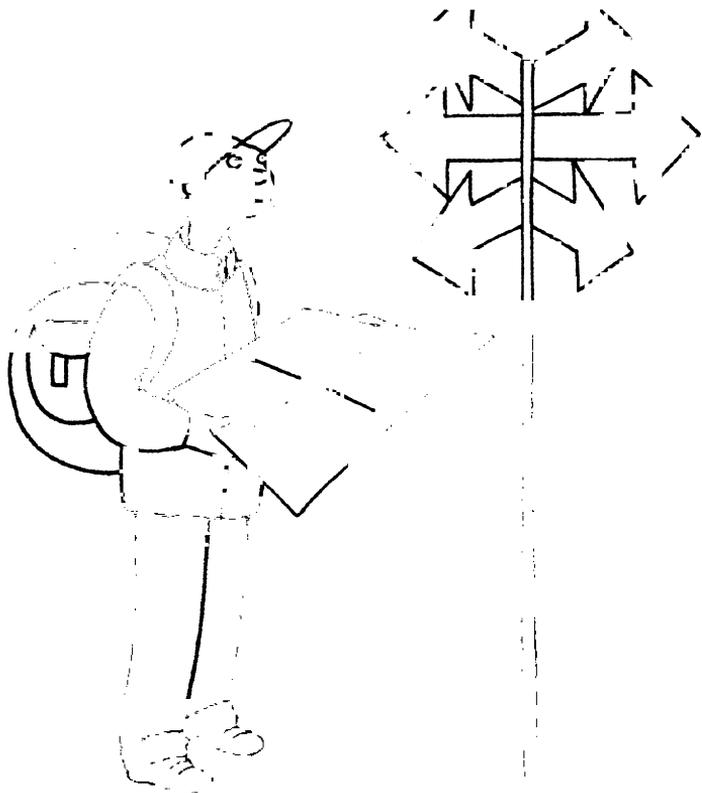
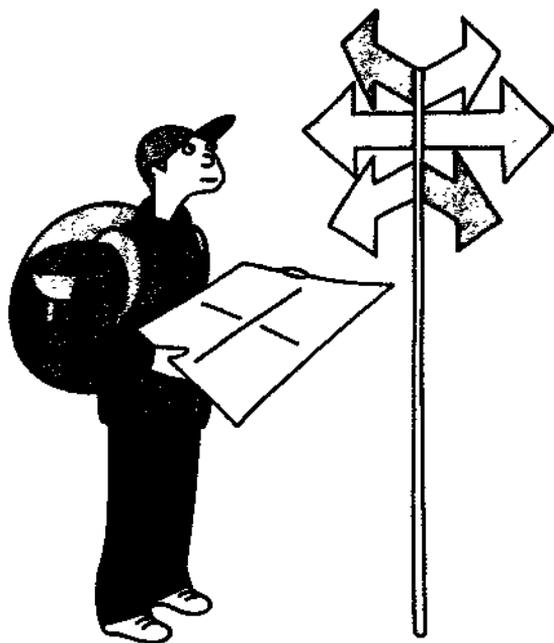


