

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 28.08.2023 15:36:17

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)

Tensor method of complex systems network models / Тензорная методология моделирования сложных систем

Закреплена за подразделением

Кафедра автоматизированного проектирования и дизайна

Направление подготовки

09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Data Science / Анализ данных

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 2

аудиторные занятия

32

самостоятельная работа

76

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

дтн, профессор, Петров Андрей Евгеньевич

Рабочая программа

Tensor method of complex systems network models / Тензорная методология моделирования сложных систем

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника / Computer science and engineering, 09.04.01-МИВТ-23-6.plx Data Science / Анализ данных, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника / Computer science and engineering, Data Science / Анализ данных, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра автоматизированного проектирования и дизайна

Протокол от 21.05.2020 г., №9

Руководитель подразделения Горбатов Александр Вячеславович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	The purpose of mastering the discipline is to acquaint the students with the tensor method to create and use network models of processes and structures of complex technical, economic systems, examples of creating such models and applications for parallel computing in innovative software systems.
1.2	Целью освоения дисциплины является ознакомление студентов с тензорным методом создания и применения сетевых моделей процессов и структуры сложных технических, экономических систем, примерами создания таких моделей и применения для параллельных вычислений в инновационных программных системах.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Data warehousing / Хранилище данных	
2.1.2	Management of Quality / Менеджмент качества	
2.1.3	Modern methods of structural characterisation of micro- and nano-systems / Соврем. методы диагностики и исследования материалов, нано- и микросистем	
2.1.4	Natural and artificial intelligence / Естественный и искусственный интеллект	
2.1.5	Лидерство и управление командой проекта	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Applied data science in digital projects / Прикладная наука о данных в цифровых проектах	
2.2.2	Big Data and complex socio-technical systems / Большие данные и сложные социально-технические системы	
2.2.3	Intelligent software in geological system / Интеллектуальное программное обеспечение геологических систем	
2.2.4	Modern IT-systems in economics and industry and Digital transformation for metallurgy / Современные IT-системы в экономике и промышленности и Цифровые преобразования для металлургии	
2.2.5	Parallel programming technologies / Технологии параллельного программирования	
2.2.6	Master's Thesis / Преддипломная практика	
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

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	
Знать:	
ОПК-1-31 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-3: Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	
Уметь:	
ОПК-3-У1 Уметь анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	
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	
Уметь:	
ОПК-1-У1 Умеет 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	
ПК-1: Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	
Владеть:	
ПК-1-В1 Владеть способностью к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	
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	

Владеть:

ОПК-1-В1 Владеть способностью 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

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
	Раздел 1. Complex systems, change processes in restructuring. Network models. Сложные системы, изменение процессов при изменении структуры. Сетевые модели.							
1.1	Complex systems, change processes in restructuring. Network models. Tensor analysis of networks. Paths transformation matrix, dual networks invariance. Сложные системы, изменение процессов при изменении структуры. Сетевые модели. Тензорный анализ сетей. Матрицы преобразования путей, инвариант двойственности сетей. /Лек/	2	2	ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.6 Э5 Э6 Э7			
	Раздел 2. Calculations of the networks. Расчет сетей.							
2.1	Calculations of the networks. Solving matrixes of closed and open networks, mesh and junction circuits. Power invariance in dual circuits under structure changing. Расчет сетей. Матрицы решения замкнутых и открытых сетей, контурных и узловых цепей. Постоянство рассеиваемой мощности в двойственных цепях при изменении структуры. /Лек/	2	3	ОПК-1-В1	Л2.4 Л2.6 Э3 Э5 Э7			

2.2	<p>Practical lessons on calculations of the networks. The transformation of networks with variable structure. Matrix solution of closed and open networks, contour and junction networks. The constancy of the power in dual circuits in restructuring. Matrix solution of closed and open networks.</p> <p>Практические занятия по анализу двойственности сетей и сетевых моделей сложных систем. Построение матриц решения с применением инвариантов двойственности при изменении соединения элементов структуры систем. Расчеты сетей. Матрицы решения замкнутых и открытых сетей. /Пр/</p>	2	4	ПК-1-В1	Л1.3Л2.1 Э3 Э7		КМ1	
	<p>Раздел 3. The decomposition algorithms and computation in parts of networks. Алгоритмы декомпозиции и расчета сетей по частям.</p>							
3.1	<p>The decomposition algorithms and computation in parts of networks using parallel computing.</p> <p>Алгоритмы декомпозиции и расчета сетей по частям тензорным методом с применением параллельных вычислений. /Лек/</p>	2	3	ОПК-1-В1 ОПК-3-У1	Л1.2Л2.6 Э5 Э7			

