

*МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра программного обеспечения автоматизированных систем

АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Методические указания
к выполнению практических и контрольных работ
для студентов направления подготовки 09.03.04
«Программная инженерия»

Курган 2018

Кафедра: «Программное обеспечение автоматизированных систем».

Дисциплина: «Алгоритмы и структуры данных» (направление 09.03.04 «Программная инженерия»).

Составил: канд. техн. наук, доцент А.М. Семахин.

Утверждены на заседании кафедры «21» сентября 2017 г.

Рекомендованы методическим советом университета

«12» декабря 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Типы данных и базовые структуры данных	5
1.1 Структура данных стек	5
1.2 Практическая работа №1. Динамическая структура стек	6
1.3 Варианты заданий к практической работе №1.	
Динамическая структура стек	6
2 Линейные структуры данных	8
2.1 Структура данных дек	8
2.2 Практическая работа №2. Динамическая структура дек	8
2.3 Варианты заданий к практической работе №2.	
Динамическая структура дек	9
3 Нелинейные структуры данных	11
3.1 Бинарное дерево	11
3.2 Практическая работа №3. Бинарные деревья поиска	11
3.3 Варианты заданий к практической работе №3.	
Бинарные деревья поиска	12
4 Алгоритмы сортировки данных	20
4.1 Методы внешней сортировки данных	20
4.2 Практическая работа №4 .	
Внешние методы упорядочивания данных	21
4.3 Варианты заданий к практической работе №4.	
Внешние методы упорядочивания данных	21
5 Алгоритмы поиска данных	23
5.1 Метод хеширования	23
5.2 Практическая работа №5.	
Алгоритмы, использующие образы ключей	23
5.3 Варианты заданий к практической работе №5.	
Алгоритмы, использующие образы ключей	23
6 Алгоритмы на графах	28
6.1 Методы определения кратчайшего пути на графе	28
6.2 Практическая работа №6. Алгоритм Флойда	29
6.3 Варианты заданий к практической работе №6.	
Алгоритм Флойда	29
7 Сетевое планирование и управление комплексом работ	42
7.1 Основные понятия и определения	42
7.2 Расчёт параметров сетевого графика	42
7.3 Контрольная работа	47
7.3.1. Назначение, цели и задачи контрольной работы	47
7.3.2. Требования к контрольной работе	47
7.3.2.1 Требования к функциональным характеристикам	47
7.3.2.2 Требования к эксплуатационным характеристикам	48

7.3.2.3. Требования к программному обеспечению	48
7.3.2.4. Требования к содержанию контрольной работы	48
7.3.3. Варианты заданий контрольной работы	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	57

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Алгоритмы и структуры данных» имеет целью дать студентам теоретические знания и практические навыки в выборе структур данных и разработке, анализе алгоритмов программ.

Предмет изучения дисциплины – структуры данных и алгоритмы обработки данных.

Задачами освоения дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» являются:

- изучение основ теории структур данных;
- изучение методов представления данных на логическом (абстрактном) уровне;
- изучение методов представления данных на физическом (машинном) уровне;
- изучение методов разработки эффективных алгоритмов обработки структур данных.

Методические указания содержат теоретическое обоснование и варианты заданий для выполнения практических и контрольных работ.

Практические работы (18 часов).

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта по подготовке бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия».

1 Типы данных и базовые структуры данных

1.1 Структура данных стек

Стек (stack – стопка) – динамическая структура ограниченного доступа, представляющая собой контейнер для хранения данных типа LIFO (Last Input – First Output, последним вошел – первым вышел).

Включение и извлечение элементов из стека выполняется с одной стороны – вершины стека. Стеки реализуются в виде массива (вектора) или связного списка. При векторном представлении стек занимает непрерывный участок памяти, объём которого ограничен. Возможно переполнение стека. Выделение большого участка памяти ведёт к неэффективному использованию, если стек заполняется частично. Реализация стека в виде связного списка не имеет отмеченных недостатков. Время работы с ним увеличивается в связи с необходимостью постоянных выделения и высвобождения участков динамической памяти [1, 2, 3, 4, 5].

Стеки применяются для размещения локальных переменных функций, передачи параметров при вызове функций, реализации рекурсии в программировании, трансляции программ, управления динамической памятью.

1.2 Практическая работа №1. Динамическая структура стек

Цель работы: получить теоретические знания и практические навыки в использовании Microsoft Visual C++ 2010 Professional для формализации приложения, представляющего линейные структуры данных стеки.

Используемые приёмы и технологии: Visual C++ 2010 Professional, библиотеки графических интерфейсов Windows Forms и Microsoft Foundation Classes.

Ключевые слова: линейная структура данных, стек, элемент, указатель.

1.3 Варианты заданий к практической работе №1. Динамическая структура стек

Разработайте программу на языке C++, реализующую динамический стек неограниченного размера с использованием шаблонного класса. Программа содержит включаемые файлы, определение структуры для элемента стека и определение шаблонного класса для работы с динамическим стеком неограниченного размера.

В шаблонном классе реализованы следующие операции со стеком:

- инициализация стека (конструктор);
- разрушение стека с освобождением занятой динамической памяти (деструктор);
- занесение элемента в стек;
- извлечение элемента из стека;
- печать состояния стека.

Вариант 1. Обслуживание клиентов рекламного агентства «Rapid». В собственности этого агентства находится примерно около сотни рекламных щитов, расположенных по всему городу. Установка их согласована с администрацией города, и все необходимые формальности выполнены. На щитах размещается реклама по заказу организации города.

Вариант 2. Обработка заявок на изготовление и выдачу технических паспортов на объекты недвижимости. Перед регистрацией сделки с объектом недвижимости собственник объекта должен получить в «Бюро технической инвентаризации» на него технический паспорт.

Вариант 3. Обслуживание заявок на установку оборудования кабельного телевидения. Клиентами компании могут быть физические лица и организации.

Вариант 4. Учет заявок на покупку книг в мелкооптовом книжном магазине. Менеджер магазина, изучив спрос на книжную продукцию в городе, принимает решение о закупке партии книг в издательстве.

Вариант 5. Обработка заявок на получение нужной информации в справочном бюро.

Вариант 6. Учет пациентов на прием к врачам поликлиники. Работники предприятия имеют бесплатное медицинское обслуживание. Другие пациенты могут воспользоваться услугами поликлиники, оплатив затраты на лечение.

Вариант 7. Обработка заявок в детские сады отделом администрации города.

Вариант 8. Обслуживание отделом учета налогообложения физических лиц городской налоговой инспекции. По существующему законодательству некоторые категории граждан должны представить в налоговую инспекцию декларацию о полученных доходах.

Вариант 9. Учет заявок. Радиомастерская «Электрон» занимается послегарантийным ремонтом теле-, радиоаппаратуры отечественного и импортного производства.

Вариант 10. Обработка заявок клиентов на покупку туристических путевок. Туристическая компания «Интурист» формирует туристические группы для заграничных поездок и обеспечивает им полную поддержку на маршруте.

Вариант 11. Обслуживание заявок на регистрацию прав юридических и физических лиц на недвижимое имущество (здания, квартиры, земельные участки).

Вариант 12. Обслуживание счетов оплаты за пользование газом и газовыми приборами предприятием «Газкомплект» по учету платы.

Вариант 13. Обслуживание заявок на приватизацию жилья. Еще не все проживающие в «своих» квартирах стали собственниками своего жилья.

Вариант 14. Обслуживание заявок на подключение охранной сигнализации отделом вневедомственной охраны квартир. Отдел обеспечивает электронную охрану квартир граждан в одном районе города. Для установки охранной сигнализации требуется наличие квартирного телефона. Один гражданин может заключить договор на охрану нескольких квартир.

Вариант 15. Обслуживание клиентов ООО «Центр оценки и продажи недвижимости». Одним из источников прибыли этой организации является покупка и продажа квартир. Центр оценки имеет большой штат специалистов, позволяющий этой организации проводить сделки купли-продажи на высоком профессиональном уровне. Владелец квартиры, желающий ее продать, заключает договор с Центром, в котором указывается сумма, срок продажи и процент отчислений в пользу Центра оценки и продажи недвижимости в случае успешного проведения сделки.

Вариант 16. Обслуживание заявок на покупку автомобилей. Автомобиль может быть продан как со склада компании, так и на заказ с завода-изготовителя по предоплате.

Вариант 17. Обслуживание заявок на ремонт подвижного железнодорожного состава в ремонтно-эксплуатационном локомотивном депо. Депо выполняет несколько видов ремонта: текущий ремонт (ТР), средний ремонт (СР), техническое обслуживание (ТО) и внеплановый ремонт.

Вариант 18. Обслуживание поступления счетов оплаты за потребленную электроэнергию. Плата взимается с каждой квартиры в зависимости от количества потребленной энергии или от числа проживающих в квартире.

Вариант 19. Обслуживание покупателей билетов в Кассе авиакомпании, занимающейся продажей билетов на предстоящие рейсы.

Вариант 20. Обслуживание заявок с данными от абитуриентов, осуществляемой приемной комиссией университета.

Методические указания

- 1 Запустите среду программирования Visual Studio 2010 Professional.
- 2 Создайте проект «Windows Forms Application Visual C++».
- 3 Формализуйте алгоритм решения задачи на ПЭВМ.
- 4 Выведите на экран видеомонитора результаты работы программы.
- 5 Оформите отчет по практической работе.

Контрольные вопросы

- 1 Что называется стеком?
- 2 Какие операции выполняются над элементами стека?
- 3 Как описывается физическое представление стека?
- 4 Как представляется логическое описание стека?
- 5 Какой существует принцип работы стека?
- 6 В чём заключается отличие векторного представления стека от реализации стека в виде связного списка?
- 7 Что понимается под вершиной стека?
- 8 Где применяются стеки?

2 Линейные структуры данных

2.1 Структура данных дек

Дек (double ended queue – двусторонняя очередь) – динамическая структура, представляющая собой контейнер для хранения данных типа FIFO (First Input – First Output, первым вошел – первым вышел).

Включение и извлечение элементов из дека выполняется с помощью левого (начального) и правого (конечного) концов дека [5; 6].

Логическое и физическое представление дека аналогично очереди.

2.2 Практическая работа №2. Динамическая структура дек

Цель работы: получить теоретические знания и практические навыки в использовании Microsoft Visual C++ 2010 Professional для формализации приложения, представляющего линейные структуры данных дека.

Используемые приёмы и технологии: Visual C++ 2010 Professional, библиотеки графических интерфейсов Windows Forms и Microsoft Foundation Classes.

Ключевые слова: линейная структура данных, дек, элемент, указатель.

2.3 Варианты заданий к практической работе №2. Динамическая структура дек

Разработайте визуальное приложение на языке Visual C++, формализующее линейную структуру дек.

Вариант 1. Обработка заявок в детские сады отделом администрации города.

Вариант 2. Обслуживание заявок на покупку книг в мелкооптовом книжном магазине и поиск. Менеджер магазина, изучив спрос на книжную продукцию в городе, принимает решение о закупке партии книг в издательстве.

Вариант 3. Обработка заявок на изготовление и выдачу технических паспортов на объекты недвижимости «Бюро технической инвентаризации». Предусмотрите поиск. Перед регистрацией сделки с объектом недвижимости собственник объекта должен получить в БТИ на него технический паспорт.

Вариант 4. Обслуживание клиентов ООО «Центр оценки и продажи недвижимости» и поиск. Источник прибыли организации – покупка и продажа квартир. Центр оценки имеет большой штат специалистов, позволяющий организации проводить сделки купли-продажи на высоком профессиональном уровне. Владелец квартиры, желающий ее продать, заключает договор с Центром, в котором указывается сумма, срок продажи и процент отчислений в пользу Центра оценки и продажи недвижимости в случае успешного проведения сделки.

Вариант 5. Обслуживание заявок клиентов на покупку туристических путевок и поиск. Туристическая компания «Интурист» формирует туристические группы для заграничных поездок и обеспечивает им полную поддержку на маршруте.

Вариант 6. Обработка списка налогоплательщиков отделом учета налогообложения физических лиц городской налоговой инспекции и линейный поиск. Категории граждан представляют в налоговую инспекцию декларацию о доходах.

Вариант 7. Обработка заявок на ремонт электронной аппаратуры и линейный поиск. Радиомастерская «Электрон» занимается послегарантийным ремонтом теле-, радиоаппаратуры отечественного и импортного производства.

Вариант 8. Обслуживание заявок на покупку автомобилей и поиск. Автомобиль может быть продан по предоплате.

Вариант 9. Обработка списка клиентов рекламного агентства «Rapid» и поиск. В собственности агентства находится около сотни рекламных щитов.

Вариант 10. Учет пациентов на прием к врачам поликлиники и поиск. Медицинское обслуживание работников предприятия – бесплатное (за счет средств предприятия). «Посторонние» пациенты также могут воспользоваться услугами поликлиники, полностью оплатив затраты на лечение.

Вариант 11. Формализовать на ЭВМ в виде линейного списка обслуживание заявок на разработку программных комплексов научно-внедренческим предприятием и предусмотреть линейный поиск.

Вариант 12. Формализовать на ЭВМ в виде линейного списка обслуживание заявок на регистрацию прав юридических и физических лиц на недвижимое имущество (здания, квартиры, земельные участки) и предусмотреть линейный поиск.

Вариант 13. Формализовать на ЭВМ в виде линейного списка обслуживание счетов оплаты за пользование газом и газовыми приборами предприятием «Газкомплект» по учету платы и предусмотреть линейный поиск.

Вариант 14. Формализовать на ЭВМ в виде линейного списка обслуживание заявок на приватизацию жилья и предусмотреть линейный поиск. Еще не все проживающие в «своих» квартирах стали собственниками своего жилья.

Вариант 15. Формализовать на ЭВМ в виде линейного списка заявки на подключение охранной сигнализации отделом вневедомственной охраны квартир и предусмотреть линейный поиск. Отдел обеспечивает электронную охрану квартир граждан в одном районе города. Для установки охранной сигнализации требуется наличие квартирного телефона. Один гражданин может заключить договор на охрану нескольких квартир.

Вариант 16. Формализовать на ЭВМ в виде линейного списка обслуживание заявок на установку оборудования кабельного телевидения и предусмотреть линейный поиск. Клиентами компании могут быть как физические лица, так и организации.

Вариант 17. Формализовать на ЭВМ в виде линейного списка обслуживание заявок на ремонт подвижного железнодорожного состава в ремонтно-эксплуатационном локомотивном депо и предусмотреть линейный поиск. Депо выполняет несколько видов ремонта: текущий ремонт (ТР), средний ремонт (СР), техническое обслуживание (ТО) и внеплановый ремонт.

Вариант 18. Формализовать на ЭВМ в виде линейного списка обслуживание заявок на получение нужной информации в справочном бюро и предусмотреть линейный поиск.

Вариант 19. Формализовать на ЭВМ в виде линейного списка оформление квитанций гостям гостиницы и предусмотреть линейный поиск.

Вариант 20. Формализовать на ЭВМ в виде линейного списка обслуживание поступления счетов оплаты за потребленную электроэнергию и предусмотреть линейный поиск. Плата взимается с каждой квартиры в зависимости от количества потребленной энергии или от числа проживающих в квартире.