# УСТРОЙСТВО



А. Г. ГЕЙН

# ИНФОРМАТИКА



**РАБОЧАЯ  
ТЕТРАДЬ**

**9  
КЛАСС**

Пособие для учащихся  
общеобразовательных  
организаций

爱  
谢谢

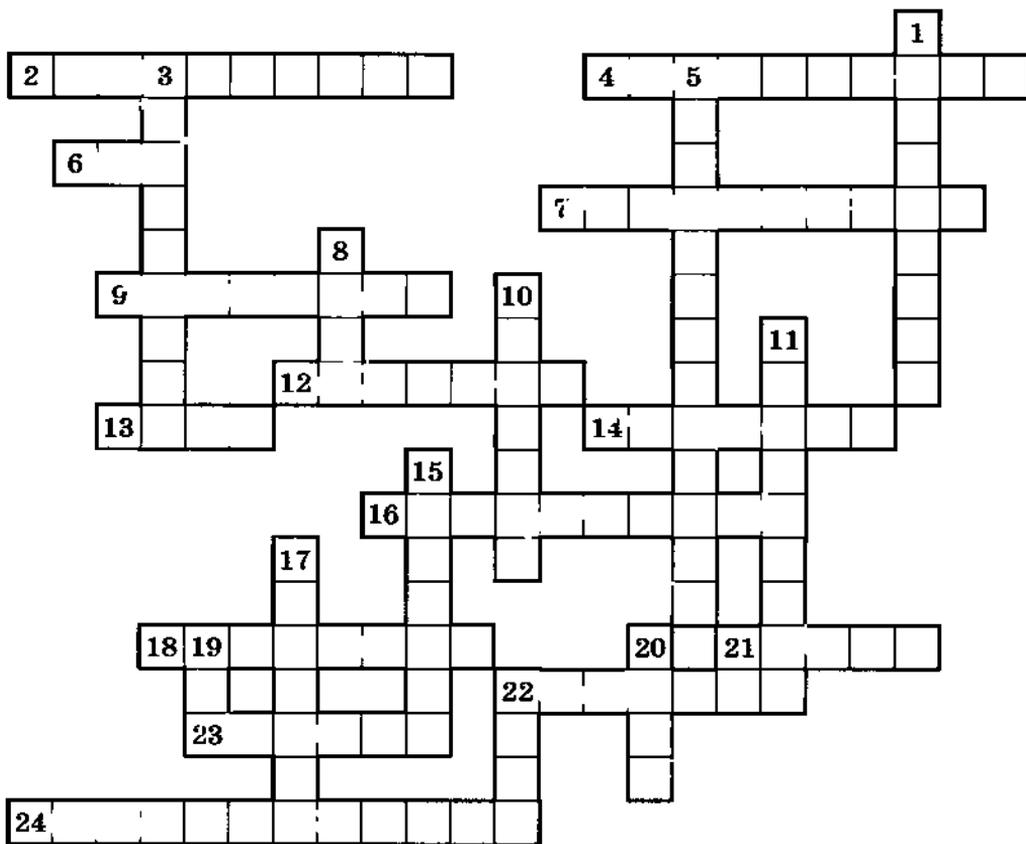
Москва «Просвещение» 2014

Тетрадь, которая лежит перед вами, отличается от обычной тетради тем, что вместо чистых листов в ней помещены формулировки заданий и бланки, на которых вы будете выполнять эти задания. Одни задания вы будете выполнять в компьютерном классе, записывая в тетрадь результаты компьютерных экспериментов и выводы своих наблюдений (около номера такого задания стоит значок ). Другие задания не требуют использования компьютера, но для них вам пригодятся заранее подготовленные схемы и рисунки.

Все задания сгруппированы по темам. Набор и порядок изложения тем соответствует учебнику «Информатика. 9 класс» (авторы: А. Г. Гейн, Н. А. Юнерман). Тем не менее данная тетрадь может использоваться и в том случае, если для изучения информатики выбран другой учебник, — формулировки заданий совершенно не зависят от текста учебника. Возможно, что при этом вы будете выполнять задания в ином порядке — в том, который укажет вам учитель. Найти нужную тему, естественно, поможет оглавление.

В некоторых заданиях мы предлагаем поразмышлять над обнаруженными фактами или закономерностями. Нередко около номера таких заданий стоит знак , который означает, что это задание надо выполнить устно. Задания, которые нам кажутся более сложными, отмечены звёздочкой (\*).

Чтобы изучать новый материал, нужно хорошо помнить, что было изучено ранее. Повторить основные понятия и термины, с которыми вы познакомились в 7—8 классах, вам поможет кроссворд.



**По горизонтали:**

2. Устройство ввода символьной информации. 4. Устройство, предназначенное для обработки изображения на экране компьютера. 6. Наименьшая единица измерения объема информации. 7. Устройство, управляющее периферийным оборудованием или каналом связи с процессором. 9. Единица измерения количества информации, в 1024 раза большая, чем 1 кБайт. 12. Набор знаков для записи

информации в виде сообщения. 13. Список режимов или действий, которые может выполнить данное приложение. 14. Устройство для воспроизведения звука. 16. Одно из важных свойств алгоритма. 18. Устройство ввода информации с магнитного носителя. 21. Размер шрифта. 22. Устройство для отображения видеoinформации. 23. Клетка электронной таблицы. 24. Свойство информации быть своевременной.

