ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

КАФЕДРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

«Дискретная математика»

Направление подготовки

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность подготовки бакалавриата

Искусственный интеллект и информационные технологии

Квалификация (степень) выпускника - бакалавр

Форма обучения — очная

Рязань, 2025 г.

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной профессиональной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в ходе выполнения индивидуальных заданий на лабораторных работах. При оценивании результатов освоения лабораторных работ применяется шкала оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных и их тематика определена рабочей программой дисциплины, утвержденной заведующим кафедрой.

Результат выполнения каждого индивидуального задания должен соответствовать всем критериям оценки в соответствии с компетенциями, установленными для заданного раздела дисциплины.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением экзамена.

Форма проведения экзамена – устный ответ по утвержденным вопросам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины.

КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
ОПК-1.1. Применяет фундаментальные знания в области математических наук в профессиональной
Знать дискретные математические модели: методы их построения и оптимизации;основные алгоритмов для улучшения показателей исходного объекта и владение навыками разработки программных решений для последующей автоматизации этих алгоритмов **Уметь** использовать основные дискретные структуры: конечные автоматы, грамматики, графы при решении задач профессиональной деятельности **Владеть** Навыками выполнения задания с использованием математической логики, формальных грамматик и
ОПК-1.2. Использует современные информационные технологии в профессиональной деятельности
Знать дискретные математические модели: методы их построения и оптимизации;основные алгоритмов для улучшения показателей исходного объекта и владение навыками разработки программных решений для последующей автоматизации этих алгоритмов **Уметь** использовать основные дискретные структуры: конечные автоматы, грамматики, графы при решении задач профессиональной деятельности **Владеть** Навыками выполнения задания с использованием математической логики, формальных грамматик и

ОПК-13: Способен применять математический аппарат логики для формализации задач ИИ, проектирования логических систем и построения систем автоматического доказательства теорем
ОПК-13.1 Применяет логические структуры для принятия решений в автоматизированных системах ИИ **Знать** Основы формальной логики и булевой алгебры **Уметь** использовать основные законы эквивалентных преобразований в различных базисах и ограниченнх функционвльных наборах **Владеть** Навыками выполнения задания с использованием математической логики, и программирования таблиц истинности и алгоритмов логических преобразований
ОПК-13.2 Разрабатывает логические модели и алгоритмы для использования в ИИ **Знать** Основные логические модели, используемые ИИ **Уметь** Использовать основные логические законы для алгоритмизации логического вывода **Владеть** Навыками выполнения задания с использованием математической логики для реализаций бинарных логических выводов

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Контролируемые разделы (темы)	**Код контролируемой компетенции**	**Вид, метод, форма оценочного мероприятия**
Раздел 1. Введение в теорию графов. Базовые понятия.	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Защита лабораторной работы Проверка конспектов работы Защита практической работы Экзамен
Раздел 2. Поиск кратчайших путей на графах.	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Защита лабораторной работы Проверка конспектов работы Защита практической работы
Раздел 3. Задача коммивояжера	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Проверка конспектов работы Защита практической работы Экзамен
Раздел 4. Двудольный граф. Задачи на двудольных графовых структурах.	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Проверка конспектов работы Защита практической работы Экзамен

Раздел 5. Сети. Потоки в сетях	ОПК-1.1 ОПК-1.2	
Раздел 6. Остов графа	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Защита лабораторной работы Проверка конспектов работы Защита практической работы. Экзамен
Раздел 7. Булевы функции.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-13.1 ОПК-13.2	Проверка конспектов работы. Защита практической работы. Экзамен
Раздел 8. Методы минимизации	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Проверка конспектов работы. Защита практической
Раздел 9. Построение логических схем в различных базисах.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-13.1 ОПК-13.2	Проверка конспектов работы. Защита практической работы. Экзамен
Раздел 10. Метод каскадов.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-13.1 ОПК-13.2	Проверка конспектов работы. Защита практической работы. Экзамен
Раздел 11. Основы теории автоматов	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-13.1 ОПК-13.2	Проверка конспектов работы. Защита практической работы. Экзамен
Раздел 12. Графовая модель многослойной нейронной	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-13.1 ОПК-13.2	Проверка конспектов работы. Защита практической работы. Экзамен

