

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 12:59:09

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Сетевые модели в инженерных задачах

Закреплена за подразделением

Кафедра автоматизированного проектирования и дизайна

Направление подготовки

09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Профиль

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 8

аудиторные занятия

48

самостоятельная работа

60

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя 12			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Практические	24	24	24	24
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	60	60	60	60
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*д.т.н., проф., Петров Андрей Евгеньевич*

Рабочая программа

**Сетевые модели в инженерных задачах**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА, 09.03.03-БПИ-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра автоматизированного проектирования и дизайна**

Протокол от г., №

Руководитель подразделения Коржов Евгений Геннадьевич, к.т.н., доцент

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Целями освоения дисциплины «Сетевые модели в инженерных задачах» являются ознакомление студентов бакалавриата с тензорным методом создания и применения сетевых моделей процессов и структуры для инженерных расчетов технических систем, автоматизации проектирования. Студенты ознакомятся с примерами создания таких сетевых моделей, их применения для параллельных вычислений в системах прикладной информатики, в том числе, связанных с металлургическими отраслями.
-----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.22
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	3D-моделирование и визуализация для мета-вселенных	
2.1.2	Автоматизация конструкторского проектирования	
2.1.3	Анализ данных	
2.1.4	Анимация	
2.1.5	Инженерное 3D-моделирование, ч.3	
2.1.6	Интерактивные приложения и виртуальная реальность	
2.1.7	Информационные системы управления финансами, бюджетированием и ФХД предприятия	
2.1.8	Основы DevOps	
2.1.9	Основы VR/AR- проектирования	
2.1.10	Роботизация бизнес-процессов (RPA)	
2.1.11	Трёхмерное моделирование и анимация	
2.1.12	Управление исполнением бизнес-процессов (BPM)	
2.1.13	Управление человеческими ресурсами (HR), взаимоотношения с клиентами (CRM) и поставщиками (SRM)	
2.1.14	Фотография	
2.1.15	3D-визуализация и анимация	
2.1.16	3D-моделирование и визуализация для мета-пространств	
2.1.17	CMF-Дизайн	
2.1.18	Автоматизация моделирования физических процессов	
2.1.19	Архитектура Big Data систем	
2.1.20	Веб-разработка на Python	
2.1.21	Геометрическое моделирование и научная визуализация	
2.1.22	ДНК бренда	
2.1.23	Инженерное 3D-моделирование, ч.2	
2.1.24	Информационное обеспечение дизайн-проектирования	
2.1.25	Корпоративные системы электронного документооборота (СЭД) и управление контентом (ЕСМ)	
2.1.26	Логистические системы и управление цепочками поставок (SCM)	
2.1.27	Макетирование	
2.1.28	Организация инновационного строительного производства	
2.1.29	Основы Unity и Unreal Engine	
2.1.30	Основы виртуализации	
2.1.31	Основы устойчивого дизайна	
2.1.32	Основы цифрового проектирования строительства	
2.1.33	Практика управления бизнес-процессами предприятия	
2.1.34	Практикум по разработке мобильных и Web приложений	
2.1.35	Проектирование визуальных коммуникаций	
2.1.36	Проектирование, управление разработкой и внедрением информационных систем	
2.1.37	Разработка приложений с распределённой архитектурой	
2.1.38	Системы управления эффективностью, качеством и стратегией развития бизнеса на предприятии	
2.1.39	Территориальное планирование	
2.1.40	Художественная обработка материалов	
2.1.41	Цветоведение и колористика	
2.1.42	Шрифты и визуальные коммуникации	
2.1.43	Эргономика	
2.1.44	Linux для разработки приложений	

