ИНФОРМАТИКА. 9 КЛАСС

УРОКИ № 9–12

Темы модуля: Однотабличные базы данных. Графы и деревья. Математическое моделирование. Практикум и разбор заданий ОГЭ (№ 4 и № 9)

Календарно-тематический план (Ноябрь)

№ урока	Дата	Тема урока по КТП	Форма контроля / практика
Урок 9	06.11	Разработка однотабличной базы данных. Составление запросов к базе данных.	Практическая работа № 5 «Создание однотабличной базы данных. Поиск данных в готовой базе»
Урок 10	13.11	Граф. Весовая матрица графа. Длина пути между вершинами графа. Вычисление количества путей в направленном ациклическом графе.	Решение тренировочных задач (Задание № 4 и № 9 ОГЭ)
Урок 11	20.11	Дерево. Перебор вариантов с помощью дерева.	Комбинаторные задачи и построение деревьев вариантов
Урок 12	27.11	Математическое моделирование.	Практическая работа № 6 «Работа с готовыми компьютерными моделями из различных предметных областей»

Раздел 1. Однотабличные базы данных (Урок № 9)

1.1. Основные понятия баз данных

База данных (БД) — это организованная структура, предназначенная для хранения, изменения и обработки больших объемов взаимосвязанной информации. Программа, с помощью которой пользователь создает базы данных, заполняет их и ищет нужные сведения, называется системой управления базами данных (СУБД) (например, LibreOffice Base, Microsoft Access).

В однотабличной (реляционной) базе данных вся информация организована в виде одной прямоугольной таблицы. Каждый элемент такой таблицы имеет строгое название:

- **Запись (строка таблицы):** содержит полную информацию об одном конкретном объекте (например, все сведения об одном ученике, одной книге или одном товаре).
- **Поле (столбец таблицы):** описывает одно конкретное свойство или характеристику всех объектов (например, «Фамилия», «Класс», «Год рождения», «Оценка»).
- **Тип поля:** определяет, какие именно данные можно записывать в данный столбец (текстовый, числовой, дата/время, логический, денежный).
- **Ключевое поле (первичный ключ):** поле (или комбинация нескольких полей), значение которого уникально для каждой записи в таблице и не может повторяться (например, инвентарный номер, номер паспорта или уникальный код ID).

> **Важно запомнить для практики и экзамена!**
>
> При удалении или добавлении строки изменяется количество записей в базе данных. При добавлении нового столбца изменяется структура таблицы (количество полей).
>
> Первичный ключ не может содержать пустых значений (NULL) и дубликатов — иначе СУБД не сможет однозначно отличить одну запись от другой.

Пример 1. База данных «Успеваемость учащихся» (школьная тематика)

- **Ключевое поле (первичный ключ):** Код_ученика (уникальный номер, исключающий путаницу при совпадении фамилий и имён).
- **Поля и типы данных:** Код_ученика (числовой), Фамилия_Имя (текстовый), Класс (текстовый), Информатика (числовой), Математика (числовой), Олимпиада (логический).

Код_ученика	Фамилия_Имя	Класс	Информатика	Математика	Олимпиада
101	Смирнов Артём	9А	5	4	Да
102	Ковалёва Мария	9Б	5	5	Да
103	Волков Дмитрий	9А	4	3	Нет
104	Соколова Анна	9В	5	5	Да

Код_ученика	Фамилия_Имя	Класс	Информатика	Математика	Олимпиада
105	Морозов Кирилл	9Б	3	4	Нет

Пример 2. База данных «Школьная библиотека» (каталог книг)

- **Ключевое поле (первичный ключ):** Инв_номер (инвентарный номер экземпляра книги).
- **Поля и типы данных:** Инв_номер (числовой), Автор (текстовый), Название (текстовый), Год_издания (числовой), Жанр (текстовый), В_наличии (логический).

Инв_номер	Автор	Название	Год_издания	Жанр	В_наличии
4501	Пушкин А. С.	Капитанская дочка	2021	Классика	Да
4502	Босова Л. Л.	Информатика. 9 класс	2023	Учебник	Да
4503	Беляев А. Р.	Человек-амфибия	2019	Фантастика	Нет
4504	Лермонтов М. Ю.	Герой нашего времени	2022	Классика	Да
4505	Поляков К. Ю.	Информатика. 9 класс	2024	Учебник	Нет

Пример 3. База данных «Города России» (географический справочник)

- **Ключевое поле (первичный ключ):** Код_города (числовой идентификатор, так как названия городов и численность населения теоретически могут совпасть).
- **Поля и типы данных:** Код_города (числовой), Название (текстовый), Федеральный_округ (текстовый), Население_тыс (числовой), Год_основания (числовой), Город_миллионник (логический).

Код_города	Название	Федеральный_округ	Население_тыс	Год_основания	Город_миллионник
1	Симферополь	Южный	340	1784	Нет
2	Казань	Приволжский	1318	1005	Да
3	Новосибирск	Сибирский	1635	1893	Да
4	Владивосток	Дальневосточный	597	1860	Нет
5	Екатеринбург	Уральский	1539	1723	Да

Во всех трёх примерах каждая строка представляет собой **запись** об одном объекте (ученике, книге или городе), а каждый столбец — **поле**, хранящее однородные характеристики (только числа, только текст или только логические значения «Да/Нет»).

