Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Нижегородский институт управления – филиал РАНХиГС
(наименование института (факультета))
Кафедра математического моделирования в экономике и управлении
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕНО
И.о. директора Нижегородского института управления – филиала РАНХиГС

Лебедева Екатерина Александровна
Подписано цифровой подписью: Лебедева Екатерина Александровна
Дата: 2025.06.18 09:39:11 +03'00'

ПРОГРАММА МАГИСТРАТУРЫ

«Информационные технологии в государственном и муниципальном управлении»
(наименование образовательной программы)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ, реализуемой с применением электронного (онлайн) курса

Б1.О.02 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
(индекс и наименование дисциплины, в соответствии с учебным планом)

09.04.03 Прикладная информатика
(код и наименование направления подготовки)
очная, заочная
(форма обучения)

Год набора – 2025

Нижний Новгород, 2025 г.

Авторы-составители:

Заведующий кафедрой математического моделирования в экономике и управлении, канд.техн.наук, доцент — Глебова Н.В.

(ученая степень и(или) ученое звание, должность, наименование кафедры) — *(Ф.И.О.)*

Доцент кафедры математического моделирования в экономике и управлении, канд.социол.наук, доцент — Тюсова М.К.

(ученая степень и(или) ученое звание, должность, наименование кафедры) — *(Ф.И.О.)*

Заведующий кафедрой математического моделирования в экономике и управлении, канд.техн.наук, доцент — Глебова Н.В.

(ученая степень и(или) ученое звание, должность, наименование кафедры) — *(Ф.И.О.)*

РПД Б1.О.02 Математическое моделирование одобрена на заседании кафедры математического моделирования в экономике и управлении.

Протокол от 06 марта 2025 г. № 8.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4

2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО 5

3. Содержание и структура дисциплины 5

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся 7

5. Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине 21

6. Методические материалы по освоению дисциплины с применением ЭК 27

7. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет 30

7.1. Основная литература 30

7.2. Дополнительная литература 30

7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы 30

7.4. Нормативные правовые документы 31

7.5. Интернет-ресурсы, справочные системы 31

8. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы 32

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Дисциплина «Математическое моделирование» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Таблица 1.

Код компетенции	Наименование компетенции	Код компонента компетенции	Наименование компонента освоения компетенции
ОПК-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе, в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ОПК-1.1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и междисциплинарном контексте
ОПК-7	Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами	ОПК-7.2	Способен демонстрировать практический опыт разработки и применения математических моделей процессов и объектов решения задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений
ОПК-8	Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов	ОПК-8.1	Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов
ПК-3	Способен проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	ПК-3.1	Способен создавать математические модели для проведения научных экспериментов при решении задач профессиональной деятельности

1.2 В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

Таблица 2.

ОТФ/ТФ/ профессиональные действия	Код этапа освоения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОТФ: Управление работами по сопровождению и проектами создания (модификации) ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы (D); ТФ: • Организационное и технологическое обеспечение разработки баз данных ИС в рамках управления работами по сопровождению и проектами создания (модификации) ИС (D/17.7).	ПК-3.1	На уровне знаний: – Инструменты и методы проектирования структур баз данных.

1.3. Магистры также должны овладеть навыками:

- применения специализированных инструментальных средств для решения исследовательских и управленческих задач;
- владения терминологией информационного общества;
- владения практическими приемами проектной деятельности в профессиональной сфере на основе использования информационно-коммуникационных технологий;
- оценки результатов исследований.

2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

Индекс дисциплины Б1.О.02. Дисциплина «Математическое моделирование» входит в обязательную часть в соответствии с учебным планом.

Общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах составляет 6 зачетных единицы, 216 академических часов / 162 астрономических часа.

При ***очной форме обучения*** на контактную работу с преподавателем выделено 58 ч, в том числе на лекционные занятия – 16 ч., на практические (семинарские) занятия – 40 ч., консультация – 2 ч; на самостоятельную работу обучающихся выделено 122 ч, контроль – 36 ч.

При ***заочной форме обучения*** на контактную работу с преподавателем выделено 22 ч, в том числе на лекционные занятия – 8 ч., на практические (семинарские) занятия – 12 ч., консультация – 2 ч; на самостоятельную работу обучающихся выделено 185 ч., контроль – 9 ч.

Форма промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом – экзамен (очная форма обучения), экзамен, реферат (заочная форма обучения).

3. Содержание и структура дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Таблица 3.

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины (модуля), час.						Форма текущего контроля успеваемости**, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
			Л/ЭО, ДОТ*	ЛР/ ЭО, ДОТ*	ПЗ/ ЭО, ДОТ*	КСР		
Очная форма обучения								
Тема 1	Моделирование как эмпирико-теоретический метод исследования	20	2		6		12	Т, О
Тема 2	Принципы и подходы к построению математических моделей. Этапы построения математических моделей	30	2		6		22	Т, О
Тема 3	Моделирование систем массового обслуживания	34	4		6		24	Т, О, РГР
Тема 4	Структурное моделирование	36	4		6		26	Т, О, РГР
Тема 5	Когнитивный аспект методологии моделирования	30	2		8		20	Т, РГР
Тема 6	Динамические модели социально-экономических	28	2		8		18	Т, РГР

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины (модуля), час.						Форма текущего контроля успеваемости**, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
			Л/ЭО, ДОТ*	ЛР/ ЭО, ДОТ*	ПЗ/ ЭО, ДОТ*	КСР		
	процессов							
Консультация		**2**						
Промежуточная аттестация		**36**						Экзамен
Всего (в з.е./акад.часах/астр.часах):		**6/216/162**	**16/12**		**40/30**		**122/91,5**	**2/1,5 36/27**
Заочная форма обучения								
Тема 1	Моделирование как эмпирико-теоретический метод исследования	23	1		2		20	Т, О
Тема 2	Принципы и подходы к построению математических моделей. Этапы построения математических моделей	23	1		2		20	Т, О
Тема 3	Моделирование систем массового обслуживания	40	2		2		36	Т, О, РГР
Тема 4	Структурное моделирование	40	2		2		36	Т, О, РГР
Тема 5	Когнитивный аспект методологии моделирования	40	1		2		37	Т, РГР
Тема 6	Динамические модели социально-экономических процессов	39	1		2		36	Т, РГР
Консультация		2						
Промежуточная аттестация		9						Экзамен, реферат
Всего (в з.е./акад.часах/астр.часах):		**6/216/162**	**8/6**		**12/9**		**185/138,75**	**9/6,75 2/1,5**

*Примечание: * – при применении электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в соответствии с учебным планом*

*** – формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), тестирование (Т),), оценка доклада (Д), оценка работы с документами в микрогруппе (М),оценка участия в диспуте (Д)с, контрольная работа (КР), расчетно-графическая работа (РГР)).*

3.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Моделирование как эмпирико-теоретический метод исследования

Понятие моделирования, его цели и функции. Роль моделирования в исследовании процессов различной природы. Классификационные признаки видов моделирования.

Полное и неполное, детерминированное и стохастическое, статическое и динамическое, дискретное и непрерывное, мысленное и реальное моделирование. Виды математического моделирования.

Тема 2. Принципы и подходы к построению математических моделей. Этапы построения математических моделей

Понятие модели. Типология моделей. Общие требования к построению математической модели: соответствие целям исследования по уровню сложности и организации; упрощение при сохранении существенных свойств системы; соответствие между требуемой точностью результатов моделирования и сложностью модели; наличие параметров оптимизации модели; блочное строение; учет ресурса времени. Пример: модель развития экономики Харрода.

Подходы к построению моделей. Этапы построения математических моделей: содержательное описание моделируемого объекта; формализация операций; проверка адекватности модели; корректировка и оптимизация модели.

Тема 3. Моделирование систем массового обслуживания

Основные понятия и классификация систем массового обслуживания (СМО). Показатели эффективности СМО. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний. СМО с отказами. СМО с ожиданием (очередью).

Тема 4. Структурное моделирование

Задачи структурного моделирования. Способы описания структур. Морфология дискретных систем: основные типы дискретных пространственных и временных структур в различных сферах. Графовый способ описания структур. Матрицы смежности, матрицы инцидентности. Топологический элементный анализ и анализ связей. Исследование структурных свойств реальных систем. Распространение информации (импульса) по структуре.

Тема 5. Когнитивный аспект методологии моделирования

Понятие когнитивного подхода. История развития когнитивного подхода. Структура когнитивной науки. Типы представления знаний.