стр. 7
стр. 8

Шкала оценки сформированности компетенций

В процессе оценки сформированности знаний, умений и навыков обучающегося по дисциплине, производимой на этапе промежуточной аттестации в форме экзамена, используется пятибалльная оценочная шкала:

«Отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

«Хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

«Удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных

заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Типовые контрольные задания или иные материалы

Вопросы к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине

1. Перечислите основные способы представления графов.
2. Покажите на примере прямое и обратное соответствия для заданной вершины.
3. Чему равна сумма степеней всех вершин неориентированного графа?
4. В чем отличия матричного представления ориентированных и неориентированных графов?
5. В чем особенности представления графа матрицей смежности?
6. В чем особенности представления графа матрицей инцидентности?
7. По заданному преподавателем изображению графа построить матрицы смежности и инцидентности.
8. По заданной преподавателем матрице смежности (инцидентности) изобразить граф.
9. Дайте определение пути, маршрута, цепи.
10. Как определяется длина пути не взвешенного графа?
11. Формулировка задачи нахождения кратчайшего пути на графе.
12. Ограничения применимости алгоритма Дейкстры для нахождения кратчайшего пути на графе.
13. Как определяются постоянные пометки в алгоритме Дейкстры и что они выражают?
14. Дайте определение цикла, контура.
15. Какой цикл называется эйлеровым? Критерий существования эйлерова цикла.
16. Какой цикл называется гамильтоновым?
17. Для чего осуществляется приведение матрицы расстояний в задаче коммивояжера?
18. В чем сущность метода ветвей и границ?
19. Какие элементы составляют множество решений G_0?
20. Как определяется нижняя граница длины гамильтонова цикла для каждого из разбиваемых подмножеств решений?
21. Как формируется матрица расстояний для каждого из разбиваемых подмножеств решений?
22. Математическая постановка транспортной задачи.
23. Как определяется исходный план перевозок?
24. Что выражает потенциал пустой ячейки в таблице распределения?
25. Как строятся многоугольники замены?
26. Чем характеризуется открытый тип транспортной задачи?
27. Дайте определение дерева; ориентированного дерева.
28. Какое дерево называется остовым?
29. Свойства остовых деревьев. Теорема Кэли.
30. Что называется корнем дерева?
31. Как преобразовать неориентированное дерево в ориентированное?
32. Сколько ребер содержит остовое дерево графа?
33. Сформулируйте задачу раскраски графа.
34. Какой граф называется r-хроматическим?
35. Что называется хроматическим числом графа?
36. Нижняя и верхняя оценка хроматического числа.
37. Во сколько цветов можно раскрасить планарный граф?
38. Во сколько цветов можно раскрасить полный граф?

39. Эвристический алгоритм раскраски графа
40. Какие графы называются гомеоморфными?
41. Дайте определение плоского (планарного) графа.
42. Сформулируйте критерии планарности графов.
43. Какие фигуры являются запрещенными при определении планарности графа?
44. Что называется числом планарности графа?
45. Как определяется толщина графа?
46. По заданному преподавателем графу определите, является ли он планарным. Найдите его толщину.
47. На каких операциях алгебры логики основаны методы минимизации булевых функций?
48. В чем заключается основная идея метода Карно?
49. Какие значения принимают переменные строк и столбцов при минимизации функции четырех переменных?
50. На сколько разрядов должны отличатся соседние значения переменных в строках и столбцах карты Карно?
51. Как строится импликантная матрица?
52. Что называют существенной импликантой?
53. Какая функция называется слабоопределенной?
54. Как задается слабоопределенная булева функция через десятичные эквиваленты?
55. Перечислите основные этапы минимизации слабоопределенных булевых функций.
56. Чем отличается автомат Мили от автомата Мура?
57. Какие существуют способы задания логики работы автомата?
58. Нарисуйте граф переходов автомата, реализующего продажу билета стоимостью 3 руб. Автомат может принимать деньги номиналом 1,2 и 3 руб., а при превышении суммы возвращает деньги и не продает билет. Какой автомат у Вас получился?
59. Какие состояния называют эквивалентными?
60. В чем заключается основная идея метода Хаффмена?
61. Как производится кодирование внутренних состояний автомата?
62. На чем основан алгоритм кодирующего дерева?
63. Сколько потребуется элементов памяти, если число внутренних состояний автомата равно10?
64. Расскажите принцип построения таблицы переходов?
65. Как формируется функция возбуждения?
66. Как записывается выходной сигнал?
67. Какие логические связки применяются при построении схемы автомата?
68. Поясните логику работы триггера со счетным входом.
69. Что называется противоречием перехода триггера?
70. Как устраняются противоречия переходов?
71. Объясните, как определяется размерность гиперкуба при формализации выходных функций?