1.2. Запросы на поиск и фильтрацию данных

Запрос — это команда к базе данных на отбор записей, удовлетворяющих заданным условиям, либо на выполнение определенных операций с данными. Для составления сложных условий отбора используются операции сравнения (=, >, <, >=, <=, <>) и логические связки:

Логическая операция	Обозначение	Правило отбора записей	Пример условия
Логическое И (конъюнкция)	И / AND	Запись попадает в результат, только если выполняются ОБА условия одновременно.	Класс = '9А' И Информатика = 5 (ученики 9А класса, имеющие пятерку по информатике).
Логическое ИЛИ (дизъюнкция)	ИЛИ / OR	Запись попадает в результат, если выполняется ХОТЯ БЫ ОДНО из условий (или оба сразу).	Физика = 5 ИЛИ Химия = 5 (ученики, у которых пятерка хотя бы по одному из двух предметов).
Логическое НЕ (инверсия)	НЕ / NOT	Отбираются записи, для которых указанное условие ЛОЖНО.	НЕ (Город = 'Москва') (все записи, кроме жителей Москвы).

Запросы к таблице 1 «Успеваемость учащихся»

1. **Условие с операцией И:**
   Класс = '9А' И Информатика = 5
   - *Смысл запроса:* найти учеников из 9А класса, имеющих оценку «5» по информатике.
   - *Результат (найденные записи):* **1 запись** (101 — Смирнов Артём).
2. **Условие с операцией ИЛИ:**

Информатика = 5 ИЛИ Математика = 5

- *Смысл запроса:* найти учеников, у которых есть оценка «5» хотя бы по одному из двух предметов.
- *Результат (найденные записи):* **3 записи** (101 — Смирнов Артём, 102 — Ковалёва Мария, 104 — Соколова Анна).

3. **Составное условие с операциями И и НЕ:**

Олимпиада = 'Да' И НЕ (Класс = '9А')

- *Смысл запроса:* найти участников олимпиады, которые учатся не в 9А классе.
- *Результат (найденные записи):* **2 записи** (102 — Ковалёва Мария, 104 — Соколова Анна).

Запросы к таблице 2 «Школьная библиотека»

1. **Условие с операцией И (диапазон чисел):**
   Год_издания >= 2020 И Год_издания <= 2022
   - *Смысл запроса:* отобрать все книги, изданные с 2020 по 2022 год включительно.
   - *Результат (найденные записи):* **2 записи** (4501 — Капитанская дочка, 4504 — Герой нашего времени).

2. **Условие с операциями И и ИЛИ:**
   (Жанр = 'Классика' ИЛИ Жанр = 'Фантастика') И В_наличии = 'Да'
   - *Смысл запроса:* найти художественные книги (классику или фантастику), которые сейчас свободны и есть в наличии.
   - *Результат (найденные записи):* **2 записи** (4501 — Капитанская дочка, 4504 — Герой нашего времени).

3. **Условие с операциями И и НЕ:**
Жанр = 'Учебник' И НЕ (В_наличии = 'Да')
   - *Смысл запроса:* найти учебники, которых в данный момент нет в наличии (выданы читателям).
   - *Результат (найденные записи):* **1 запись** (4505 — Поляков К. Ю., Информатика. 9 класс).

Запросы к таблице 3 «Города России»

1. **Условие с операцией И:**
   Население_тыс > 1500 И Город_миллионник = 'Да'
   - *Смысл запроса:* найти города-миллионники с населением более 1,5 млн человек.
   - *Результат (найденные записи):* **2 записи** (3 — Новосибирск, 5 — Екатеринбург).

2. **Условие с операцией ИЛИ:**
Федеральный_округ = 'Южный' ИЛИ Федеральный_округ = 'Дальневосточный'
   - *Смысл запроса:* вывести города, расположенные в Южном или Дальневосточном федеральном округе.
   - *Результат (найденные записи):* **2 записи** (1 — Симферополь, 4 — Владивосток).

3. **Условие с операциями И и НЕ:**
Год_основания < 1800 И НЕ (Город_миллионник = 'Да')
   - *Смысл запроса:* найти города, основанные до 1800 года, которые не являются городами-миллионниками.
   - *Результат (найденные записи):* **1 запись** (1 — Симферополь).

1.3. Практическая работа № 5: «Создание однотабличной базы данных. Поиск данных в готовой базе»

Цель работы: научиться проектировать структуру однотабличной базы данных, задавать типы полей, определять первичный ключ и выполнять поиск записей по сложным логическим условиям.

Ход выполнения работы:

- **Шаг 1. Проектирование структуры таблицы:** откройте табличный процессор или СУБД и создайте таблицу «Школьная библиотека» со следующими полями: Инв_номер (числовой, ключевое поле), Автор (текстовый), Название (текстовый), Год_издания (числовой), Раздел (текстовый), В_наличии (логический: Да/Нет).

- **Шаг 2. Заполнение базы данных:** внесите в таблицу 10 записей о различных книгах (учебники, художественная литература, справочники) разных годов издания (от 2015 до 2026 года).
- **Шаг 3. Выполнение поисковых запросов (фильтрация):** примените инструмент фильтрации (Автофильтр или Расширенный фильтр) и последовательно получите ответы на три запроса:

а) Выведите список всех книг раздела «Информатика», которые сейчас есть в наличии (Раздел = 'Информатика' И В_наличии = 'Да').

б) Выведите книги, изданные после 2020 года ИЛИ написанные конкретным выбранным вами автором.