Когнитивные карты проблем различной природы. Морфогенетический и гомеостатический контуры обратной связи в когнитивной карте. Использование когнитивных карт для анализа социально-экономических и политических процессов. Модель генерации социально-экономических волн Гольдстайна. Применение программы «Life». Методика когнитивного моделирования.

Тема 6. Динамические модели социально-экономических процессов

Роль формальных моделей и методов в изучении социально-экономических процессов. Логистические модели цивилизационной динамики социально-экономических систем. Модели биологической системы (Мальтуса, Ферхюльста). Модели демографической динамики. Модель гонки вооружений Ричардсона. Модели сотрудничества и борьбы за существование (Лотки-Вольтерра). Методика иконологического моделирования. Портреты хаоса и катастроф (на примере исследования логистических моделей).

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

4.1. В ходе реализации дисциплины Б1.О.02. Дисциплина «Математическое моделирование» используются следующие **методы текущего контроля** успеваемости обучающихся:

Таблица 4.

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1 Моделирование как эмпирико-теоретический метод исследования	Тест, опрос
Тема 2 Принципы и подходы к построению математических моделей. Этапы построения математических моделей	Тест, опрос, отчет по расчетно-графической работе
Тема 3 Моделирование систем массового обслуживания	Тест, опрос, отчет по расчетно-графической работе
Тема 4 Структурное моделирование	Тест, опрос, отчет по расчетно-графической работе
Тема 5 Когнитивный аспект методологии моделирования	Тест, отчет по расчетно-графической работе
Тема 6 Динамические модели социально-экономических процессов	Тест, отчет по расчетно-графической работе

4.2. Типовые материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

- *Собеседования (опросы)*

Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объёма знаний обучающегося по определённому разделу, теме, проблеме и т.п.

- *Расчётно-графическая работа*

Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю.

- *Тестирование*

Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать измерения уровня знаний и умений обучающихся.

- *Реферат*

Продукт самостоятельной работы магистранта, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Материалы текущего контроля успеваемости по теме №1

«Моделирование как эмпирико-теоретический метод исследования»

Вопросы к опросам на лекционных и практических занятиях по теме №1

1. Дайте определение метода исследования.
2. Какие уровни исследования социально-экономических процессов вы знаете?
3. Что такое моделирование?
4. Выделите основные цели моделирования.
5. Каковы функции и задачи моделирования?
6. Продумайте рубрики классификации видов моделирования.
7. Какое моделирование называется динамическим?
8. Дайте характеристику дискретного и непрерывного видов моделирования.
9. Какие виды математического моделирования вы знаете?
10. Дайте характеристику аналитического моделирования.
11. Какими признаками обладает имитационное моделирование?
12. В каких областях применяется ситуационное моделирование?
13. Какова суть информационного моделирования?

Примерный тест по теме №1

1. Математическим моделированием являются…

а) гипотетическое моделирование;

б) аналитическое моделирование;

в) реальное моделирование;

г) имитационное моделирование;

д) структурное моделирование.

2. Анализ и синтез относят …

а) к эмпирико-теоретическим методам исследований;

б) к эмпирическим методам исследования;

в) к теоретическим методам исследования;

г) к общенаучным методам исследования;

д) к формальным методам исследования.

3. При аналитическом моделировании…

а) представляется функционирование системы во времени (поведение системы); учитываются такие факторы, как наличие дискретных и непрерывных элементов, нелинейные характеристики элементов системы; многочисленные случайные воздействия;

б) отображается только функциональный аспект системы;

в) рассматривается объект как «чёрный ящик», имеющий ряд входов и выходов, моделируются связи между входами и выходами;

г) исследуемые процессы представляются в виде структурной схемы.

4. Основными целями моделирования являются…

а) поиск оптимальных решений;

б) прогнозирование развития ситуации;

в) описание исследуемого процесса;

г) оценка эффективности реальной системы;

д) исследование существенных характеристик системы.

5. При имитационном моделировании…

а) представляется функционирование системы во времени (поведение системы); учитываются такие факторы, как наличие дискретных и непрерывных элементов, нелинейные характеристики элементов системы; многочисленные случайные воздействия;

б) отображается только функциональный аспект системы;

в) рассматривается объект как «чёрный ящик», имеющий ряд входов и выходов, моделируются связи между входами и выходами;

г) отображаются информационные процессы управления, что позволяет оценить поведение реального объекта.

6. Основными функциями моделирования являются…

а) поиск оптимальных решений;

б) прогнозирование развития ситуации;

в) описание исследуемого процесса;

г) оценка эффективности функционирования реальной системы.

7. Математическое моделирование является вероятностным, если …

а) отображаются информационные процессы управления, что позволяет оценить поведение реального объекта;

б) учитывается случайный характер процессов в исследуемых объектах и системах;

в) отображается поведение объекта исследования во времени;

г) отображается только функциональный аспект системы.

8. Научный эксперимент - это....

а) метод исследования системы, с помощью построения модели;

б) метод научного познания, при помощи которого исследуются явления реальной действительности в определённых (заданных), воспроизводимых условиях путём их контролируемого изменения;

в) условный образ реальной действительности;

г) метод исследования системы путем разбиения (разложения) её на отдельные части.

Материалы текущего контроля успеваемости по теме №2

«Принципы и подходы к построению математических моделей. Этапы построения математических моделей»

Вопросы к опросам на лекционных и практических занятиях по теме №2

1. Что такое модель?
2. Приведите примеры моделей в сфере информационных технологий.
3. Каковы причины применения моделей?
4. Какие способы упрощения моделей вы знаете?
5. Проведите типологию моделей.
6. В чём суть агрегирования?
7. Каковы принципы построения моделей?
8. Перечислите основные этапы построения математической модели.
9. Что такое критерий эффективности?
10. Целесообразно ли создание универсальной модели?
11. Является ли обязательным наличие оптимизационных параметров модели?

12. К чему приводит увеличение числа ограничений в модели?

Примерный тест по теме №2

1. Модель - это …

а) способность системы достигать предельных состояний;

б) требование, предъявляемое к целевой функции;

в) условный образ исследуемой системы;

г) система регулятивных принципов теоретической и практической деятельности человека;

д) причинно-следственные связи, возникающие в реальной действительности.

2. Требования, которым должна удовлетворять модель:

а) соответствие модели целям исследования;

б) соответствие между требуемой точностью результатов моделирования и сложностью модели;

в) модель должна быть сложнее своего прототипа;

г) направленность модели на решение большого числа разнообразных задач (универсальность);

д) отсутствие оптимизационных параметров;

е) учёт ресурсов времени.

3. Этапы построения математической модели (определить последовательность выполнения):

(3) проверка адекватности модели;

(1) разработка концептуальной модели;

(2) формализация операций;

(5) оптимизация модели;

(4) корректировка модели.

4. Агрегированием называется…

а) процесс преобразования модели в модель с меньшим числом переменных и ограничений;

б) процесс преобразования модели в модель с большим числом переменных и ограничений;

в) выделение блоков;

г) использование аналога.

5. Уменьшение числа ресурсных ограничений в экономико-математической модели приводит…

а) к пессимистическому решению;

б) к оптимистичному решению;

в) к нейтральному решению.

6. В зависимости от конкретной ситуации возможны следующие подходы к построению моделей:

а) использование аналога;

б) непосредственные исследования по выявлению существенных параметров системы и отношений между ними;

в) анализ исходных данных;

г) стремление к полноте описания процессов;

д) получение требуемых результатов простыми средствами;

е) проведение эксперимента на самой системе.

7. Математическая модель является динамической, если …

а) она учитывает случайный характер процессов в исследуемых объектах и системах;

б) информация и параметры являются непрерывными, а математические связи устойчивы;

в) она отображает поведение объекта исследования во времени;

г) между нею и объектом исследования существует полное поэлементное соответствие.

Материалы текущего контроля успеваемости по теме №3

«Моделирование систем массового обслуживания»

Вопросы к опросам на лекционных и практических занятиях по теме №3

1. Какими параметрами характеризуется простейший поток событий?
2. Какой поток заявок называют регулярным?
3. В чем суть предельной вероятности состояния S_i ?
4. Сформулируйте правило составления уравнений Колмогорова.
5. Перечислите показатели эффективности СМО с отказами.
6. Какие показатели эффективности СМО с неограниченной очередью вы знаете?
7. Как определить интенсивность нагрузки канала СМО?
8. Как составляются уравнения Эрланга для многоканальной системы?
9. От каких факторов зависят показатели эффективности СМО?
10. Что понимают под эффективностью обслуживания системы?