Методические указания

- 1 Запустите среду программирования Visual Studio 2010 Professional.
- 2 Создайте проект «Windows Forms Application Visual C++».
- 3 Формализуйте алгоритм решения задачи на ПЭВМ.
- 4 Выведите на экран видеомонитора результаты работы программы.
- 5 Оформите отчет по практической работе.

Контрольные вопросы

- 1 Что называется деком?
- 2 Какой существует принцип работы дека?
- 3 Какие операции над элементами дека выполняются?
- 4 Как описывается логическое представление дека?
- 5 Как описывается физическое представление дека?
- 6 Что понимается под деком с ограниченным вводом?
- 7 Что понимается под деком с ограниченным выводом?
- 8 Какая существует структура статической реализации дека?
- 9 Какая существует структура динамической реализации дека?
- 10 Где применяется дек?

3 Нелинейные структуры данных

3.1 Бинарное дерево

Бинарные деревья – динамическая структура данных, состоящая из узлов, каждый из которых содержит данные и не более двух ссылок на поддеревья.

Корень дерева – начальный узел дерева.

Лист дерева – узел, не имеющий поддеревьев.

Предки – исходящие узлы, *потомки* – входящие узлы.

Высота дерева – количество уровней, на которых располагаются узлы.

Дерево поиска – дерево, у которого для каждого узла все ключи левого поддерева меньше ключа этого узла, а все ключи правого поддерева больше ключа этого узла. В дереве поиска можно найти элемент по ключу, двигаясь от корня и переходя на левое или правое поддерево в зависимости от значения ключа в каждом узле. Поиск по ключу эффективнее поиска по списку, поскольку время поиска определяется высотой дерева. Высота дерева пропорциональна двоичному логарифму количества узлов.

Дерево является рекурсивной структурой данных. Действия с деревьями описываются рекурсивными алгоритмами. Деревья поиска применяются для сортировки значений. При обходе дерева узлы не удаляются.

Для бинарных деревьев определены операции:

- включение узла дерева;
- поиск по дереву;
- обход дерева;
- удаление узла [3; 4; 5; 6].

3.2 Практическая работа №3. Бинарные деревья поиска

Цель работы: получить теоретические знания и практические навыки в использовании Microsoft Visual C++ 2010 Professional для формализации приложения, представляющего нелинейные структуры данных бинарные деревья поиска.

Используемые приёмы и технологии: Visual C++ 2010 Professional, библиотеки графических интерфейсов Windows Forms и Microsoft Foundation Classes.

Ключевые слова: нелинейная структура данных, бинарное дерево поиска, узел, указатель, предок, потомок, лист, высота дерева.

3.3 Варианты заданий к практической работе №3. Бинарные деревья поиска

Разработайте визуальное приложение на языке Visual C++, формализующее нелинейную структуру данных бинарное дерево поиска.

Вариант 1. Разработайте программу, которая содержит информацию о реестре жилых помещений (купля/продажа) риэлторской фирмы.

Данные реестра жилья содержат:

- район;
- адрес;
- количество комнат;
- общая площадь;
- жилая площадь;
- год постройки дома;
- стоимость.

Программа должна обеспечивать:

- хранение всех данных о жилых помещениях в виде двоичного дерева;
- добавление в реестр данных о жилых помещениях;
- удаление данных о проданных жилых помещениях из реестра фирмы;
- вывод данных о жилых помещениях по стоимости;
- вывод всех жилых помещений, занесенных в реестр риэлторской фирмы.

мы.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 2. Разработайте программу, которая содержит информацию о сотрудниках, работающих в фирме.

Сведения о сотрудниках содержат:

- табельный номер;
- фамилия, имя, отчество;
- образование;
- год поступления на работу;
- домашний адрес;
- оклад.

Программа должна обеспечивать:

- начальное формирование данных обо всех сотрудниках фирмы в виде двоичного дерева;
- добавление данных о сотрудниках, вновь принятых на работу;
- удаление данных о сотрудниках, уволенных с работы;

- по запросу выдачу сведений о сотрудниках в штате фирмы, упорядоченные по фамилии, имени, отчеству.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 3. Разработайте программу, которая содержит текущую информацию о заявлениях на приобретение туристических путевок.

Каждое заявление содержит:

- название страны посещения;
- время года;
- фамилию и инициалы отдыхающего;
- желаемую дату отправления;
- сроки пребывания;
- уровень обслуживания.

Программа должна обеспечивать:

- хранение всех заявлений в виде двоичного дерева;
- добавление и удаление заявлений;
- вывод заявлений по фамилии и инициалам отдыхающих с их

последующим удалением;

- вывод всех заявок.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 4. Разработайте программу, которая содержит информацию об автомобилях в автосалоне.

Сведения об автомобилях содержат:

- модель автомобиля;
- основные характеристики (тип кузова, количество дверей/мест, длина/ширина/высота, колесная база (мм), снаряженная масса автомобиля (кг), полная масса автомобиля (кг));
- характеристики двигателя (тип двигателя, рабочий объем, степень сжатия, максимальная мощность (л.с.), максимальный крутящий момент (Нм/об.мин));
- скоростные характеристики (максимальная скорость (км/ч), средний расход топлива (л/100 км), тип потребляемого бензина);
- количество автомобилей данной модели в автосалоне.

Программа должна обеспечивать:

- начальное формирование данных обо всех автомобилях в автосалоне в виде двоичного дерева;
- добавление данных об автомобилях, вновь поступающих в автосалон;
- удаление данных о проданных автомобилях.

По запросу выдаются сведения о наличии автомобиля в автосалоне, упорядоченные по наименованию модели автомобилей.

Вариант 5. Разработайте программу, которая содержит информацию о безработных, зарегистрированных на бирже труда.

Данные о зарегистрированных безработных содержат:

- номер регистрации безработного;

- фамилия, имя, отчество;
- возраст;
- пол;
- образование;
- профессия;
- общий стаж работы;
- дата постановки на учет;
- желаемая заработная плата;
- желаемая должность.

Программа должна обеспечивать:

- хранение всех зарегистрированных безработных в виде двоичного дерева;
- добавление данных о безработных;
- удаление данных о безработных, нашедших работу;
- вывод данных о безработных по фамилии, имени, отчеству, регистрационному номеру;
- вывод всех зарегистрированных безработных.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 6. Разработайте программу, которая содержит информацию о дилерах компании.

Сведения о дилерах содержат:

- адрес;
- фамилия, имя, отчество;
- телефон;
- электронный адрес;
- объем закупок продукции в месяц;
- объем продаж продукции за месяц;
- льготный процент скидки при закупке продукции;

Программа должна обеспечивать:

- начальное формирование данных обо всех дилерах фирмы в виде двоичного дерева;
- добавление данных о дилерах;
- удаление данных о дилерах;
- выдачу сведений о дилерах по фамилии, имени, отчеству.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 7. Разработайте программу, которая содержит информацию о моделях компьютеров, продаваемых в магазине вычислительной техники.

Сведения о компьютере содержат:

- марка компьютера;
- тип процессора;
- тактовая частота процессора;
- объем памяти;
- объем жесткого диска;

- объем памяти видеокарты;
- цена компьютера;
- количество экземпляров, имеющихся в наличии.

Программа должна обеспечивать:

- начальное формирование данных обо всех компьютерах в магазине вычислительной техники в виде двоичного дерева;
- добавление данных о компьютерах, поступающих в магазин;
- удаление данных о проданных компьютерах;
- выдачу сведений о наличии компьютеров в магазине, упорядоченных по наименованию модели.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 8. На междугородной телефонной станции картотека абонентов, содержащая сведения о телефонах и их владельцах, организована как двоичное дерево. Разработайте программу, которая:

- обеспечивает начальное формирование картотеки в виде двоичного дерева;
- производит вывод всей картотеки;
- вводит номер телефона и время разговора;
- выводит извещение на оплату телефонного разговора;
- производит поиск данных.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 9. Разработайте программу, которая содержит информацию о дисциплинах, читаемых преподавателем студентам университета в течение учебного года.

Сведения о нагрузке преподавателя за учебный год содержат:

- название дисциплины;
- семестр проведения занятия;
- количество студентов;
- количество часов аудиторных лекций;
- количество часов аудиторных практических работ;
- вид контроля знаний студентов (зачет/экзамен).

Программа должна обеспечивать:

- начальное формирование данных о дисциплинах, читаемых преподавателем, в виде двоичного дерева;
- добавление данных о дисциплинах;
- удаление данных о дисциплинах;
- вывод данных о дисциплинах по наименованию;
- вывод всех дисциплин, составляющих нагрузку преподавателя;
- поиск данных.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 10. Разработайте программу, которая содержит информацию об абонентах кабельного телевидения. Сведения об абонентах содержат:

- фамилию и инициалы;
- адрес;
- телефон;
- номер договора.

Программа должна обеспечивать:

- начальное формирование данных обо всех абонентах кабельного телевидения в виде двоичного дерева;
- добавление данных об абонентах, вновь поступающих в картотеку;
- удаление данных об абонентах из картотеки, разорвавших договор;
- по запросу выдачу сведений о наличии абонентов в картотеке, упорядоченных по номеру договора.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 11. Автоматизированная информационная система на железнодорожном вокзале содержит сведения об отправлении поездов дальнего следования.

Для каждого поезда указывается:

- номер поезда;
- станция назначения;
- время отправления.

Данные в информационной системе организованы в виде двоичного дерева. Разработайте программу, которая:

- обеспечивает первоначальный ввод данных в информационную систему и формирование двоичного дерева;
- производит вывод всего дерева;
- вводит номер поезда и выводит все данные об этом поезде;
- вводит название станции назначения и выводит данные о всех поездах, следующих до этой станции.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 12. Разработайте программу, которая содержит текущую информацию о заявках на авиабилеты. Каждая заявка содержит:

- пункт назначения;
- номер рейса;
- фамилию и инициалы пассажира;
- желаемую дату вылета.

Программа должна обеспечивать:

- хранение всех заявок в виде двоичного дерева;
- добавление и удаление заявок;
- по заданному номеру рейса и дате вылета вывод заявок с их последующим удалением;
- вывод всех заявок.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 13. Англо-русский словарь построен как двоичное дерево.

Каждая компонента содержит английское слово, соответствующее ему русское слово и счетчик количества обращений к данной компоненте.

Первоначально дерево формируется согласно английскому алфавиту. В процессе эксплуатации словаря при каждом обращении к компоненте в счетчик обращений добавляется единица. Разработайте программу, которая:

- обеспечивает начальный ввод словаря с конкретными значениями счетчиков обращений;

- формирует новое представление словаря в виде двоичного дерева по следующему алгоритму:

- 1) в старом словаре ищется компонента с наибольшим значением счетчика обращений;

- 2) найденная компонента заносится в новый словарь и удаляется из старого;

- 3) переход к этапу 1 до исчерпания исходного словаря;

- обеспечивает вывод исходного и нового словарей.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 14. Автоматизированная информационная система на автовокзале содержит сведения об отправлении пригородных автобусов.

Для каждого автобуса указывается:

- номер автобуса;
- пункт назначения;
- время отправления,
- время прибытия.

Данные в информационной системе организованы в виде двоичного дерева. Разработайте программу, которая:

- обеспечивает первоначальный ввод данных в информационную систему и формирование двоичного дерева;

- производит вывод всего дерева;

- вводит номер автобуса и выводит все данные об автобусе;

- вводит название пункта назначения и выводит данные о всех автобусах, следующих до этого населенного пункта;

- производит поиск данных.

Программа должна обеспечивать диалог с помощью меню и контроль ошибок при вводе.

Вариант 15. Разработайте программу, которая содержит текущую информацию о книгах в библиотеке. Сведения о книгах содержат:

- номер УДК;

- фамилию и инициалы автора;

- название;

- год издания;

- количество экземпляров данной книги в библиотеке.

Программа должна обеспечивать:

- начальное формирование данных о всех книгах в библиотеке в виде двоичного дерева;

- добавление данных о книгах, вновь поступающих в библиотеку;

- удаление данных о списываемых книгах;

По запросу выдаются сведения о наличии книг в библиотеке, упорядоченные по годам издания.

Вариант 16. Разработайте программу, которая содержит информацию о вкладчиках банка. Сведения о вкладчиках содержат данные:

- номер счёта;

- фамилия, имя, отчество;

- название вклада;

- дата открытия вклада;

- денежная сумма.

Программа должна обеспечивать:

- начальное формирование данных о вкладчиках банка в виде двоичного дерева;

- добавление данных о вкладчиках банка;

- удаление данных о вкладчиках банка;

- поиск данных о вкладчиках банка.

По запросу выдаются сведения о вкладчиках банка, упорядоченные по фамилии.

Вариант 17. Разработайте программу, которая содержит информацию об экспонатах музея. Сведения об экспонатах содержат данные:

- номер экспоната;

- название экспоната;

- дата поступления экспоната;

- стоимость экспоната;

- характеристика экспоната.

Программа должна обеспечивать:

- начальное формирование данных об экспонате музея в виде двоичного дерева;

- добавление данных об экспонате музея;

- удаление данных об экспонате музея;

- поиск данных об экспонате музея.

По запросу выдаются сведения об экспонате музея, упорядоченные по названию.

Вариант 18. Разработайте программу, которая содержит информацию об участниках научной конференции. Сведения об участниках содержат данные:

- номер участника;

- фамилия, имя, отчество участника;

- название доклада;

- адрес участника;

- телефон;

- адрес электронной почты.

Программа должна обеспечивать:

- начальное формирование данных об участниках конференции в виде двоичного дерева;
- добавление данных об участниках конференции;
- удаление данных об участниках конференции;
- поиск данных об участниках конференции.

По запросу выдаются сведения об участниках конференции, упорядоченные по фамилии.

Вариант 19. Разработайте программу, которая содержит информацию об участниках конкурса поэтов. Сведения об участниках содержат данные:

- номер участника;
- фамилия, имя, отчество участника;
- адрес участника;
- телефон;
- адрес электронной почты.

Программа должна обеспечивать:

- начальное формирование данных об участниках конкурса в виде двоичного дерева;
- добавление данных об участниках конкурса;
- удаление данных об участниках конкурса;
- поиск данных об участниках конкурса.

По запросу выдаются сведения об участниках конкурса, упорядоченные по фамилии.

Вариант 20. Разработайте программу, которая содержит информацию об обучаемых на водительских курсах. Сведения об обучаемых содержат данные:

- номер обучаемого;
- фамилия, имя, отчество;
- категория;
- стоимость обучения;
- адрес проживания;
- телефон.

Программа должна обеспечивать:

- начальное формирование данных об обучаемых на водительских курсах в виде двоичного дерева;
- добавление данных об обучаемых на водительских курсах;
- удаление данных об обучаемых на водительских курсах;
- поиск данных об обучаемых на водительских курсах.

По запросу выдаются сведения об обучаемых на водительских курсах, упорядоченные по фамилии.

Методические указания

- 1 Запустите среду программирования Visual Studio 2010 Professional.
- 2 Создайте проект «Windows Forms Application Visual C++».
- 3 Формализуйте алгоритм решения задачи на ПЭВМ.

- 4 Выведите на экран видеомонитора результаты работы программы.
- 5 Оформите отчет по практической работе.

Контрольные вопросы

- 1 Что называется деревом?
- 2 Что называется бинарным деревом?
- 3 Что понимается под высотой дерева?
- 4 Какие существуют виды узлов дерева?
- 5 Как представляется логическое описание дерева?
- 6 Как описывается физическое представление дерева?
- 7 Какой существует алгоритм преобразования m -ичного дерева в двоичное дерево?
- 8 Что называется двоичным деревом поиска?
- 9 Какие существуют способы обхода дерева?
- 10 Где применяются древовидные структуры данных?