**По вертикали:**

1. Устройство компьютера, обеспечивающее обработку информации. 3. Алгоритмическая конструкция, обеспечивающая выбор исполняемых действий в зависимости от условия. 5. Свойство информации отражать реальное положение дел. 8. Место на внешнем носителе, отведённое для хранения информации как единого целого и обозначенное именем. 10. Устройство вывода информации в виде напечатанного текста. 11. Основное средство информационных технологий. 15. Свойство информации быть достаточной для достижения поставленной цели. 17. Мельчайший участок экрана, на котором создаётся изображение. 19. То, что позволяет различать файлы и обращаться к ним. 20. Алгоритмическая конструкция, позволяющая организовать повторение блока действий. 21. Набор символов и правил, позволяющих представить любое сообщение в виде, удобном для его хранения и передачи. 22. Устройство, позволяющее управлять объектами, видимыми на экране компьютера.

**2**  Заполните пустые клетки таблицы, вычислив значение указанных выражений с помощью приложения *Калькулятор* (вид *Инженерный*).

№	Арифметическое выражение	Выражение, преобразованное в запись одной строкой	Значение выражения
1	$\frac{2+3:2}{5:3+1} \cdot \frac{3+2:5}{7:2+4}$		
2	$\frac{0,2 \cdot 1,6 - 3:2}{5:3+1,4 \cdot 3} - \frac{3 \cdot 1,8 + 2}{0,7:2+4,05}$		
3	$\frac{11}{25} \cdot \frac{\frac{3}{20} + \frac{7}{15}}{\frac{8}{15} - \frac{13}{18}} - \frac{5}{12}$		
4	$\frac{1,3 \cdot 0,6 : 3,2 \cdot 2,7 + 1,2}{5,1:3+1,6 \cdot 3}$		

**3** Ниже приведено заполнение некоторых ячеек электронной таблицы формулами и числовыми данными.

	A	B	C	D	E
1	15	153	=A1 + B2		
2	=A1 + 2	=\$A2 + B\$1	=\$A\$2 * C1		
3	=A2 + 3	=\$C1 - 7	=7 * C\$2		
4					
5					
6					

а) Блок ячеек B1:C3 был скопирован в блок, начинающийся с ячейки D2, а затем блок ячеек C2:E3 был скопирован в блок, начинающийся с ячейки A4. Впишите в эту таблицу заполнение формулами тех ячеек, для которых, как вы считаете, такое заполнение определено.

б) Пользуясь предыдущей таблицей (заполненной вами), проведите вычисления и занесите их результаты в таблицу.

	A	B	C	D	E
1	15	153			
2					
3					
4					
5					
6					

**4** Ниже приведено заполнение некоторых ячеек электронной таблицы формулами и числовыми данными.

	A	B	C	D	E
1	15	=C1+\$A1	-23		
2	=A1-7	=\$C3+A3	=\$C\$1+\$B\$2		
3	=A\$2+5	=C2+B\$1	=A2+\$B\$1		
4					
5					

а) Блок ячеек A2:C3 был скопирован в блок, начинающийся с ячейки B4, а затем блок ячеек B2:C4 был скопирован в блок, начинающийся с ячейки D1. Впишите в эту таблицу заполнение формулами тех ячеек, для которых, как вы считаете, такое заполнение определено.

б) Пользуясь предыдущей таблицей, проведите вычисления и занесите их результаты в таблицу.

	A	B	C	D	E
1	15		-23		
2					
3					
4					
5					

**5** В этом задании вам предлагается провести небольшое исследование. Его цель — сравнить по частоте встречаемость букв в словах русского языка в разных позициях: в начале, в середине и в конце слова.

а)\* Откройте в текстовом редакторе текстовый файл, содержащий не менее 25 000 символов. Используя возможности текстового редактора, подсчитайте, сколько раз каждая буква русского алфавита является первой буквой слова, сколько раз последней и сколько раз не стоит ни в одной из этих позиций. Результаты исследования запишите в таблицу.