в) Определите количество книг, изданных в период с 2018 по 2023 год включительно (Год_издания >= 2018 И Год_издания <= 2023).

Поле	Тип данных
Инв_номер	числовой, ключевое поле
Автор	текстовый
Название	текстовый
Год_издания	числовой
Раздел	текстовый
В_наличии	логический: Да/Нет

Рис. 1. Структура однотабличной базы данных

Раздел 2. Графы и деревья (Уроки № 10 и № 11)

2.1. Основные понятия теории графов

Граф — это наглядная информационная модель, состоящая из множества точек (вершин) и соединяющих их линий (рёбер или дуг). Графы применяются для описания схем автомобильных и железных дорог, линий метро, компьютерных сетей, электрических цепей и структур подчинения.

Термин	Определение и пояснение
Вершина графа	Точка, обозначающая отдельный объект системы (город, станцию, компьютер). Обозначается буквами (А, Б, В) или числами (1, 2, 3).
Ребро	Линия БЕЗ стрелки, соединяющая две вершины. Показывает двустороннюю связь (если можно проехать из А в Б, то можно и из Б в А).
Дуга	Направленная линия СО СТРЕЛКОЙ. Показывает одностороннюю связь (например, улицу с односторонним движением или передачу сигнала).
Неориентированный граф	Граф, все линии которого являются рёбрами (направление движения не ограничено).
Ориентированный граф (орграф)	Граф, все линии которого являются дугами (движение разрешено только по направлению стрелок).
Взвешенный граф	Граф, у которого каждому ребру или дуге присвоено числовое значение — вес (длина дороги в км, время в пути, стоимость билета).
Путь (маршрут)	Последовательность вершин и соединяющих их рёбер/дуг, по которой можно пройти от начальной точки к конечной.
Цикл	Замкнутый путь, в котором начальная и конечная вершины совпадают. Граф без циклов называется ациклическим.
Степень вершины	Количество рёбер, которые выходят из данной вершины (для орграфа различают полустепень захода и полустепень исхода).

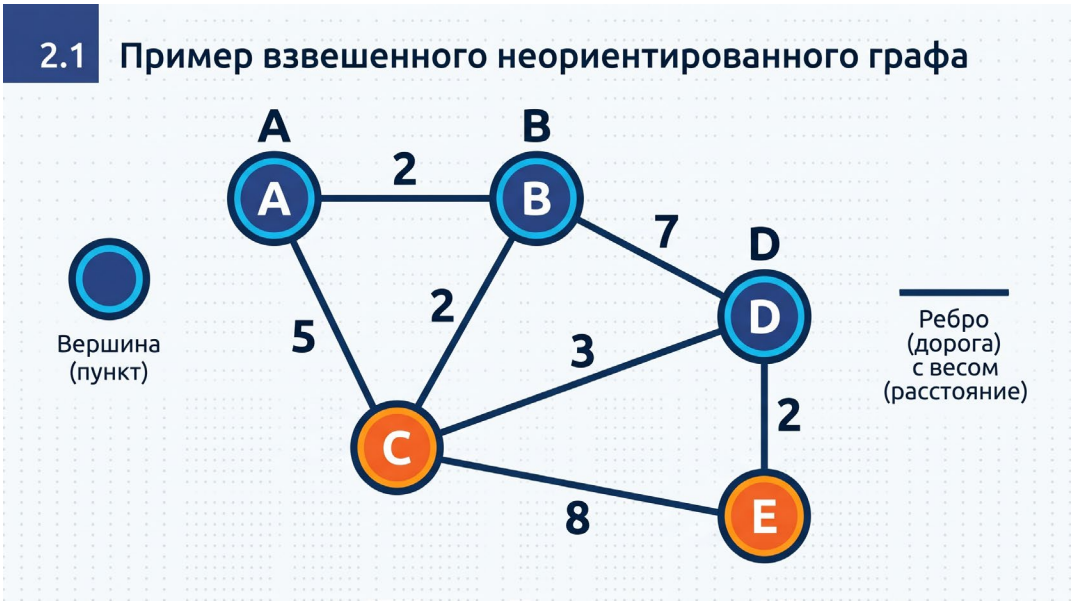


Рис. 2. Пример взвешенного неориентированного графа

2.2. Табличное представление графа (Весовая матрица)

Для обработки графов на компьютере используют табличную форму записи — весовую матрицу (или матрицу смежности). Строки и столбцы таблицы соответствуют вершинам графа:

- **Наличие связи:** если между двумя вершинами есть ребро, на пересечении соответствующей строки и столбца записывается его вес (например, расстояние в километрах).
- **Отсутствие связи:** если прямой дороги между вершинами нет, ячейка остается пустой (или ставится прочерк).
- **Свойство симметрии:** для любого неориентированного графа весовая матрица симметрична относительно главной диагонали (расстояние из А в Б равно расстоянию из Б в А).

Пример весовой матрицы неориентированного графа:

Пункты	А	Б	В	Г
А	—	4	7	—
Б	4	—	2	6
В	7	2	—	3
Г	—	6	3	—

Анализ таблицы: из пункта А можно напрямую доехать в Б (длина 4) и в В (длина 7). Прямой дороги из А в Г нет. Степень вершины Б равна 3 (из неё ведут три дороги: в А, В и Г).