4 Алгоритмы сортировки данных

4.1 Методы внешней сортировки данных

Внешняя сортировка данных (external sorting data) – процесс упорядочивания данных, при котором сортируемые данные невозможно разместить в оперативной памяти компьютера.

Методы внешней сортировки данных:

- естественного слияния;
- последовательного слияния;
- многофазная сортировка;
- каскадная сортировка.

Алгоритм внешней сортировки включает два этапа:

1 Генерация начальных цепочек. Файл разбивается на части, каждую из которых можно поместить в оперативной памяти компьютера, и сортируются любым алгоритмом внутренней сортировки.

2 Слияние цепочек. Полученные части объединяются в один упорядоченный файл.

Внешняя сортировка применяется в системах управления базами данных при выполнении запросов. Производительность систем управления базами данных зависит от эффективности методов внешней сортировки данных. Алгоритмы внешней сортировки должны обеспечивать минимальное число обращений к внешней памяти [5; 6].

4.2 Практическая работа №4. Внешние методы упорядочивания данных

Цель работы: получить теоретические знания и практические навыки в использовании Microsoft Visual C++ 2010 Professional для разработки приложения, формализующего внешние методы сортировки данных.

Используемые приёмы и технологии: Visual C++ 2010 Professional, библиотеки графических интерфейсов Windows Forms и Microsoft Foundation Classes.

Ключевые слова: внешние методы сортировки данных, фаза разбиения, фаза слияния, цепочка, генерация начальных цепочек, натуральный выбор, совершенное распределение.

4.3 Варианты заданий к практической работе №4. Внешние методы упорядочивания данных

Разработайте визуальное приложение на языке Visual C++, формализующее алгоритмы внешних методов сортировки данных, которое выполняет:

1) генерацию массива числовых данных размера N со случайным распределением значений элементов массива, подчиняющихся вероятностному закону распределения;

2) упорядочивание исходного массива внешними методами сортировки;

3) сравнительный анализ внешних методов сортировки элементов массива, рассчитывая показатели производительности (время сортировки и соотношение методов производительности (относительное время сортировки)). Результаты анализа представьте в табличной форме записи.

Количество элементов в массиве и вероятностный закон распределения по вариантам приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные

Вариант	Количество элементов в массиве	Вероятностный закон распределения	Метод внешней сортировки данных
1	29000	Fisk	Естественного слияния
2	33000	Gumbel	Последовательного слияния
3	25000	Laplace	Многофазная сортировка
4	38000	Logistic	Каскадная сортировка
5	26000	Pareto	Естественного слияния
6	32000	Reciprocal	Последовательного слияния
7	25000	Weibull	Многофазная сортировка
8	36000	Равномерное	Каскадная сортировка

9	24000	Эрланга	Естественного слияния
10	36000	Гиперэкспоненциальное	Последовательного слияния
11	37000	Bradford	Многофазная сортировка
12	210000	Burr	Каскадная сортировка
13	32000	Cauchy	Естественного слияния
14	33000	Exponential	Последовательного слияния
15	24000	ExtremeLB	Многофазная сортировка
16	29000	Reciprocal	Каскадная сортировка
17	43000	Weibull	Естественного слияния
18	35000	Равномерное	Последовательного слияния
19	28000	Эрланга	Многофазная сортировка
20	36000	Гиперэкспоненциальное	Каскадная сортировка

Методические указания

- 1 Запустите среду программирования Visual Studio 2010 Professional.
- 2 Создайте проект «Windows Forms Application Visual C++».
- 3 Формализуйте алгоритм решения задачи на ПЭВМ.
- 4 Выведите на экран видеомонитора результаты работы программы.
- 5 Оформите отчет по практической работе.

Контрольные вопросы

- 1 Что называется внешней сортировкой данных?
- 2 Какие существуют методы внешней сортировки данных?
- 3 Какие существуют этапы алгоритма внешней сортировки данных?
- 4 Что понимается под цепочкой данных?
- 5 Какая существует вычислительная сложность алгоритма внешней сортировки данных?
- 6 Что понимается под совершенным распределением?
- 7 В чём заключается отличие каскадной сортировки от многофазной сортировки данных?
- 8 Что понимается под многопутевым слиянием?
- 9 Какое применяется условие максимально эффективной работы метода многофазного слияния?
- 10 Где применяются методы внешней сортировки данных?

5 Алгоритмы поиска данных

5.1 Метод хеширования

Метод хеширования (hashing – перемешивание) – метод, использующий при поиске целочисленный образ ключа элемента.

Метод хеширования позволяет сократить вычислительную сложность поиска при увеличении используемой для этого памяти, эффективно представить данные, позволяющие быстро выполнить операции вставки, поиска и удаления элемента.

Данные хранятся в массивах, размера m – хеш-таблицах. Размещение элементов в хеш-таблицах производится в соответствии с целочисленной функцией – хеш-функцией, определённой на множестве ключей.

Алгоритм метода хеширования включает два этапа.

1 Вычисление хеш-функции, преобразующей ключ поиска в адрес в хеш-таблице.

2 Процесс разрешения конфликтов (коллизий), в ходе которого обрабатываются ключи-синонимы [5; 6].

5.2 Практическая работа №5.

Алгоритмы, использующие образы ключей

Цель работы: получить теоретические знания и практические навыки в использовании Microsoft Visual C++ 2010 Professional для разработки приложения, формализующего алгоритмы методов поиска данных, использующих образы ключей.

Используемые приёмы и технологии: Visual C++ 2010 Professional, библиотеки графических интерфейсов Windows Forms и Microsoft Foundation Classes.

Ключевые слова: хеширование, хеш-функция, хеш-таблица, коллизия, синоним, зондирование, двойное хеширование, идеальное хеширование, равномерное хеширование, универсальное хеширование, открытое хеширование, коэффициент заполнения таблицы, хеширование с открытой адресацией.

5.3 Варианты заданий к практической работе №5.

Алгоритмы, использующие образы ключей

Разработайте программное приложение на языке Visual C++, формализующее алгоритмы методов поиска данных, использующих образы ключей.

Вариант 1. Компания спутниковой телефонной связи. Компания предоставляет услуги спутниковой телефонии, производит продажу спутникового оборудования и учет абонентской платы пользователей спутниковой телефонной связи.

Вариант 2. Компания продажи автомобилей. Компания продает новые автомобили, производит сервисное обслуживание и ремонт, учет покупателей автомобилей.

Вариант 3. Сотрудники фирмы. Сведения о сотрудниках содержат табельный номер, фамилию, имя, отчество, образование, год поступления на работу, домашний адрес, оклад. Программа должна обеспечивать начальное формирование данных обо всех сотрудниках фирмы в виде двоичного дерева, добавление данных о сотрудниках, вновь принятых на работу, удаление данных о сотрудниках, уволенных с работы, по запросу выдавать сведения о сотрудниках в штате фирмы, упорядоченные по фамилии, имени, отчеству.

Вариант 4. Магазин вычислительной техники. Сведения о компьютере содержат марку компьютера, тип процессора, тактовую частоту процессора, объем памяти, объем жесткого диска, объем памяти видеокарты, цену компьютера, количество экземпляров, имеющихся в наличии. Программа должна обеспечивать начальное формирование данных обо всех компьютерах в магазине вычислительной техники в виде двоичного дерева, добавление данных о компьютерах, поступающих в магазин, удаление данных о проданных компьютерах, выдавать сведения о наличии компьютеров в магазине, упорядоченные по наименованию модели.

Вариант 5. Дилеры компании. Сведения о дилерах содержат адрес, фамилию, имя, отчество, телефон, электронный адрес, объем закупок продукции в месяц, объем продаж продукции за месяц, льготный процент скидки при покупке продукции. Программа должна обеспечивать начальное формирование данных обо всех дилерах фирмы в виде двоичного дерева, добавление данных о дилерах, удаление данных о дилерах, выдавать сведения о дилерах по фамилии, имени, отчеству.

Вариант 6. ОАО «Аэровокзал». Это открытое акционерное общество занимается междугородними пассажирскими авиаперевозками по России. В его собственности находится несколько десятков авиалайнеров различной вместимости. Билеты на рейсы продаются только в здании аэровокзала. Возможна предварительная продажа. Маршрут авиалайнера может пролегать через несколько населенных пунктов. В этом случае пассажир может купить билет до любого промежуточного пункта.

Вариант 7. Мелкооптовый книжный магазин. Менеджер магазина, изучив спрос на книжную продукцию в городе, принимает решение о закупке партии книг в том или ином издательстве. Некоторые пользующиеся повышенным спросом книги могут быть закуплены у посредников. Часть продукции заказывается через Интернет. Покупателем в мелкооптовом магазине может быть любой человек или организация при условии, что величина покупки превысит одну тысячу рублей. Расчет с организациями производится через банк. Расчет с физическими лицами – наличными.

Вариант 8. Телефонная компания «Bell Line». Основное назначение приложения – отслеживание абонентской платы за телефоны. Клиентами компании могут быть как физические лица, так и организации. Расчет с организациями ведется в безналичной форме через банк. Физические лица вносят плату через

кассу компании. Клиент телефонной компании может иметь несколько телефонных номеров.

Вариант 9. Туристическая компания «Вояж». Эта компания формирует туристические группы для заграничных поездок и обеспечивает им полную поддержку на маршруте. Количество туристов в группе заранее известно и ограничено. Маршрут группы может пролегать через несколько городов страны назначения.

Вариант 10. Компания кабельного телевидения. Компания предоставляет пакеты программ кабельного телевидения абонентам и производит учет оплаты за услуги. Постоянным клиентам предоставляются скидки.

Вариант 11. Малое научно-внедренческое предприятие «Квадро». Это предприятие занимается прокладкой компьютерных сетей и разработкой программных комплексов для организаций нашего города. Численность работников в «Квадро» – примерно 80 человек. Одновременно находится в разработке до 30 проектов. Один разработчик может участвовать в нескольких проектах одновременно, но зарплата его от этого не зависит. Одна организация может заказать в «Квадро» несколько разработок. Стоимость каждого проекта оговаривается отдельно. При досрочном выполнении работы заказчик перечисляет научно-внедренческому предприятию определенный, заранее оговоренный процент премии.

Вариант 12. Учреждение юстиции. По существующему законодательству на это учреждение возложена обязанность регистрации прав юридических и физических лиц на недвижимое имущество (здания, квартиры, земельные участки). В этом задании вам необходимо разработать лишь часть программного комплекса, обеспечивающего регистрацию прав граждан на квартиры. Имейте в виду! В здании несколько квартир. В одной квартире – несколько собственников, причем в базе данных должна храниться история перехода квартиры от одних собственников к другим. Кадастровый номер здания однозначно определяет его среди других зданий города.

Вариант 13. Судходная компания «Балтика». Эта крупная компания занимается перевозками грузов между континентами. В ее собственности несколько десятков судов различного класса и грузоподъемности. К услугам этой компании обращаются тысячи клиентов из различных стран мира. На судне может находиться несколько партий грузов для различных грузополучателей из различных стран и городов. Одна партия груза может состоять из нескольких разновидностей грузов. У одной партии груза может быть только один отправитель и только один получатель. Судно следует по маршруту. Маршрут разрабатывается главным менеджером компании и проходит через несколько портов. В очередном порту назначения производится лишь частичная погрузка и выгрузка грузов, и судно следует дальше.

Вариант 14. Ремонтно-эксплуатационное локомотивного депо. Депо выполняет несколько видов ремонта: текущий ремонт (ТР), средний ремонт (СР), техническое обслуживание (ТО) и внеплановый ремонт. При внеплановом ремонте локомотив снимается с рейса и заменяется резервным, поэтому сроки внепланового ремонта должны быть минимальными, а сам ремонт проводится

порой в четыре смены. Каждый локомотив имеет уникальный номер и приписан к определенному локомотивному депо. Технология ремонта зависит от типа локомотива (пассажирский или грузовой). Для выполнения первых трех видов ремонта привлекается, как правило, одна бригада. За высокое качество выполненных работ члены бригады получают дополнительное вознаграждение (квартальная премия, месячная премия, 13 и 14 зарплата). За переработку (сверхурочные) также выплачиваются дополнительные суммы.

Вариант 15. Институт селекции растений. Данный институт занимается сбором, выведением и продажей различных сортов семян. В его ассортименте можно найти семена практически всех возможных видов растений: от помидоров до редких цветов. Только что выведенные сорта заносятся в отдельный список для дальнейшего тестирования. Каждый сорт семян имеет свои характеристики, такие как урожайность, морозоустойчивость, адаптация к местным условиям, сроки созревания (раннеспелый, среднеспелый, поздний). Покупатель может выбрать сорт, отвечающий тем или иным характеристикам. Компания занимается как оптовыми, так и розничными продажами. Оптовые покупатели заносятся в базу главным образом для того, чтобы информировать их о поступлении новых или отсутствовавших в определенный момент в продаже сортов.

Вариант 16. Приемная комиссия университета. Каждый год университет зачисляет новых абитуриентов для возможного их поступления в университет после сдачи вступительных экзаменов. На бюджетную основу могут быть зачислены: абитуриенты, получившие на школьном экзамене высокий балл ЕГЭ и успешно прошедшие собеседование; абитуриенты, набравшие необходимый для бесплатного поступления балл на университетских экзаменах, а также абитуриенты, имеющие направление от какого-либо государственного предприятия. Все остальные могут поступить в университет на платной основе, набрав необходимое установленное университетом число баллов на вступительных экзаменах.

Вариант 17. Гостиница. В гостинице существует большое количество возможных вариантов заселения гостей: все номера различаются по категориям (суперлюкс, люкс), по количеству комнат в номере, количеству мест в каждом номере, а также по обустройству комнат – учитывается, например, наличие телевизора, холодильника, телефона. В обязанности администратора гостиницы входит подбор наиболее подходящего для гостя варианта проживания, регистрация гостей, прием платы за проживание, оформление квитанций, выписка отъезжающих. Учитывается также возможность отъезда гостя раньше указанного при регистрации срока, при этом производится перерасчет. Существует также услуга бронирования номера.

Вариант 18. Отдел аренды ЗАО «Сириус». После удачной приватизации, когда у руководства этого предприятия оказалась большая часть акций, дела некогда мощного предприятия пошли на спад. Основная часть работников была уволена по сокращению штатов. В настоящее время основной статьей получения прибыли является сдача в аренду другим предприятиям и организациям площадей, которыми владеет «Сириус». В его собственности имеется 12-

этажное здание, которое состоит примерно из 300 помещений. Почти все они сдаются в аренду. Один арендатор может арендовать несколько помещений, причем срок аренды для каждого устанавливается отдельно. Величина арендной платы и ее периодичность устанавливается арендодателем. После окончания срока аренды, договор может быть продлен на прежних или новых условиях. Субаренда площадей запрещена. Закрытые договоры не удаляются из базы данных для отслеживания предыдущих арендаторов.