Буква	В начале слова	В середине слова	В конце слова	Однобуквенные слова
<b>Гласные</b>				
а				
е, ё				
и				
о				
у				
ы				
э				
ю				
я				
<b>Согласные</b>				
б				
в				
г				
д				
ж				

з				
й				
к				
л				
м				
н				
п				
р				
с				
т				
ф				
х				
ц				
ч				
ш				
щ				
<b>Остальные</b>				
ь	0			
ь	0			

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Гласные					Частота		
2	Буква	В начале	В конце	В середине	Однобуквенные	В начале	В конце	В середине
3	а	412	1141	5776	23	$=B3/(B3 + C3 + D3 - E3)$	$=C3/(B3 + C3 + D3 - E3)$	$=D3/(B3 + C3 + D3 - E3)$
4	е, ё	192	1591	6101	0	$=B4/(B4 + C4 + D4 - E4)$	$=C4/(B4 + C4 + D4 - E4)$	$=D4/(B4 + C4 + D4 - E4)$
5	и	...	...	...	...	...	...	...
6	о	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	ю	...	...	...	...	...	...	...
11	я	...	...	...	...	...	...	...
12	Всего	$=\text{СУММ}(B3:B11)$	$=\text{СУММ}(C3:C11)$	$=\text{СУММ}(D3:D11)$	$=\text{СУММ}(E3:E11)$	$=B12/(B12 + C12 + D12 - E12)$	$=C12/(B12 + C12 + D12 - E12)$	$=D12/(B12 + C12 + D12 - E12)$
13	Согласные				...			
...	...	...	...	...	...	...	...	...

б) Для вычисления частот появления каждой буквы внесите данные в электронную таблицу и запишите формулы, позволяющие вычислить нужные частоты. Образец заполнения приведён на с. 10.

в) С помощью *Мастера диаграмм* таблицы Excel постройте столбчатые диаграммы распределения частот для каждой из гласных букв (тип диаграммы — *Гистограмма*). Для букв «а» и «е» такие диаграммы показаны на рисунке.



г) Постройте диаграммы для согласных букв.

д) Подсчитайте, сколько гласных букв в целом встречается в начале, в середине и в конце слова. Прделайте такие же подсчёты для согласных букв. Постройте диаграммы для гласных и согласных букв, показывающие частоту, с которой они встречаются в начале, в середине и в конце слова. Сильно ли, на ваш взгляд, различаются эти диаграммы?

е) На основании сделанных подсчётов заполните таблицу.

Буквы	Всего в тексте	Первая буква в слове	Последняя буква в слове	Буква в середине слова
Гласная				
Согласная				
ь, ъ				

По этим данным с помощью электронной таблицы постройте четыре круговые диаграммы. Первая диаграмма должна отражать процентное содержание в тексте гласных букв, согласных букв и букв «Ь» и «ъ»; вторая — процентное содержание гласных и согласных букв, встречающихся в начале слова; третья — распределение гласных, согласных букв и букв «Ь», «ъ» в конце слова; четвёртая — распределение гласных, согласных букв и букв «Ь», «ъ» в середине слова.

## Тема 2

### Языки. Кодирование символической информации



 В левом столбце таблицы указаны названия некоторых языков. Заполните два других столбца по образцу, приведённому в первых трёх строках. Если это вызывает трудности, воспользуйтесь сведениями из Интернета.

Язык	Назначение языка	Вид языка	Грамматика
Español (Испанский)	Коммуникация	Естественный	Неформализованная
Pascal (Паскаль)	Программирование	Искусственный	Формальная
Esperanto (Эсперанто)	Коммуникация	Искусственный	Формализованная
Volapük (Волапюк)			
Basic English (Бейсик инглиш)			
Basic (Бейсик)			
Chabacano (Чабакано)			

Solresol (Сольресоль)			
LoCoS (Локос)			
Afaan Oromoo (Афан Оромо)			
Whitespace (Вайтспейс)			
Westron (Вестрон)			
Yvle (Эвле)			
Lincos (Линкос)			
Bohutu (Бухуту)			
Ada (Ада)			
Qwepya (Квенья)			

