системы.

Шаги выполнения:

1. Разработать правило регулирования пополнения на основе отклонения текущего (или отставшего на несколько шагов) запаса от заданного целевого уровня.
2. Реализовать модель с запаздыванием реакции (для этого при расчёте пополнения брать значение запаса несколько шагов назад).
3. Провести серию симуляций, меняя:
 4. – «силу» регулирования (насколько резко реагирует пополнение на отклонение);
 - длительность запаздывания (число шагов задержки).
5. Собрать и сравнить графики запас–время для разных сочетаний параметров.
6. Отчёт:
 - Приложить код/модель и итоговые графики.
7. • В 2–3 предложениях пояснить, при каких настройках система быстро выходит на целевой уровень без больших колебаний, а при каких – возникают затухающие или нарастающие колебания.

Лабораторная работа 3. Сценарный и статистический анализ под случайными возмущениями

Цель: оценить устойчивость и эффективность управления под случайными внешними шоками.

Шаги выполнения:

1. На основе модели из ЛР 2 ввести случайные «возмущения» в поток сбыта (например, нормальное распределение шумов или скачки спроса).
2. Для фиксированного набора параметров управления провести серию (не менее 50) прогонов с разными случайными реализациями – записать траектории запаса.
3. Рассчитать для каждого прогона ключевые статистики: среднее отклонение запаса от целевого, максимальную амплитуду колебаний.
4. Сравнить полученные статистики и визуализировать разброс результатов (например, ящиковыми диаграммами).
5. (Опционально) Повторить анализ для двух-трёх разных стратегий управления (жёсткая/умеренная/мягкая реакция).

Отчёт:

- Приложить код/модели, итоговые диаграммы и сводную таблицу статистик.
- В 2–3 предложениях обобщить: какая стратегия оказалась наиболее «робастной» к шумам и почему, и дать рекомендацию по выбору параметров для практического применения.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.Б.9 «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика»

ОП ВО по направлению: 27.04.03 - Системный анализ и управление

Направленность: Цифровая трансформация производственных систем

квалификация выпускника – магистр

Лапаевым Д.Н., д.э.н., профессором, зав. кафедрой «Управление инновационной деятельностью» НГТУ им. Р.Е. Алексеева, (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины **«Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика»** ОП ВО по направлению 27.04.03 - Системный анализ и управление, направленность «Цифровая трансформация производственных систем» (уровень обучения - магистратура), разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Цифровая экономика», разработчик – Катаева Л.Ю., д.ф.-м.н., профессор.

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 27.04.03 – «Системный анализ и управление». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части обязательных дисциплин учебного цикла – Б1.Б.9.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 27.04.03 – «Системный анализ и управление».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика» закреплена **компетенция ОПК-9**, индикаторы ИОПК-9.1 и ИОПК-9.2. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика» составляет 5 зачётных единиц (180 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОП ВО и Учебного плана по направлению 27.04.03 – «Системный анализ и управление» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 27.04.03 – «Системный анализ и управление».

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях,

участие в тестировании, работа над домашним заданием и аудиторных заданиях, выполнения лабораторных и практических работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части обязательных дисциплин учебного цикла – Б1.Б.9.

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой и дополнительной литературой, Интернет-ресурсами, и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 27.04.03 – «Системный анализ и управление».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Моделирование динамических свойств организационно-технических систем. Индустриальная динамика» ОП ВО по направлению 27.04.03 – «Системный анализ и управление» направленность «Цифровая трансформация производственных систем» (квалификация выпускника – магистр), разработанная профессором Катаевой Л.Ю., соответствует требованиям ФГОС ВО 3++, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Лапаев Д.Н., д.э.н., проф., зав. кафедрой «Управление инновационной деятельностью»

_____ « 21 » _____ марта _____ 2025 г.