Вариант 19. Предприятие «Газкомплект» по учету платы за пользование газом и газовыми приборами. Плата взимается с каждой квартиры в зависимости от количества потребленного газа или от числа проживающих, если счетчик отсутствует. Ответственный квартиросъемщик обязан каждый месяц снимать показания счетчика и производить оплату за потребленный газ через сбербанк. Наряду с отслеживанием платы за газ предприятие производит профилактическое обслуживание газовых приборов. Правила техники безопасности предусматривают осмотр газовой плиты инспектором предприятия раз в квартал. Если обнаружены неполадки в подключении плиты или ее работе, то работник предприятия обязан немедленно устранить их за счет абонента. Оплата оказанных услуг осуществляется на месте по квитанции.

Вариант 20. Отдел приватизации жилья администрации города. В нашем городе на начало 2001 г. приватизировано около 80 000 квартир граждан. Еще далеко не все проживающие в «своих» квартирах стали собственниками своего жилья. Процесс приватизации продолжается и займет еще несколько лет. Главная задача программного комплекса – не допустить приватизации одним человеком более одной квартиры. К сожалению, в отделе приватизации не используется уникальный кадастровый номер здания, поэтому вам придется использовать составной первичный ключ (адрес) для таблицы зданий, квартир и проживающих. Помните, что некоторые из проживающих в квартире могут не участвовать в приватизации.

Методические указания

- 1 Запустите среду программирования Visual Studio 2010 Professional.
- 2 Создайте проект «Windows Forms Application Visual C++».
- 3 Формализуйте алгоритм решения задачи на ПЭВМ.
- 4 Выведите на экран видеомонитора результаты работы программы.
- 5 Оформите отчет по практической работе.

Контрольные вопросы

- 1 Что называется хешированием?
- 2 Что называется хеш-таблицей?
- 3 Что называется хеш-функцией?
- 4 Что называется коллизией?
- 5 Что называется синонимом?
- 6 Какие существуют способы построения хеш-функций?

- 7 Какие существуют способы разрешения коллизий?
- 8 Что называется коэффициентом заполнения таблицы?
- 9 Какой применяется алгоритм метода хеширования?
- 10 Какая используется оценка вычислительной сложности алгоритма метода хеширования?

6 Алгоритмы на графах

6.1 Методы определения кратчайшего пути на графе

Кратчайший путь (shortest path) – самый короткий путь между двумя вершинами на графе, в котором минимизируется сумма весов ребер, составляющих путь.

Алгоритмы определения кратчайшего пути:

- 1 Алгоритм Дейкстры.
- 2 Алгоритм Флойда.
- 3 Алгоритм Беллмана-Мура.

Эдсгер Дейкстра (нидерландский математик, 1930-2002 г.) разработал алгоритм определения кратчайшего пути в 1959 г.

Алгоритм Дейкстры включает несколько этапов.

Этап 1. Исходному узлу (узел 1) присваивается метка $[0, -]$. Полагаем $i=1$.

Этап 2. Вычисляются временные метки $[S_i + l_{ij}, i]$ для всех узлов j , которые можно достичь непосредственно из узла i и которые не имеют постоянных меток. Если узел j имеет метку $[S_j, k]$, полученную от другого узла k , и если $S_i + l_{ij} < S_j$, тогда метка $[S_j, k]$ заменяется на $[S_i + l_{ij}, i]$.

Этап 3. Если все узлы имеют постоянные метки, процесс вычислений заканчивается. Иначе выбирается метка $[S_r, p]$ с наименьшим значением расстояния S_r среди всех временных меток. Если таких меток несколько, то выбор произволен. Полагаем $i=r$ и переходим к этапу 2.

Алгоритм применяется в программировании и технологиях, например, его используют протоколы маршрутизации OSPF и IS-IS.

Роберт Флойд (американский математик, 1936 г – 2001 г) разработал алгоритм поиска кратчайшего пути на графе в 1962 г.

Алгоритм Флойда включает несколько этапов.

Этап 1. Определяется начальная матрица расстояний D_0 и матрицу последовательности узлов S_0 . Диагональные элементы обеих матриц помечаются знаком «--», показывающим, что эти элементы в вычислениях не участвуют. Полагаем $k=1$.

Этап 2. Задается строка k и столбец k как ведущая строка и ведущий столбец. Рассматривается возможность применения треугольного оператора ко

всем элементам d_{ij} матрицы D_{k-1} . Если выполняется неравенство $d_{ik} + d_{kj} < d_{ij}$, ($i \neq k, j \neq k, i \neq j$) тогда выполняются следующие действия:

1) создаётся матрица D_k , путем замены в матрице D_{k-1} элемента d_{ij} на сумму $d_{ik} + d_{kj}$;

2) создаётся матрица S_k путем замены в матрице S_{k-1} элемента s_{ij} на k .
Полагаем $k=k+1$ и повторяем шаг k .

Ричард Эрнест Беллман (американский математик, 1920-1984 г.), *Элиа-ким Гастингс Мур* (американский математик, 1862-1932 г.)

Алгоритм Беллмана-Мура включает несколько этапов.

Этап 1. Определение длины кратчайших путей от вершины s до всех остальных вершин графа.

Этап 2. Построение кратчайшего пути от s до t [7].

6.2 Практическая работа №6.

Алгоритм Флойда

Цель работы: получить теоретические знания и практические навыки в использовании Microsoft Visual C++ 2010 Professional для разработки приложения, формализующего алгоритм поиска кратчайшего пути методом Флойда.

Используемые приёмы и технологии: Visual C++ 2010 Professional, библиотеки графических интерфейсов Windows Forms и Microsoft Foundation Classes.

Ключевые слова: граф, вершина, дуга, треугольный оператор, кратчайший путь, метод Флойда.

6.3 Варианты заданий к практической работе №6.

Алгоритм Флойда

Разработайте визуальное приложение на языке Visual C++, формализующее алгоритм поиска кратчайшего пути методом Флойда.

Вариант 1. Торговая компания имеет филиалы в 8 точках города. Транспортная сеть с указанием расстояний в километрах представлена на рисунке 6.1. Определите кратчайшие пути между узлами транспортной сети.

Вариант 2. Компания по перевозке пассажиров осуществляет поездки в 10 населенных пунктов района. На рисунке 6.2 представлены маршруты перевозки пассажиров с указанием расстояния в километрах. Определите кратчайшие пути между узлами ориентированного графа.

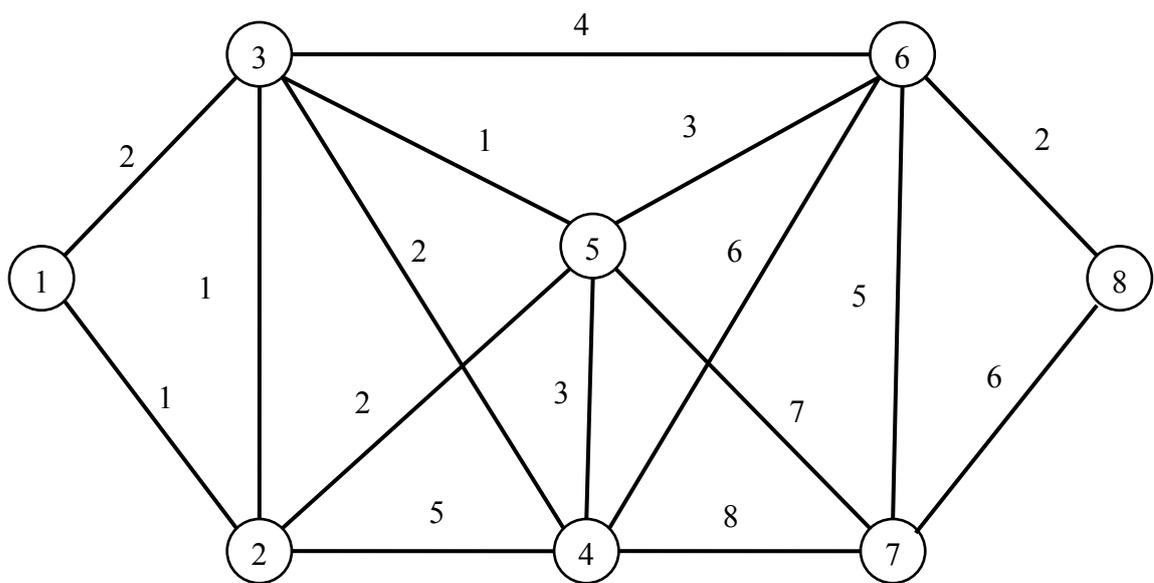


Рисунок 6.1 – Транспортная сеть торговой компании

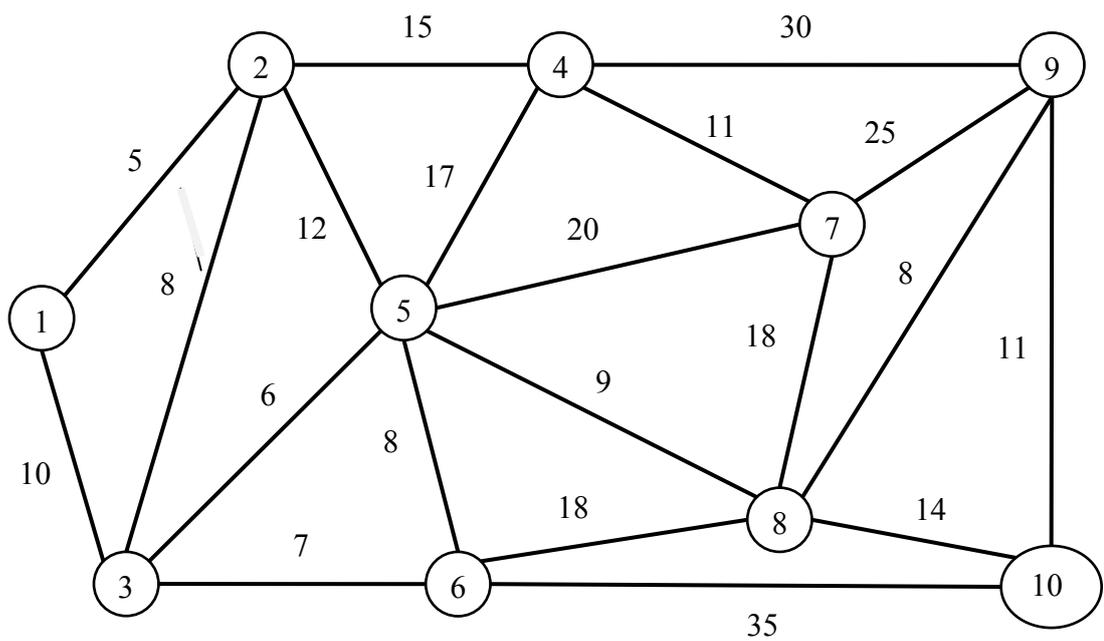


Рисунок 6.2 – Маршруты перевозки пассажиров

Вариант 3. Судходная компания осуществляет перевозку грузов морскими судами в различные страны мира. Транспортная сеть перевозок представлена на рисунке 6.3 в виде графа с 9 узлами. Найти кратчайшие расстояния между узлами графа. Вес дуги – расстояние в милях.

Вариант 4. Железнодорожная компания выполняет перевозку грузов в 9 городов страны. Транспортная сеть маршрутов перевозок грузов представлена на рисунке 6.4 в виде графа. Расстояния указаны в тысячах километров. Определить кратчайшие пути между узлами графа.

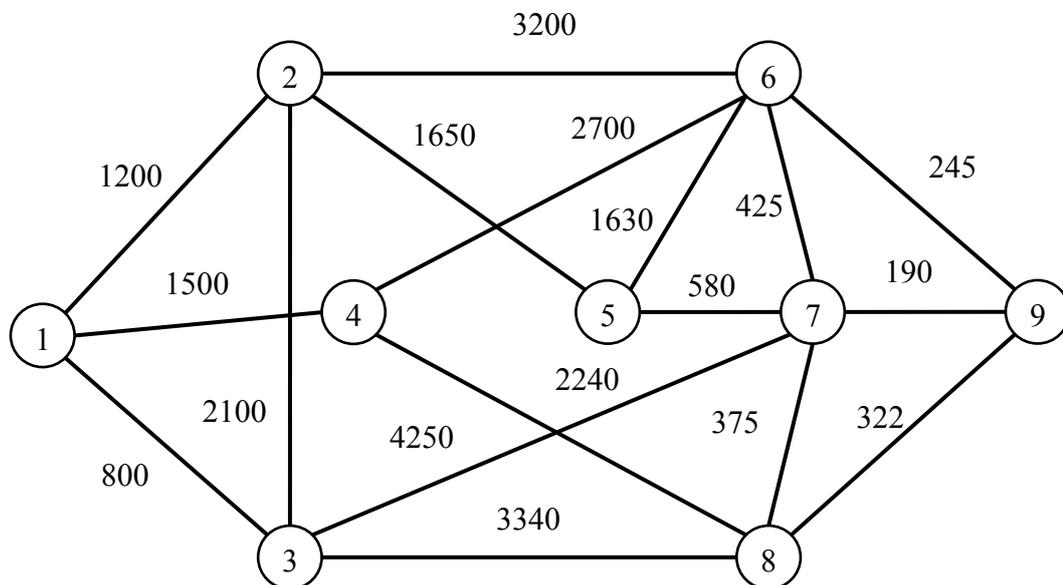


Рисунок 6.3 – Транспортная сеть перевозок судоходной компании

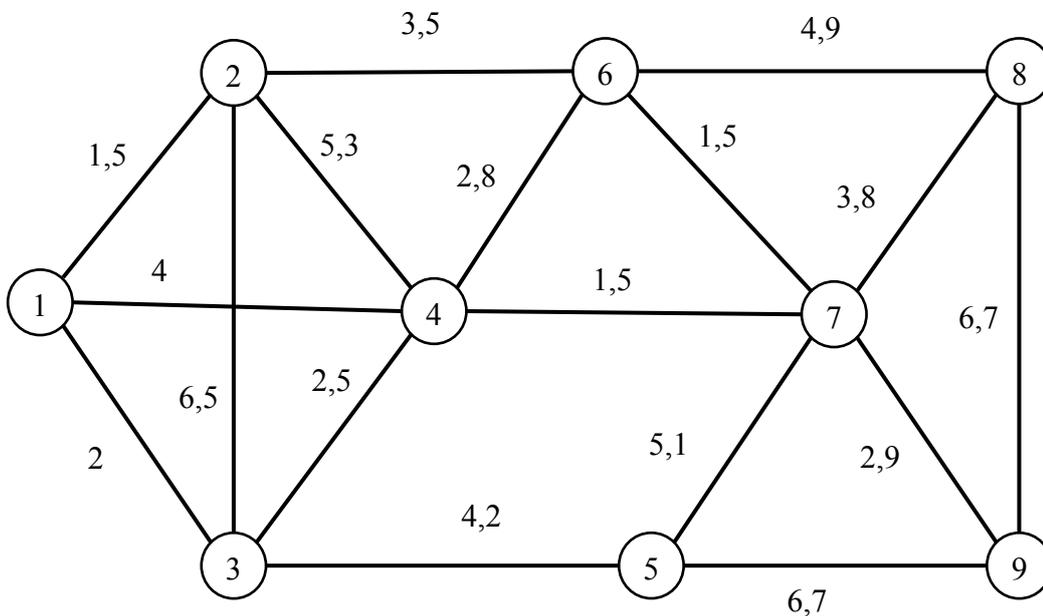


Рисунок 6.4 – Транспортная сеть маршрутов перевозок железнодорожной компании

Вариант 5. Частное охранный предприятие осуществляет доставку денежных сумм из магазинов в банк. Транспортная сеть представлена в виде графа с 10 узлами (рисунок 6.5). Вес дуги – расстояние в километрах. Определите кратчайшие пути между узлами транспортной сети.