Тест для самостоятельной оценки знаний

1. **Что называют ориентированным графом?**
   - Граф, все вершины которого соединены дугами
   - Граф, содержащий дуги и ребра
   - Граф, содержащий ребра и петли
   - Граф, содержащий дуги и петли
2. Укажите способы задания графа
   - Графический
   - Матричный
   - Вершинный
   - Реберный
3. В каком случае ставится единица в матрице смежности при задании орграфа?
   - Всегда, если соответствующие вершины соединены
   - Только если дуга выходит из вершины в строке и заходит в вершину-столбец
   - Только, если данная дуга является петлей
4. В каком случае в матрице инцидентности ставится значение «-1»?
   - Если соответствующая дуга заходит в вершину
   - Если соответствующая дуга выходит из вершины
   - Данное значение в матрице инцидентности не предусмотрено
5. Что называют степенью графа?
   - Максимальное значение степени вершин

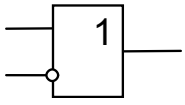
- Максимальное количество вершин графа
- Общее количество дуг и ребер

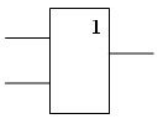
6. Как связано понятие «Гамильтонов контур» с задачей коммивояжера?
   - Эти понятия не связаны
   - Задача коммивояжера равносильна нахождению Гамильтонового контура кратчайшей длины
   - Исходный граф задачи коммивояжера является Гамильтоновым контуром
7. Как называется метод решения задачи коммивояжера?
   - Метод «Золотого сечения»
   - Метод Гаусса
   - Метод «ветвей и границ»
8. Какое существует ограничение на применение метода динамического программирования для поиска кратчайших путей?
   - Исходный граф должен иметь правильную нумерацию
   - Исходный граф должен быть полным
   - Ограничений не существует
9. Какой алгоритм позволяет устранить ограничение п.8?
   - Алгоритм топологической сортировки
   - Алгоритм пузырчатой сортировки
   - Алгоритм Форда-Беллмана
10. В каком случае транспортная задача называется открытой?
    - Если количество потребляемой продукции равно количеству производимой продукции
    - Если количество потребляемой продукции меньше количества производимой продукции
    - Если количество потребляемой продукции больше количества производимой продукции
11. Какие Вы знаете методы решения транспортной задачи?
    - Метод потенциала
    - Распределительный метод
    - Метод северо-западного угла
    - Модифицированный распределительный метод
    - Метод ветвей и границ
12. Что такое цикломатическое число графа?
    - Число элементов в базисной системе циклов
    - Максимальное число циклов в графе
    - Минимальное число циклов в графе, проходящих через все вершины
13. Что показывает хроматическое число графа?
    - Минимальное число красок, которыми можно раскрасить все вершины графа, так, чтобы ни одна пара смежных вершин не была раскрашена одинаково
    - Какое максимальное число вершин можно раскрасить одной краской, при условии попарной несмежности данных вершин
    - Какое минимальное число вершин можно раскрасить одной краской, при условии попарной несмежности данных вершин
14. Сколько ребер необходимо оставить в графе для получения дерева?
    - m-v
    - m-n+1
    - n-v
15. Что называют реберным числом независимости графа?
    - Максимальное число попарно несмежных ребер
    - Минимальное число попарно несмежных ребер
    - Максимальное число ребер, покрывающих все вершины графа
16. Что называют реберным числом внешней устойчивости графа?
    - Минимальная мощность множества ребер, покрывающих все ребра графа
    - Минимальная мощность множества ребер, покрывающих все вершины графа
    - Максимальная мощность множества ребер, покрывающих все ребра графа
17. Что называют совершенным паросочетанием?
    - Максимальное множество ребер, в котором никакая пара ребер несмежна
    - Множество ребер, в котором никакая пара ребер несмежна
    - Множество вершин, в котором никакая пара несмежна
18. Какой граф называют сетью?
    - Граф с выделенным источником и стоком
    - Граф с правильной нумерацией
    - Любой граф