Примерный тест по теме №3

1. Предельная вероятность состояния S_i показывает…

а) вероятность пребывания системы в данном состоянии;

б) среднее относительное время пребывания системы в данном состоянии;

в) среднюю относительную нагрузку канала СМО;

г) приведённую интенсивность потока заявок.

2. Пусть λ - интенсивность потока поступления заявок, а μ - интенсивность потока их обслуживания, тогда интенсивность нагрузки канала СМО имеет вид:

а) $\rho = \frac{\mu}{\lambda}$;

б) $\rho = \frac{\mu^2}{\lambda}$;

в) $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$;

г) $\rho = \frac{\mu}{\lambda^2}$;

д) $\rho = \frac{\mu}{\lambda} + \frac{\lambda}{\mu}$.

3. Пусть λ - интенсивность потока поступления заявок, а μ - интенсивность потока их обслуживания, тогда относительная пропускная способность СМО с отказами:

а) $Q = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}$;

б) $Q = \frac{\mu}{\lambda + \mu}$;

в) $Q = \frac{\lambda^3}{\lambda + \mu}$

г) $Q = \dfrac{\mu^2}{\lambda + \mu}$.

4. Пусть ρ *- интенсивность нагрузки канала, тогда предельные вероятности состояний (формулы Эрланга) имеют вид:* $P_0 = (1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + ... + \rho^k + ...)^{-1}$; $P_k = \rho^k (1 - \rho)$, *что соответствует…*

а) одноканальной СМО без очереди:

б) многоканальной СМО с неограниченной очередью;

в) одноканальной СМО с неограниченной очередью;

д) многоканальной СМО без очереди.

5. Отсутствие последействия характеризуется тем, что…

а) вероятность поступления определённого количества заявок в течение некоторого промежутка времени зависит только от длины этого промежутка;

б) поступление заявки не зависит от того, когда и сколько заявок поступило до этого момента;

в) одновременное появление двух и более заявок невозможно.

6. Для систем с неограниченной очередью характерно:

а) $P_{отк.} = 1$;

б) $P_{отк.} = 0$;

в) $P_{отк.} = 10$;

г) $P_{обсл.} = 0$.

Примерное задание к расчётно-графической работе по теме №3

1) Построить граф состояний и найти с помощью уравнений Колмогорова предельные вероятности состояний системы. S_0 - оба узла исправны; S_1 - первый узел ремонтируется, второй исправен; S_2 - второй узел ремонтируется, первый исправен; S_3 - оба узла ремонтируются. Интенсивности потоков событий, переводящих систему из одного в другое из имеющихся четырёх состояний, заданы матрицами λ, представленными следующими вариантами.

Вариант №1 $\lambda = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 2 & 1 \\ 3 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 3 & 2 & 0 \end{bmatrix}$	Вариант №2 $\lambda = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 1 & 0 & 3 \\ 5 & 4 & 0 & 2 \end{bmatrix}$	Вариант №3 $\lambda = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 5 & 1 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 6 & 2 & 0 \end{bmatrix}$
Вариант №4 $\lambda = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 5 & 1 \\ 4 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 6 & 0 \end{bmatrix}$	Вариант №5 $\lambda = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 5 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 6 & 2 & 0 \end{bmatrix}$	Вариант №6 $\lambda = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 6 \\ 4 & 3 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Вариант №7	Вариант №8	Вариант №9

$\lambda = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 5 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 4 & 0 \end{bmatrix}$	$\lambda = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 3 & 2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 \end{bmatrix}$	$\lambda = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 3 \\ 5 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Результаты решения 1 варианта. Система алгебраических уравнений, описывающих стационарный режим для данной системы, имеет вид:

$$\begin{cases} 3p_0 = 2p_1 + 3p_2; \\ 4\mathrm{p}_1 = p_0 + 3p_3; \\ 4p_2 = 2p_0 + 2p_3; \\ \mathrm{p}_0 + p_1 + p_2 + p_3 = 1. \end{cases}$$

Решив эту систему, получим $p_0 = 0{,}4;\quad p_1 = 0{,}2;\quad p_2 = 0{,}27;\ p_3 = 0{,}13$, *т.е. в предельном, стационарном режиме система в среднем 40% времени будет находиться в состоянии* S_0 *(оба узла исправны); 20% в состоянии* S_1 *(первый узел ремонтируется, второй работает); 27% - в состоянии* S_2 *(второй узел ремонтируется, первый работает) и 13% времени в состоянии* S_3 *(оба узла ремонтируются).*

2). Найти вероятность отказа в обслуживании и среднее число занятых мастеров в мастерской по диагностике и ремонту компьютерной техники, если в ней работает n мастеров, в среднем в сутки поступает m заявок, а время обслуживания одной заявки одним мастером составляет t минут.

Вариант	*n*	*m*	*t*	**Вариант**	*n*	*m*	*t*
1	2	96	45	**6**	2	144	51
2	3	144	42	**7**	2	192	39
3	4	192	36	**8**	3	96	30
4	4	240	25	**9**	4	120	45
5	3	192	44	**10**	4	288	15

Результаты решения 1 варианта: интенсивность нагрузки канала $\rho = 3{,}15$*; вероятность отказа в обслуживании* $\mathrm{P}_{\text{отк.}} = 0{,}546$*; среднее число занятых мастеров по диагностике и ремонту компьютерной техники* $n_{зан} = 1{,}43$.

Материалы текущего контроля успеваемости по теме №4

«Структурное моделирование»

Вопросы к опросам на лекционных и практических занятиях по теме №4

1. Что такое структура?
2. Приведите примеры дискретных пространственных и временных структур в области информационных технологий.
3. Каковы основные задачи структурного моделирования?
4. Объясните смысл топологического элементного анализа и топологического анализа связей.
5. Опишите структурные свойства систем различной природы.
6. Поясните процедуру построения матриц смежности и инцидентности.
7. Что характеризует элементная и рёберная связанность?
8. Каков физический смысл ранга вершины?
9. Опишите методику распространения импульса (информации) по структуре.

10. Какие способы описания структур вы знаете?

11. Каким образом определяется сложность и диаметр информационной структуры?

Примерный тест по теме №4

1. Структурное моделирование является…

а) мысленным моделированием;

б) математическим моделированием;

в) реальным моделированием;

г) физическим моделированием.

2. Основными задачами структуризации экономической или политической системы являются…

а) способность системы к согласованному во времени изменению своих признаков;

б) выявление межэлементных связей, характера и мощности указанных связей;

в) определение собственных границ исследуемой системы;

г) определение элементного состава участвующих в ситуации систем;

д) способность системы к самостоятельному существованию.

3. Ранг элемента некоторой экономической структуры характеризует…

а) степень его свободы;

б) степень его загруженности;

в) степень его прочности;

г) диаметр данной структуры;

д) сложность системы.

4. Элементная (рёберная) связанность социально-экономической системы характеризует…

а) загруженность элемента системы;

б) прочность социально-экономической структуры;

в) значимость социально-экономической структуры;

г) диаметр структуры.

5. При структурном моделировании…

а) отображается только функциональный аспект системы;

б) рассматривается объект как «чёрный ящик», имеющий ряд входов и выходов, моделируются связи между входами и выходами;

в) отображаются информационные процессы управления, что позволяет оценить поведение реального объекта;

г) моделируемая система задаётся в виде структурной схемы.

6. *По приведенной ниже матрице инцидентности определить, какая вершина является тупиковой:*

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

а) первая вершина;

б) вторая вершина;

в) четвёртая вершина;

г) пятая вершина.

7. Структура системы государственного управления в России является …

а) кольцевой;

б) последовательной;
в) древовидно-иерархической;
г) сетевой;
д) централизованной;
е) ветвящейся.

Примерное задание к расчётно-графической работе по теме №4

Задача о совместном производстве

Пусть несколько предприятий, расположенных на территории трёх государств, по кооперации изготавливают некоторое сложное техническое изделие стратегического характера. Укрупнённая схема технологических связей указанных предприятий показана на рис. 1.

