

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Математических методов исследования операций
Азарнова Т.В.
18.04.2025



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.08 Исследование операций

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:
38.03.05 «Бизнес-информатика»
2. Профиль подготовки / специализация/магистерская программа:
Бизнес-аналитика и системы автоматизации предприятий
3. Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр
4. Форма обучения: Очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: математических методов исследования операций
6. Составители программы: Аснина Н.Г., к.т.н., доцент кафедры математических методов исследования операций
7. Рекомендована: НМС факультета Прикладной математики, информатики и механики, протокол № 6 от 17.03.2025
8. Учебный год: 2026/2027

Семестр(ы): 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель:

Целью курса является теоретическая подготовка студентов по основам экономико-математического моделирования и формирования у них навыков практического использования аппарата математического моделирования в решении задач обоснования управленческих решений.

Задачи состоят в:

1. овладение основными понятиями и приемами построения математических моделей в области исследования операций;
2. углублении знаний по основным классам задач исследования операций и методами их решения;
3. получение навыков по построению моделей и применению методов решения задач исследования операций;

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Исследование операций» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- методы оптимизации.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен использовать методы математического и статистического анализа, экономико-математические методы для решения задач в области бизнес-аналитики	ПК-1.2	Осуществляет экономико-математическое моделирование для целей бизнес-аналитики	Знать: • математические постановки основных задач исследования операций, а также методы их анализа; • основные методы решения задач ИО • приемы интерпретации результатов Уметь: • разрабатывать вербальные модели; • уметь записать математическую модель задачи, провести анализ её сложности и предложить эффективный алгоритм решения; Владеть навыками: владеть навыками решения базовых задач исследования операций.

12 Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3/108.

Форма промежуточной аттестации: *экзамен*

13 Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость (часы)			
		Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам	
				4	№ сем.
Аудиторные занятия		48		48	
в том числе:	лекции	16		16	
	практические	16		16	
	лабораторные	16		16	
Самостоятельная работа		60		60	
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)		36		36	
Итого:		144			

13.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	
1. Лекции			
1	Введение Методика проведения исследования операций	Предмет исследования операций. История предмета. Основные стадии операционных исследований. Определение проекта. Признаки проекта. Определение целей исследования. План исследования. Построение вербальной модели. Построение математической модели. Выбор метода.	Исследование операций
2	Транспортная задача	Постановка. Математическая модель. Необходимое и достаточное условие сходимости. Построение начального базисного решения. Метод потенциалов решения транспортной задачи.	Исследование операций
3	Оптимизация на сетях	Основные положения теории графов. Понятие сети, поток в сети, интенсивность вершин. Типы задач управления запасами. Понятие дерева, свойства дерева. Сетевая транспортная задача. Метод потенциалов в сетевой транспортной задаче. Задача о кратчайшем и критическом пути.	Исследование операций
4	Задачи, сводящиеся к задаче о кратчайшем и критическом пути	Задача о замене оборудования. Задача оптимизации временной структуры проекта.	Исследование операций
5	Теория расписаний	Основные положения теории расписаний. Одностадийные и многостадийные системы. Критерий оптимизации. Пример одностадийной системы с m приборами. Одностадийная система с одним прибором. Система конвейерного типа с двумя приборами. Задача о назначениях	Исследование операций
6	Метод ветвей и границ. Задача коммивояжера	Метод ветвей и границ. Задача коммивояжера	Исследование операций
2. Практические занятия			
2.1	Транспортная задача	Решение задач	
2.2	Оптимизация на сетях		
2.3	Задачи, сводящиеся к задаче о кратчайшем и критическом пути		

2.4	Теория расписаний		
2.5	Метод ветвей и границ. Задача коммивояжера		
3. Лабораторные занятия			
3.1	Транспортная задача	Решение задач с использованием ПК	
3.2	Оптимизация на сетях		
3.3	Задачи, сводящиеся к задаче о кратчайшем и критическом пути		
3.4	Теория расписаний		
3.5	Метод ветвей и границ. Задача коммивояжера		