Практическое задание: Построение графа по весовой матрице

Условие задания

В таблице приведена весовая матрица неориентированного графа, описывающего схему дорог между пятью населёнными пунктами **A, B, C, D, E** (числа в ячейках обозначают протяжённость дорог в километрах).

1. Постройте графическое изображение (схему) данного взвешенного неориентированного графа.
2. Укажите степень вершины **C** и найдите длину пути **A — B — D — E**.

Пункты	A	B	C	D	E
A	—	4	6	—	—
B	4	—	3	5	—
C	6	3	—	2	7
D	—	5	2	—	4
E	—	—	7	4	—

Пример решения

Шаг 1. Определение вершин и проверка симметрии

В таблице 5 строк и 5 столбцов (**A, B, C, D, E**) — следовательно, на рисунке нужно расположить **5 вершин** (кружков с буквами внутри) так, чтобы линии между ними по возможности не пересекались.

Так как таблица симметрична относительно главной диагонали (например, путь из **A** в **B** равен 4 и из **B** в **A** равен 4), граф является **неориентированным** — линии рисуем **без стрелок**.

Шаг 2. Выписывание рёбер (читаем только верхнюю правую часть таблицы выше диагонали, чтобы не дублировать связи)

- **Из вершины A:**
  - ребро **A — B** с весом 4
  - ребро **A — C** с весом 6
- **Из вершины B** *(связь с A уже учтена)*:
  - ребро **B — C** с весом 3

- ребро **B — D** с весом 5

- **Из вершины C** *(связи с A и B уже учтены)*:
  - ребро **C — D** с весом 2
  - ребро **C — E** с весом 7
- **Из вершины D** *(связи с B и C уже учтены)*:
  - ребро **D — E** с весом 4

Всего в графе получилось **7 рёбер**.

Соединяем вершины соответствующими линиями и подписываем вес каждого ребра:

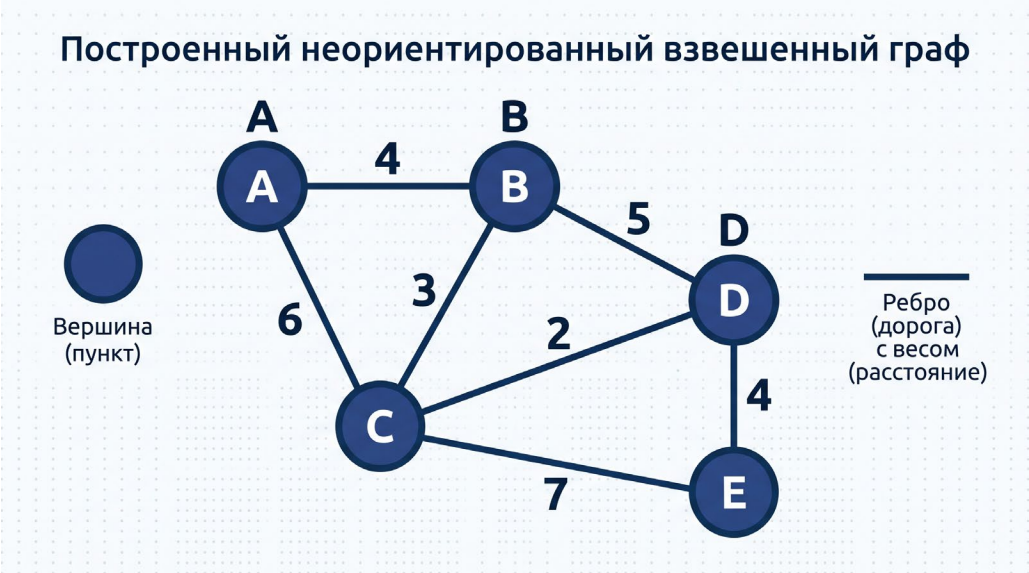


Рис. 3. Построенный граф

Степень вершины C (количество выходящих из неё рёбер): из вершины **C** ведут дороги в **A, B, D, E** — всего **4 ребра**, значит степень вершины равна **4**.

Длина маршрута A — B — D — E: складываем веса соответствующих рёбер:

4 + 5 + 4 = 13 км.

Ответ: степень вершины C равна 4; длина пути составляет 13 км.

2.3. Дерево и перебор вариантов (Урок № 11)

Дерево — это связный ациклический граф, в котором между любыми двумя вершинами существует единственный путь (нет замкнутых циклов).

- **Корень дерева:** главная исходная вершина, с которой начинается построение иерархии.
- **Предки и потомки:** вершина верхнего уровня называется предком, а связанные с ней вершины следующего уровня — потомками.

- **Листья дерева:** конечные вершины, у которых нет потомков (из них не выходят ветви дальше).

> **Применение деревьев в комбинаторике**
>
> Дерево вариантов позволяет провести полный, систематический перебор всех возможных комбинаций без пропусков и повторений.
>
> Количество листьев на самом нижнем уровне построенного дерева равно общему числу возможных вариантов решения задачи.

Задача: «Перебор вариантов с помощью дерева»

Условие задачи

Для защиты школьного электронного дневника ученик решил придумать трёхзначный пин-код, используя только цифры **1**, **3** и **5**, причём соблюдая два правила:

1. Ни одна цифра в коде не должна повторяться.
2. Код не должен начинаться с цифры **5**.

Сколько различных вариантов пин-кода может составить ученик? Постройте дерево вариантов и выпишите все подходящие комбинации.