19. Чему равен максимальный поток сети?
    - Минимальной пропускной способности разреза
    - Сумме пропускных способностей дуг, исходящих из источника
    - Сумме пропускных способностей дуг, входящих в сток
20. Сколько существует логических функций от двух переменных?
    - 4
    - 8
    - 16
21. Укажите закон Де Моргана.
    - $\overline{a \vee b} = \bar{a}\bar{b}$
    - $\overline{ab} = \bar{a} \vee \bar{b}$
      $a \vee \bar{a}b = a \vee b$
    - $a(\bar{a} \vee b) = ab$
22. Какие Вы знаете методы минимизации булевых функций?
    - Диаграммы Вейча
    - Карты Карно
    - Алгоритм Шеннона
    - Метод Куайна
23. Какая функция называется слабоопределенной?
    - Слабоопределенной булевой функцией называется логическая функция от большого числа *n* переменных, причем количество наборов, где функция равна нулю или единице, существенно меньше 2^n
    - Слабоопределенной булевой функцией называется логическая функция, представление которой отлично от ДНФ
    - Слабоопределенной булевой функцией называется логическая функция от числа переменных, существенно меньше 2^n

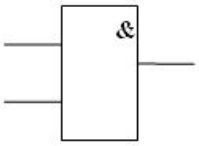
24. На основе каких таблиц осуществляется минимизация слабоопределенных булевых функций?
    - На основе таблиц различий
    - На основе импликантных матриц
    - На основе таблиц нулевых интервалов
25. Поставьте соответствия диапазонов:

1-0-1---	(136, 223)
1--00--1	(129, 231)
1--001--	(132, 231)

26. Укажите логические базисы.
    - $\{\&, \bar{}\}$
    - $\{\rightarrow, 0\}$
    - $\{\downarrow\}$
    - $\{\rightarrow, 0, \vee\}$
27. Какая из логических схем реализует функцию импликации?
    - 

    - 

    -



28. Укажите логическую функцию в ДНФ.
    - $a \to (b \vee c)$
    - $a\bar{b}c \vee bc \vee \bar{a}$
    - $(x_1 \vee x_4)(\overline{x_1} \vee x_2 \vee \overline{x_3})(\overline{x_1} \vee x_2 \vee x_4)$
29. Выберите правильную запись.
    - $a \to b = \bar{a} \vee b$
    - $a \to b = b \vee a$
    - $a \to b = a \vee \bar{b}$
30. Укажите логическую функцию в КНФ.
    - $a \to (b \vee c)$
    - $a\bar{b}c \vee bc \vee \bar{a}$
    - $(x_1 \vee x_4)(\overline{x_1} \vee x_2 \vee \overline{x_3})(\overline{x_1} \vee x_2 \vee x_4)$

Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Определение графа. Виды графов. Способы задания графов.
2. Степени вершин графа. Полустепени захода и исхода. Образы и прообразы вершин.
3. Достижимость и связность. Матрица достижимости. Компоненты связности.
4. Маршруты, цепи, циклы. Основные понятия. Виды циклов.
5. Кратчайший путь в графе. Алгоритм Дейкстры.
6. Кратчайший путь в графе. Алгоритм динамического программирования.
7. Кратчайший путь в графе. Алгоритм Форда-Беллмана.
8. Кратчайший путь в графе. Алгоритм Флойда.
9. Независимое множество вершин. Число внутренней устойчивости графа. Число внешней устойчивости графа.
10. Раскраски. Хроматическое число графа. Алгоритм раскраски вершин графа.
11. Подграф и остовной граф. Деревья. Лес. Теорема Кэли.
12. Построение кратчайшего остовного дерева. Алгоритм Прима-Краскала.
13. Эйлеровы циклы в неориентированных графах. Критерий существования эйлерова цикла.
14. Гамильтоновы циклы на графе. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.
15. Транспортная задача. Виды транспортной задачи. Метод решения транспортной задачи.
16. Планарность графов. Плоский граф. Критерии планарности. Теорема Понтрягина-Куратовского.
17. Потоки в сетях. Пропускная способность сети. Разрезы и мосты. Теорема Форда-Фалкерсона. Алгоритм определения максимальной пропускной способности сети.
18. Минимизация слабоопределенных булевых функций. Таблицы различий
19. Разложение Шенона булевых функций
20. Нахождение производной булевой функции и нахождение веса производной булевой функции
21. Метод каскадов

22. Специальные классы. Таблица Поста
23. Построение булевых функцией в произвольном базисе
24. Метод Квайна
25. Алгоритм кодирующего дерева
26. Метод Хаффмана
27. Структурный синтез автомата на триггерах с счётным входом
28. Структурный синтез автомата на RS триггерах.