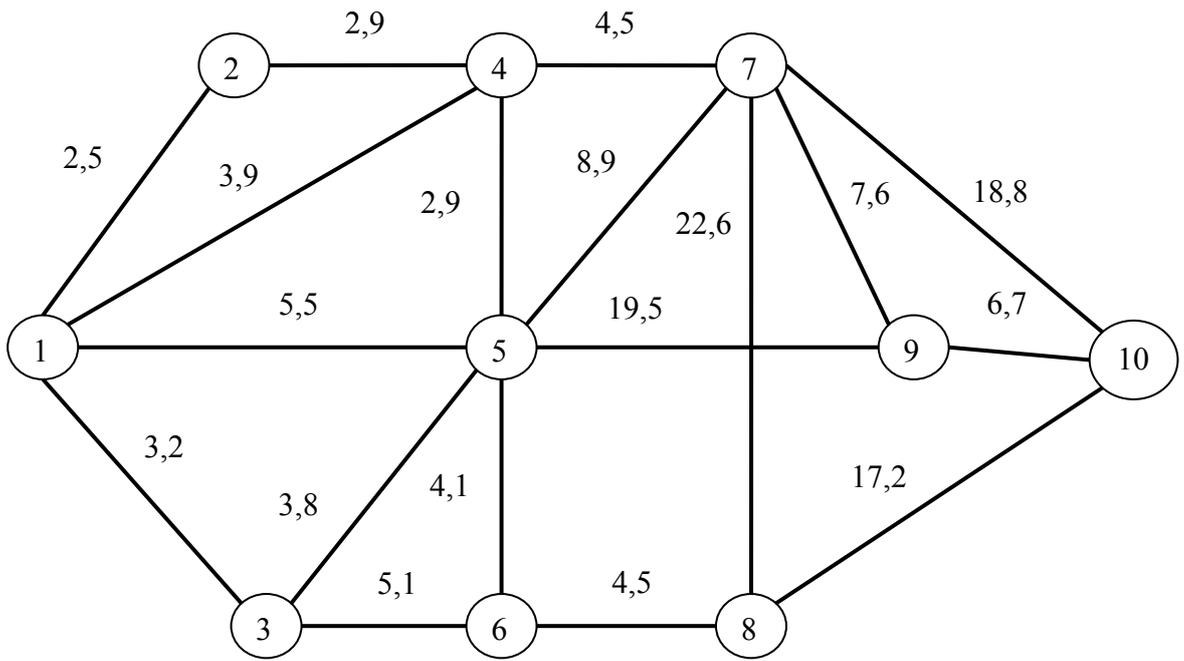


Рисунок 6.5 – Транспортная сеть перевозки денежных средств

Вариант 6. Компания AirWays выполняет перевозку пассажиров в 8 городов мира. Транспортная сеть представлена в виде ориентированного графа (рисунок 6.6). Вес дуги – расстояние в километрах. Определите кратчайшие пути между узлами графа.

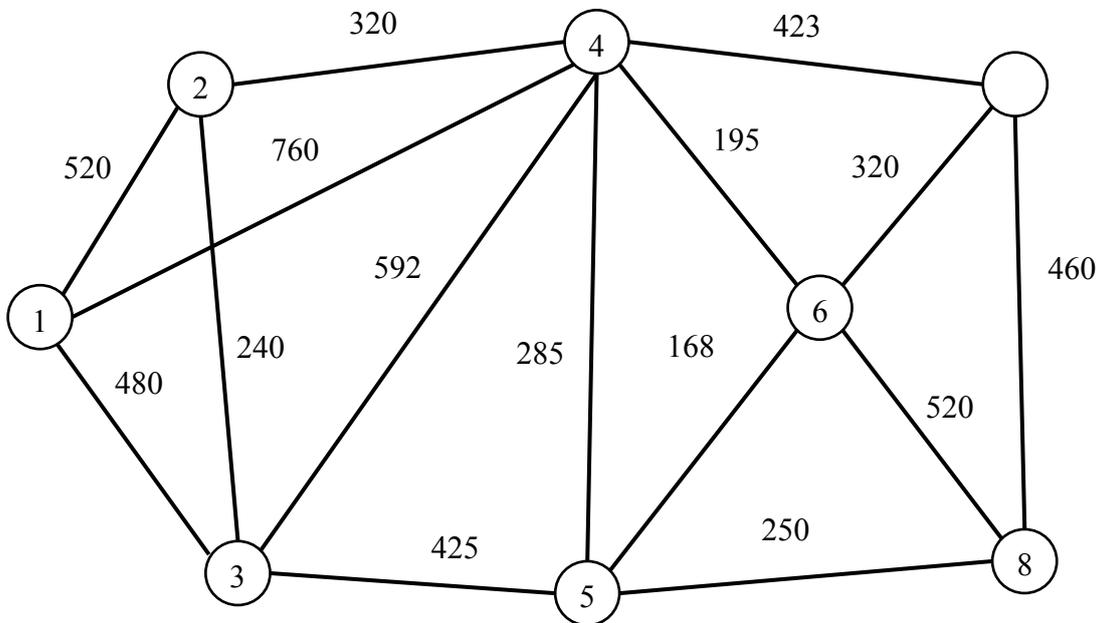


Рисунок 6.6 – Транспортная сеть компании AirWays

Вариант 7. Транспортная компания осуществляет поставку продукции в 10 городов страны. Транспортная сеть представлена на рисунке 6.7. Вес дуги – расстояние в километрах. Определите кратчайшие пути между узлами графа.

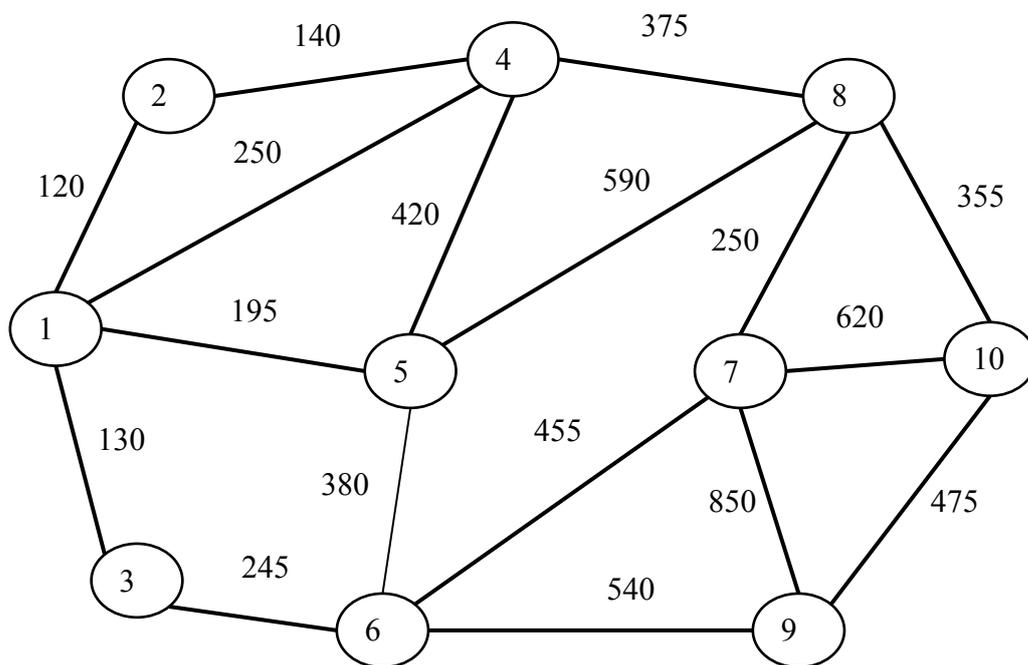


Рисунок 6.7 – Сеть транспортной компании

Вариант 8. Частное охранное предприятие осуществляет перевозку денег от ювелирных магазинов, представленных графом с 8 узлами. Расстояние между магазинами указано в километрах. Определите кратчайшие маршруты между ювелирными магазинами (рисунок 6.8).

Вариант 9. Нефтедобывающая фирма BP Sea Company владеет платформами, добывающими нефть в открытом море. Сеть нефтедобывающих платформ представлена на рисунке 6.9. Расстояние между платформами указано в километрах. Определите кратчайшие пути между платформами.

Вариант 10. В модульных перевозках груженые трейлерные платформы перевозятся по железной дороге между железнодорожными терминалами. На рисунке 6.10 показаны железнодорожные терминалы США и железнодорожные пути между ними. Расстояние указано в милях. Определите кратчайшие пути между всеми железнодорожными терминалами.

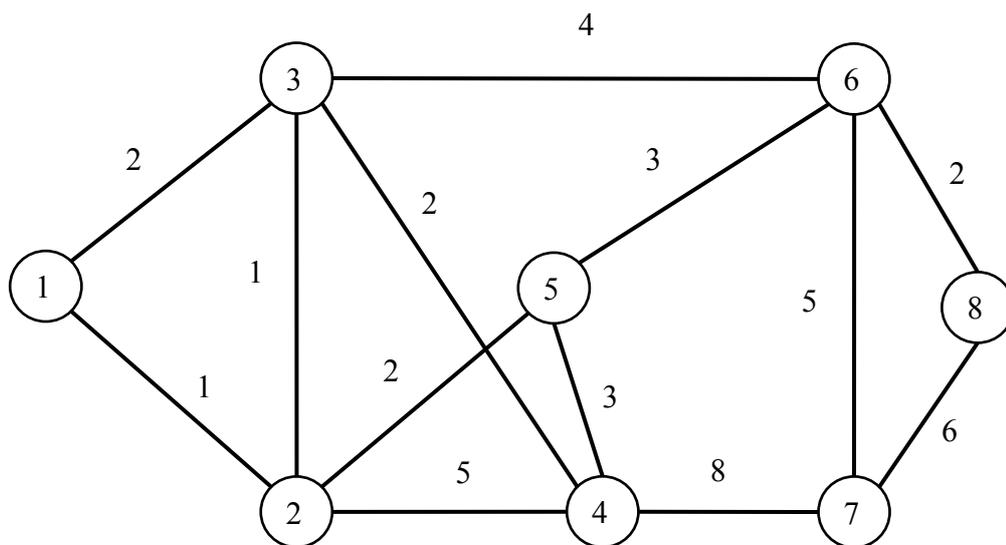


Рисунок 6.8 – Транспортная сеть перевозок денежных средств частным охранным предприятием

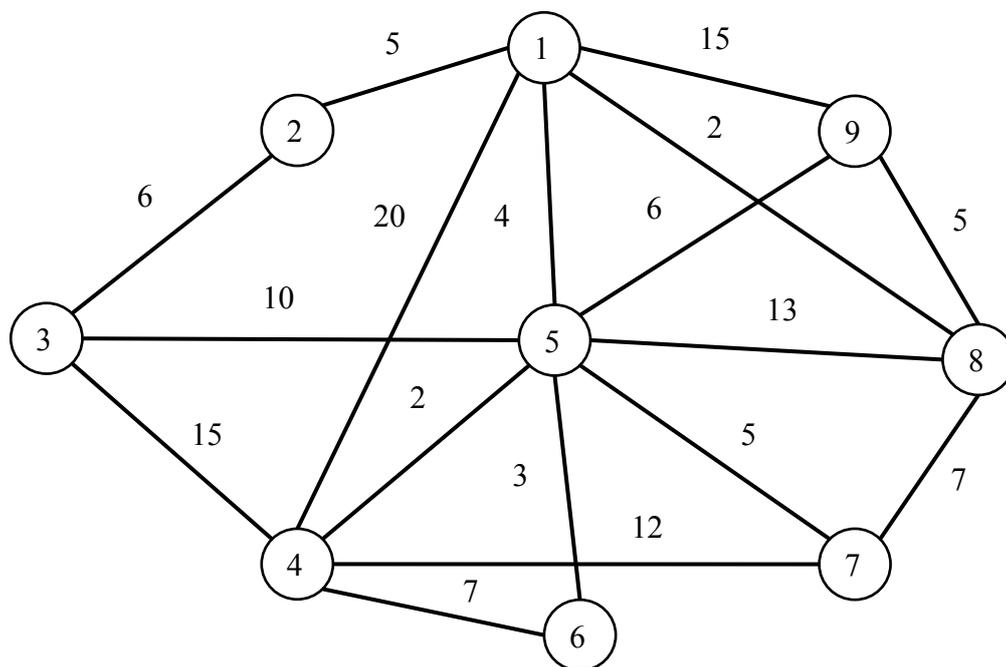


Рисунок 6.9 – Сеть нефтедобывающих платформ компании BP Sea Company

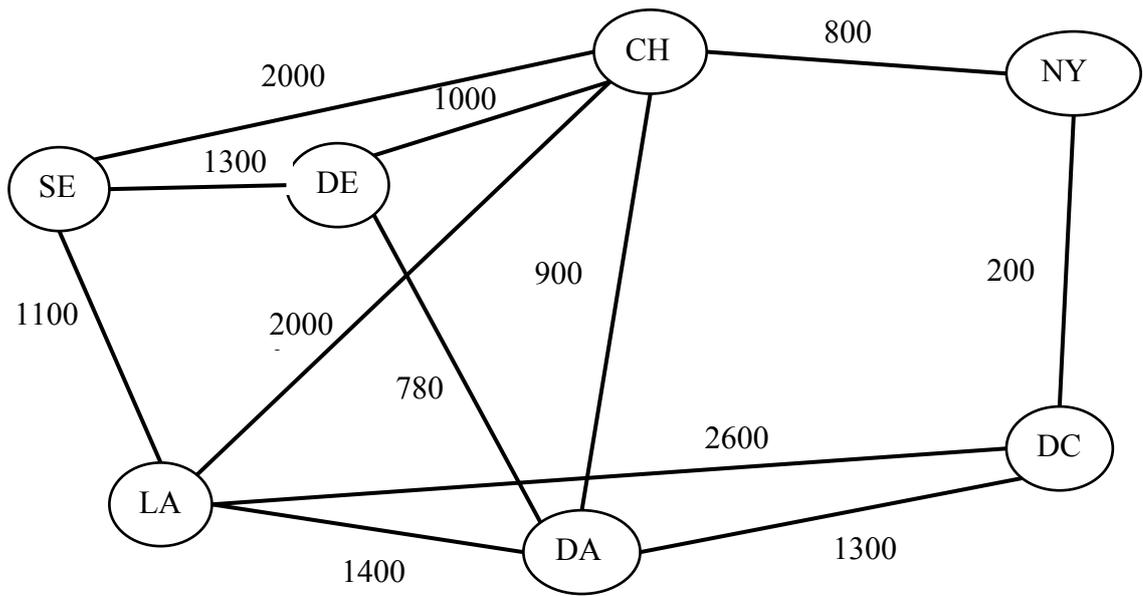


Рисунок 6.10 – Сеть железнодорожных терминалов

Вариант 11. Телефонная компания обслуживает 6 удаленных друг от друга районов, которые связаны сетью, показанной на рисунке 6.11. Расстояние на схеме сети указано в милях. Компании необходимо определить наиболее эффективные маршруты пересылки сообщений между любыми двумя районами.