Пошаговое решение

1. **Определяем корень дерева (старт перебора):**

   Обозначим начало построения кода точкой **«Старт»** (уровень 0).

2. **Строим 1-й уровень дерева (выбор первой цифры кода):**

   По условию доступны цифры 1, 3, 5, но начинать код с 5 запрещено. Поэтому от корня отходят только **2 ветви**:

   - ветвь 1
   - ветвь 3

3. **Строим 2-й уровень дерева (выбор второй цифры кода):**

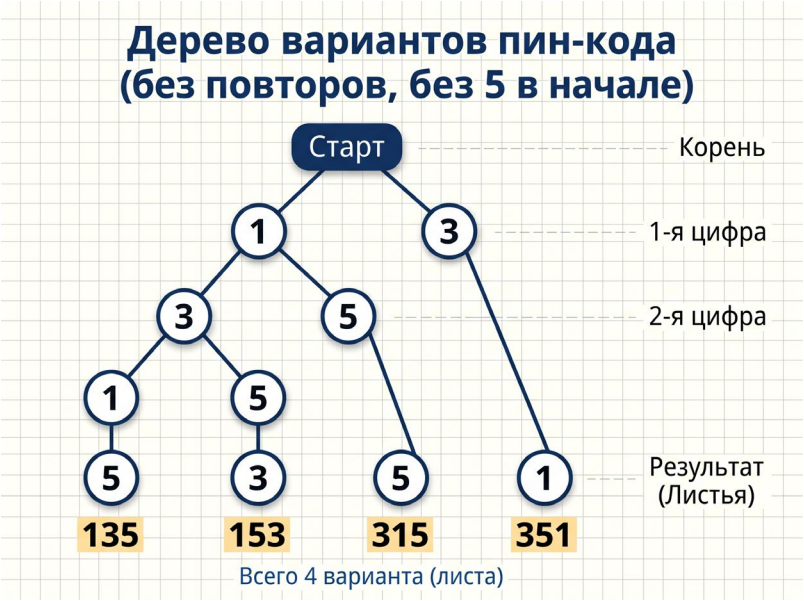
   Так как цифры не должны повторяться, для каждой первой цифры остаётся по **2 варианта** из оставшихся цифр:

   - от первой цифры 1 идут ветви к 3 и 5;
   - от первой цифры 3 идут ветви к 1 и 5.

4. **Строим 3-й уровень дерева (выбор третьей цифры — листья дерева):**

   Для каждого пути остаётся ровно **1 неиспользованная цифра**:

- путь 1 → 3 завершается цифрой 5 - > код **135**;
- путь 1 → 5 завершается цифрой 3 - > код **153**;
- путь 3 → 1 завершается цифрой 5 - > код **315**;
- путь 3 → 5 завершается цифрой 1 - > код **351**.



Подсчитываем результат:

Количество вариантов равно числу **листьев** (конечных вершин) на нижнем уровне дерева. В нашем дереве получилось **4 листа**.

Ответ: можно составить **4** различных пин-кода (135, 153, 315, 351).

Раздел 3. Разбор типовых заданий из ОГЭ по теме «Графы»

3.1. Задание № 4 ОГЭ: Поиск кратчайшего пути по весовой матрице

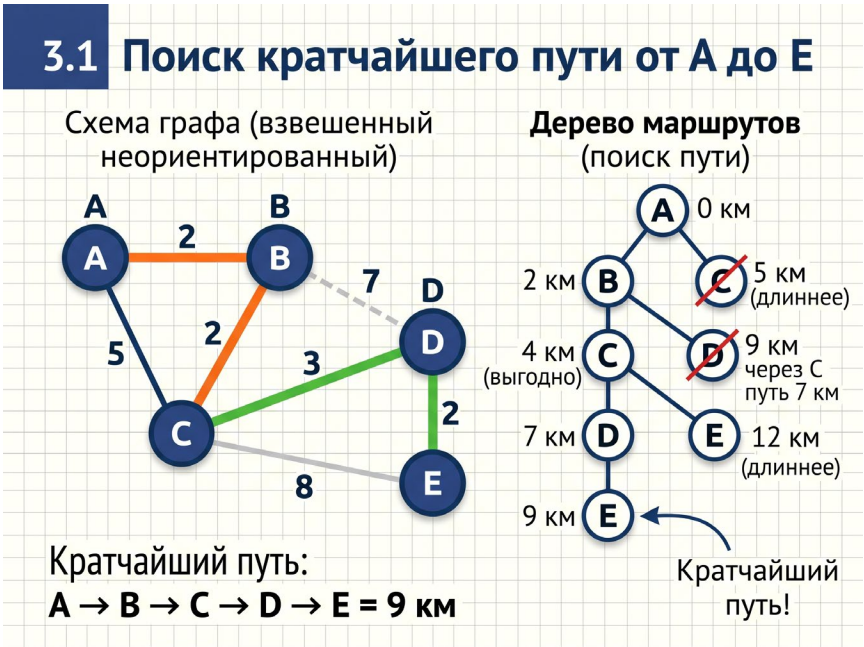
> **Условие задачи (аналог задания № 4 ОГЭ)**
>
> Между населёнными пунктами A, B, C, D, E построены дороги, протяжённость которых (в километрах) приведена в таблице. Определите длину кратчайшего пути между пунктами A и E. Передвигаться можно только по дорогам, протяжённость которых указана в таблице (каждый пункт можно посетить не более одного раза).