2.1.45	Анализ данных и аналитика в принятии решений
2.1.46	Веб-дизайн и разработка веб-приложений
2.1.47	Дизайн взаимодействия и эргономики
2.1.48	Инженерное 3D-моделирование, ч. 1
2.1.49	Интеллектуальные подсистемы ВМ-технологий
2.1.50	История науки
2.1.51	Композиция
2.1.52	Компьютерные технологии и мультимедиа
2.1.53	Математические методы моделирования физических процессов
2.1.54	Математическое моделирование
2.1.55	Методология дизайн-мышления
2.1.56	Основы архитектуры и урбанистики
2.1.57	Основы мобильной разработки
2.1.58	Основы проектирования продуктов и сервисов будущего
2.1.59	Основы теории и методы дизайна
2.1.60	Основы управление процессами дизайн-индустрии
2.1.61	Процессный подход к моделированию в управлении предприятием
2.1.62	Рисунок и живопись
2.1.63	Системно-архитектурный подход к управлению IT – проектами
2.1.64	Системы управления производством (SAP, 1С, Галактика)
2.1.65	Управление IT-инфраструктурой и сервисами предприятия
2.1.66	Алгоритмы дискретной математики
2.1.67	Математика
2.1.68	Комбинаторика и теория графов
2.1.69	Технологии программирования
2.1.70	Физика
2.1.71	Компьютерная и инженерная графика
2.1.72	Основы дискретной математики
2.1.73	Вычислительные машины, сети и системы
2.1.74	Программирование и алгоритмизация
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ПК-2: Способен проектировать, разрабатывать и оптимизировать компоненты объектов своей профессиональной деятельности при помощи современных информационных средств**

**Знать:**

ПК-2-31 ПК-2: Знает, как проектировать, разрабатывать и оптимизировать компоненты объектов своей профессиональной деятельности при помощи современных информационных средств

**ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности**

**Знать:**

ОПК-1-31 ОПК-1: Знает, как применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

**ПК-2: Способен проектировать, разрабатывать и оптимизировать компоненты объектов своей профессиональной деятельности при помощи современных информационных средств**

**Уметь:**

ПК-2-У1 ПК-2: Умеет проектировать, разрабатывать и оптимизировать компоненты объектов своей профессиональной деятельности при помощи современных информационных средств

**ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности**

**Уметь:**

ОПК-1-У1 ОПК-1: Умеет применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

<b>ПК-2: Способен проектировать, разрабатывать и оптимизировать компоненты объектов своей профессиональной деятельности при помощи современных информационных средств</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 ПК-2: Владеет способностями проектировать, разрабатывать и оптимизировать компоненты объектов своей профессиональной деятельности при помощи современных информационных средств
<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 ОПК-1: Имеет навыки применения естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Раздел 1. Инженерные задачи в сложных системах, изменение процессов при изменении структуры. Сетевые модели. Тензорный анализ сетей.</b>							
1.1	Инженерные задачи в технических и экономических системах. Методология моделирования сложных систем. Структура и элементы системы. Анализ процессов и структуры. Анализ связей с другими частями. Декомпозиция системы на составные части. Описание состава и поведения подсистем и элементов системы. Составление модели сложного технологического объекта на основе анализа и синтеза. /Лек/	8	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э7 Э12			
	<b>Раздел 2. Раздел 2. Матрицы преобразования путей, инвариант двойственности сетей. Матрицы решения при расчете замкнутых и открытых сетей.</b>							

2.1	Основные понятия процессов и структуры систем и сетей. Расчет процессов в сетях. Матрицы решения замкнутых и открытых сетей, контурных и узловых цепей. Постоянство рассеиваемой мощности в двойственных цепях при изменении структуры. Метод построения сетевых моделей процессов в замкнутых и открытых системах. Аналогии воздействий материальных характеристик процессов и откликов для внешних и внутренних процессов. Особенности сетевых моделей геологических процессов. Применение сетевых методов для моделирования процессов в технологических системах, горных отраслях, а также в логистике. /Лек/	8	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.5 Л1.4 Л2.4Л2.2Л3.1 Э2 Э6 Э7 Э12		КМ1	Р1
2.2	Построение матриц преобразования сетей и расчет сетей тензорным методом с применением инварианта двойственности. /Пр/	8	12	ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.1 Э6 Э7		КМ1	Р1
2.3	Подготовка к практическим занятиям и защите практических работ по расчету матриц преобразования, сетей и сетевых моделей тензорным методом /Ср/	8	30	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4 Л2.3Л2.2Л3.1 Э2 Э3 Э5 Э6		КМ1	Р1
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Инварианты двойственных цепей при изменении структуры. Алгоритмы декомпозиции и расчета сетей по частям тензорным методом; параллельные вычисления.</b>							
3.1	Алгоритмы декомпозиции и расчета сетей по частям тензорным методом. Расчет процессов в отдельных блоках сетевой модели. Расчет сетевой модели соединения частей. Расчет двойственной сети пересечений. Расчет процессов в системе с применением параллельных вычислений. /Лек/	8	4	ОПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.4 Л2.3Л2.2Л3.1 Э1 Э3 Э7 Э12		КМ2	Р2