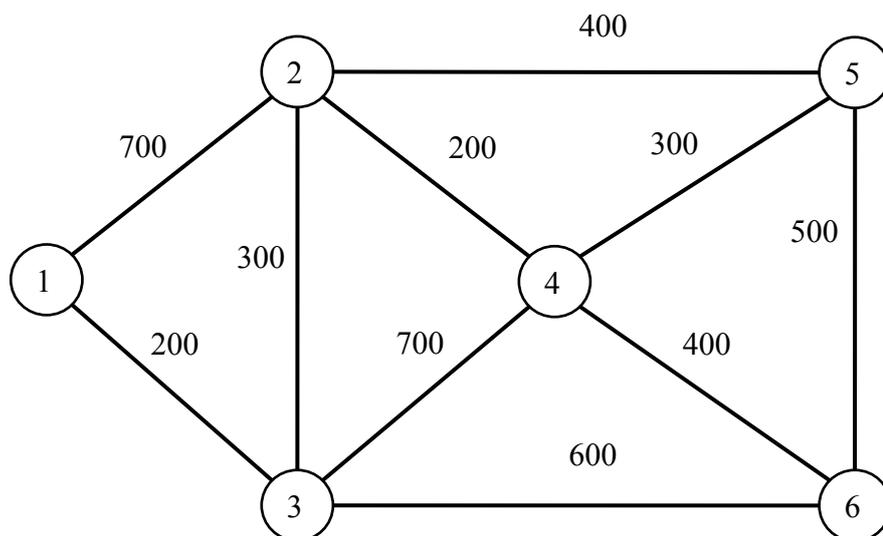


Рисунок 6.11 – Сеть телефонной компании

Вариант 12. Торговая фирма производит продажу бытовой техники в 7 городах страны. Сеть филиалов представлена в виде графа на рисунке 6.12. Расстояние между городами указано в тысячах километрах. Определите кратчайшие маршруты между городами, в которых расположены филиалы торговой фирмы.

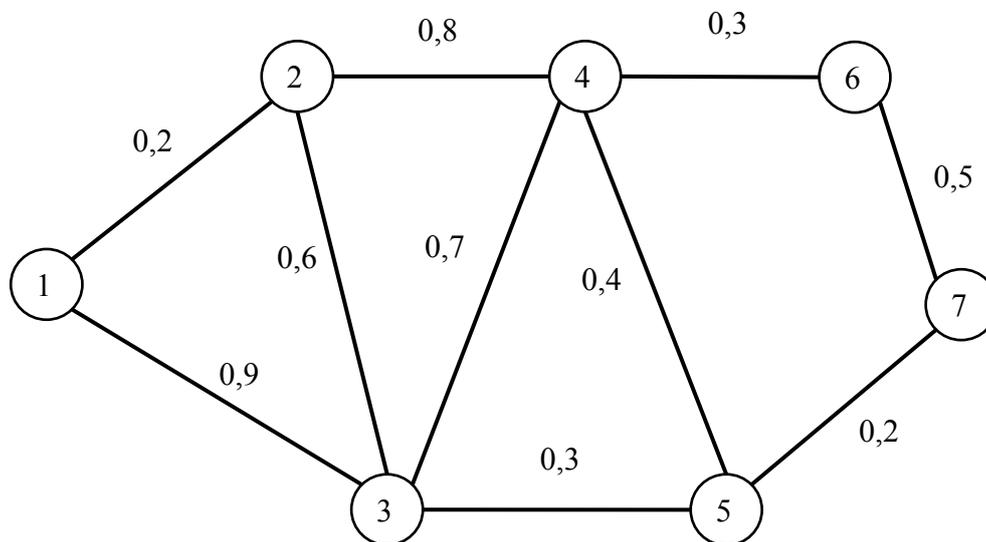


Рисунок 6.12 – Транспортная сеть филиалов торговой фирмы

Вариант 13. Компания грузоперевозок осуществляет доставку товаров в 7 городов страны. Сеть доставки показана на рисунке 6.13. Расстояние между узлами графа выражено в тысячах километров. Определите кратчайшие пути между узлами графа.

Вариант 14. Торговая фирма представлена сетью магазинов, расположенной в городе. Расстояние между магазинами указано в километрах (рисунок 6.14). Определите кратчайшие пути между всеми магазинами торговой компании.

Вариант 15. Авиационная компания осуществляет перевозку пассажиров между 8 городами. Маршруты перевозок представлены в виде графа на рисунке 6.15. Расстояние между городами выражено в километрах. Определите кратчайшие пути между всеми городами.

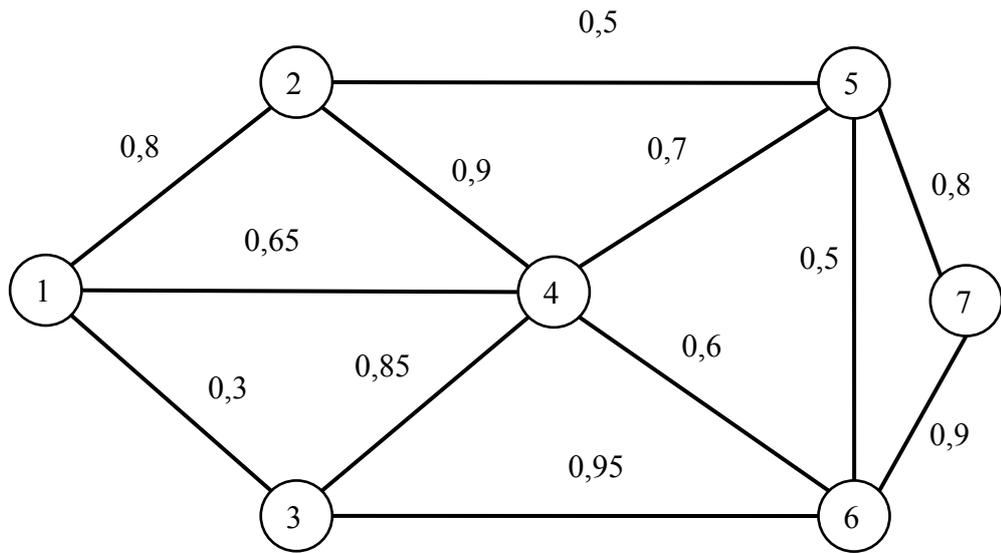


Рисунок 6.13 – Транспортная сеть доставки грузов компании

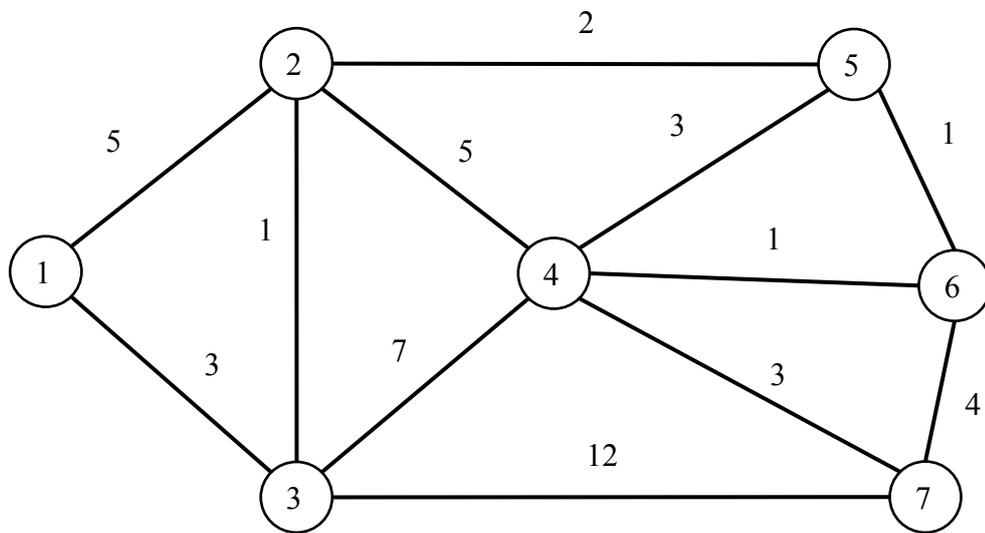


Рисунок 6.14 – Сеть магазинов торговой фирмы

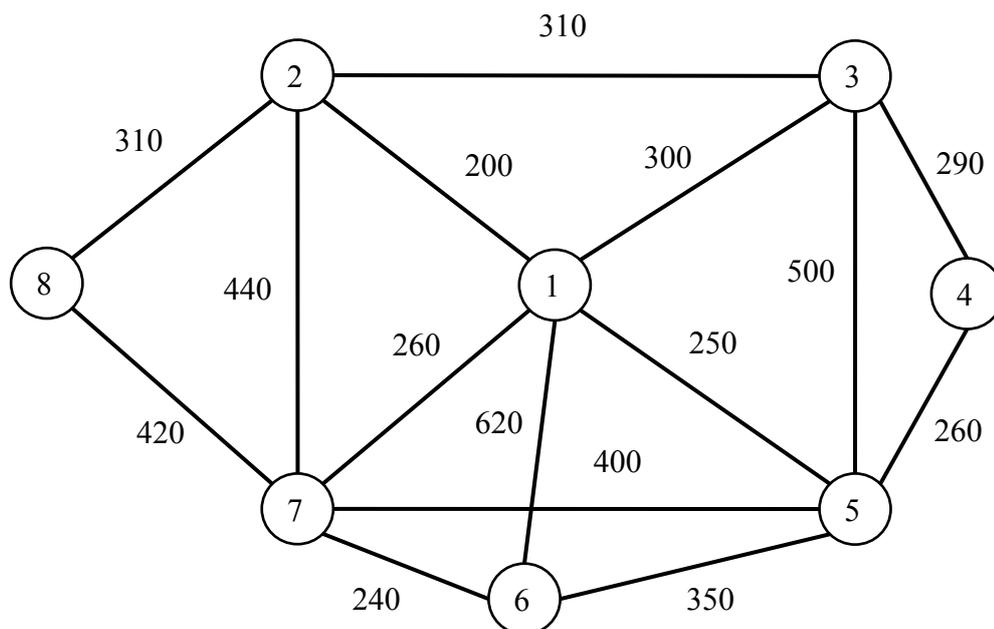


Рисунок 6.15 – Транспортная сеть авиационной компании

Вариант 16. Железнодорожная компания осуществляет перевозку пассажиров в 7 городов страны. Сеть перевозок изображена на рисунке 6.16. Расстояние между городами указано в километрах. Найти кратчайшие пути между городами.

Вариант 17. Компания осуществляет добычу газа и транспортировку. Сеть месторождений показана на рисунке 6.17. Расстояние между месторождениями указано в километрах. Определите кратчайшие пути между всеми месторождениями по добыче газа компании.

Вариант 18. Судходная компания осуществляет перевозку грузов морским транспортом в 8 портов мира. Сеть перевозок грузов судходной компанией показана на рисунке 6.18. Расстояние между портами указано в морских милях. Определите кратчайшие пути между всеми морскими портами, в которые осуществляется доставка груза.