Пункты	A	B	C	D	E
A	—	2	5	—	—
B	2	—	2	7	—
C	5	2	—	3	8
D	—	7	3	—	2
E	—	—	8	2	—

Пошаговый алгоритм решения (метод дерева маршрутов и отсечения длинных путей):

- **Шаг 1 (Старт из A):** смотрим строку A. Дороги ведут в B (длина 2) и в C (длина 5).
- **Шаг 2 (Развитие ветки A → B, накопленная длина = 2):** из пункта B можно пойти в C (длина 2, всего 2 + 2 = 4) или в D (длина 7, всего 2 + 7 = 9). Сравним пути до C: маршрут A → B → C занимает 4 км, а прямой путь A → C — 5 км. Поскольку 4 < 5, прямую ветку A → C сразу отбрасываем как заведомо более длинную.
- **Шаг 3 (Развитие ветки из C, минимум до C = 4):** из пункта C можно пойти в D (длина 3, всего 4 + 3 = 7) или напрямую в конечный пункт E (длина 8, всего 4 + 8 = 12). Сравним пути до D: через C путь равен 7 км, а напрямую из B было 9 км. Оставляем лучший вариант до D (7 км).
- **Шаг 4 (Развитие ветки из D, минимум до D = 7):** из пункта D есть дорога в E длиной 2 км. Получаем маршрут A → B → C → D → E длиной 2 + 2 + 3 + 2 = 9 км.
- **Шаг 5 (Сравнение финальных результатов):** мы получили два маршрута до E: длиной 12 км и длиной 9 км. Наименьшая длина равна 9.

Ответ: 9.



3.2. Задание № 9 ОГЭ: Подсчёт количества путей в ориентированном графе

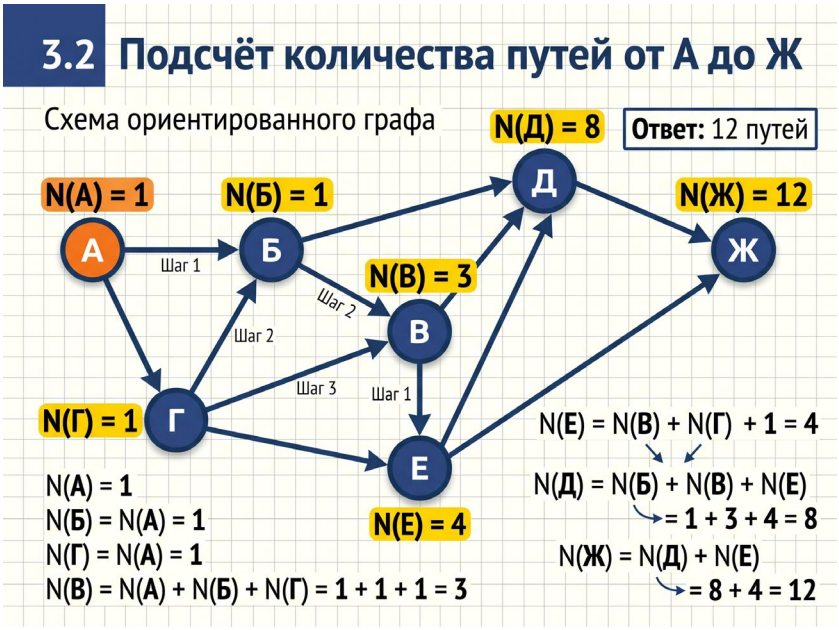
> **Условие задачи (базовый тип задания № 9 ОГЭ)**
>
> На схеме дорог между городами А, Б, В, Г, Д, Е, Ж движение разрешено только по стрелкам. Заданы следующие направленные дороги (дуги): из А в Б, В, Г; из Б в В, Д; из В в Д, Е; из Г в В, Е; из Д в Ж; из Е в Д, Ж. Сколько существует различных путей из города А в город Ж?

Алгоритм решения (метод динамического подсчёта весов вершин):

Правило: количество путей N(X), ведущих в вершину X, равно сумме количеств путей во все вершины, из которых в X входят стрелки. Вычисления выполняем поэтапно от начальной вершины к конечной:

- **1. Начальный город А:** N(А) = 1 (исходная точка старта).
- **2. Город Б:** входит одна стрелка из А → N(Б) = N(А) = 1.
- **3. Город Г:** входит одна стрелка из А → N(Г) = N(А) = 1.
- **4. Город В:** входят три стрелки (из А, Б и Г) → N(В) = N(А) + N(Б) + N(Г) = 1 + 1 + 1 = 3.
- **5. Город Е:** входят две стрелки (из В и Г) → N(Е) = N(В) + N(Г) = 3 + 1 = 4.
- **6. Город Д:** входят три стрелки (из Б, В и Е) → N(Д) = N(Б) + N(В) + N(Е) = 1 + 3 + 4 = 8.
- **7. Конечный город Ж:** входят две стрелки (из Д и Е) → N(Ж) = N(Д) + N(Е) = 8 + 4 = 12.

Ответ: 12.



3.3. Усложнённое задание № 9 ОГЭ: Обязательное прохождение или избегание вершины

> **Условие задачи (повышенный уровень сложности)**
>
> Используя ту же схему дорог, определите, сколько существует различных путей из города А в город Ж, ОБЯЗАТЕЛЬНО проходящих через город В.