13.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение Методика проведения исследования операций	2			10	12
2	Транспортная задача	2	2	2	10	16
3	Оптимизация на сетях	4	2	2	10	18
4	Задачи, сводящиеся к задаче о кратчайшем и критическом пути	2	4	4	10	20
5	Теория расписаний	4	4	4	10	22
6	Метод ветвей и границ. Задача коммивояжера	2	4	4	10	20
	Итого	16	16	16	60	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Для лучшего усвоения материала студентам рекомендуется домашняя работа с конспектами лекций, презентациями, выполнение практических заданий для самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется с помощью проверки домашнего задания, а также индивидуального опроса студентов во время практических занятий, проведения тестирования, двух письменных контрольных работ.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. — 6-е изд. — Москва : Дашков и К, 2016. — 400 с. — ISBN 978-5-394-02610-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/72413 (дата обращения: 02.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Исследование операций : учебное пособие / составители Д. Г. Ловянников, И. Ю. Глазкова. — Ставрополь : СКФУ, 2017. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/155286 (дата обращения: 02.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3	
---	--

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Кутузов, А.Л. Исследование операций: учеб. пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : СПбГПУ (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет), 2011. — 99 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64797
	Вентцель, (И. Грекова) Е. С. Введение в исследование операций / Е.С. Вентцель (И. Грекова) .— Москва : Издательство Советское радио, 1964 .— 392 с. — http://biblioclub.ru/ .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=473745 >.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	www.lib.vsu.ru – Зональная научная библиотека ВГУ
2	https://urait.ru/ - Издательство Юрайт
3	Онлайн-курс Исследование операций https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5381

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Горлач, Б. А. Исследование операций. Практикум для студентов технических и экономических специальностей вузов : учебное пособие для вузов / Б. А. Горлач, Н. Л. Додонова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-6731-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162371 (дата обращения: 02.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Модели оптимизации. Математическое программирование, исследование операций : учебно-методическое пособие / составители Т. А. Бенгина [и др.]. — 2-е изд. — Самара : АСИ СамГТУ, 2018. — 156 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/127731 (дата обращения: 02.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение)

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендованы онлайн-курсы «Моделирование бизнес-процессов», размещенные на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Компьютер в составе (16 шт.):

системный блок: процессор Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60GHz,
оперативная память 16 Гб, SSD 256 Гб, HDD 1Тб, видеокарта NVIDIA GeForce GTX 1080 Ti; монитор DELL S2419HN

Компьютер в составе (1 шт.):

системный блок: процессор Intel(R) Core(TM) i7-7800X CPU @ 3.50GHz, оперативная память 96 Гб, SSD 1Тб, HDD 4Тб, видеокарта NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti (2 шт.); монитор DELL S2419HN

Источник бесперебойного питания APC Back-UPS BV1000I-GR, line-interactive, мощность:1000ВА, 600Вт (16 шт.)

Источник бесперебойного питания Legrand KEOR LINE RT 1500BA (1 шт.)

Коммутатор HP 2530-24G Switch (Managed, 24*10/100/1000 + 4 SFP, 19")

Интерактивная доска SMART SBM685 (87 дюймов, ПО SMART SLS) с пассивным лотком

Проектор Vivitek DH758UST (ультракороткофокусный, DLP, Full HD 1080p (1920 x 1080) , 3500 ANS, 10000:1, полная поддержка 3D)

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Транспортная задача	ПК-1	ПК-1.2	Тест, практическая работа
2.	Оптимизация на сетях	ПК-1	ПК-1.2	Тест, практическая работа
3	Задачи, сводящиеся к задаче о кратчайшем и критическом пути	ПК-1	ПК-1.2	Тест, практическая работа
4	Теория расписаний	ПК-1	ПК-1.2	Лабораторная работа
5	Метод ветвей и границ. Задача коммивояжера		ПК-1.2	Лабораторная работа
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов Практическое задание

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: Тестовые задания, Лабораторные работы, Практические работы

Тест.

Тест используется для оценки знаний студентов и представляет контрольно-измерительный материал текущей аттестации, позволяющий оценить степень сформированности знаний, умений и навыков.

Тестовые задания

1. Какое из определений исследования операции принадлежит Е.С. Венцель?

Исследование операций – это:

А) Комплекс мер, предпринимаемых для реализации определенных операций

Б) Искусство давать плохие ответы в тех случаях, когда иными способами даются еще худшие ответы

В) Теория применения количественных методов анализа в процессе принятия решений во всех областях целенаправленной деятельности

Г) Научные методы распределения ресурсов при организации производства

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

2. 1. Термин "исследование операций" появился ...

Варианты ответов:

- 1) в годы второй мировой войны
- 2) в 50-ые годы XX века
- 3) в 60-ые годы XX века
- 4) в 70-ые годы XX века
- 5) в 90-ые годы XX века
- 6) в начале XXI века

3. Сколько признаков проекта вы знаете?