3.2	<p>Practical lessons on decomposition algorithms and calculation of networks on parts of the tensor method using parallel computing. Network calculation when changing connections. Decision matrix when applying links. Decision matrix in tearing links. Processing efficiency when changing the structure. Example of calculation of the solution matrices when the structure changing. Generalized diakoptics - networks division calculation algorithms and parallel computing organization. The tearing of the network into subnets, the allocation of network connections and dual network intersections. Example of calculating the parts network.</p> <p>Практические занятия по анализу алгоритмов декомпозиции и расчета сетей по частям тензорным методом с применением параллельных вычислений. Расчет сети при изменении соединений ветвей. Матрицы решения при наложении связей. Матрицы решения при разрывании связей. Пример расчета матриц решения при изменении структуры. Алгоритмы расчета сетей при разделении на части и организация параллельных вычислений. Разделение сети на подсети, выделение сети соединений и двойственной сети пересечений. Пример расчета сети по частям. /Пр/</p>	2	4	ПК-1-В1	Л2.6 Л2.7 Э4 Э5 Э7			
-----	---	---	---	---------	-----------------------	--	--	--

3.3	<p>Independent preparation for practical lessons on decomposition algorithms and calculation of networks on parts of the tensor method using parallel computing. Network calculation when changing connections. Decision matrix when applying links. Decision matrix in tearing links. Processing efficiency when changing the structure. Example of calculation of the solution matrices when the structure changing. Generalized diakoptics - networks division calculation algorithms and parallel computing organization. The tearing of the network into subnets, the allocation of network connections and dual network intersections.</p> <p>Самостоятельная подготовка к практическим занятиям по анализу алгоритмов декомпозиции и расчета сетей по частям тензорным методом. Расчет сети при изменении соединений ветвей. Матрицы решения при наложении связей. Матрицы решения при разрывании связей. Эффективность вычислений при изменении структуры. Пример расчета матриц решения при изменении структуры. Алгоритмы расчета сетей при разделении на части и организация параллельных вычислений. Разделение сети на подсети, выделение сети соединений и двойственной сети пересечений. /Ср/</p>	2	16	ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Э3 Э6 Э7			
	<p>Раздел 4. The method of creating complex systems network models. Методика создания сетевых моделей сложных систем.</p>							
4.1	<p>The method of creating network models of closed and open systems, analogy of applied forces and responses. Методика создания сетевых моделей замкнутых и открытых систем, аналогии приложенных сил и откликов /Лек/</p>	2	2	ОПК-1-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э6			

4.2	Practical lessons on analyzing the analogy between processes in systems and networks; between system structure and networks. Building examples of network models of complex systems. Изучение аналогии между процессами в системах и сетями; между структурой систем и сетями. Построение примеров сетевых моделей сложных систем. /Пр/	2	2	ОПК-3-У1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э6 Э7			
4.3	Independent preparation for practical lessons on analyzing the analogy between processes in systems and networks. Calculating the network model of inter-industry output by decomposition. Самостоятельная подготовка к изучению аналогий между процессами в системах и сетевых моделях, между структурой систем и сетями. Построение примеров сетевых моделей сложных систем. /Ср/	2	14	ПК-1-В1	Л2.6 Л2.7 Э3 Э5 Э7			
	Раздел 5. The network model of refining plants. Сетевые модели установок нефтепереработки.							
5.1	The network model of refining plants and calculation of their behavior when the structure changes as a result of accidents or for design options. Сетевые модели установок нефтепереработки. Расчет поведения установки при изменении структуры при авариях или вариантах проектирования. /Лек/	2	2	ОПК-1-В1 ОПК-3-У1	Л2.2 Л2.4 Э4 Э5 Э6			
5.2	Independent preparation for network model calculation of refining plants and of their behavior when the structure changes as a result of accidents or for design options. . Calculating the network model of inter-industry output by decomposition. Самостоятельная подготовка к расчету сетевых моделей установок нефтепереработки. Расчет поведения установки при изменении структуры при авариях или вариантах проектирования. /Ср/	2	16	ПК-1-В1	Л2.5 Л2.6 Э7			