Типовые задачи для контрольных работ студентов заочной формы обучения

Минимизировать логическую функцию

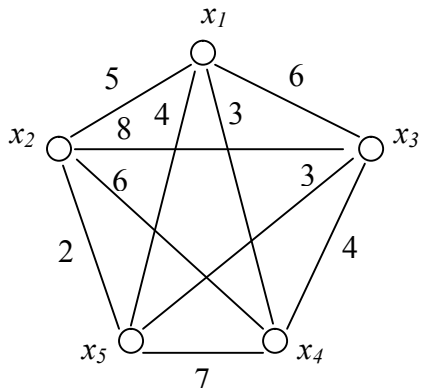
$$f(x_1,x_2x_3,x_4)=\overline{x_1}x_2x_4\vee x_1\overline{x_2}x_3\vee x_1\overline{x_2}\,\overline{x_3}x_4$$

Минимизировать логическую функцию

$$f(x_1,x_2x_3,x_4,x_5)=\begin{cases}1:-0-10,10-11,0-101\\0:1-10-,1-001,0-1--\end{cases}$$

Минимизировать логическую функцию

$$f(x_1,x_2x_3,x_4,x_5)=\begin{cases}1:(2,22);(19,23);(5,13)\\0:(20,29);(17,25);(4,12)\end{cases}$$

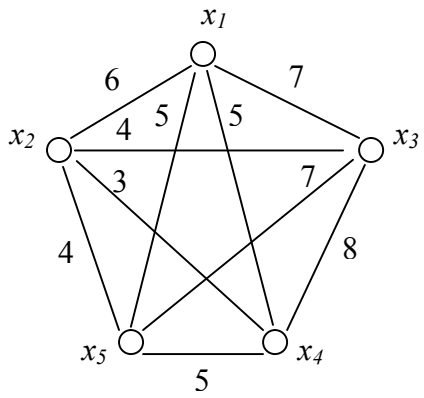


Пять населенных пунктов соединены сетью дорог заданной длины. Найти кратчайший маршрут для обхода всех городов и возврата в исходный пункт.

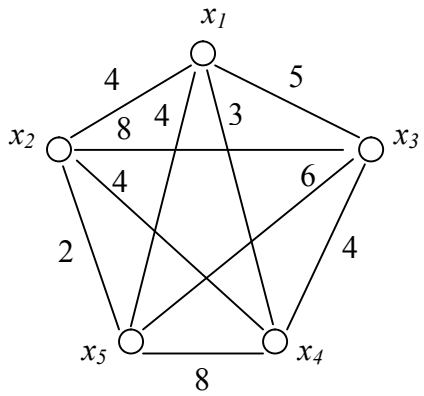
Решить задачу коммивояжера.
Расстояния заданы в виде матрицы смежности.

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	-	3	5	2	4
x_2	3	-	4	8	6
x_3	5	4	-	7	2
x_4	2	8	7	-	6
x_5	4	6	2	6	-

Найти гамильтонов цикл кратчайшей длины.



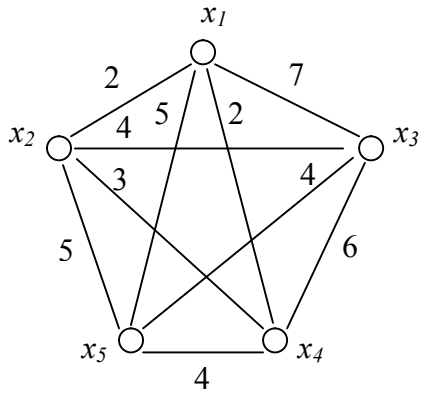
Пять населенных пунктов соединены сетью дорог заданной длины. Найти кратчайший маршрут для обхода всех городов и возврата в исходный пункт.



Решить задачу коммивояжера.
Расстояния заданы в виде матрицы смежности.