Варианты ответов:

- 1) 2
- 2) 4
- 3) 5
- 4) 6

4. Всякое операционное исследование, как правило, проходит следующие этапы:

- Определение цели исследования и изучение предметной области.
- Формулировка проблемы и построение вербальной модели.
- Построение математической модели.
- Выбор метода.
- Проверка на адекватность.
- Внедрение полученного результата.

Вопрос: на какое место следует поставить пункт «формирование плана исследований»?

Варианты ответов:

- 1) 2
- 2) 4
- 3) 5

5. Математическое программирование...

А) занимается изучением экстремальных задач и разработкой методов их решения

Б) представляет собой процесс создания программ для компьютера под руководством математиков

В) занимается решением математических задач на компьютере

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В

6. В сетевой транспортной задаче условием баланса является:

- А) Необходимым и достаточным
- Б) Только необходимым
- В) Только достаточным
- Г) Ни тем, ни другим

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

7. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д.е., вида В - 1 у.е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В - 1 у.е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более

Целевой функцией данной задачи является...

- А) $F(x_1, x_2) = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max$
- Б) $F(x_1, x_2) = 25x_1 + 30x_2 \rightarrow \max$
- В) $F(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$
- Г) $F(x_1, x_2) = 60 - 2x_1 - x_2 \rightarrow \min$

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

8. К какой математической задаче сводится задача оптимизация временной структуры проекта:

- А) К задаче о кратчайшем пути
- Б) К задаче о критическом пути
- В) К задаче Джонсона
- Г) К задаче поиска оптимальной партии заказа

Варианты ответов:

1. А
2. Б
3. В
4. Г

9. К какому разделу исследования операций относится задача Джонсона:

- А) Оптимизация на сетях
- Б) Управление запасами
- В) Теория расписаний

Варианты ответов:

1. А
2. Б
3. В

10. В задаче о замене оборудования

2	3 4	5	6	
1 2	10 16	20	26	
2	8	12	18 24	
3		7 10 20		
4		8 10		
5				5

Оптимальные затраты равны:

- А) 26
- Б) 24
- В) 20

Варианты ответов:

- 1. А
- 2. Б
- 3. В

Тест №2

1. Какое из определений исследований операций принадлежит Саати:

- А) Комплекс мер, предпринимаемых для реализации определенных операций
- Б) Искусство давать плохие ответы в тех случаях, когда иными способами даются еще худшие ответы
- В) Теория применения количественных методов анализа в процессе принятия решений во всех областях целенаправленной деятельности
- Г) Научные методы распределения ресурсов при организации производства

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

2. Первоначально под операцией понимали:

- А) Военную операцию
- Б) Операцию по очистке поверхности моря от разлитой нефти
- В) Операция по пересадке почки

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В

3. Какой из признаков проекта ошибочен:

- А) Направлен на достижение конкретных целей
- Б) Включает в себя координированное управление взаимосвязанными действиями
- В) Имеет ограниченную протяженность во времени с определенными началом и концом
- Г) Имеет неограниченный бюджет
- Д) Неповторим и уникален

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г
- 5) Д

4. Всякое операционное исследование, как правило, проходит следующие этапы:

- А) Определение цели исследования и изучение предметной области.
- Б) Формирование плана исследований
- В) Формулировка проблемы и построение вербальной модели.

- Г) Построение математической модели.
- Д) Выбор метода.
- Е) Проверка на адекватность.
- И) Внедрение полученного результата.

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г
- 5) Д
- 6) Е
- 7) И

5. К какому этапу следует вернуться, если получившаяся модель неадекватна?

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

6. Задача линейного программирования состоит в:

- А) Отыскании наибольшего (наименьшего) значения линейной функции при наличии линейных ограничений
- Б) Создании линейной программы на избранном языке программирования, предназначенной для решения поставленной задачи
- В) Описания линейного алгоритма решения заданной задачи

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В

7. В сетевой транспортной задаче условие баланса это:

А) $\sum T_i = 0$

Б) $\sum A_i = \sum B_j$

В) $\sum T_i = 1$

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В

8. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д.е., вида В - 1 у.е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более 30 Допустимым планом данной задачи является план:

- А) $X=(20,20)$
- Б) $X=(25,15)$
- В) $X=(20,25)$
- Г) $X=(30,10)$

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

9. Результатом решения задачи оптимизации временной структуры проекта должен быть:

- А) Календарный план-график выполнения работ
- Б) Длина кратчайшего пути
- Г) Длина критического пути

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В

10. К какому разделу исследования операций относится задача о кратчайшем пути?