**2** В таблице указаны коды некоторых букв русского алфавита.

Буква	а	е	к	л	н	о	р	т
Код	110	011	001	000	100	101	111	010

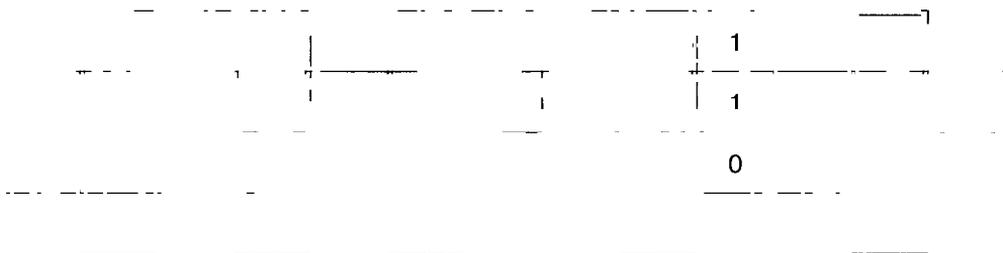
а) Закодируйте этим кодом следующие слова:

корт — \_\_\_\_\_

лето — \_\_\_\_\_

кант — \_\_\_\_\_

б) В строки клетчатой фигуры, представленной на рисунке, впишите эти закодированные слова (в каждую клетку одну цифру) так, чтобы в закрашенном столбце оказались именно те цифры, которые там указаны.



в) Тройки цифр, стоящие в каждом из столбцов, отмеченных двойной рамкой, — коды букв нового слова. Подпишите под каждым столбцом закодированную букву и определите это слово.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

В таблице указаны коды некоторых букв русского алфавита.

Буква	а	в	к	м	о	р	т
Код	01	010	000	10	101	100	001

а) Закодируйте этим кодом следующие слова:

мотор — \_\_\_\_\_

ворот — \_\_\_\_\_

карта — \_\_\_\_\_

б) В строки клетчатой фигуры впишите эти закодированные слова (каждое слово в отдельную строку, в каждую клетку одну цифру) так, чтобы были заполнены все клетки этой фигуры.

①	②			③	④		⑤	⑥		⑦	⑧			
⑨	⑩						⑪	⑫				⑬	⑭	
					⑮	⑯			⑰	⑱				

в) Из клеток, отмеченных номерами в кружочках, выпишите цифры в порядке этих номеров: \_\_\_\_\_.

Это код некоторого слова русского языка. Определите это слово.

Ответ: \_\_\_\_\_.

### Тема 3

#### Системы счисления

а) Заполните пустые клетки первых двух строк таблицы, переведя имеющиеся в них числа в соответствующую систему счисления.

Десятичная система счисления	598	1000		1296		136845
Шестеричная система счисления			3657		23458	
Коэффициент						

б) Воспользовавшись калькулятором, найдите отношение количества цифр в записи числа в десятичной системе к количеству цифр в записи того же числа в шестеричной системе. Результаты вычислений запишите в третью строку таблицы.

2) а) Выполните такое же задание для чисел, приведённых в следующей таблице.

Десятичная система счисления	598	1000		1296		136845
Четырнадцатеричная система счисления			657		3458	
Коэффициент						

б)  Сравните результаты во вторых строках таблиц заданий 1 и 2. Какой вывод можно сделать?

3)  Используя режимы Bin, Oct и Hex *Инженерного калькулятора*, заполните пустые клетки таблицы.

Система счисления			
Десятичная	Двоичная	Восьмеричная	Шестнадцатеричная
27			
	100111		
		27	
			27
	1010101		
			A2B3
999			
		333	
			BCDE
		765	
565			

**4**  Используя *Инженерный калькулятор*, заполните таблицу умножения в восьмеричной системе счисления.

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

**5** Коля составил четыре примера на действия с числами в двоичной системе счисления. Затем в этих примерах он стёр некоторые цифры, а места, где они стояли, обозначил небольшими прямоугольниками. Восстановите стёртые цифры и впишите их в прямоугольники так, чтобы получились верные записи числовых примеров в двоичной системе счисления.