	Раздел 6. Network model output, input-output balance. Сетевая модель производства, алгоритм расчета межотраслевого баланса.							
6.1	Network model output, input-output balance calculation method of decomposition. Сетевая модель производства, алгоритм расчета межотраслевого баланса методом декомпозиции. /Лек/	2	2	ОПК-1-В1 ОПК-3-У1	Л2.6 Л2.7 Э3 Э7			
6.2	Coursework. Calculating the network model of inter-industry output by decomposition. Examples of calculation of the input-output balance in parts by the method of decomposition. Курсовая работа. Расчет сетевой модели межотраслевого баланса производства методом декомпозиции, рассмотрение примера. /Пр/	2	6	ПК-1-В1	Л2.3 Л2.6 Э6 Э7			P1
6.3	Independent preparation for coursework. Calculating the network model of inter-industry output by decomposition. Самостоятельная подготовка к выполнению курсовой работы. Расчет сетевой модели межотраслевого баланса производства методом декомпозиции. /Ср/	2	16	ОПК-1-В1 ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 7. Bank's network model. Сетевая модель банка.							
7.1	The information-analytical system of "Banks and finance", based on the Bank's network model. Сетевая модель банка. Информационно-аналитическая система «Банки и финансы» /Лек/	2	2	ОПК-1-В1 ОПК-3-У1	Л2.5 Л2.6 Э1 Э7			
7.2	Independent preparation for practical lessons on analyzing of on the Bank's network model. Самостоятельная подготовка к практическим занятиям по анализу сетевой модели банка, а также изучению информационно-аналитической системы «Банки и финансы». /Ср/	2	14	ОПК-3-У1 ПК-1-В1	Л1.2Л2.6 Э1 Э7			

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	Контрольная работа. Practical lessons on calculations of the networks. The transformation of networks with variable structure. Matrix solution of closed and open networks, contour and junction networks. The constancy of the power in dual circuits in restructuring. Matrix solution of closed and open networks. Практические занятия по анализу двойственности сетей и сетевых моделей сложных систем. Построение матриц решения с применением инвариантов двойственности при изменении соединения элементов структуры систем. Расчеты сетей.	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1	Processes and the structure of relationships in complex systems. Examples. Definition of the network, the conversion of free branches in the associated network. Closed and open path. The matrix for transformation of paths into a network. The transform matrix of paths when connecting a network of branches and back. Impacts, responses and metric, their transformation due to restructuring. The Dual network. The path transformation matrix in a dual network. Expressed duality invariant of networks without metrics. Expressed duality invariant of networks with metric. Give an example of calculation of dual networks invariant without metrics. Determine a solution matrix for a closed path network by the mesh method. Determine a solution matrix for an open network by the junction method. ОПК-1-В1 УК-1-31 Write down the steps of the calculation dual network by tensor method. Get a solution matrix for splitting a mesh networks. Get a solution matrix for splitting a junction network. Write the algorithm for calculating the complex network of parts with parallel computing. Analogies of applied forces and responses in open systems.
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

P1	<p>Coursework. Calculating the network model of inter-industry output by decomposition. Examples of calculation of the input-output balance in parts by the method of decomposition. Курсовая работа. Расчет сетевой модели межотраслевого баланса производства методом декомпозиции, рассмотрение примера</p>	<p>ОПК-3-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ПК-1-В1</p>	<p>Ввод исходных данных Формирование матрицы Леонтьева. Расчет полной заданной сети Разделение на подсети Расчет подсетей Создание сети пересечений Расчет сети пересечений Расчет обратной реакции на подсети Расчет потоков после двух итераций Сравнение с расчетом полной заданной сети Проверка решения Analogies of processes and structures of networks and simulated systems. Analogies of impact and response in networks and simulated systems. Give examples. Absolute, equity and relative economic performance indices. The problem of balance of product flows. Equations. Network model of financial flows of the production. Algorithm for calculation of the balance of product flows by parts. Influence of structure of enterprise ties on production. Виды путей, матрицы преобразования путей. 35. Сетевая модель системы потоков поставок, инвариант двойственности. Сетевые модели в экономической системе. Межотраслевой баланс Аналогии процессов и структуры сетей и моделируемых систем. Аналогии воздействий и откликов сетей и моделируемых систем. Примеры. Абсолютные, долевыe и относительные экономические показатели. Примеры. Постановка задачи баланса потоков продуктов. Уравнения. Сетевая модель финансовых потоков производства. Расчет задачи баланса потоков продуктов по частям. Алгоритм. Влияние структуры связей на выпуск продукции предприятий.</p>
----	--	---	---