3.2	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы по расчету сетевых моделей проектирования работы производства методом декомпозиции. /Пр/	8	12	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э6 Э7		КМ2	Р2
	<b>Раздел 4. Раздел 4. Технология создания сетевых моделей систем, аналогии системы и сети. Сетевые модели технических систем. Расчет поведения систем при изменении структуры (аварии или варианты проектирования)</b>							
4.1	Сетевые модели процессов в системах, технических и экономических системах, горных отраслях. Сетевые модели установок нефтепереработки. Расчет поведения установки при изменении структуры при авариях или вариантах проектирования. Применение модели банковских процессов для анализа финансирования в металлургии и горных отраслей. /Лек/	8	6	ОПК-1-У1 ПК-2-31	Л1.4 Л2.3Л1.5 Л2.2Л3.1 Э3 Э6 Э7			
	<b>Раздел 5. Раздел 5. Сетевая модель производства, алгоритм расчета межотраслевого баланса методом декомпозиции. Сетевая модель банка и банковской системы.</b>							
5.1	Сетевая модель производства, алгоритм расчета межотраслевого баланса методом декомпозиции. Сетевая модель банка. Информационно-аналитическая система «Банки и финансы». /Лек/	8	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3 Л1.4 Л2.3Л2.2Л3.1 Э1 Э5 Э7		КМ2	
5.2	Подготовка к практическим занятиям и защите лабораторной работы по расчету сетевых моделей производства методом декомпозиции /Ср/	8	30	ОПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-В1	Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э6 Э7 Э8			Р2
	<b>Раздел 6. Раздел 6. Сетевые модели шахтной вентиляции и системы логистики</b>							

6.1	Сетевая модель шахтной вентиляции, и ее применение для анализа аварийных ситуаций, связанных с изменением структуры ходов шахты. Сетевая модель системы логистики. /Лек/	8	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4Л2.2Л3. 1 Э5 Э10 Э11			
-----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	--------------------------------------	--------------------------------	--	--	--

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	1. Тестовые вопросы к зачету с оценкой и варианты ответов	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-31	<p>1. Построение матриц преобразования сетей и расчет сетей тензорным методом с применением инварианта двойственности ОПК- 8-У1, ОПК-1-31, УК-4-31, УК-1-31 и ОПК-9-31.</p> <p>1. Место тензорного метода среди методов моделирования сложных систем?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Расчет, анализ, проектирование систем с переменной структурой;</li> <li>• Исследование поведения системы с постоянной структурой;</li> <li>• Модели искусственных нейронных сетей;</li> <li>• Моделирование процессов с постоянными потоками.</li> </ul> <p>2. Сложная система представляет собой:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Множество элементов;</li> <li>• Множество элементов с процессами, и структура связей между элементами;</li> <li>• Множество связей между элементами, составляющими структуру системы;</li> <li>• Множество узлов – границ элементов.</li> </ul> <p>3. Сетевая модель это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• представление сетью структуры сложной системы;</li> <li>• графическое представление сложной системы;</li> <li>• представление сетью структуры и процессов в сложной системе.</li> <li>• представление сетью процессов в сложной системе;</li> </ul> <p>4. Тензор это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• число;</li> <li>• вектор;</li> <li>• матрица;</li> <li>• объект с линейным законом преобразования компонент.</li> </ul> <p>5. Базис контурного метода расчета сети:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ортогональные пути;</li> <li>• открытые пути;</li> <li>• замкнутые пути;</li> <li>• замкнутые и открытые пути.</li> </ul> <p>6. Базис узлового метода расчета сети:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ортогональные пути;</li> <li>• открытые пути;</li> <li>• замкнутые пути;</li> <li>• замкнутые и открытые пути.</li> </ul> <p>7. Можно ли выразить замкнутые пути через открытые пути?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• да; нет.</li> </ul> <p>8. Можно ли выразить открытые пути через замкнутые пути?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• да; нет.</li> </ul> <p>9. В контурном методе расчета сети используется матрица преобразования путей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R, mC, mA, jC, jA.</li> </ul> <p>10. В узловом методе расчета сети используется матрица преобразования путей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mC, mA, jC, jA, Z.</li> </ul> <p>11. Матрица решения сети в узловом методе Zc дает отклики при умножении на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• матрицу mC,</li> <li>• вектор e;</li> <li>• вектор I;</li> </ul>