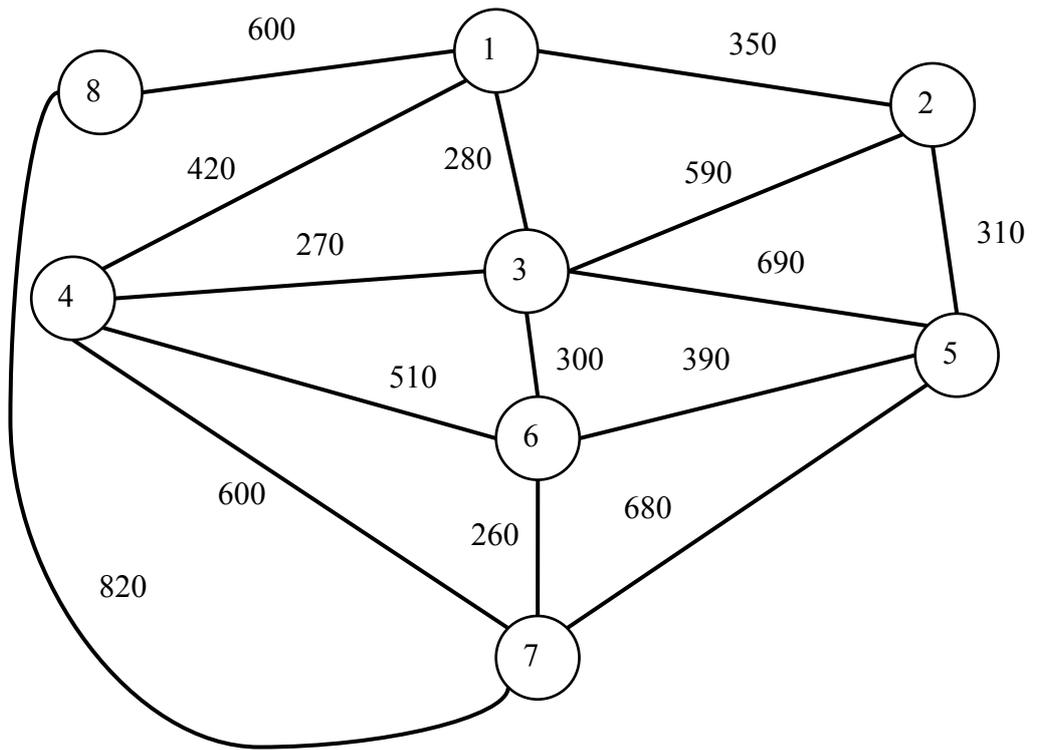


Рисунок 6.16 – Транспортная сеть железнодорожной компании

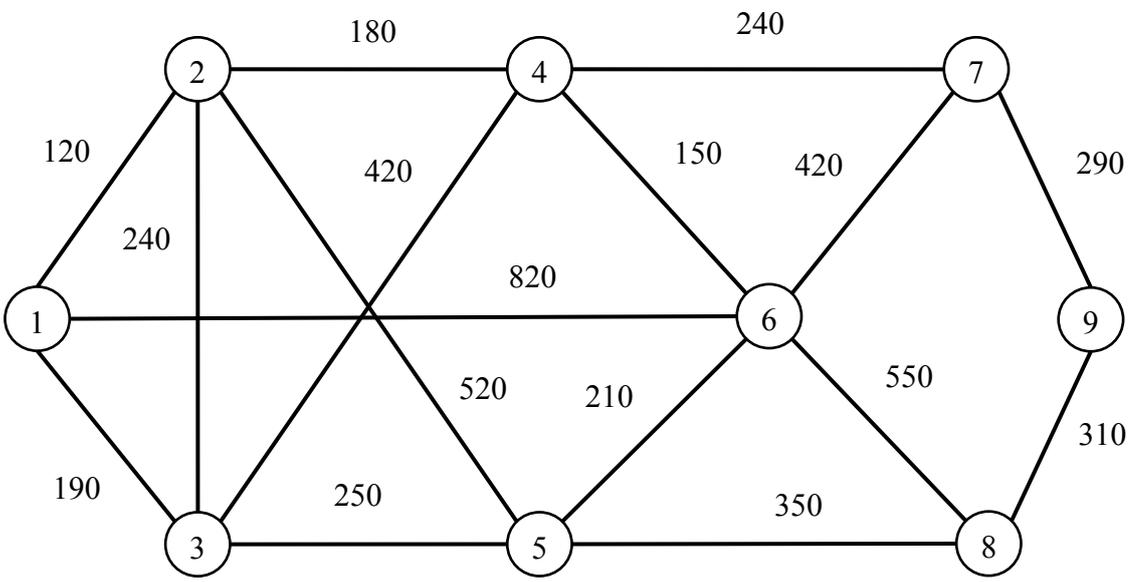


Рисунок 6.17 – Сеть месторождений добычи газа

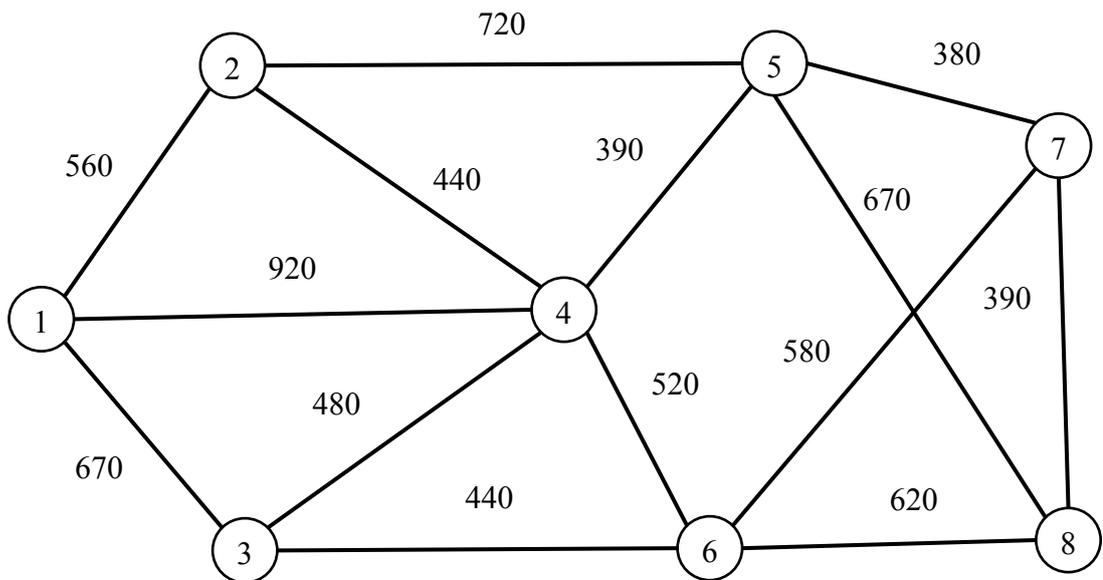


Рисунок 6.18 – Транспортная сеть перевозок судоходной компании

Вариант 19. Торговая фирма располагает разветвленной сетью филиалов, представленной в виде графа на рисунке 6.19. Расстояние между филиалами выражено в километрах. Найти кратчайшие пути между всеми филиалами.

Вариант 20. Частное охранное предприятие осуществляет сопровождение ценных грузов между населенными пунктами. Сеть маршрутов изображена в виде графа (рисунок 6.20). Расстояние между населенными пунктами (узлами графа) указано в километрах. Найти кратчайшие пути между всеми населенными пунктами.

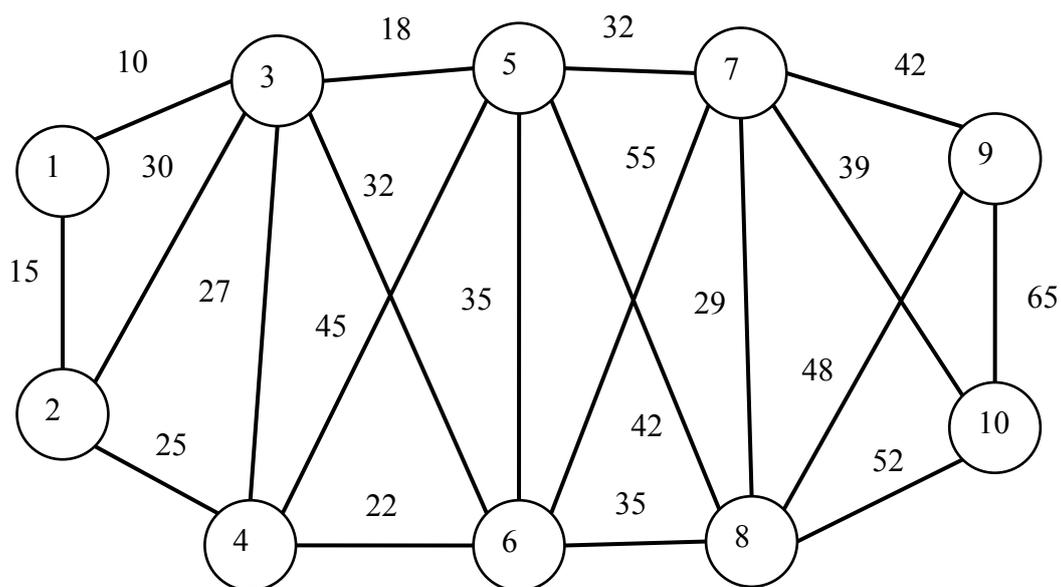


Рисунок 6.19 – Разветвленная сеть филиалов торговой фирмы

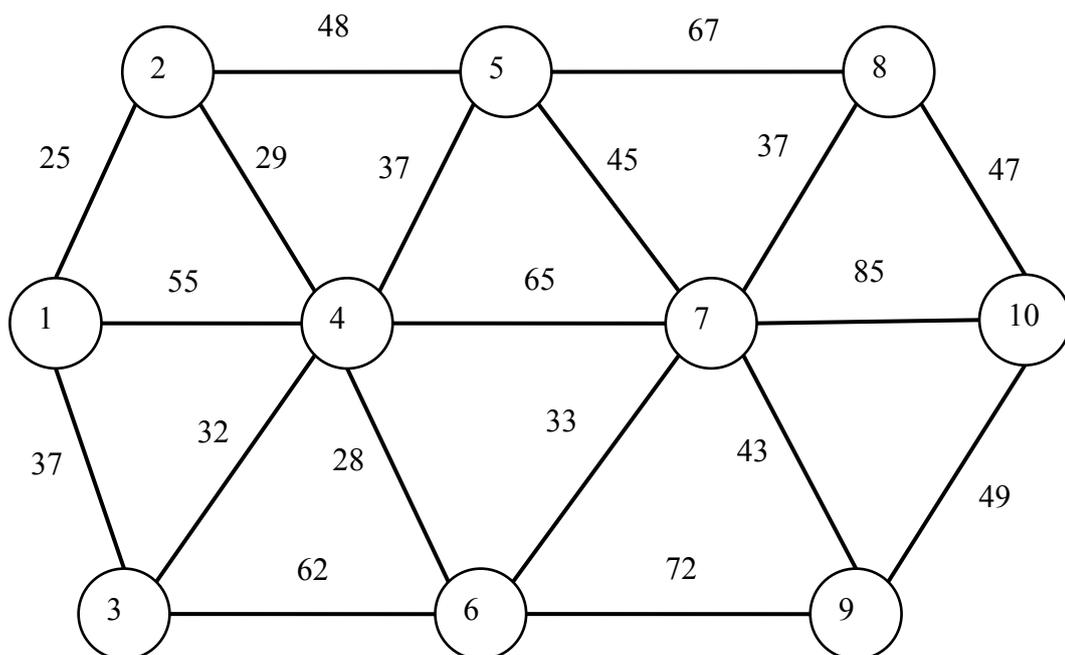


Рисунок 6.20 – Транспортная сеть перевозки ценных грузов частным охранным предприятием

Методические указания

- 1 Запустите среду программирования Visual Studio 2010 Professional.
- 2 Создайте проект «Windows Forms Application Visual C++».
- 3 Формализуйте алгоритм решения задачи на ПЭВМ.
- 4 Выведите на экран видеомонитора результаты работы программы.
- 5 Оформите отчет по практической работе.

Контрольные вопросы

- 1 Что называется кратчайшим путём на графе?
- 2 Какие применяются этапы алгоритма Дейкстры?
- 3 Какие используются этапы алгоритма Флойда?
- 4 Какие существуют этапы алгоритма Беллмана-Мура?
- 5 Что понимается под треугольным оператором в алгоритме Флойда?
- 6 Что понимается под меткой в алгоритме Дейкстры?
- 7 Каким образом формируется начальная матрица расстояний в алгоритме Флойда?
- 8 Каким образом формируется начальная матрица последовательности узлов в алгоритме Флойда?
- 9 Что понимается под временной меткой в алгоритме Дейкстры?
- 10 Что понимается под постоянной меткой в алгоритме Дейкстры?

7 Сетевое планирование и управление комплексом работ

При планировании и управлении комплексами работ применяют графические модели.

7.1 Основные понятия и определения

Сетевой график – связный ориентированный граф без петель и контуров.

Работа – протяжённый во времени процесс, сопровождающийся затратами ресурсов и времени, и приводящий к результатам выполнения этапов комплекса работ.

Событие – момент завершения процесса, отражающий этап выполнения комплекса работ.

На сетевом графике работы изображают дугами, а события – вершинами.

Исток – исходное событие сетевого графика.

Сток – завершающее событие сетевого графика.

Критический путь – самый длинный путь сетевого графика.

Критический срок – минимальное время выполнения комплекса работ.

Критические работы и события – работы и события, лежащие на критическом пути.

Свершение события – момент времени, к которому заканчиваются все входящие в него работы и может быть начата любая выходящая работа.

Ранний срок свершения события – самый ранний момент времени, к которому завершатся все работы, предшествующие этому событию.

Поздний срок свершения события – самый поздний момент времени, после которого, остаётся ровно столько времени, сколько необходимо для завершения всех работ, следующих за этим событием.

Полный резерв времени – максимальное количество времени, на которое можно задержать начало работы или увеличить её продолжительность, не нарушая критический срок.

Свободный резерв времени – запас времени, на который можно отсрочить начало работы или увеличить её продолжительность при условии, что она начнётся в свой ранний срок и при этом ранние сроки начала последующих работ не изменятся.

7.2 Расчёт параметров сетевого графика

Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Исходные данные

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	3

a2	-	6
a3	-	4
a4	a1	5
a5	a2	1
a6	a2	9
a7	a3, a5	6
a8	a4, a6, a7	8

Сетевой график приведён на рисунке 7.1. Из истока $s=X1$ строят дуги, соответствующие работам a1, a2, и a3. Работы a1, a2, и a3 не имеют предшествующих работ. Работе a4 предшествует a1, поэтому дуга a4 сетевого графика изображается следом за дугой a1. Аналогично дуги a5 и a6. Работа a7 опирается на работы a3 и a5. Работа a8 опирается на a4, a6 и a7.

Фиктивные работы (нулевой продолжительности) изображаются штриховыми линиями. Если работа a5 опиралась бы на a1, то между событиями X2 и X3 провели штриховую дугу.

Определим критический срок $t_{кр}$. Полных путей четыре μ_i ,
 $\mu_1 : 1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 6$; $\mu_2 : 1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 6$; $\mu_3 : 1 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6$;
 $\mu_4 : 1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6$. Продолжительности полных путей $t(\mu_1)=16$,
 $t(\mu_2)=23$, $t(\mu_3)=18$, $t(\mu_4)=21$. Второй путь критический $t_{кр} = 23$.

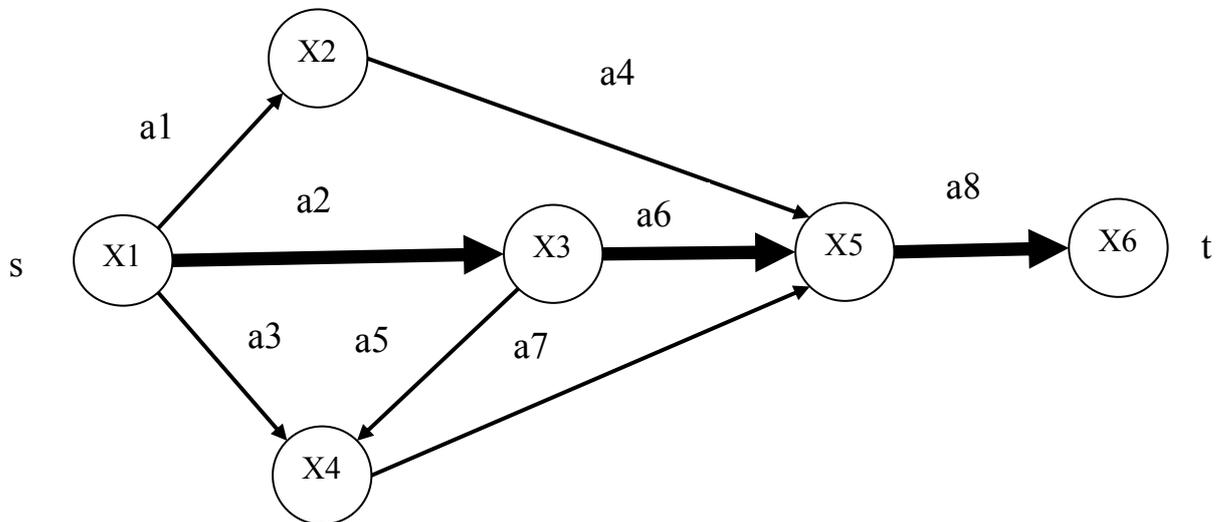


Рисунок 7.1 – Сетевой график

Задержка критической работы вызывает задержку выполнения всего комплекса работ. Для уменьшения времени выполнения комплекса работ необходимо сократить сроки критических работ. Некритические участки сетевого графика имеют резервы времени.

Свершения событий можно варьировать. Например, событие X2 может свершиться через три дня (по окончании работы a1), но может наступить позже

на срок до семи дней, поскольку на пути μ_1 есть резерв времени $t_{kp} - t(\mu_1) = 23 - 16 = 7$ дней. Для событий используют ранний и поздний сроки свершения.

Ранний срок свершения события рассчитывается по формуле:

$$t_p(x_j) = \max_{(x_i, x_j) \in U_j^+} (t_p(x_i) + t(x_i, x_j)), \quad (7.1)$$

где U_j^+ – множество работ, входящих в x_j событие;

$t_p(x_i)$ – ранний срок свершения начального события работы (x_i, x_j) ;

$t(x_i, x_j)$ – продолжительность работы (x_i, x_j) .

Поздние сроки свершения событий рассчитываются по формуле:

$$t_n(x_i) = \min_{(x_i, x_j) \in U_j^-} (t_n(x_j) - t(x_i, x_j)), \quad (7.2)$$

где U_j^- – множество работ, выходящих из x_i события;

$t_n(x_j)$ – поздний срок свершения конечного события работы (x_i, x_j) ;

$t(x_i, x_j)$ – продолжительность работы (x_i, x_j) .

Поздний срок свершения события $t_n(x_6) = 23$. Чтобы не нарушался критический срок, событие X5 должно произойти на восемь дней раньше. Поздний срок свершения события X5 $t_n(x_5) = 23 - 8 = 15$. Поздний срок свершения события X2 $t_n(x_2) = 15 - 5 = 10$.

Резерв времени рассчитывается по формуле:

$$R(x_i) = t_n(x_i) - t_p(x_i). \quad (7.3)$$

Резерв времени показывает, на какой предельно допустимый срок может задержаться свершение события x_i без изменения срока наступления итогового события t . Ранние и поздние сроки свершения критических событий совпадают. Резерв времени критического участка пути сетевого графика равен нулю.