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Examination questions

1. Complex system. Types of complex systems. Give examples.
2. Processes and the structure of relationships in complex systems. Examples.
3. Definition of the network, the conversion of free branches in the associated network.
4. Closed and open path. The matrix for transformation of paths into a network.
5. The transform matrix of paths when connecting a network of branches and back.
6. Impacts, responses and metric, their transformation due to restructuring.
7. The Dual network. The path transformation matrix in a dual network.
8. Expressed duality invariant of networks without metrics.
9. Expressed duality invariant of networks with metric.
10. Give an example of calculation of dual networks invariant without metrics.
11. Determine a solution matrix for a closed path network by the mesh method.
12. Determine a solution matrix for an open network by the junction method.
13. Write down the steps of network calculation by the tensor method.
14. Write down the steps of the calculation dual network by tensor method.
15. Give the eight network calculation algorithms while changing the structure.
16. Get a solution matrix for splitting a mesh networks.
17. Get a solution matrix for splitting a junction network.
18. Write the algorithm for calculating the complex network of parts with parallel computing.
19. The fields of application of tensor method for simulation of complex systems.
20. Analogies of applied forces and responses in open systems.
21. Analogies of applied forces and responses in closed systems.
22. Coordinate transformation. Covariant coordinates of the path basis vector.
23. Transforming a contravariant vector. Give examples.
24. Network model of the distillation column. Give examples.
25. Why we need the simplest network while modeling. Give examples.
26. What is a generic system, the simplest (primitive) network connected network.
27. Calculation of distillation column network model restructuring in emergency.
28. Why you should consider the processes and structure systems?
29. Processes as flows in elements of systems.
30. The main differences between networks and graphs, their characteristics.
31. Properties of networks duality, duality examples in science.

32. Network invariants and dual networks.
33. That represents the transformation structure of the system? Transformation paths?
34. Types of paths, path transformation matrix.16
35. Network model of supply flow system, duality invariant 7.
36. Network model in the economic system. Input-output model.2
37. Analogies of processes and structures of networks and simulated systems.18
38. Analogies of impact and response in networks and simulated systems. Give examples.14
39. Absolute, equity and relative economic performance indices. 9.
40. The problem of balance of product flows. Equations.3
41. Network model of financial flows of the production.
42. Algorithm for calculation of the balance of product flows by parts.10
43. Influence of structure of enterprise ties on production.
44. The cash flow network model in a bank.
45. The transformation matrix of paths in the dual networks.
46. An invariant structure change dual networks.
47. External performance indicators for bank system. Give examples.
48. The system of internal indicators for a Bank and enterprise. Give examples
49. Rating of dynamic financial stability.
50. The index of banking system.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Сложная система. Виды сложных систем. Привести примеры.
2. Процессы и структура связей сложных систем. Привести примеры.
3. Определение сети, преобразование свободных элементов в связанную сеть.
4. Замкнутые и разомкнутые пути. Матрица преобразования путей в сети.
5. Матрица преобразования путей при соединении сети из ветвей и обратно.
6. Воздействия, отклики и метрика в сети, их преобразование при изменении структуры.
7. Двойственная сеть. Матрица преобразования путей в двойственной сети.
8. Как выражается инвариант двойственности сетей без метрики.
9. Как выражается инвариант двойственности сетей с метрикой.
10. Вывести пример расчета инварианта двойственности сетей без метрики.
11. Вывести матрицу решения замкнутой сети, контурный метод.
12. Вывести матрицу решения открытой сети, узловый метод.
13. Записать этапы расчета сети тензорным методом.
14. Записать этапы расчета двойственной сети тензорным методом.
15. Перечислить восемь алгоритмов расчета сетей при изменении структуры.
16. Получить матрицу решения при разделении на части контурной сети.
17. Получить матрицу решения при разделении на части узловой сети.
18. Написать алгоритм расчета сложной сети по частям с параллельными вычислениями.
19. Области применения тензорного метода для моделирования сложных систем.
20. Аналогии воздействий и откликов открытых систем.
21. Аналогии воздействий и откликов замкнутых систем.
22. Преобразование координат. Ковариантные координаты вектора базиса путей.
23. Преобразование контравариантного вектора. Привести примеры.
24. Сетевая модель ректификационной колонны. Пример.
25. Почему нужна простейшая сеть при моделировании. Привести примеры.
26. Что такое обобщенная система, простейшая сеть, связанная сеть.
27. Расчет сетевой модели ректификационной колонны при аварийном изменении структуры.
28. Почему необходимо рассматривать процессы и структуру систем?
29. Процессы как потоки в элементах систем.
30. Основные отличия сетей и графов, их характеристики.
31. Свойства двойственности ветвей, примеры двойственности в науке.
32. Инварианты сети и двойственные сети.
33. Что представляет собой структура системы? преобразования путей?
34. Виды путей, матрицы преобразования путей.
35. Сетевая модель системы потоков поставок, инвариант двойственности.
36. Сетевые модели в экономической системе. Межотраслевой баланс
37. Аналогии процессов и структуры сетей и моделируемых систем.
38. Аналогии воздействий и откликов сетей и моделируемых систем. Примеры.
39. Абсолютные, долевыe и относительные экономические показатели. Примеры.
40. Постановка задачи баланса потоков продуктов. Уравнения.
41. Сетевая модель финансовых потоков производства.
42. Расчет задачи баланса потоков продуктов по частям. Алгоритм.
43. Влияние структуры связей на выпуск продукции предприятий.
44. Сетевая модель денежных потоков в банке.
45. Матрицы преобразования путей в двойственных сетях.
46. Инвариант изменения структуры двойственных сетей.