- матрицу  $m_A$ ,
- 12. Матрица решения сети в контурном методе  $Y_c$  дает отклики при умножении на:
  - матрицу  $m_C$ ,
  - вектор  $e$ ;
  - вектор  $I$ ;
  - матрицу  $j_A$ ;
  - матрицу  $Z$ .
- 13. Ковариантность это:
  - Постоянная величина;
  - Совместное изменение;
  - Противоположное изменение.
- 14. Контравариантность это:
  - Переменная величина;
  - Совместное изменение;
  - Противоположное изменение.
- 15. В двойственной сети относительно заданной сети:
  - контуру соответствует разомкнутый путь;
  - разомкнутому пути соответствует контур;
  - число базисных контуров соответствует числу базисных разомкнутых путей;
  - число базисных разомкнутых путей соответствует числу базисных контуров.

УП: 09.03.01-БИВТ-21-1.plx

стр. 8

- 16. Что такое ортогональность матриц
  - взаимно обратные;
  - двойственные;
  - транспонированные;
  - взаимно обратные и транспонированные.
- 17. Отношение между матрицами  $C$  и  $A$ 
  - обратные;
  - ортогональные;
  - двойственные;
  - транспонированные.
- 2. Планирование производства на основе расчета сетевой модели межотраслевого баланса методом декомпозиции ОПК-8-У1, УК-5-В1 и ПК-2-В1
- 18. Экономическая матрица (матрица Леонтьева) это:
  - $A, C, I - C, I - A$
- 19. Коэффициенты прямых затрат это:
  - поставки готовой продукции;
  - нормы поставок продукции;
  - потребляемые ресурсы;
  - нормы производственной мощности.
- 20. Входящие потоки денежных средств в банке это:
  - обязательства;
  - ликвидные активы;
  - кредиты реальному сектору;
  - вложения в ценные бумаги.
- 21. Выходящие потоки денежных средств в банке это:
  - обязательства до востребования;
  - ликвидные активы;
  - кредиты реальному сектору;
  - вложения в ценные бумаги.
- 22. Финансовый результат работы банка:
  - Кредиты физическим лицам;
  - Прибыль или убыток;
  - Расчетные счета предприятий
  - Здания, транспорт, информационные системы.
- 23. Какие величины выражают поток энергии (мощность)?
  - напряжение;
  - ток;
  - произведение тока и напряжения.
- 24. Декомпозиция это:
  - присоединение ветвей к сети;
  - разделение сети на части;