Алгоритм решения:

Чтобы учесть обязательное условие, перед началом подсчёта необходимо вычеркнуть со схемы все дороги, которые позволяют «обойти» город В стороной:

- **Отбор дорог:** дорога Б → Д идет мимо В (вычеркиваем); дорога Г → Е идет мимо В (вычеркиваем). Все остальные дороги либо ведут в В, либо выходят из В и ведут дальше к цели.
- **Пересчёт вершин:** N(А) = 1; N(Б) = 1; N(Г) = 1; N(В) = 1 + 1 + 1 = 3.
- **Далее после В:** N(Е) = N(В) = 3 (стрелку из Г убрали); N(Д) = N(В) + N(Е) = 3 + 3 = 6 (стрелку из Б убрали).
- **Итог в Ж:** N(Ж) = N(Д) + N(Е) = 6 + 3 = 9.

Ответ: 9.

Раздел 4. Математическое моделирование (Урок № 12)

4.1. Что такое модель и математическое моделирование?

В науке и технике далеко не всегда можно провести эксперимент над реальным объектом (например, проверить прочность моста при землетрясении, проследить столкновение галактик или рассчитать распространение эпидемии). В таких случаях вместо оригинала исследуют его **модель**.

> **Модель** — это новый объект (материальный или информационный), который отражает существенные с точки зрения цели исследования свойства изучаемого объекта, процесса или явления.
>
> **Математическая модель** — это описание реального объекта или процесса на языке математики: с помощью формул, уравнений, неравенств, систем уравнений, функций, графиков, таблиц или графов.

Чем математическая модель отличается от словесной или графической?

- **Словесная модель:** *«Автомобиль выехал из города А и двигался с постоянной скоростью 60 км/ч».*
- **Графическая модель:** рисунок дороги со стрелкой движения или график зависимости пути от времени.
- **Математическая модель:** точная формула $S = 60 \cdot t$, позволяющая вычислить пройденный путь S в любой момент времени t.

4.2. Этапы компьютерного математического моделирования

Чтобы решить практическую задачу на компьютере, исследователь проходит **четыре последовательных этапа**:

Этап	Содержание деятельности	Пример (задача о движении мяча)
1. Постановка задачи	Формулируется цель исследования. Выделяются **существенные свойства** объекта и отбрасываются второстепенные (проводится *формализация*).	*Цель:* найти дальность полёта мяча. *Существенно:* начальная скорость v_0, угол броска α. *Несущественно:* цвет мяча, материал покрытия, незначительный ветер.

2. Построение математической модели	Зависимости между исходными данными и результатами записываются в виде математических формул.	Записываются уравнения равноускоренного движения из курса физики: $x(t) = v_0 \cos\alpha \cdot t$, $y(t) = v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$.
3. Компьютерный эксперимент	Модель переносится в среду электронных таблиц (Excel, Calc) или на язык программирования (Python). Проводятся расчёты при различных входных параметрах.	В таблице создаются столбцы для времени t, координат x и y. Меняется угол α $(30°, 45°, 60°)$ и строятся траектории.
4. Анализ результатов и корректировка	Полученные данные сравниваются с реальностью. Если расхождение велико, модель уточняют (возвращаются ко 2-му этапу).	Если мяч лёгкий (настольный теннис), расчёты без учёта сопротивления воздуха дают большую ошибку → в формулу добавляют силу сопротивления среды.

4.3. Примеры математических моделей из разных предметных областей

Пример 1. Физика — Модель свободного падения тела

- **Суть задачи:** камень падает с крыши дома высотой $H = 45$м без начальной скорости. На какой высоте h он окажется через t секунд и когда коснётся земли?
  Математическая модель:

$$h(t) = H - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

- где $H = 45$м — начальная высота, $g \approx 10\text{м/с}^2$ — ускорение свободного падения, t — время падения в секундах.
- **Результаты расчётов (табличная модель):**
  - при $t = 0$с: $h = 45 - 0 = 45$м;
  - при $t = 1$с: $h = 45 - 5 \cdot 1^2 = 40$м;
  - при $t = 2$с: $h = 45 - 5 \cdot 2^2 = 25$м;
  - при $t = 3$с: $h = 45 - 5 \cdot 3^2 = 0$м (камень достиг земли).

Пример 2. Биология (Экология) — Модель роста численности бактерий

- **Суть задачи:** в благоприятной среде каждая бактерия делится на две каждые 20 минут. Сколько бактерий будет в колонии через k делений, если изначально их было $N_0 = 10$?
  Математическая модель:

$$N(k) = N_0 \cdot 2^k$$

- где N_0 — исходное количество бактерий, k — число циклов деления (шагов по 20 минут).
- **Вывод из модели:** за 1 час произойдёт $k = 3$ деления: $N(3) = 10 \cdot 2^3 = 80$ бактерий. За 3 часа ($k = 9$ делений): $N(9) = 10 \cdot 2^9 = 5120$ бактерий. Модель наглядно демонстрирует **геометрическую прогрессию** (взрывной рост популяции при отсутствии ограничений по ресурсам).