- А) Оптимизация на сетях
- Б) Управление запасами
- В) Теория расписаний

Варианты ответов:

- 4. А
- 5. Б
- 6. В

11. В задаче о замене оборудования

2	3	4	5	6
1 2 10	16	20	26	
2	8	12	18 24	
3		7 10 20		
4		8 10		
5				5

Оборудование следует заменить в следующих периодах:

- А) 1 2 4
- Б) 2 4
- В) 1 4 6

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В

Перечень заданий для лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Сетевая транспортная задача.

Методом потенциалов решить сетевую транспортную задачу, заданную по матрице смежности на рис. 1. Если даны интенсивности двух вершин, для остальных вершин интенсивности задаются самостоятельно, учитывая условия баланса.

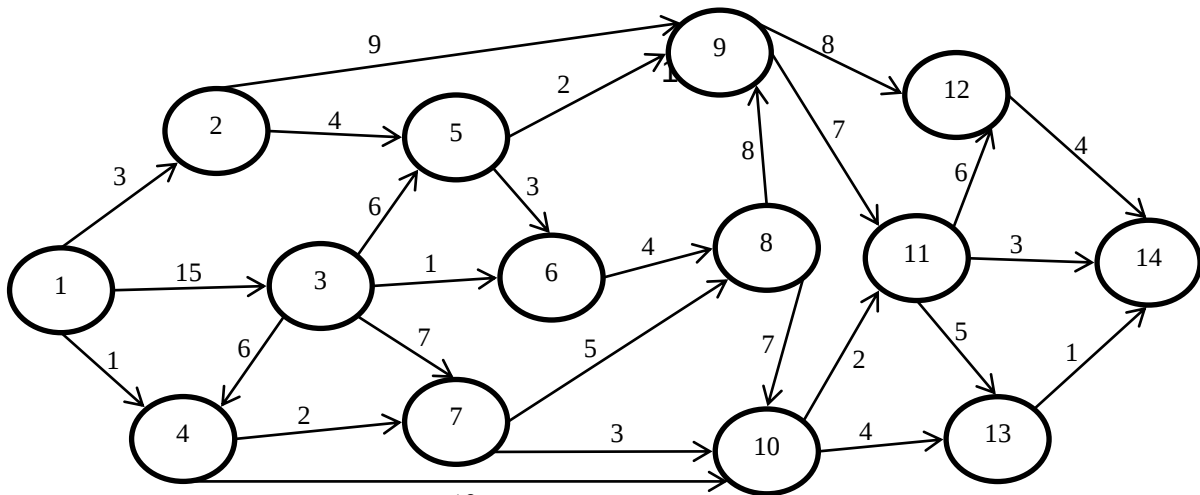
0	2	3	4	0
0	0	1	0	0
0	0	0	4	0
0	7	0	0	1
4	5	0	0	0

Рис. 1

1. $t_2 = 6, t_5 = 7$.
2. $t_1 = -9, t_4 = -4$.
3. $t_3 = -2, t_5 = 6$.
4. $t_2 = 2, t_4 = -5$.
5. $t_2 = 1, t_3 = -4$.
6. $t_1 = -9, t_5 = 4$.
7. $t_4 = -2, t_5 = 8$.
8. $t_2 = 1, t_5 = 9$.
9. $t_1 = -5, t_2 = 9$.
10. $t_3 = -3, t_4 = 7$.
11. $t_3 = -8, t_5 = 10$.
12. $t_2 = 8, t_5 = 1$.
13. $t_1 = -10, t_5 = 1$.
14. $t_4 = -4, t_5 = 2$.
15. $t_2 = 1, t_3 = -6$.

Лабораторная работа №2 задача о кратчайшем и критическом пути

Решить задачу о кратчайшем и критическом пути, используя граф, изображённый на рисунке, заменив веса трёх указанных дуг новыми значениями, приведёнными ниже