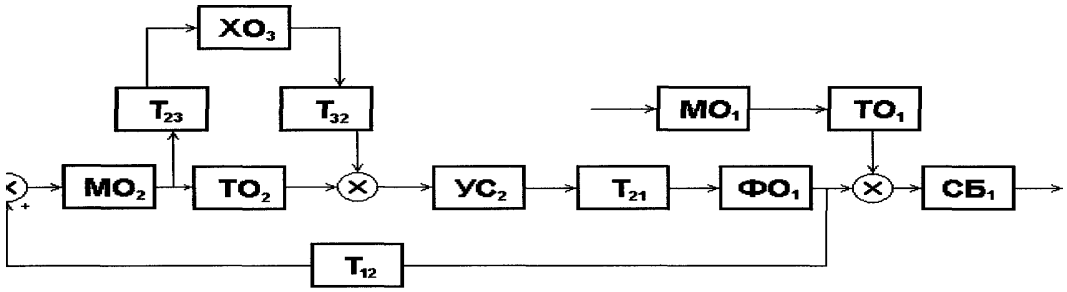


Рис. 1. Схема технологических связей:

$MO_1; MO_2$ - механическая обработка деталей на заводах 1-го и 2-го государства $TO_1; TO_2$ - термическая обработка на заводах 1-го и 2-го государства; XO_3 - химическая обработка деталей на заводах 3-го государства; $УС_2$ - узловая сборка на заводах 2-го государства; $ФО_1$ - функциональная отладка на заводах 1-го государства; $СБ_1$ - сборка на заводах 1-го государства; T_{ij} - транспортировка некоторых деталей из i-го государства в j-е.

1) Преобразовать функциональную структуру технологических связей совместного производства, исходя из коммутативности операторов Т23 и ХОЗ, ХОЗ и Т32, а также Т21 и ФО.

2) Провести тождественные преобразования. Кроме того, при выполнении тождественных преобразований необходимо учесть, что:

$$T_{23} = T_{32}^{-1},$$

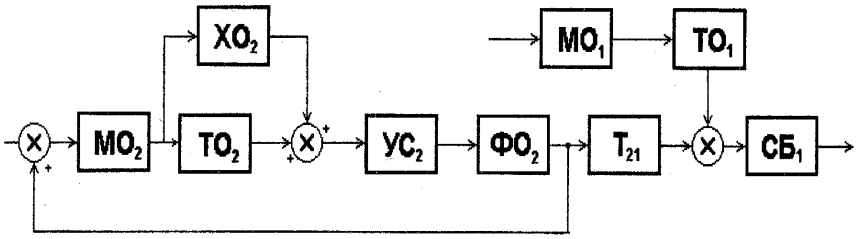
$$T_{21} = T_{12}^{-1}.$$

3) Продумать все возможные варианты (сценарии) упрощения технологической схемы.

4) Оформить отчёт по проделанной работе.

Результатами работы магистрантов являются:

- преобразованные функциональные структуры технологических связей (в частности, см. рис.):



При выполнении тождественных преобразований было учтено, что

$$T_{23} = T_{32}^{-1},$$

$$T_{21} = T_{12}^{-1}.$$

Очевидно, что полученная в результате тождественных преобразований схема существенно упростилась, поскольку из неё выпало несколько взаимообратных перевозок. Однако на преобразованной структуре мы обнаруживаем, что у нескольких функциональных операторов сменились индексы стран (заводов). И в этом смысле условие коммутативности здесь мы должны были формально записать в виде:

$$T_{23} o X_{03} = X_{02} o T_{23},$$

$$T_{21} o \Phi_{01} = \Phi_{02} o T_{21}.$$

Практически это означает, что указанные операции теперь должны выполняться на других заводах. Конечно, исключение встречных перевозок полезно, прежде всего, с экономической точки зрения, поскольку при этом не просто снижаются транспортные расходы, а транспортные расходы, связанные с межгосударственными перевозками (ликвидируются различные таможенные сборы). Однако перенос той или иной функции с одного предприятия на другое должен быть технологически обеспечен (включая наличие специального оборудования и оснастки, квалифицированных кадров и т.п.).

Материалы текущего контроля успеваемости по теме №5

«Когнитивный аспект методологии моделирования»

Вопросы к опросам на лекционных и практических занятиях по теме №5

1. В чем суть когнитивного подхода и когнитологии?
2. Какова структура когнитивной науки?
3. Что такое когнитивная карта?
4. Поясните физический смысл морфогенетического и гомеостатического контуров обратной связи в когнитивной карте.
5. Постройте когнитивную карту информационной проблемы.
6. Какой смысл имеют отрицательные и положительные причинно-следственные связи в когнитивной карте?
7. Какова процедура определения морфогенетического и гомеостатических контуров обратной связи по когнитивной карте?
8. Поясните смысл весовых коэффициентов в когнитивной карте.
9. Опишите методику когнитивного моделирования.
10. Как проводить когнитивное моделирование с помощью компьютерной программы «Life»?

Примерный тест по теме №5

1. Причинно-следственная связь $A \to B$ в когнитивной карте называется положительной, если…

а) увеличение фактора «А» ведёт к увеличению (усилению) фактора «В»;

б) уменьшение фактора «В» ведёт к усилению фактора «А»;

в) уменьшение фактора «А» ведёт к увеличению фактора «В»;

г) увеличение фактора «А» ведёт к уменьшению фактора «В».

2. Морфогенетический контур ….

а) является контуром отрицательной обратной связи;

б) является контуром положительной обратной связи;

в) содержит чётное число отрицательных дуг;

г) содержит нечётное число отрицательных дуг.

3. Когнитивная карта …

а) это неориентированный граф;

б) это знаковый ориентированный граф, отражающий причинно-следственные связи рассматриваемой проблемы;

в) это система дифференциальных уравнений;

г) это функциональная зависимость.

4. Отрицательная обратная связь …

а) поддерживает систему в устойчивом состоянии;

б) вызывает сопротивление системы попыткам в неё вторгнуться с целью изменения;

в) приводит систему в неустойчивое состояние;

г) способствует разрушению системы;

д) может привести к бесконтрольному экспоненциальному росту.

5. Модель генерации социально-экономических волн Гольдстайна является

а) когнитивной моделью;

б) формальной моделью;

в) логистической моделью;

г) задачей линейного программирования;

д) неформальной моделью.

6. Гомеостатический контур в когнитивной карте…

а) является контуром положительной обратной связи;

б) является контуром отрицательной обратной связи;

в) содержит чётное число отрицательных дуг;

г) никогда не содержит положительных дуг;

д) содержит нечётное число отрицательных дуг.

7. Весовой коэффициент +0,7 причинно-следственной связи $A \rightarrow B$ означает, что…

а) при усилении фактора «А» на 10% - фактор «В» уменьшается на 7%;

б) при уменьшении фактора «А» на 7% - фактор «В» уменьшается на 10%;

в) при уменьшении фактора «А» на 7% - фактор «В» уменьшается на 7%;

г) при усилении фактора «В» на 7% - фактор «А» уменьшается на 3%;

д) при усилении фактора «А» на 10% - фактор «В» усиливается на 7%.

8. Обратная связь – это…

а) особая функциональная подсистема;

б) воздействие результатов функционирования системы на характер данного функционирования;

в) интегративное свойство реальной системы;

г) сфероценоз.

9. Когнитивное моделирование относится к …

а) физическому моделированию;

б) стохастическому моделированию;

в) аналитическому моделированию;

г) структурному моделированию;

д) реальному моделированию.

Индивидуальное задание к расчётно-графической работе по теме №5

Магистру предлагается:

1) Разработать когнитивную карту любой управленческой или социально-экономической проблемы.

2) Выделить целевые факторы в когнитивной карте, а также рычаги воздействия на них.

3) Определить положительные и отрицательные причинно-следственные связи.

4) Проставить весовые коэффициенты причинно-следственных связей.

5) Определить различные пути между вершинами когнитивной карты (тем самым, выявить опосредованное влияние одного фактора на другой).

6) Выявить морфогенетический (усиливающий) и гомеостатический (компенсирующий) контуры обратной связи.

7) Провести исследование когнитивной карты в динамике с помощью компьютерной программы когнитивного моделирования «Life».

8) Разработать самостоятельно различные сценарии развития проблемной ситуации.

9). Сделать вывод об устойчивости когнитивной карты. Если необходимо, оптимизировать процесс, представленный когнитивной картой.

10). Построить отчёт по проделанной работе.

Результатами работы магистрантов являются:

- когнитивная карта проблемной ситуации (с выделением положительных и отрицательных причинно-следственных связей и весовых коэффициентов);

- определение морфогенетических и гомеостатических контуров обратной связи;

- разработка различных сценариев развития проблемной ситуации;

-исследование когнитивной карты в динамике с помощью компьютерной программы когнитивного моделирования «Life».