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	-	3	2	4	5
x_2	3	-	4	8	3
x_3	2	4	-	7	2
x_4	4	8	7	-	6
x_5	5	3	2	6	-

Найти гамильтонов цикл кратчайшей длины.



Решить транспортную задачу.

Стоимость перевозок задана матрицей.

потр. / произв.	1	2	3	4	$V_{произв.}$
I	3	6	8	2	60
II	5	2	6	7	80
III	3	3	4	6	60
$V_{потр}$	40	60	60	40	

Решить транспортную задачу.
Стоимость перевозок задана матрицей.

потр. / произв.	1	2	3	4	$V_{произв.}$
I	9	7	10	5	20
II	4	8	8	4	30
III	3	8	2	9	30
$V_{потр}$	15	25	20	20	

Решить транспортную задачу.
Стоимость перевозок задана матрицей.

потр. / произв.	1	2	3	$V_{произв.}$
I	8	7	4	15
II	4	9	12	15
III	5	3	10	20
IV	6	8	8	20
$V_{потр}$	25	20	25	

Решить транспортную задачу.
Стоимость перевозок задана матрицей.

потр. / произв.	**1**	**2**	**3**	**4**	$V_{произв.}$
I	6	4	5	3	60
II	7	6	2	4	60
III	2	8	3	6	80
$V_{потр}$	40	40	60	60	

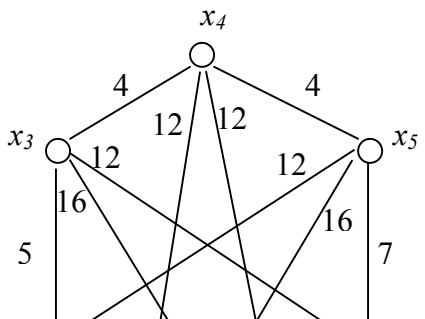
Решить транспортную задачу.
Стоимость перевозок задана матрицей.

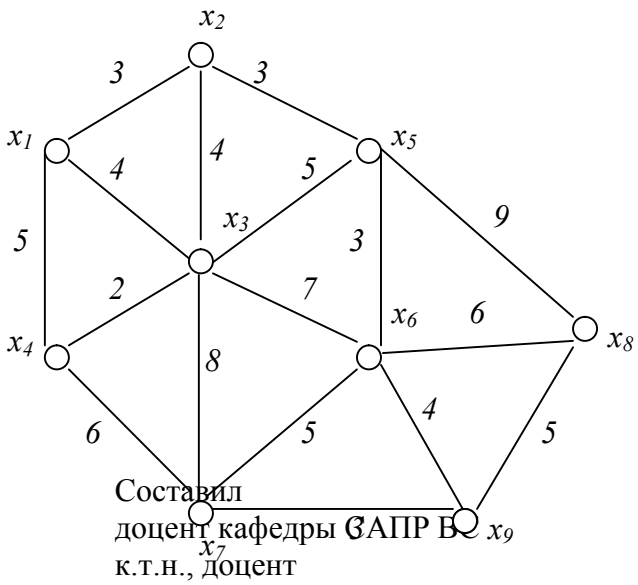
потр. / произв.	**1**	**2**	**3**	**4**	$V_{произв.}$
I	5	8	6	3	30
II	4	8	10	4	20
III	9	7	8	9	30
$V_{потр}$	20	25	15	20	

Решить транспортную задачу.
Стоимость перевозок задана матрицей.

потр. / произв.	**1**	**2**	**3**	$V_{произв.}$
I	4	8	12	20
II	10	3	6	15
III	8	9	4	20
IV	5	7	8	15
$V_{потр}$	25	20	25	

Найти кратчайший маршрут в графе $\mu(x_1, x_7)$
с помощью метода Дейкстры.





Найти кратчайший маршрут в графе $\mu(x_1, x_9)$ с помощью метода Дейкстры.

Составил
доцент кафедры САПР ВС
к.т.н., доцент М.А. Бакулева

Заведующий кафедрой САПР ВС,
д.т.н., профессор В.П. Корячко

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Корячко Вячеслав Петрович, Заведующий кафедрой САПР	**15.12.25** 14:43 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Корячко Вячеслав Петрович, Заведующий кафедрой САПР	**15.12.25** 14:43 (MSK)	Простая подпись