а)

$$\begin{array}{r}
 \square 0 \square 0 0 \square \\
 + \quad \square 1 \square 1 \square \\
 \hline
 \square \square \square 1 \square 0 0
 \end{array}$$

б)

$$\begin{array}{r}
 \square \square 0 \square 1 \square \\
 - \quad \square 0 1 0 \square \\
 \hline
 \square 1 \square 0 1
 \end{array}$$

в)

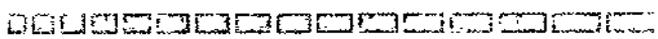
$$\begin{array}{r}
 \square \square 1 \square \square \\
 \times \quad \square \square \square \square \\
 \hline
 \square \square \square \square \square \\
 + \quad \square \square \square \square \square \\
 \hline
 \square \square \square \square 1 \square \square 1
 \end{array}$$

г)

$$\begin{array}{r}
 \square 0 \square \square \square \square \square \square \square \square 1 \\
 - \quad \square \square \square \square \square \square \square \square \square \\
 \hline
 \square \square \square \square \square \square \square \square \\
 - \quad \square \square \square \square \square \square \square \square \\
 \hline
 0
 \end{array}$$

## Тема 4

### Моделирование и формализация



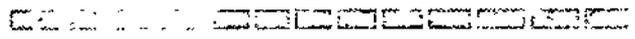
1. Вы знаете, что модель — это соответствующее целям моделирования и сохраняющее существенные свойства представление некоторого объекта (процесса или явления) другим объектом (процессом или явлением). В соответствии с этим заполните свободные клетки таблицы (с. 19—21).

2. В клетки второй строки таблицы запишите номера тех моделей из таблицы для предыдущего задания, которые, по вашему мнению, относятся к указанному типу.

Имитационные	Информационные нематематические	Математические

## Тема 5

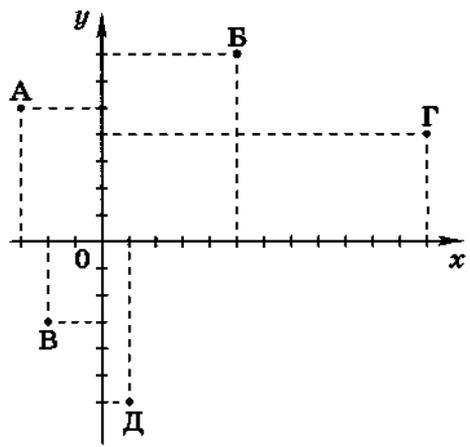
### Компьютерное моделирование



1. По территории некоторого района проходит железная дорога. Было решено построить на ней железнодорожную станцию и соединить её автодорогами с несколькими населёнными пунктами. Требуется определить место наилучшего расположения станции.

а) Для решения этой задачи были сделаны следующие упрощающие предположения:

- 1) участок железной дороги, на котором предполагается построить станцию, является отрезком прямой, а сама станция может быть построена в любой точке этого участка;



№	Жизненная задача	Цель моделирования	Моделируемый объект, процесс или явление	Модель
1	Дать знания о суточном вращении Земли	Объяснить смену дня и ночи	Вращение земного шара вокруг своей оси	Глобус
2	Доехать поездом из Омска в Москву		Движение поездов по маршруту Омск–Москва	Расписание движения поездов
3	Прийти в гости к другу, который переехал на новую квартиру	Объяснить, как добраться		
4	Отправить космонавта в полёт	Создать условия, тренирующие космонавта к перегрузкам во время старта		
5		Объяснить суть солнечного затмения		

№	Жизненная задача	Цель моделирования	Моделируемый объект, процесс или явление	Модель
6	Расставить мебель в квартире			
7	Сходить в кинотеатр посмотреть новый фильм			
8	Изготовить новый прибор			
9	Поужинать			

10	Снять эпизод филь- ма о жизни в XIX веке				
11	(предложите свой вариант)				
12	(предложите свой вариант)				
13	(предложите свой вариант)				

2) дороги, соединяющие населённые пункты со станцией, также являются прямолинейными отрезками.

Для построения математической модели введём систему координат, поместив её начало в левом конце рассматриваемого участка железной дороги, ось абсцисс направим вдоль этого участка, а ось ординат — перпендикулярно ему (см. рисунок). Тогда расположение каждого населённого пункта задаётся координатами изображающей его точки. Место положения станции определяется одним числом — абсциссой точки, изображающей станцию.