Материалы текущего контроля успеваемости по теме №6

«Динамические модели социально-экономических процессов»

Вопросы к опросам на лекционных и практических занятиях по теме №6

1. Дайте формальное определение процесса.
2. Проведите аналитическое исследование моделей Мальтуса и Ферхюльста.
3. Проведите классификацию социально-экономических процессов.
4. Приведите примеры циклических процессов.
5. Проведите аналитическое исследование модели роста национального дохода Харрода.
6. Какие эффекты описывает модель Лотки-Вольтерра?
7. Поясните генерацию социально-экономических волн модели Гольдстайна.
8. Какие факторы определяют демографическую динамику?
9. Поясните суть модели Ричардсона.
10. Поясните суть методики иконологического моделирования.
11. Какие модели являются логистическими? Приведите примеры логистических моделей в информационной сфере.

Примерный тест по теме №6

1. Модель изменения национального дохода Р. Харрода является:

а) когнитивной моделью;

б) формальной моделью;

в) неформальной моделью;

г) циклической моделью;

д) структурной моделью.

2. Катастрофические процессы …

а) обладают резким, скачкообразным характером;

б) носят эволюционный характер;

в) обладают высокой предсказуемостью;

г) абсолютно управляемы;

д) являются процессами, при которых не скачкообразно меняются пространственная, структурная и кинематическая компоненты системы.

3. Система находится в состоянии хаоса, если…

а) при любых начальных условиях траектории движения становятся одинаковыми;

б) её поведение прогнозируемо;

в) невозможно прогнозировать поведение системы;

г) при сколь угодных близких начальных условиях две траектории со временем станут различными;

д) при любых начальных условиях траектории движения становятся периодическими.

4. Могут ли решения в моделях Лотки-Вольтерра носить циклический характер?

а) да;

б) нет.

5. Задана численность некоторой биологической популяции n, которая при наличии ограничений меняется с течением времени t. Дифференциальная форма закона Ферхюльста будет иметь следующий вид:

а) $\frac{dn}{dt} = \left(r - \frac{r}{K}\right)n$**;**

б) $\frac{dn}{dt} = an^2 + \cos n$;

в) $\frac{dn}{dt} = an$;

г) $\frac{dn}{dt} = an^3(1-t)$.

6. Пусть имеются две конкурирующие стран, где x_i - боевая мощь вооружения i-ой оперирующей страны, а V_i - некоторый постоянный стимул роста вооружения, не зависящий от уровня вооружения противоборствующей стороны. Тогда модель гонки вооружений Ричардсона имеет следующий вид:

$$\left.\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= a_{11}x_2 - a_{12}x_1 + V_1; \\ \frac{dx_2}{dt} &= a_{21}x_1 - a_{22}x_2 + V_2; \end{aligned}\right\}$$

Если $V_i \rangle 0$, то данные коэффициенты отражают…

а) компромисс;

б) добрую волю государств;

в) нейтралитет;

г) претензии государств друг к другу.

7. Логистическими уравнениями могут описываться…

а) динамика развития инфраструктуры;

б) экспоненциальный рост численности популяции;

в) динамика стихийных протестов;

г) процесс экономической конкуренции;

д) процесс диффузии (распространения) инноваций.

8. Принципом разомкнутого управления социально-экономическими системами является:

а) принцип, в соответствии с которым при выработке управляющих воздействий используется информация о состоянии внешней среды и об интенсивности и характере её воздействия на систему;

б) принцип, в соответствии с которым управляющая информация вырабатывается без учёта конкретного состояния объекта управления;

в) принцип, в соответствии с которым при выработке управляющей информации учитывается информация о состоянии объекта управления.

Примерное задание к расчётно-графической работе по теме №6

Иконологическое моделирование. Исследование логистического уравнения

С помощью методики иконологического моделирования, проведите исследование поведения логистического уравнения, характеризующего распространение инновации на рынке. Рекуррентная форма разностного уравнения имеет вид:

$$x_{t+1} = \lambda x_t (1 - x_t),$$

где $0 \le x_t \le 1$ (ёмкость рынка равна 1), т.е. x_t - это доля рынка, завоёванная инновацией к моменту времени t; λ - параметр управления.

Продемонстрируйте три различных типа поведения:

1) стремление системы к состоянию равновесия;

2) периодические колебания;

3) хаотический режим.

Исходные данные приведены в таблице по вариантам (воздействуя на параметр управления, изменяем поведение системы).

№ варианта	x_t - доля рынка	λ -параметр управления
1	0,1	$0 \div 5$
2	0,2	$0 \div 5$
3	0,3	$0 \div 6$
4	0,35	$0 \div 7$
5	0,4	$0 \div 4$
6	0,45	$0 \div 4$
7	0,5	$0 \div 8$
8	0,6	$0 \div 6$
9	0,7	$0 \div 7$
10	0,8	$0 \div 4$

1) Постройте диаграммы.

2) Оформите отчёт по проведенному исследованию, в котором отобразите различные режимы поведения системы (распространения инновации) в зависимости от параметров управления.

3) Сделайте выводы.

Результатами работы магистрантов являются:

- *исследование логистического уравнения, характеризующего распространение инновации на рынке, с помощью методики иконологического моделирования;*

- *построение различных режимов поведения системы в зависимости от параметра управления процессом λ : стационарного, периодического, хаотического.*

Примерная тематика рефератов

по дисциплине «Математическое моделирование»

1. Моделирование процессов логистического роста.
2. Моделирование сотрудничества и борьбы за существование.
3. Моделирование этнических процессов.
4. Моделирование демографических процессов.
5. Моделирование экологических процессов.

6. Моделирование процессов хаоса и катастроф.
7. Моделирование циклических процессов.
8. Моделирования развития туристической сферы.
9. Моделирование образовательного процесса.
10. Моделирование инвестиционной привлекательности региона.
11. Моделирование процесса экономического соперничества предприятий (регионов, государств).
12. Моделирование политического процесса в регионе.
13. Моделирование экономических процессов.
14. Моделирование развития инфраструктуры региона.
15. Моделирование предвыборной ситуации в регионе.
16. Моделирование процесса распространения дезинформации.
17. Моделирование процесса распространения эпидемий.
18. Моделирование развития сферы недвижимости.
19. Моделирование информационных процессов.
20. Моделирование процессов распространения инноваций.

5. Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине

5.1. Экзамен проводится с применением следующих методов (средств): проведение устного (письменного) экзамена, включающего теоретическую часть и практико-ориентированное задание, требующее демонстрации уровня владения умениями/навыками.

5.2. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Таблица 5.

Показатели и критерии оценивания

Компонент компетенции	Промежуточный индикатор оценивания	Критерий оценивания
ОПК-1.1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и междисциплинарном контексте	ИОПК-1.1 Самостоятельно приобретает, развивает и применяет математические, естественнонаучные, социально-экономические профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и междисциплинарном контексте	Применение математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний при исследовании закономерностей становления и развития информационного общества
ОПК-7.2 Способен демонстрировать практический опыт разработки и применения математических моделей процессов и объектов решения задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений	ИОПК-7.2 Демонстрирует практический опыт разработки и применения математических моделей процессов и объектов решения задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений.	Использование методов научных исследований и инструментария в области проектирования и управления ИС в прикладных областях
ОПК-8.1 Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов	ИОПК-8.1 Осуществляет эффективное управление разработкой программных средств и проектов	Применение методов эффективного управления разработкой программных средств и проектов
ПК-3.1 Способен создавать математические модели для проведения научных	ИПК-3.1 Создает математические модели для проведения научных экспериментов при решении задач	Разрабатывает математические модели для проведения научных экспериментов при решении задач

Компонент компетенции	Промежуточный индикатор оценивания	Критерий оценивания
экспериментов при решении задач профессиональной деятельности	профессиональной деятельности	профессиональной деятельности

Перечень теоретических вопросов промежуточной аттестации по дисциплине «Математическое моделирование»

1. Роль моделирования в исследовании процессов различной природы.
2. Эмпирические, теоретические, эмпирико-теоретические уровни исследования. Оценивание результатов исследования.
3. Понятие модели. Типология моделей.
4. Цели и задачи моделирования. Классификация видов моделирования систем.
5. Виды математического моделирования.
6. Принципы построения математических моделей.
7. Подходы к построению моделей: анализ исходных данных, использование аналога, анализ функционирования системы, проведение эксперимента на самой системе.
8. Способы упрощения модели.
9. Этапы построения математических моделей.
10. Основные понятия и классификация СМО.
11. Правило составления уравнения Колмогорова.
12. Показатели эффективности СМО.
13. Одноканальная СМО с отказами.
14. Многоканальная СМО с отказами.
15. Одноканальная СМО с неограниченной очередью.
16. Многоканальная СМО с неограниченной очередью.
17. Основные задачи структуризации систем различной природы.
18. Способы описания структур.
19. Дискретные системы: пространственные и временные структуры.
20. Структурные свойства систем.
21. Матрицы смежности, матрицы инцидентности.
22. Топологический элементный анализ, топологический анализ связей.
23. Модели логистического роста.
24. Модели биологической системы.
25. Модель Харрода.
26. Модели сотрудничества и борьбы за существование Лотки-Вольтерра.
27. Модель гонки вооружений Ричардсона.
28. Модель социально-экономических волн Гольдстайна.
29. Модели демографической динамики.
30. Понятие когнитивного подхода. История развития когнитивного подхода. Структура когнитивной науки.
31. Типы представления знаний. Когнитивные карты.
32. Использование когнитивных карт для анализа социально-экономических процессов.
33. Методика когнитивного моделирования.
34. Применение компьютерной программы «Life» для проведения когнитивного моделирования процессов реальной действительности.
35. Методика иконологического моделирования.