1. $C_{1,3} = 5$, $C_{3,6} = 11$, $C_{5,6}^{10} = 13$.
2. $C_{2,5} = 7$, $C_{6,8} = 14$, $C_{8,10} = 1$.
3. $C_{1,4} = 10$, $C_{3,4} = 2$, $C_{11,14} = 13$.
4. $C_{8,9} = 10$, $C_{9,11} = 4$, $C_{13,14} = 11$.
5. $C_{1,2} = 8$, $C_{6,8} = 1$, $C_{10,11} = 12$.
6. $C_{4,10} = 6$, $C_{8,10} = 17$, $C_{5,6} = 10$.
7. $C_{3,4} = 16$, $C_{7,8} = 3$, $C_{11,12} = 12$.
8. $C_{1,3} = 1$, $C_{2,5} = 14$, $C_{2,9} = 19$.
9. $C_{10,13} = 7$, $C_{11,13} = 15$, $C_{8,10} = 4$.
10. $C_{5,6} = 8$, $C_{7,10} = 8$, $C_{10,13} = 1$.
11. $C_{1,4} = 16$, $C_{4,7} = 5$, $C_{8,9} = 1$.
12. $C_{1,3} = 1$, $C_{3,4} = 16$, $C_{3,5} = 12$.
13. $C_{7,8} = 7$, $C_{7,10} = 5$, $C_{8,10} = 2$.
14. $C_{11,12} = 16$, $C_{12,14} = 1$, $C_{11,13} = 15$.
15. $C_{10,11} = 12$, $C_{9,11} = 4$, $C_{9,12} = 18$.
16. $C_{6,8} = 8$, $C_{7,8} = 2$, $C_{5,9} = 12$.
17. $C_{2,9} = 1$, $C_{3,6} = 10$, $C_{3,7} = 17$.
18. $C_{2,5} = 1$, $C_{5,6} = 6$, $C_{8,10} = 10$.
19. $C_{7,10} = 2$, $C_{8,10} = 9$, $C_{9,11} = 11$.
20. $C_{3,4} = 5$, $C_{4,10} = 13$, $C_{11,14} = 13$.
21. $C_{9,12} = 18$, $C_{12,14} = 3$, $C_{11,12} = 16$.
22. $C_{5,6} = 1$, $C_{2,5} = 9$, $C_{1,2} = 17$.
23. $C_{9,11} = 17$, $C_{10,11} = 6$, $C_{11,13} = 2$.
24. $C_{7,8} = 16$, $C_{1,3} = 17$, $C_{6,8} = 1$.

Лабораторная работа №3. Задача о замене оборудования.

Решить задачу о замене оборудования с матрицей, имеющей вид:

	2	3	4	5	6	7
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Для которой заданы пять значений элементов, остальные значения произвольные с выполнением условия для всех i , $C_{i,j} < C_{i,j} + 1$

1. $C_{1,4} = 7$, $C_{1,7} = 25$, $C_{3,7} = 36$, $C_{6,7} = 2$

2. $C_{2,4} = 4, C_{3,4} = 8, C_{3,6} = 20, C_{6,7} = 2$
3. $C_{1,2} = 10, C_{2,4} = 6, C_{2,6} = 25, C_{5,6} = 12$
4. $C_{3,4} = 9, C_{3,7} = 30, C_{4,5} = 24, C_{4,7} = 30$
5. $C_{1,3} = 25, C_{1,6} = 29, C_{4,6} = 17, C_{5,7} = 13$
6. $C_{1,7} = 14, C_{2,4} = 37, C_{2,6} = 40, C_{4,5} = 5$
7. $C_{3,5} = 18, C_{4,5} = 25, C_{4,7} = 30, C_{5,6} = 9$
8. $C_{1,3} = 15, C_{1,6} = 25, C_{4,6} = 31, C_{5,7} = 11$
9. $C_{1,4} = 10, C_{1,6} = 17, C_{4,7} = 22, C_{5,7} = 12$
10. $C_{2,4} = 4, C_{2,7} = 25, C_{3,4} = 14, C_{4,5} = 21$
11. $C_{3,5} = 10, C_{3,7} = 34, C_{4,6} = 27, C_{5,7} = 7$

Лабораторная работа №4. Оптимизация временной структуры проекта

Решить задачу:

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i	5	2	3	7	4	6	5	2	5	3
I_i^+	-	-	-	1,2	2,3	2,4	4,6	5,6	6,7	5,8

Для каждого варианта определены номера работ, которые исключаются (не учитываются в рамках данной конкретной задачи; если номер исключённой работы встречается в каком-либо множестве предшествующих работ, то его необходимо исключить из этого множества).

Работы, которые исключаются:

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Исключаемые номера работ	1,4	1,6	2,6	2,4	2,7	3,5	3,8	3,9	7,9	9,10	8,10	7,8

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2,10	1,3	3,10	4,6	4,8	4,10	5,7	5,9	6,7	6,10	3,4	4,9	1,9

Лабораторная работа №5.