Пример 3. Экономика — Модель банковского вклада (сложные проценты)

- **Суть задачи:** вкладчик положил в банк сумму $S_0 = 50000$руб. под r = 10% годовых с ежегодной капитализацией (проценты начисляются на всю накопленную сумму). Какая сумма S будет на счёте через n лет?
  Математическая модель:

$$S(n) = S_0 \cdot (1 + r)^n$$

- где r выражается в долях единицы (10% = 0,1).
- **Сравнение в компьютерном эксперименте:**
  - Через 1 год ($n = 1$): $50000 \cdot 1,1^1 = 55000$руб.
  - Через 2 года ($n = 2$): $50000 \cdot 1,1^2 = 60500$руб.
  - Через 5 лет ($n = 5$): $50000 \cdot 1,1^5 \approx 80525,5$руб.

Пример 4. Геометрия и строительство — Оптимизационная модель

- **Суть задачи:** фермеру нужно огородить прямоугольный участок земли у стены сарая сеткой длиной $L = 20$м (стена сарая служит одной из сторон прямоугольника, сетка натягивается только с трёх сторон). Какими должны быть ширина x и длина y участка, чтобы его **площадь была наибольшей**?
- **Математическая модель:**
  1. Связь сторон через длину сетки: 2x + y = 20 => y = 20 - 2x.
  2. Целевая функция (площадь участка):

$$S(x) = x \cdot y = x \cdot (20 - 2x) = 20x - 2x^2$$

  3. Область допустимых значений: $0 < x < 10$.
- **Компьютерный эксперимент (перебор значений x в электронной таблице):**
  - при $x = 2$м, y = 16 м => S = 32 м^2;
  - при $x = 4$м, y = 12 м => S = 48 м^2
  - при $x = 5$м, y = 10 м => S = 50 м^2 (**максимальная площадь**);
  - при $x = 6$м, y = 8 м => S = 48 м^2

4.4. Практическая работа № 6: «Работа с готовыми компьютерными моделями из различных предметных областей»

Цель работы: освоить проведение компьютерного эксперимента с готовой математической моделью в среде электронных таблиц (LibreOffice Calc / MS Excel), исследовать влияние входных параметров на результат и построить график.

Инструкция по выполнению:

1. **Подготовка таблицы (Модель движения тела, брошенного под углом к горизонту):**
   - В ячейки параметров занесите константы: B1 — начальная скорость $v_0 = 20\text{м/с}$; B2 — угол броска $\alpha = 30°$; B3 — ускорение свободного падения $g = 9{,}8\text{м/с}^2$.
   - Создайте столбцы: **Время t (с)** (шаг 0,1с от 0 до 3,0с), **Дальность X (м)** и **Высота Y (м)**.
2. **Ввод математических формул:**
   - Для перевода градусов в радианы в электронных таблицах используется функция РАДИАНЫ(B2).
   - Введите формулу горизонтальной координаты X: =$B$1 * COS(РАДИАНЫ($B$2)) * A6
   - Введите формулу вертикальной координаты Y: =$B$1 * SIN(РАДИАНЫ($B$2)) * A6 - ($B$3 * A6^2) / 2
   - Скопируйте формулы вниз по всем строкам времени.
3. **Построение визуальной модели (траектории):**
   - Выделите столбцы X и Y и вставьте **Точечную диаграмму с гладкими кривыми**. Вы увидите параболическую траекторию полёта.
4. **Проведение компьютерного эксперимента (ответьте письменно на 3 вопроса):**
   - Меняя значение угла α в ячейке B2 на 30°, 45°, 60° и 75°, определите, при каком угле дальность полёта (значение X в момент, когда Y становится близким к 0) оказывается **максимальной**?
   - При каком из проверенных углов мяч поднимается на **наибольшую высоту**?
   - Во сколько раз увеличится максимальная дальность полёта при угле $45°$, если увеличить начальную скорость v_0 в 2 раза (с 20м/с до 40м/с)?

Раздел 5. Тренировочный практикум для самопроверки

Задача 1 (Весовая матрица — аналог № 4 ОГЭ)

Определите длину кратчайшего пути между пунктами A и F по приведённой таблице дорог (передвигаться можно только по указанным дорогам):

Пункты	A	B	C	D	E	F
A	—	3	6	—	—	—
B	3	—	2	5	—	—
C	6	2	—	1	7	—
D	—	5	1	—	3	8
E	—	—	7	3	—	2
F	—	—	—	8	2	—

Задача 2 (Дерево вариантов — комбинаторика)

Сколько различных трёхзначных чисел можно составить из цифр 1, 2, 3, если цифры в записи числа не должны повторяться? Постройте в тетради дерево вариантов, выделите корень и листья.

Задача 3 (Направленный граф — аналог № 9 ОГЭ)

В ориентированном графе заданы следующие направленные дороги (дуги): из А в Б, В, Г; из Б в Д; из В в Б, Д, Е; из Г в В, Е; из Д в К; из Е в Д, К.

1) Нарисуйте схему дорог. 2) Найдите общее количество путей из А в К. 3) Найдите количество путей из А в К, НЕ проходящих через город В.

> **Ключи для самопроверки**
>
> Задача 1: кратчайший маршрут A → B → C → D → E → F. Длина: 3 + 2 + 1 + 3 + 2 = 11. Ответ: 11.
>
> Задача 2: на 1-е место можно выбрать 3 цифры, на 2-е — 2 оставшиеся, на 3-е — 1 цифру (3 × 2 × 1 = 6 чисел: 123, 132, 213, 231, 312, 321). Ответ: 6.
>
> Задача 3: общее количество путей из А в К равно 11. При исключении вершины В (и всех связанных с ней стрелок) остаётся 3 пути. Ответ: 11 и 3.