Практико-ориентированные (практические) задания к экзамену

ОПК-1.1 - способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и междисциплинарном контексте:

Практико-ориентированное задание к экзамену №1

Дана технологическая схема производственно-экономической системы (см. рис.1).

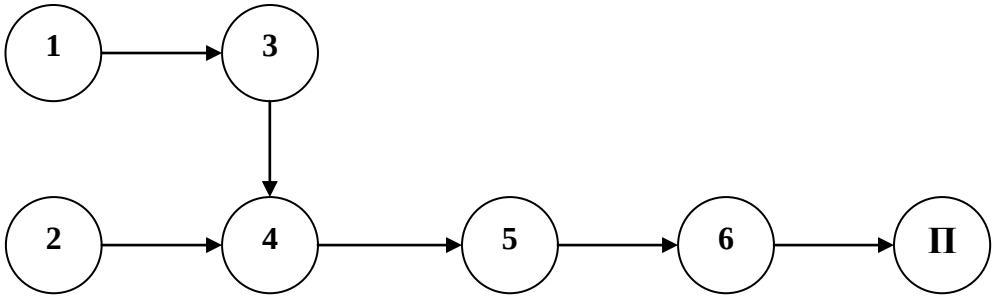


Рис. 1. Граф технологической системы (1 - угледобывающие предприятия; 2-рудодобывающие предприятия; 3 - коксохимические предприятия; 4 -чугунолитейные заводы; 5 - сталелитейные предприятия; 6 - машиностроительные предприятия; П - потребитель)

Матрица смежности основных платежей системы будет иметь следующий вид:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Пусть потребитель по каким-то причинам отказался платить машиностроительным предприятиям. Тогда соответствующая ситуация может быть описана вектором состояния $\vec{x}(0)$, равным $\vec{x}(0) = (0,0,0,0,0,1)$.

Воспользуйтесь формулой, определяющей состояние системы после *n*-тактов информационных обменов: $\vec{x}(\mathrm{n}) = \vec{x}(0)\mathrm{E} + \sum_{\mathrm{m}=1}^{\mathrm{n}} \mathrm{V}^{\mathrm{m}}$,

где $\vec{x}(0)$ - вектор начальных состояний системы;

V^m - *m*-ная степень матрицы смежности *V*;

n - общее количество тактов обмена (некоторые акты обмена могут осуществляться одновременно).

1). Определить, через сколько тактов наступит коллапс (останов) производства.

2). Сформулировать выводы, оформите отчёт по проделанной работе.

Результат решения задания: коллапс машиностроительного производства произойдёт через 4 такта.

ОПК-7.2 - способен демонстрировать практический опыт разработки и применения математических моделей процессов и объектов решения задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений:

Практико-ориентированное задание к экзамену №2

Пусть n-канальная СМО представляет собой вычислительный центр (ВЦ) с тремя (n=3) взаимозаменяемыми ПЭВМ для решения поступающих задач. Поток задач, поступающих на ВЦ, имеет интенсивность, равную 1 задаче в час. Средняя продолжительность обслуживания равна 1,8 часа. Поток заявок на решение задач и поток обслуживания этих заявок являются простейшими.

Требуется вычислить финальные значения:

- вероятности состояний вычислительного центра;
- вероятности отказа в обслуживании заявки;
- относительной пропускной способности ВЦ;
- абсолютной пропускной способности ВЦ;
- среднего числа занятых компьютеров (ПЭВМ) на вычислительном центре.

Результаты решения задания: Интенсивность потока обслуживания $\mu = 0{,}559$. *Интенсивность нагрузки канала* $\rho = 1{,}8$. *Предельные вероятности состояний найдем по формулам Эрланга:* $P_0 \approx 0{,}18; P_1 \approx 0{,}344; P_2 \approx 0{,}301; P_3 \approx 0{,}18.$ *Вероятность отказа в обслуживании заявки вычислительным центром* $P_{отк.} = P_3 \approx 0{,}18.$ *Относительная пропускная способность вычислительного центра* $L = 1 - P_{отк.} = 0{,}82.$ *Абсолютная пропускная способность вычислительного центра* $A = 0{,}82.$ *Среднее число занятых каналов - компьютеров (ПЭВМ):* $\bar{k} = 1{,}476.$

Таким образом, при установившемся режиме работы СМО в среднем будет занято 1,5 компьютера из трёх, остальные будут простаивать. Работу рассмотренного вычислительного центра вряд ли можно считать удовлетворительной, так как центр не обслуживает заявки в среднем в 18% случаев. Очевидно, что пропускную способность ВЦ при данных условиях можно увеличить только за счёт увеличения числа ПЭВМ.

ОПК-8.1 - способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов:

Практико-ориентированное задание к экзамену №3

1) Магистранту предлагается разработать когнитивную карту проблемной ситуации (в области информационных технологий).

2) Выделить целевые факторы в когнитивной карте, а также рычаги воздействия на них.

3) Определить положительные и отрицательные причинно-следственные связи.

4) Проставить весовые коэффициенты причинно-следственных связей.

5) Определить различные пути между вершинами когнитивной карты (тем самым, выявить опосредованное влияние одного фактора на другой).

6) Выявить морфогенетический (усиливающий) и гомеостатический (компенсирующий) контуры обратной связи.

7) Провести исследование когнитивной карты в динамике с помощью компьютерной программы когнитивного моделирования «Life».

8) Разработать самостоятельно различные сценарии развития проблемной ситуации в области информационных технологий.

Результатами работы магистрантов являются:

- когнитивная карта проблемной ситуации в области информационных технологий (с выделением положительных и отрицательных причинно-следственных связей и весовых коэффициентов);

- определение морфогенетических и гомеостатических контуров обратной связи;

- разработка различных сценариев развития проблемной ситуации;

-исследование когнитивной карты информационной проблемы в динамике с помощью компьютерной программы когнитивного моделирования «Life».

ПК-3.1 - способен создавать математические модели для проведения научных экспериментов при решении задач профессиональной деятельности:

Практико-ориентированное задание к экзамену №4

С помощью методики иконологического моделирования, проведите исследование поведения логистического уравнения, характеризующего распространение новой информационной технологии. Пусть рекуррентная форма разностного уравнения имеет вид:

$$x_{t+1} = \lambda x_t (1 - x_t),$$

где $0 \le x_t \le 1$ (ёмкость рынка равна 1), т.е. x_t - это доля рынка, охваченная новой информационной технологией к моменту времени t; λ - параметр управления. Зададим начальное значение x_t=0,85.

Изменяя параметр управления λ, продемонстрируйте различные типы поведения системы:

1) стремление системы к состоянию равновесия;

2) периодические колебания;

3) хаотический режим.

Результатами работы магистрантов являются:

- исследование логистического уравнения, характеризующего распространение новой информационной технологии на рынке, с помощью методики иконологического моделирования;

- построение различных режимов поведения системы в зависимости от параметра управления процессом λ :

стремление к равновесному состоянию (при $\lambda \le 1$);

стационарное состояние (при $1 < \lambda \le 3$);

периодические колебания (при $3 < \lambda \le 3{,}8$);

хаотический режим (при $3{,}8 \le \lambda \le 4$).

Шкала оценивания

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена без применения балльно-рейтинговой системы оценивания - посредством аттестационных испытаний в форме традиционного экзамена.