			соединение системы из частей
КМ2	По дисциплине выполняется две лабораторные работы:  1. Построение матриц преобразования сетей и расчет сетей тензорным методом с применением инварианта двойственности (закрепление знаний по ОПК- 8-У1, ОПК-1-31, УК-4-31, УК-1-31 и ОПК-9-31). 2. Планирование производства на основе расчета сетевой модели межотраслевого баланса методом декомпозиции (закрепление знаний по ОПК-8-У1, УК-5-В1 и ПК-2-В1).	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	1. Построение матриц преобразования сетей и расчет сетей тензорным методом с применением инварианта двойственности  1. Место тензорного метода среди методов моделирования сложных систем?  2. Сложная система представляет собой: • Множество элементов; • 3. Сетевая модель это: • 4. Тензор это: • •5. Базис контурного метода расчета сети: 6. Базис узлового метода расчета сети: 7. Можно ли	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1	1. Тестовые вопросы и варианты ответов  Построение матриц преобразования сетей и расчет сетей тензорным методом с применением инварианта двойственности 1. Место тензорного метода среди методов моделирования сложных систем? • Расчет, анализ, проектирование систем с переменной структурой; • Исследование поведения системы с постоянной структурой; • Модели искусственных нейронных сетей; • Моделирование процессов с постоянными потоками. 2. Сложная система представляет собой: • Множество элементов; • Множество элементов с процессами, и структура связей между элементами; • Множество связей между элементами, составляющими структуру системы; • Множество узлов – границ элементов. 3. Сетевая модель это: • представление сетью структуры сложной системы; • графическое представление сложной системы; • представление сетью структуры и процессов в сложной системе. • представление сетью процессов в сложной системе; 4. Тензор это: • число; • вектор; • матрица; • объект с линейным законом преобразования компонент. 5. Базис контурного метода расчета сети: • ортогональные пути; • открытые пути; • замкнутые пути; • замкнутые и открытые пути.