47.	Система внешних показателей деятельности банка и предприятия. Привести примеры
48.	Система внутренних показателей банка и предприятия. Привести примеры.
49.	Построение рейтинга динамической финансовой стабильности.
50.	Индекс состояния банковской системы.

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

Обучающийся для получения зачета по курсовой работе должен выполнить расчет примера сетевой модели и проверить баланс потоков поставок.

Набор вариантов заданий хранится на кафедре.

Обучающийся для допуска к экзамену должен выполнить курсовую работу.

Обучающийся для получения допуска к экзамену должен пройти устное тестирование по основам тензорного анализа сетей.

Экзаменационные билеты содержат два вопроса.

Ответ на оба вопроса - оценка 5.

Ответ на один вопрос - задается дополнительный вопрос на выбор экзаменатора. Если ответ получен - оценка 4.

Ответ на один вопрос - задается дополнительный вопрос на выбор экзаменатора. Если ответ не получен - оценка 3.

Если на оба вопроса нет ответов, то задается два дополнительных вопроса на выбор экзаменатора. Если ответ получен - оценка 3.

Если ответ не получен на дополнительный вопрос - оценка неудовлетворительно.

Если обучающийся не явился на экзамен – ставится «неявка».

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Певзнер Л. Д.	Теория систем управления: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	СПб.: Лань, 2013
Л1.2	Петров А. Е.	Логистика производства	Библиотека МИСиС	, 2012
Л1.3	Петров Андрей Евгеньевич	Математические модели принятия решений (N 3092): учебно-метод. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Певзнер Л. Д.	Теория систем управления: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2002
Л2.2	Певзнер М. Е., Иофис М. А., Попов В. Н.	Геомеханика: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Маркшейдерское дело"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2005
Л2.3	Певзнер Л. Д.	Детерминированные модели информационных процессов и управления: учеб. пособие по дисц. "Математ. модели информационных процессов и управления" для студ. спец. 22.02	Библиотека МИСиС	М.: МГИ, 1991
Л2.4	Горбатов В. А., Горбатов А. В., Горбатова М. В.	Дискретная математика: учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во АСТ, 2006
Л2.5	Певзнер Леонид Давидович	Математические модели теории систем: учеб. пособие по дисц. "Основы теории систем" для студ. спец. 0646	Библиотека МИСиС	М.: МГИ, 1985

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.6	Петров А. Е.	Сетевые методы планирования производства: учеб. метод. пособие по дисц. "Организация и планирование производства"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2010
Л2.7	Горбатов В. А.	Фундаментальные основы дискретной математики. Информационная математика: учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1999