Ранние и поздние сроки начала и окончания работы (x_i, x_j) определяются по формулам:

$$t_{p.n}(x_i, x_j) = t_p(x_i), \quad t_{p.o}(x_i, x_j) = t_p(x_i) + t(x_i, x_j). \quad (7.4)$$

$$t_{n.o}(x_i, x_j) = t_n(x_j), t_{n.n}(x_i, x_j) = t_n(x_j) + t(x_i, x_j). \quad (7.5)$$

Для работ определяют два резерва времени: полный резерв времени, свободный резерв времени.

Полный резерв времени рассчитывается по формуле:

$$R_n(x_i, x_i) = t_n(x_j) - t_p(x_i) - t(x_i, x_j). \quad (7.6)$$

Свободный резерв времени рассчитывается по формуле:

$$R_c(x_i, x_i) = t_p(x_j) - t_p(x_i) - t(x_i, x_j). \quad (7.7)$$

Расчёт резервов времени проводится по нескольким этапам:

1 Расчёт раннего срока свершения события $t_p(x_i)$.

2 Расчёт позднего срока свершения события $t_n(x_i)$.

3 Расчёт резерва времени $R(x_i)$.

4 Определение критического пути и резервов времени работ.

Рассчитаем резервы времени для событий и работ примера.

Этап 1. Расчёт $t_p(x_i)$. При расчёте $t_p(x_i)$ перемещаются по сетевому графику от истока $s=X1$ к стоку $t=X6$ в порядке возрастания. Для события $X1$ $t_p(x_1) = 0$. По формуле 7.1 рассчитываем ранние сроки свершения событий.

$$t_p(x_2) = t_p(x_1) + t(x_1, x_2) = 0 + 3 = 3$$

$$t_p(x_3) = t_p(x_1) + t(x_1, x_3) = 0 + 6 = 6$$

$$t_p(x_4) = \max_{\substack{(x_1, x_4) \\ (x_3, x_4)}} (t_p(x_1) + t(x_1, x_4), t_p(x_3) + t(x_3, x_4)) = \max(0 + 4, 6 + 1) = 7$$

$$t_p(x_5) = \max_{\substack{(x_2, x_5) \\ (x_3, x_5) \\ (x_4, x_5)}} (t_p(x_2) + t(x_2, x_5), t_p(x_3) + t(x_3, x_5), t_p(x_4) + t(x_4, x_5)) = \max(3 + 5, 6 + 9, 7 + 6) = 15$$

$$t_p(x_6) = t_p(x_5) + t(x_5, x_6) = 15 + 8 = 23$$

Критический срок $t_{kp} = t_p(x_6) = 23$.

Этап 2. Расчёт $t_n(x_i)$. При вычислении поздних сроков свершения событий перемещаются по сетевому графику от стока $t=X6$ к истоку $s=X1$ в по-

рядке убывания номеров. Для события X6 $t_n(x_6) = t_p(x_6)$. По формуле 7.2

рассчитаем поздние сроки остальных событий:

$$t_n(x_5) = t_n(x_6) - t(x_5, x_6) = 23 - 8 = 15.$$

$$t_n(x_4) = t_n(x_5) - t(x_4, x_5) = 15 - 6 = 9.$$

$$t_n(x_2) = t_n(x_5) - t(x_2, x_5) = 15 - 5 = 10.$$

Из события X3 выходят две работы а5 и а6.

$$t_n(x_3) = \min_{\substack{(x_3, x_5), \\ (x_1, x_4)}} (t_n(x_5) - t(x_3, x_5), t_n(x_4) - t(x_3, x_4)) =$$

$$\min(15 - 9, 9 - 1) = 6.$$

Из события X1 выходят три работы а1, а2, а3.

$$t_n(x_1) = \min_{\substack{(x_1, x_2), \\ (x_1, x_3), \\ (x_1, x_4)}} (t_n(x_2) - t(x_1, x_2), t_n(x_3) - t(x_1, x_3), t_n(x_4) - t(x_1, x_4)) =$$

$$\min(10 - 3, 6 - 6, 9 - 4) = 0.$$

Этап 3. Расчёт $R(x_i)$. Резерв времени рассчитывается по формуле 7.3.

Результаты расчёта приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Резервы времени

Номер события	Ранний срок свершения события $t_p(x_i)$	Поздний срок свершения события $t_n(x_i)$	Резерв времени $R(x_i)$
1	0	0	0
2	3	10	7
3	6	6	0
4	7	9	2
5	15	15	0
6	23	23	0

Этап 4. Определение критического пути и резервов времени работ.

Критические события X1, X3, X5 и X6. Критический путь 1->3->5->6. Размер времени критических событий равен 0. Ранние и поздние сроки начала и окончания работ (x_i, x_j) рассчитываются по формулам 7.4 и 7.5 [7]:

$$t_{p.n}(x_1, x_2) = t_p(x_1) = 0, t_{n.o}(x_1, x_2) = t_n(x_2) = 10,$$

$$t_{n.n}(x_1, x_2) = t_n(x_2) - t(x_1, x_2) = 10 - 3 = 7.$$

Полный резерв времени рассчитывается по формуле 7.6.

$$R_n(x_1, x_2) = t_n(x_2) - t_p(x_1) - t(x_1, x_2) = 10 - 0 - 3 = 7.$$

Свободный резерв времени рассчитывается по формуле 7.7.

$$R_c(x_1, x_2) = t_p(x_2) - t_p(x_1) - t(x_1, x_2) = 3 - 0 - 3 = 3.$$

7.3 Контрольная работа

7.3.1 Назначение, цели и задачи контрольной работы

Разрабатываемое визуальное приложение на языке C++ контрольной работы предназначено для формализации алгоритмов расчёта критического срока, раннего и позднего сроков совершения событий, резервов времени событий, ранних и поздних сроков начала и окончания работ, полных и свободных резервов времени работ сетевого графика.

Цель выполнения контрольной работы – закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков в выборе структур данных, программной реализации и анализе алгоритмов обработки данных.

Задачи, решаемые студентом в процессе выполнения контрольной работы:

- анализ предметной области задачи;
- обоснование выбора типов и структур данных;
- разработка алгоритма решения задачи;
- программная реализация;
- анализ программного приложения;
- документирование контрольной работы в соответствии с требованиями.

7.3.2 Требования к контрольной работе

7.3.2.1 Требования к функциональным характеристикам

Разрабатываемое программное приложение должно обеспечивать выполнение следующих основных функций:

- ввод исходных данных задачи;
- графическое представление сетевого графика по исходным данным задачи;
- расчет критического срока, раннего и позднего сроков совершения событий, резервов времени событий, ранних и поздних сроков начала и окончания работ, полных и свободных резервов времени работ сетевого графика;
- анализ программного приложения посредством функции сложности алгоритма $T(n) = O(f(n))$;
- вывод результирующих данных.

7.3.2.2 Требования к эксплуатационным характеристикам

- модульность;
- расширяемость.

7.3.2.3 Требования к программному обеспечению

Среда разработки – MS Visual C++ 2010 Professional и новее.

7.3.2.4 Требования к содержанию контрольной работы

К защите контрольной работы должны быть представлены программное приложение и пояснительная записка, включающая:

- титульный лист;
- введение;
- постановка задачи;
- теоретическое обоснование решения задачи;
- разработка алгоритма решения задачи;
- описание структуры программного комплекса;
- описание структур данных;
- диаграмма классов;
- анализ программного приложения посредством функции $T(n) = O(f(n))$;
- заключение;
- список литературы;
- спецификация;
- описание программы;
- руководство пользователя;
- руководство программиста;
- текст программы (на электронном носителе).

7.3.3 Варианты заданий контрольной работы

Разработайте визуальное приложение на языке C++, формализующее построение сетевого графика по приведенному перечню работ и их взаимной последовательности, определение критического срока, раннего и позднего сроков совершения событий, резервов времени событий, ранних и поздних сроков начала и окончания работ, полных и свободных резервов времени работ.

Вариант 1. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Исходные данные варианта 1

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	5

Продолжение таблицы 7.3

a2	-	8
a3	-	11
a4	a1	6
a5	a1, a2	12
a6	a1, a2, a3	18
a7	a4, a5, a6	7

Вариант 2. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Исходные данные варианта 2

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	9
a2	-	5
a3	a1	11
a4	a1, a2	7
a5	a1, a2	4
a6	a3, a4	13
a7	a1, a5	15

Вариант 3. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Исходные данные варианта 3

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	7
a2	-	11
a3	-	5
a4	a1	10
a5	a1, a2, a3	4
a6	a3	13
a7	a3, a4, a5	12
a8	a4	8

Вариант 4. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Исходные данные варианта 4

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	3

Продолжение таблицы 7.6

a2	-	2
a3	-	4
a4	a1	3
a5	a1	5
a6	a2, a3	9
a7	a3	6
a8	a2, a3, a4	8
a9	a3, a5, a6	4
a10	a7	6

Вариант 5. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.7.

Таблица 7.7 – Исходные данные варианта 5

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	6
a2	-	9
a3	-	8
a4	a1	5
a5	a3	3
a6	a3	7
a7	a3, a4	9
a8	a1, a2, a5, a6	11
a9	a6	10

Вариант 6. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.8.

Таблица 7.8 – Исходные данные варианта 6

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	11
a2	-	9
a3	-	7
a4	a2	5
a5	a1	6
a6	a3, a4	8
a7	a2, a3, a4, a5	10
a8	a6	13
a9	a1, a7, a8	15

Вариант 7. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.9.

Таблица 7.9 – Исходные данные варианта 7

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	3
a2	-	6
a3	-	4
a4	a1	6
a5	a1, a2, a3	4
a6	a3	7
a7	a1, a4, a5	5

Вариант 8. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.10.

Таблица 7.10 – Исходные данные варианта 8

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	10
a2	-	12
a3	-	9
a4	a1	6
a5	a1, a3	7
a6	a2, a4	9
a7	a1, a2, a4, a5	5

Вариант 9. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.11.

Таблица 7.11 – Исходные данные варианта 9

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	5
a2	-	6
a3	a1	9
a4	a1, a2	11
a5	a1, a2	4
a6	a3	6
a7	a3	10
a8	a1, a4, a6	8
a9	a1, a4, a5, a6	12

Вариант 10. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.12.

Таблица 7.12 – Исходные данные варианта 10

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	10
a2	-	9
a3	-	12
a4	a1	7
a5	a1, a2	8
a6	a1, a2, a3	13
a7	a6	15
a8	a4, a5, a7	11
a9	a6	9

Вариант 11. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.13.

Таблица 7.13 – Исходные данные варианта 11

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	8
a2	a1	4
a3	-	10
a4	-	13
a5	a1, a3	3
a6	a2, a4	6
a7	a1, a4, a5	5

Вариант 12. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.14.

Таблица 7.14 – Исходные данные варианта 12

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	4
a2	-	6
a3	a1, a2	12
a4	a1, a2	4
a5	a2	5
a6	a3, a4, a5	10
a7	a3	7

Вариант 13. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.15.

Таблица 7.15 – Исходные данные варианта 13

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	8
a2	-	11
a3	a1	10
a4	a1	6
a5	a1, a2	12
a6	a1, a2	14
a7	a3	9
a8	a4, a5	6
a9	a3, a4, a5, a6	5

Вариант 14. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.16.

Таблица 7.16 – Исходные данные варианта 14

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	5
a2	-	6
a3	-	8
a4	a1, a2	11
a5	a2, a3	7
a6	a2	6
a7	a4, a5	5
a8	a6	9
a9	a2, a3	7

Вариант 15. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.17.

Таблица 7.17 – Исходные данные варианта 15

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	5
a2	-	7
a3	-	10
a4	a1, a2	5
a5	a2, a3	7

а6	а3	10
а7	а3, а4, а5	5

Вариант 16. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.18.

Таблица 7.18 – Исходные данные варианта 16

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
а1	-	5
а2	-	6
а3	а1	8
а4	а1, а2	10
а5	а2, а3	7
а6	а1, а3, а4	5
а7	а4	7

Вариант 17. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.19.

Таблица 7.19 – Исходные данные варианта 17

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
а1	-	5
а2	-	7
а3	-	8
а4	а3	5
а5	а2, а4	10
а6	а1, а2, а3	12
а7	а2, а5	4

Вариант 18. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.20.

Таблица 7.20 – Исходные данные варианта 18

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
а1	-	8
а2	-	10
а3	а1	8
а4	а1, а2	12
а5	а2	6

a6	a3, a4, a5	9
a7	a3, a4	7

Вариант 19. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.21.

Таблица 7.21 – Исходные данные варианта 19

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	4
a2	-	4
a3	a2	6
a4	a1, a2	7
a5	a1, a3	10
a6	a2, a4, a5	5
a7	a2	8

Вариант 20. Исходные данные для построения сетевого графика приведены в таблице 7.22.

Таблица 7.22 – Исходные данные варианта 20

Основные работы	Работы, предшествующие основной	Длительность основных работ
a1	-	8
a2	-	5
a3	-	6
a4	a1, a2	10
a5	a2	10
a6	a2, a3	8
a7	a3, a4, a5	5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В методических указаниях представлены варианты заданий для выполнения практических и контрольных работ и теоретическое обоснование по темам базовые структуры и типы данных, линейные структуры данных, нелинейные структуры данных, алгоритмы сортировки данных, алгоритмы поиска данных, алгоритмы на графах.

Организация данных определяет алгоритм работы программы. Выбор структуры данных – важный этап разработки программы. Структуры данных подразделяются на динамические структуры и структуры фиксированного размера, линейные и нелинейные структуры данных.

Методические указания к выполнению практических и контрольных работ позволяют студентам закрепить теоретические знания по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» и приобрести практические навыки в разработке программных приложений визуализации алгоритмов вариантов заданий по темам разделов на языке Visual C++ в среде программирования Microsoft Visual Studio 2010 Professional.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Сэдживик Р. Алгоритмы на С++. – Москва : Изд-во «Вильямс», 2016. – 1056 с.
- 2 Клейнберг Д., Тардос Е. Алгоритмы. Разработка и приложение. Руководство. – Санкт-Петербург : Изд-во «Питер», 2016. – 800 с.
- 3 Кормен Томас Х., Лейзерсон Чарльз И., Ривест Рональд Л., Штайн Клиффорд. Алгоритмы: построение и анализ. – Москва : Изд-во «Вильямс», 2015. – 1328 с.
- 4 Хусаинов Б. С. Структуры и алгоритмы обработки данных. Примеры на языке Си : учебное пособие. – Москва : Изд-во «Финансы и статистика», 2004. – 464 с.
- 5 Анашкина Н. В. Технологии и методы программирования. – Москва : Издательский центр «Академия», 2012. – 384 с.
- 6 Аксёнова Е. А., Соколов А. В. Алгоритмы и структуры данных на С++ : учебное пособие. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2008. – 81 с.
URL : <http://window.edu.ru/resource/576/63576> (дата обращения: 04.11.2017).
- 7 Шапорев С. Д. Дискретная математика. Курс лекций и практические занятия. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. – 406 с.

Семахин Андрей Михайлович

АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Методические указания
к выполнению практических и контрольных работ
для студентов направления подготовки 09.03.04
«Программная инженерия»

Редактор Н.Н. Погребняк

Подписано в печать 27.11.18
Печать цифровая
Заказ №210

Формат 60х
Усл. печ. л. 3,
Тираж 25

Бумага 65 г/м²
Уч.-изд. л. 3,75
Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.