<p>выразить замкнутые пути через открытые пути?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• да; нет.</li> </ul> <p>8. Можно ли выразить открытые пути через замкнутые пути?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• да; нет.</li> </ul> <p>9. В контурном методе расчета сети используется матрица преобразования путей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>R, mC, mA, jC, jA</math>.</li> </ul> <p>10. В узловом методе расчета сети используется матрица преобразования путей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>mC, mA, jC, jA, Z</math>.</li> </ul> <p>11. Матрица решения сети в узловом методе <math>Z_c</math> дает отклики при умножении на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12. Матрица решения сети в контурном методе <math>Y_c</math> дает отклики при умножении на:</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• матрицу <math>mC</math>,</li> <li>• вектор <math>e</math>;</li> <li>• вектор <math>I</math>;</li> <li>• матрицу <math>jA</math>;</li> <li>• матрицу <math>Z</math>.</li> </ul> <p>13. Ковариантность это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Постоянная величина;</li> <li>• Совместное изменение;</li> <li>• Противоположное изменение.</li> </ul> <p>14. Контравариантность это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Переменная величина;</li> <li>• Совместное изменение;</li> <li>• Противоположное изменение.</li> </ul> <p>15. В двойственной сети относительно заданной сети:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• контуру соответствует разомкнутый путь;</li> <li>• разомкнутому пути соответствует контур;</li> <li>• число базисных контуров соответствует числу базисных контуров</li> </ul>		<p>6. Базис узлового метода расчета сети:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ортогональные пути;</li> <li>• открытые пути;</li> <li>• замкнутые пути;</li> <li>• замкнутые и открытые пути.</li> </ul> <p>7. Можно ли выразить замкнутые пути через открытые пути?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• да; нет.</li> </ul> <p>8. Можно ли выразить открытые пути через замкнутые пути?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• да; нет.</li> </ul> <p>9. В контурном методе расчета сети используется матрица преобразования путей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>R, mC, mA, jC, jA</math>.</li> </ul> <p>10. В узловом методе расчета сети используется матрица преобразования путей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>mC, mA, jC, jA, Z</math>.</li> </ul> <p>11. Матрица решения сети в узловом методе <math>Z_c</math> дает отклики при умножении на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• матрицу <math>mC</math>,</li> <li>• вектор <math>e</math>;</li> <li>• вектор <math>I</math>;</li> <li>• матрицу <math>mA</math>,</li> </ul> <p>12. Матрица решения сети в контурном методе <math>Y_c</math> дает отклики при умножении на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• матрицу <math>mC</math>,</li> <li>• вектор <math>e</math>;</li> <li>• вектор <math>I</math>;</li> <li>• матрицу <math>jA</math>;</li> <li>• матрицу <math>Z</math>.</li> </ul> <p>13. Ковариантность это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Постоянная величина;</li> <li>• Совместное изменение;</li> <li>• Противоположное изменение.</li> </ul> <p>14. Контравариантность это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Переменная величина;</li> <li>• Совместное изменение;</li> <li>• Противоположное изменение.</li> </ul> <p>15. В двойственной сети относительно заданной сети:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• контуру соответствует разомкнутый путь;</li> <li>• разомкнутому пути соответствует контур;</li> <li>• число базисных контуров соответствует числу базисных контуров</li> <li>• число базисных разомкнутых путей соответствует числу базисных контуров.</li> </ul> <p>16. Что такое ортогональность матриц</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• взаимно обратные;</li> <li>• двойственные;</li> <li>• транспонированные;</li> <li>• взаимно обратные и транспонированные.</li> </ul> <p>17. Отношение между матрицами <math>C</math> и <math>A</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• обратные;</li> <li>• ортогональные;</li> <li>• двойственные;</li> <li>• транспонированные.</li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>числу базисных разомкнутых путей;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• число базисных разомкнутых путей соответствует числу базисных контуров.</li> </ul> <p>16. Что такое ортогональность матриц</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• взаимно обратные;</li> <li>• двойственные;</li> <li>• транспонированные;</li> <li>• взаимно обратные и транспонированные.</li> </ul> <p>17. Отношение между матрицами С и А</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• обратные;</li> <li>• ортогональные;</li> <li>• двойственные;</li> <li>• транспонированные.</li> </ul>		
P2	<p>2. Планирование производства на основе расчета сетевой модели межотраслевого баланса методом декомпозиции</p> <p>18. Экономическая матрица (матрица Леонтьева) это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• А, С, I – С, I – А</li> </ul> <p>19. Коэффициенты прямых затрат это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20. Входящие потоки денежных средств в банке это:</li> <li>• 21. Выходящие потоки денежных средств в банке это:</li> <li>• 22. Финансовый результат работы банка:</li> <li>• 23. Какие величины выражают поток энергии (мощность)?</li> <li>24. Декомпозиция это:</li> </ul>	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Планирование производства на основе расчета сетевой модели межотраслевого баланса методом декомпозиции</p> <p>18. Экономическая матрица (матрица Леонтьева) это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• А, С, I – С, I – А</li> </ul> <p>19. Коэффициенты прямых затрат это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• поставки готовой продукции;</li> <li>• нормы поставок продукции;</li> <li>• потребляемые ресурсы;</li> <li>• нормы производственной мощности.</li> </ul> <p>20. Входящие потоки денежных средств в банке это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• обязательства;</li> <li>• ликвидные активы;</li> <li>• кредиты реальному сектору;</li> <li>• вложения в ценные бумаги.</li> </ul> <p>21. Выходящие потоки денежных средств в банке это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• обязательства до востребования;</li> <li>• ликвидные активы;</li> <li>• кредиты реальному сектору;</li> <li>• вложения в ценные бумаги.</li> </ul> <p>22. Финансовый результат работы банка:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Кредиты физическим лицам;</li> <li>• Прибыль или убыток;</li> <li>• Расчетные счета предприятий</li> <li>• Здания, транспорт, информационные системы.</li> </ul> <p>23. Какие величины выражают поток энергии (мощность)?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• напряжение;</li> <li>• ток;</li> <li>• произведение тока и напряжения.</li> </ul> <p>24. Декомпозиция это:</p> <p>присоединение ветвей к сети; разделение сети на части; соединение системы из частей</p>
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
По дисциплине предусмотрен зачет с оценкой			

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Выполнение работ является промежуточной аттестацией.

Для оценивания уровня освоения материала по дисциплине используется следующая шкала оценок:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно применяет полученные знания на практике, грамотно и логически стройно излагает материал, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно применяет знания на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ошибки в ответах исправляет после дополнительных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, не отвечает на дополнительные вопросы, допускает ошибки в вопросах, относящихся к компетенции школьной программы.