Результаты промежуточной аттестации оцениваются: экзамена - по традиционной балльной системе оценивания («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Наряду с оцениванием учебных достижений обучающихся по принятой образовательной организации системе оценок и использованием ее при оформлении официальных дипломов Академии о высшем образовании, вводят повышенный («Excellent» и «Good») и базовый («Very good» и «Satisfactory») уровень оценок «отлично» и «хорошо» для использования при оформлении ЕПД, согласно Положению об оформлении и выдаче ЕПД.

Таблица 6.

Соответствие академической оценке

Академическая оценка		Оценка по шкале ESTS	
зачтено	отлично	Passed	A (Excellent)
			B (Very Good)
	хорошо		C (Good)
			D (Satisfactory)
	удовлетворительно		E (Sufficient)
не зачтено	неудовлетворительно	-	-

Оценивание результатов промежуточного контроля (экзамен)

Оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся:

– если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает его на экзамене, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение; учебные достижения и результаты текущего контроля успеваемости демонстрируют высокую степень сформированности соответствующих компетенций.

Оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся:

– если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения; учебные достижения и результаты текущего контроля успеваемости демонстрируют хорошую степень сформированности соответствующих компетенций.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся:

– если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ; учебные достижения и результаты текущего контроля успеваемости демонстрируют удовлетворительную степень сформированности соответствующих компетенций.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся:

– если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы; учебные достижения и результатами текущего контроля успеваемости демонстрируют низкую степень сформированности соответствующих компетенций.

Оценивание результатов собеседования (опроса) на практическом занятии

Оценка **«отлично»** – вопрос раскрыт полностью, точно обозначены основные понятия дисциплины в соответствии с теоретическим материалом.

Оценка **«хорошо»** – вопрос раскрыт, однако нет полного описания всех необходимых элементов.

Оценка **«удовлетворительно»** – вопрос раскрыт не полно, присутствуют грубые ошибки, однако есть некоторое понимание раскрываемых понятий.

Оценка **«неудовлетворительно» -** ответ на вопрос отсутствует или в целом не верен.

Оценивание результатов тестирования

Оценка **«отлично»** – 85–100% правильных ответов.

Оценка **«хорошо»** –70–84% правильных ответов.

Оценка **«удовлетворительно»** – 50–69% правильных ответов.

Оценка **«неудовлетворительно»** – менее 50% правильных ответов.

Оценивание результатов решения расчётно-графических работ

«Зачтено» - выставляется магистранту, если он раскрыл тему работы, последовательно, четко и логично выстроил материал, продемонстрировал теоретический и практический материал, использовал рекомендованные источники, сформулировал выводы по работе.

«Не зачтено» выставляется за работу, в которой не раскрыто содержание темы, отсутствуют логика изложения материала и выводы автора.

Оценивание рефератов

Оценка **«отлично»** - выставляется магистранту, если он глубоко и всесторонне раскрывал тему реферата, последовательно, чётко и логически выстраивал материал, продемонстрировал тесную связь теории и практики, использовал при написании реферата дополнительные научные источники и информационные образовательные ресурсы.

Чётко сформулировал выводы по реферату там, где это необходимо, предложил свои рекомендации. Оформил работу в соответствии с требованиями к письменным работам.

Оценка **«хорошо»** - выставляется магистранту, если он раскрыл тему реферата последовательно, чётко и логично выстроил материал, продемонстрировал теоретический и практический материал, использовал рекомендованные источники, сформулировал выводы по работе.

Оценка **«удовлетворительно»** - выставляется магистранту, если в реферате продемонстрированы знания основного материала по теме, но при выполнении работы допущены неточности, недостаточно правильно сформулированы и нарушены логические последовательности. Нечётко сформулированы выводы по работе.

Оценка **«неудовлетворительно»** - выставляется магистранту за реферат, в котором не раскрыто содержание темы, отсутствуют логика изложения материала и выводы автора.

6. Методические материалы по освоению дисциплины с применением ЭК

Обучение по дисциплине «Математическое моделирование» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы студентов. Практические занятия дисциплины «Математическое моделирование» предполагают их проведение в различных формах с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и компетенций.

Подготовка к лекции магистрами заключается в следующем:

- повторить материал предыдущей лекции, прочитав его повторно;
- ознакомиться с темой предстоящей лекции (в рабочей программе учебной дисциплины);
- ознакомиться с учебными материалами по данной теме в соответствии с предложенным списком литературы в рабочей программе или с электронными материалами, предложенными лектором;
- записать возможные вопросы, которые можно будет задать лектору.

Подготовка к практическим занятиям:

- внимательно прочитать материал лекций относящихся к данному занятию, ознакомиться с учебными материалами, включая электронные в соответствии с предложенным списком литературы в рабочей программе учебной дисциплины;
- подготовить развернутые ответы на вопросы, предложенные в рабочей программе дисциплины для обсуждения;
- выполнить задания, если они предусмотрены в письменной форме;

- понять, что для вас осталось неясными и постараться получить на них ответ заранее;
- готовиться к практическим занятиям можно как индивидуально, так и в составе малой группы.

Рабочую программу учебной дисциплины необходимо использовать в качестве основного ориентира в организации обучения**.** Электронная версия рабочей программы по дисциплине размещена на сайте Нижегородского института управления, и предоставлен авторизованный доступ.

Самостоятельная работа обучающихся:

Самостоятельная работа магистрантов призвана закрепить теоретические знания и практические навыки, полученные магистрантами на лекциях, практических и семинарских занятиях.

Самостоятельная работа магистрантов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности магистрантов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Эффективность лекционных, семинарских и практических занятий по дисциплине во многом зависит от качества самостоятельной работы магистрантов, от их самоподготовки. Часть времени, отведенного на самостоятельную работу должна использоваться на подготовку к аудиторным занятиям, другая часть на выполнение домашней работы, осмысление и оформление результатов практических занятий.

При подготовке к занятиям обучающемуся полезно:

- изучить теоретический материал по данной теме (конспект занятия);
- ознакомиться с литературой, рекомендованной преподавателем;
- выполнить задания, предложенные преподавателем, к занятию;
- составить перечень вопросов, вызывающих затруднения, неясности или сомнения, обсудить их с преподавателем или на занятии;
- заниматься самостоятельным поиском дополнительной литературы по изучаемой теме.

Подготовка к экзамену. К экзамену необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически с первых дней обучения по данной дисциплине. В самом начале учебного курса познакомьтесь со следующей учебно-методической документацией:

- программой дисциплины;
- перечнем знаний и умений, которыми магистрант должен владеть;
- тематическими планами лекций, практических занятий;
- учебником, учебными пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами;
- примерной тематикой курсовых проектов, а также методическими рекомендациями по их выполнению;
- перечнем экзаменационных вопросов.

Использование в процессе обучения электронных информационно-образовательных технологий повысит эффективность процесса обучения магистрантов. Для закрепления пройденного материала магистрантам рекомендуется изучение электронного учебника и прохождение тестов для самопроверки по соответствующим темам. Систематическое

выполнение всех видов заданий на лекциях, практических занятиях, а также самостоятельная работа позволит успешно освоить дисциплину «Математическое моделирование» и создать хорошую базу для сдачи экзамена.

Вопросы к самостоятельной подготовке по темам 1-6

по дисциплине «Математическое моделирование»

1. Каковы основные цели моделирования?
2. Сформулируйте функции и задачи моделирования.
3. Какие методы исследования социально-экономических процессов вы знаете?
4. Каковы основные этапы построения математических моделей?
5. Что такое метод?
6. Сформулируйте понятие модели.
7. Продумайте рубрики классификации методов моделирования.
8. Проведите типологию моделей.
9. Какие виды математического моделирования вы знаете?
10. Каковы способы упрощения моделей?
11. В чем суть предельной вероятности состояния S_i?
12. Сформулируйте правило составления уравнений Колмогорова.
13. Какие показатели эффективности СМО с отказами вы знаете?
14. Какие показатели эффективности СМО с неограниченной очередью вы знаете?
15. Как определить интенсивность нагрузки канала СМО?
16. Приведите примеры дискретных пространственных и временных структур в области информационных технологий.
17. Каковы основные задачи структурного моделирования?
18. Объясните смысл топологического элементного анализа и топологического анализа связей.
19. Опишите структурные свойства систем различной природы.
20. Поясните процедуру построения матриц смежности и инцидентности.
21. Поясните физический смысл морфогенетического и гомеостатического контуров обратной связи в когнитивной карте.
22. Постройте когнитивную карту информационной проблемы.
23. Какой смысл имеют отрицательные и положительные причинно-следственные связи в когнитивной карте?
24. Поясните смысл весовых коэффициентов в когнитивной карте.
25. Поясните суть когнитивного моделирования.
26. Проведите аналитическое исследование моделей Мальтуса, Ферхюльста, Харрода.
27. Проведите классификацию социально-экономических процессов.
28. Приведите примеры циклических процессов.
29. Какие эффекты описывает модель Лотки-Вольтерра?
30. Поясните генерацию социально-экономических волн модели Гольдстайна.
31. Какие факторы определяют демографическую динамику?
32. Поясните суть модели Ричардсона.
33. Поясните суть методики иконологического моделирования.
34. Что такое бифуркация?
35. Какие модели хаоса и катастроф вы знаете?

7. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

7.1. Основная литература

1. Киселев, В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов (Методы оптимальных решений) : учебник / В.В. Киселев, В.М. Гончаренко. - Москва : КноРус, 2023. - 179 с. - Internet access. - Режим доступа: book.ru. - ISBN 978-5-406-05721-6. - Текст : электронный // ЭБС "BOOK.RU" : [сайт]. - URL: http://www.book.ru/book/938233 (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: по подписке.

2. Дубина, И. Н. Основы математического моделирования социально-экономических процессов : учебник и практикум для вузов / И. Н. Дубина. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 349 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00501-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/511850 (дата обращения: 27.05.2025). - Режим доступа: по подписке.

7.2. Дополнительная литература

1. Катаргин, Н. В. Экономико-математическое моделирование : Учебное пособие для вузов / Н. В. Катаргин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-507-44332-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/223430 (дата обращения: 27.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Белов, П. Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование в 3 ч. Часть 2 : учебник и практикум для вузов / П. Г. Белов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02608-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/512635 (дата обращения: 27.05.2025). - Режим доступа: по подписке.

3. Белов, П. Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование : учебник и практикум для вузов / П. Г. Белов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 721 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17939-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/568772 (дата обращения: 27.05.2025). - Режим доступа: по подписке.

4. Белов, П. Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование в 3 ч. Часть 3 : учебник и практикум для вузов / П. Г. Белов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 272 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02609-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/512636 (дата обращения: 27.05.2025). - Режим доступа: по подписке.

5. Электронный учебник «Математическое моделирование в управлении» / Глебова Н.В., Кошелев С.В., Макаров С.А., Мальцев В.А. - Нижегородский институт управления - филиал РАНХиГС, 2014.

7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

1. Электронные информационно-образовательные ресурсы Нижегородского института управления – филиала РАНХиГС - http://sdo.niu.ranepa.ru/.

2. Малиновская, Г.А. Основы измерения и оценивания : учебное пособие. Ч.1 : Измерение. Шкалы / Г.А. Малиновская. - Нижний Новгород : ВВАГС, 2011. - 35 с. - 35-00. - Текст : непосредственный.

3. Малиновская, Г.А. Основы когнитивного моделирования : учеб.-метод. пособие для студ. заоч. отд / Г.А. Малиновская, М.К. Тюсова. - Нижний Новгород : ВВАГС, 2008. - 53 с. - 0-00. - Текст : непосредственный.

4. Прохорова, Е.С. Метод анализа иерархий и его практическое применение : учебно-методическое пособие для студентов факультета управления, экономики и права, факультета заочного отделения, факультета ускоренного обучения и магистерской подготовки / Е.С. Прохорова, М.К. Тюсова. - Нижний Новгород : ВВАГС, 2008. - 59 с. - 0-00. - Текст : непосредственный.

5. Теория и практика когнитивного моделирования социально-экономических и политических процессов : учебно-методическое пособие / В.А. Мальцев, О.С. Данилова, К.В. Мальцев [и др.]. - Нижний Новгород : ВВАГС, 2010. - 82 с. - ISBN 978-5-85152-823-1 : 100-00; 0-00. - Текст : непосредственный.

6. Надеев А.Т. Моделирование социально-политических и экономических процессов: Учебник для вузов. - Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2002. - 349 с.

7. Надеев А.Т. Систематика. Книга 3: Структуризация социально-политических и экономических систем. - 2-е изд. испр. - Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2007. - 69 с.

8. Надеев А.Т. Систематика. Книга 4. Системы процессов. Часть 1. Общее описание. - Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 1998. - 156 с.

9. Надеев А.Т. Систематика. Книга 4. Системы процессов. Часть 2. Системная динамика. - Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2000. - 177 с.

7.4. Нормативные правовые документы

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»

2. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (с изменениями и дополнениями)

3. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 №245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»

4. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 №916 (зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 10.10.2017, регистрационный номер № 48495).

7.5. Интернет-ресурсы, справочные системы

1. Электронный учебник Надеева А.Т. «Моделирование социально-политических и экономических процессов» в СДО «Прометей»: URL: www.sdo.niu.ranepa.ru (авторизованный доступ).

2. Российский портал открытого образования: URL: https://openedu.ru/?ysclid=mb6age3ssw702052195 .

3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: URL: https://web.archive.org/web/20191122092928/http://window.edu.ru/ .

4. Свободная энциклопедия - Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Заглавная_страница.

5. Интернет-ресурсы органов государственного, регионального и муниципального управления . URL: www.gosuslugi.ru, www.gu.nnov.ru, www.kremlin.ru.

6. Научно-технический журнал «Моделирование процессов и систем». URL: https://journal.vgltu.ru/archive-of-numbers/2023-4 .

7. Научный журнал «Математическое моделирование». URL: https://new.ras.ru/work/publishing/journals/matematicheskoe-modelirovanie/?ysclid=mb6aktts24933978733 .

8. Научно-методический электронный журнал «Концепт» (ЭБС «IPRbooks»). URL: https://e-koncept.ru/?ysclid=mb6alo166u718699338 .

9. Электронный журнал «Информационные технологии моделирования и управления» (ЭБС «IPRbooks»). URL: https://www.iprbookshop.ru/43350.html?ysclid=mb6amcgysa631515230 .

8. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

8.1. Материально-техническая база

Перечень материально-технического обеспечения:

1. Учебные аудитории, оборудованные для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, коллоквиумов, мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, в том числе мультимедийным оборудованием для демонстрации электронных презентаций и аудио- и видеоматериалов;
2. Компьютерные классы для выполнения групповых тестовых и иных заданий, а также для самостоятельной работы обучающихся оснащенные компьютерной техникой и обеспечением доступа к сети «Интернет» и доступа в электронную информационно- образовательную среду организации;
3. Специализированные аудитории и лаборатории;
4. Библиотека с обеспечением печатными изданиями или электронно-библиотечная система обеспечивающая доступ к электронным изданиям (электронная библиотека);
5. Читальный зал;
6. Технические средства обучения: персональные компьютеры; компьютерные проекторы; звуковые динамики; программные средства, обеспечивающие просмотр видеофайлов в форматах AVI, MPEG-4, DivX, RMVB, WMV и др.

8.2. Информационные технологии, программное обеспечение:

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется информационные технологии и программное обеспечение:

1. Современная операционная система.
2. Kaspersky Endpoint Security (или аналог).
3. Средство просмотра файлов формата pdf.
4. Современные офисные средства (текстовые и табличные редакторы, средстваработы с презентационными материалами и т.д.).
5. Архиватор 7-Zip.
6. Система дистанционного обучения.
7. Автоматизированная библиотечная система.

8.3. Информационные справочные системы:

1. https://www.urait.ru –Электронно-библиотечная система [ЭБС] Юрайт;
2. https://www.iprbookshop.ru – Электронно-библиотечная система [ЭБС] «IPRSMART» (ранее – IPRBooks)
3. https://e.lanbook.com - Электронно-библиотечная система [ЭБС] «Лань».
4. https://znanium.ru - Электронно-библиотечная система [ЭБС] «Znanium.com».
5. https://www.book.ru - Электронно-библиотечная система [ЭБС] «Book.ru».

6. https://ibooks.ru - Электронно-библиотечная система [ЭБС] «ibooks.ru».
7. https://ranepalib.miflib.ru - Электронная библиотека издательства «МИФ».
8. https://eivis.ru – Ивис (East View). Полные тексты российских научных и практических журналов, а также газет центральной прессы России. Доступ с IP-адресов локальной сети Института.
9. https://grebennikon.ru - Полные тексты 38 научно-практических журналов по маркетингу, менеджменту, финансам и управлению персоналом ИД «Гребенников». Доступ с IP-адресов локальной сети Института.
10. http://www.consultant.ru/ - Справочно-правовая система «Консультант».
11. http://www.garant.ru/ Справочно-правовая система «Гарант».