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Петров А. Е. Сетевые методы планирования производства: учебно-методическое пособие. – М.: МГТУ, 2010. – 148 с.	http://window.edu.ru/resource/545/79545/files/Petrov_methods.pdf
Э2	Петров А.Е. Логистика в САПР. Часть 1. Логистика производства: учебно-методическое пособие – М.: МГТУ, 2012. – 92 с.	http://window.edu.ru/resource/548/79548 http://www.twirpx.com/file/1193744/
Э3	Петров А.Е. Логистика в САПР. Часть 2. Информационная логистика: учебно-методическое пособие – М.: МГТУ, 2013. – 112 с.	http://window.edu.ru/resource/549/79549 , 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://www.twirpx.com/file/1193742/
Э4	Информационное моделирование здания	https://ru.wikipedia.org/wiki/BIM
Э5	A.E. Petrov. Tensor Method and Dual Networks in Electrical Engineering. ISSN 1068-3712, Russian Electrical Engineering, 2008, Vol. 79, No. 12, pp. 645–654. © Allerton Press, Inc., 2008. ISSN 1068-3712, Russian Electrical Engineering, 2008, Vol. 79, No. 12, pp. 645–654. Original Russian Text © A.E. Petrov, 2008, published in Elektrotehnika, 2008, No. 12, pp. 2–12.	https://pdfslide.net/documents/tensor-method-and-dual-networks-in-electrical-engineering.html
Э6	В.Е. Bolshakov, А.Е. Petrov, Алгоритмы взаимосвязи величин многомерного пространства и времени в системе размерностей в координатах LT (пространства и времени) Б. Брауна, Р.О. Бартини, П.Г. Кузнецова. Algorithms of Multidimensional Space and Time Values Interrelation in the System of LT Dimension Coordinates by B. Brown, R.O. Bartini, P.G. Kuznetsov. Journal of Engineering and Applied Sciences, Pakistan, 2017, 12: pp. 6620-6627. .	https://medwelljournals.com/abstract/?doi=jeasci.2017.6620.6627
Э7	Петров А.Е. Тензорный метод двойственных сетей. М.: ООО ЦИТиП, 2007. – 496 с. – 500 экз. — ISBN 5-9751-0036-4 Тензорный метод двойственных сетей / Андрей Евгеньевич Петров; Междунар. ун-т природы, о-ва и человека «Дубна» (каф. систем. анализа и управления). Дополненное интернет издание на портале Университета «Дубна». Режим доступа: 2009.	http://устойчивоеразвитие.рф/files/monographs/Petrov_Tenzorny_method.pdf

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОДОМ ООО
П.3	Microsoft SQL server 2016
П.4	Microsoft Office
П.5	MS Teams
П.6	LMS Canvas
П.7	MATLAB
П.8	WinRAR
П.9	Microsoft Excel

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Л-538а	Учебная аудитория:	доска аудиторная маркерная, экран проекционный, проектор портативный, стационарные компьютеры 10 шт., комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Г-511	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 26 рабочих мест
Г-510а	Компьютерный класс	38 рабочих мест (ПК 20 шт.), пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Все виды учебной работы, указанные в дисциплине могут быть осуществлены с применением дистанционных и/или электронных образовательных технологий (электронных курсов, систем видео-конференцсвязи, удаленного подключения к вычислительным ресурсам лабораторных и/или практических работ). Соответствующая информация о времени и способе подключения доводится посредством расписания занятий, куратором группы, руководителем образовательной программы или непосредственно преподавателем, ведущим занятия.

Учебно-методические разработки для практической работы - расчет по заданному примеру 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.

Методические указания для проведения самостоятельной работы студентов

По каждой теме студент должен самостоятельно повторить и закрепить пройденный на занятии материал, используя конспект лекций. В приложенном учебно-методическом пособии каждый раздел соответствует одной теме программы. Этот раздел необходимо прочитать перед занятием, изучить после проведения занятия по данной теме. С помощью информационных технологий самостоятельно поработать с рекомендованной научно-технической литературой по очередной теме для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, их объяснения и применения в практических ситуациях.

По каждой теме студентам рекомендуется написать небольшую (не более 3-4 страниц) письменную самостоятельную работу, в рамках которой студент должен кратко изложить суть рассмотренных на прошлом занятии вопросов и явлений, методов их описания. Данные работы пересылаются преподавателю через электронные средства связи для интерактивного обсуждения.

Самостоятельные работы студентов могут оцениваться по пятибалльной системе, заноситься в журнал и использоваться как дополнительная информация при выставлении экзаменационных отметок, а также и при аттестации студентов в середине семестра.

Рекомендуется студентам самостоятельно проделать предложенные преподавателем примеры по рассмотренным математическим преобразованиям и расчетам. Если студент обнаруживает проблемы в своем знании и понимании в необходимых разделах математики и информационных технологий, он должен через электронные средства связи обратиться к преподавателю за методическими указаниями по их устранению.

All types of educational work specified in the discipline can be carried out using remote and/or electronic educational technologies (e-courses, video conferencing systems, remote connection to computing resources of laboratory and/or practical training sessions). Relevant information about the time and method of connection is provided through the schedule of classes, by the curator of the group, the head of the educational program or directly by the teacher leading the classes.