Для системы с тремя приборами и семью требованиями найти:

1. Три или больше расписаний с помощью эвристических правил.
2. Вычислить длину каждого расписания.
3. Определить рекордное расписание и значение рекорда.
4. Вычислить нижнюю оценку длины расписания.
5. Сравнить оценку с рекордом.

Исходные данные приведены на (рис. 2).

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A_i	1	3	6	8	9	7	3	7	8	5
B_i	2	1	1	9	7	10	2	6	9	9
C_i	9	1	3	4	7	4	3	8	9	7

Рис. 2

Для каждого варианта из данной системы нужно исключить три требования в соответствии с правилами из (рис. 2.1)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номера исключаемы х требований	1,3, 5	2,4, 6	4,6, 8	3,5, 7	1,4, 7	2,4,1 0	1,2, 3	5,6, 7	1,2, 9	3,4, 5

Рис. 2.1

Лабораторная работа №6. Задача о назначениях.

Дана матрица С (рис. 3).

3	6	4	8	10	15
4	8	9	10	12	16
2	4	10	12	14	15
5	6	9	10	10	11
1	2	3	4	5	6
5	6	7	9	10	12

Рис. 3

Решить задачу о назначениях

Для каждого варианта в исходной матрице С вычеркнуть три элемента.

Координаты вычеркиваемых элементов приведены на (рис. 4).

Номер варианта	Координаты	Номер варианта	Координаты
1	(1,3);(2,1);(3,2)	3	(1,3);(3,2);(5,6)
2	(1,3);(2,1);(4,5)	4	(1,3);(3,2);(6,4)
Номер варианта	Координаты	Номер варианта	Координаты
5	(2,1);(3,2);(4,5)	7	(2,1);(5,6);(6,4)
6	(2,1);(3,2);(5,6)	8	(3,2);(4,5);(5,6)

Рис.4

Лабораторная работа № 7 Задача коммивояжера

Дана матрица С (рис. 7.3).

∞	6	4	8	10	15
4	∞	9	10	12	16
2	4	∞	12	14	15
5	6	9	∞	10	11
1	2	3	4	∞	6
5	6	7	9	10	∞

Рис. 7.3

Решить задачу коммивояжера методом ветвей и границ

Для каждого варианта в исходной матрице С заменить три элемента своими (произвольными) числами. Координаты заменяемых элементов приведены на рис.7.4.

Номер варианта	Координаты	Номер варианта	Координаты	Номер варианта	Координаты	Номер варианта	Координаты
1	(1,3);(2,1); (3,2)	3	(1,3);(3,2); (5,6)	5	(2,1);(3,2); (4,5)	7	(2,1);(5,6); (6,4)
2	(1,3);(2,1); (4,5)	4	(1,3);(3,2); (6,4)	6	(2,1);(3,2); (5,6)	8	(3,2);(4,5); (5,6)
Номер варианта	Координаты	Номер варианта	Координаты	Номер варианта	Координаты	Номер варианта	Координаты
9	(1,3);(2,1); (5,6)	12	(1,3);(4,5); (5,6);	15	(2,1);(3,2); (6,4)	18	(3,2);(4,5); (6,4)
10	(1,3);(2,1); (6,4)	13	(1,3);(4,5); (6,4)	16	(2,1);(4,5); (5,6)	19	(3,2);(5,6); (6,4)
11	(1,3);(3,2); (4,5)	14	(1,3);(5,6); (6,4)	17	(2,1);(4,5); (6,4)	20	(4,5);(5,6); (6,4)
21	(1,2);(2,1); (4,5)	22	(1,2);(3,2); (4,5)	23	(2,1);(1,3); (6,4)	24	(2,1);(4,5); (6,6)

Перечень практических заданий

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Экзамен:

Перечень вопросов к экзамену:

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), сдал все практические и контрольные работы, среднее количество правильных ответов на вопросы тестов превышает 80%.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), но не сдал одну практическую или контрольную работу, среднее количество правильных ответов на вопросы тестов находится в диапазоне 70-80%.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся демонстрирует неуверенное владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), не сдал две практических или контрольных работы, среднее количество правильных ответов на вопросы тестов находится в диапазоне 60-70%.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные	–	Неудовлетво

знания, допускает грубые ошибки, не сдал более двух практических или контрольных работы, среднее количество правильных ответов на вопросы тестов менее 60%.		рительно
---	--	----------