Оценка «неявка» – обучающийся на зачет не явился.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Горбатов В. А., Горбатов А. В., Горбатова М. В.	Дискретная математика: учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во АСТ, 2006
Л1.2	Певзнер Л. Д.	Линейные динамические системы. Управление и наблюдение: учеб. пособие по дисц. "Основы теории систем" для студ. спец. 0646	Библиотека МИСиС	М.: МГИ, 1987
Л1.3	Черников Ю. Г.	Методы оптимизации: метод. указ. по выполнению лаб. работ по дис. "Методы оптимизации" для студ., обуч. по направ. 552800, 654600	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2005
Л1.4	Петров А. Е.	Сетевые методы планирования производства: учеб. метод. пособие по дисц. "Организация и планирование производства"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2010

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Певзнер Л. Д.	Математические модели теории систем: учеб. пособие по дисц. "Основы теории систем" для студ. спец. 0646	Библиотека МИСиС	М.: МГИ, 1985
Л2.2	Горбатов В. А.	Фундаментальные основы дискретной математики. Информационная математика: учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1999
Л2.3	Петров А. Е.	Логистика производства	Библиотека МИСиС	, 2012
Л2.4	Петров А. Е.	Математические модели принятия решений (N 3092): учебно-метод. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Горбатов А. В., Горбатов В. А., Пителинский К. В., Федоров Н. В.	Выпускные квалификационные работы: учеб.-метод. реком. по подготовке и защите	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2009
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	Э1	Петров А. Е. Сетевые методы планирования производства: учебно-методическое пособие. – М.: МГТУ, 2010. – 148 с.	<a href="http://window.edu.ru/resource/545/79545/files/Petrov_methods.pdf">http://window.edu.ru/resource/545/79545/files/Petrov_methods.pdf</a>	
Э2	Э3	Петров А. Е. Логистика в САПР. Часть 1. Логистика производства: учебно-методическое пособие – М.: МГТУ, 2012. – 92 с.	<a href="http://window.edu.ru/resource/548/79548">http://window.edu.ru/resource/548/79548</a> <a href="http://www.twirpx.com/file/1193744/">http://www.twirpx.com/file/1193744/</a>	
Э3	Э4	Петров А.Е. Логистика в САПР. Часть 2. Информационная логистика: учебно-методическое пособие – М.: МГТУ, 2013. – 112 с.	<a href="http://window.edu.ru/resource/549/79549">http://window.edu.ru/resource/549/79549</a> , <a href="http://diss.seluk.ru/m-informatika/30002223-1-ae-petrov-logistika-sapr-chast-2-informacionnaya-logistika-uchebno-metodicheskoe-posobie-moskva-2012-pdf-created-with-pdfactor.php">http://diss.seluk.ru/m-informatika/30002223-1-ae-petrov-logistika-sapr-chast-2-informacionnaya-logistika-uchebno-metodicheskoe-posobie-moskva-2012-pdf-created-with-pdfactor.php</a> <a href="http://www.twirpx.com/file/1193742/">http://www.twirpx.com/file/1193742/</a>	
Э4	Э5	Петров А. Е. Математические модели принятия решений: электронное учебно-методическое пособие – М.: МИСиС, 2018. – 84 с. ISBN: 978-5- 906953-14-8. <a href="https://fictionbook.ru/author/a_e_petrov/matematicheskie_modeli_prinyatiya_resheniya/">https://fictionbook.ru/author/a_e_petrov/matematicheskie_modeli_prinyatiya_resheniya/</a>	Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/78572.html">http://www.iprbookshop.ru/78572.html</a> . — ЭБС «IPRbooks» Электронная книга: А. Е. Петров «Математические модели принятия решений. Учебно-методическое пособие» <a href="https://books.academic.ru/book.nsf/87802406/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%8F+%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9.+%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%BE-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5+%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5">https://books.academic.ru/book.nsf/87802406/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%8F+%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9.+%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%BE-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5+%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5</a>	
Э5	Э6	Организация, планирование и управление в строительстве с применением BIM технологий	<a href="https://bimlab.ru/faq-bim3d.html">https://bimlab.ru/faq-bim3d.html</a>	ь
Э6	Э7	Х. Хэпп. Диакоптика и электрические цепи. М.: Мир. 1974. 344 с.	<a href="http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&amp;db=nlebk&amp;AN=297043">http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&amp;db=nlebk&amp;AN=297043</a> EBSCO ISBN 9780080955780	
Э7	Э8	Петров А. Е. Тензорный метод двойственных сетей. М.: ООО ЦИТиП.	<a href="http://www.uni-dubna.ru//images/data/gallery/70_971_tenzorny_method25_02.pdf">http://www.uni-dubna.ru//images/data/gallery/70_971_tenzorny_method25_02.pdf</a> . 2009. – 612 с.	
Э8	Э9	Информационное моделирование здания	<a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/BIM">https://ru.wikipedia.org/wiki/BIM</a>	
Э9	Э10	Технология BIM	<a href="https://stroi.mos.ru/builder_science/tiekhnologhiia-bim-iedinaia-modiel-i-sviazannyie-s-etim-zabluzhdeniia">https://stroi.mos.ru/builder_science/tiekhnologhiia-bim-iedinaia-modiel-i-sviazannyie-s-etim-zabluzhdeniia</a>	
Э10	Э11	Петров А.Е. Тензорная сетевая модель системы логистики. Сетевое научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». 2021. том 17 № 4 (53), 2021, ст. 2 – с. 12–30. ISSN 2075-1427	URL: <a href="http://www.rypravlenie.ru">http://www.rypravlenie.ru</a> .	
Э11	Э12	Петров А.Е. Сетевая модель системы логистики // Сетевое научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». 2021. Т. 17, вып. 3 (52). – с. 1–20. ISSN 2075-1427	URL: <a href="http://www.rypravlenie.ru/?p=3792">http://www.rypravlenie.ru/?p=3792</a>	
Э12		Петров А.Е. Тензорная методология в теории систем. - М.: Радио и связь, 1985. - 152 с. Тензорная методология в теории систем / [Предисл. В. А. Веникова]. – М.: Радио и связь, 1985. – 152 с. — (Кибернетика). – 7550 экз.	<a href="http://mexalib.com/view/40904">http://mexalib.com/view/40904</a> <a href="http://padabum.com/d.php?id=32647">http://padabum.com/d.php?id=32647</a> <a href="http://www.studmed.ru/petrov-ae-tenzornaya-metodologiya-v-teorii-sistem_f75c5f9ae62.html">http://www.studmed.ru/petrov-ae-tenzornaya-metodologiya-v-teorii-sistem_f75c5f9ae62.html</a> <a href="http://padaread.com/?book=45323&amp;pg=8">http://padaread.com/?book=45323&amp;pg=8</a>	
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>				

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.3	Creative Cloud for teams All Apps Multiple Platforms Multi European Language
П.4	Microsoft Visio 2016
П.5	Microsoft Visual Studio 2015
П.6	Microsoft SQL server 2016
П.7	Microsoft Office
П.8	MS Teams
П.9	LMS Canvas
П.10	Python
П.11	Microsoft SQL Server 2008 R2
П.12	MATLAB
П.13	Microsoft Visual C++ 2008/2013
П.14	Java 8 Update 181
П.15	Java SE Development Kit 7
П.16	Zoom
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Л-531	Учебная аудитория	доска, комплект учебной мебели
Л-529	Компьютерный класс	доска аудиторная маркерная, комплект учебной мебели на 32 рабочих места, 22 ПК

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методические разработки для практической работы -

Построение матриц преобразования сетей и инженерные задачи расчета сетей тензорным методом с применением инварианта двойственности;

расчет по заданному примеру инженерных задач производственной структуры: построение сетевой модели системы производства (выпуска продукции), потребления ресурсов и поставок; расчет потоков продуктов, ресурсов и поставок при заданном спросе, расчет потоков продуктов, ресурсов и поставок методом декомпозиции при изменении структуры производства; проверка правильности решения.

Выполнение работ является промежуточной аттестацией.

Для оценивания уровня освоения материала по дисциплине используется следующая шкала оценок:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно применяет полученные знания на практике, грамотно и логически стройно излагает материал, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно применяет знания на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ошибки в ответах исправляет после дополнительных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, не отвечает на дополнительные вопросы, допускает ошибки в вопросах, относящихся к компетенции школьной программы.

Оценка «неявка» – обучающийся на зачет не явился.