Параметры, описывающие эту модель, таковы:

$S$  — длина отрезка, изображающего участок железной дороги;

$K[5; 2]$  — двумерный массив, состоящий из координат пяти населённых пунктов; можно считать, что он представлен следующей таблицей:

Населённый пункт	Абсцисса	Ордината
А	-3	5
Б	5	7
В	-2	-3
Г	12	4
Д	1	-6

Ещё нужно договориться, какое расположение следует считать наилучшим. Предлагается рассмотреть три точки зрения. Они представлены в первой строке таблицы на с. 23. В клетки второй строки впишите, чьи интересы, на ваш взгляд (до проведения компьютерного эксперимента), представляет та или иная точка зрения.

Хотя точки зрения и соответствующие им условия различны, в каждом случае речь идёт о нахождении наименьшего значения некоторой функции. Такая функция называется целевой. Впишите в клетки третьей строки формулы для целевых функций, соответствующих каждому из условий оптимальности. Модель построена.

Следующий пункт этого задания имеет два варианта — для тех, кто пользуется пакетом Microsoft Office, и для тех, кто пользуется пакетом OpenOffice.

Условие наилучшего расположения станции	Наилучшим является расположение, при котором сумма расстояний от станции до населённых пунктов будет наименьшей	Наилучшим является расположение, при котором наименьшей будет сумма произведений числа жителей в населённом пункте и расстояния от этого населённого пункта до станции	Наилучшим является расположение, при котором расстояние от станции до самого удалённого населённого пункта будет наименьшим
Чьи интересы представляет такая точка зрения			
<p>Формула для целевой функции</p> <p>Минимальное значение целевой функции</p> <p>Абсцисса точки расположения станции</p> <p>Стоимость строительства дорог</p> <p>Стоимость эксплуатации дорог</p> <p>Время, необходимое, чтобы добраться от станции до самого удалённого пункта</p>	<p>Ваше мнение после проведения компьютерного эксперимента:</p>		

6)  (Microsoft Office) Приступим теперь к компьютерной реализации построенной модели с помощью электронной таблицы Excel. Столбцы А и В отведём для координат населённых пунктов, ячейку С1 — под абсциссу станции; для простоты запишем сначала туда число 0 (см. таблицу). В ячейках столбца С запишем формулы, по которым вычисляется расстояние от станции до соответствующего населённого пункта (глядя на формулы, записанные в ячейках С2—С6, обдумайте, в каком виде надо записать формулу в ячейку С2, чтобы потом было удобно её копировать в другие ячейки столбца С).

	А	В	С	Д	Е
1	Абсцисса	Ордината	0	=СУММ (С2:С6)	Население
2	-3	5	=Корень((А2 - С1)^2 + В2^2)		12 000
3	5	7	=Корень((А3 - С1)^2 + В3^2)	=МАКС (С2:С6)	5600
4	-2	-3	=Корень((А4 - С1)^2 + В4^2)		7300
5	12	4	=Корень((А5 - С1)^2 + В5^2)		2700
6	1	-6	=Корень((А6 - С1)^2 + В6^2)		6450
7					

В ячейках столбца D запишем формулы для целевых функций: в ячейку D1 — для первой целевой функции, в ячейку D3 — для третьей. В ячейку D2 запишем формулу второй целевой функции. Это можно сделать по-разному. Самый простой способ — записать туда формулу

$$= C2 * E2 + C3 * E3 + C4 * E4 + C5 * E5 + C6 * E6.$$

А можно в столбце F вычислить попарные произведения расстояний и количества жителей в каждом из населённых пунктов. Тогда в ячейку D2 можно записать формулу =СУММ(F2:F6).

Находить абсциссу точки расположения станции мы будем, используя специальную программу в Excel — надстройку *Поиск решения*. Эта программа является дополнительной, поэтому может потребоваться её подключение.

Запустите программу *Поиск решения*. В появившемся диалоговом окне в целевую ячейку запишите адрес ячейки первой целевой функции (т. е. D1). Затем укажите, чего требуется добиться от целевой функции — в нашем случае минимального значения. Наконец, укажите, значение в какой ячейке надо изменять (у нас это C1), чтобы добиться нужного результата. Дополнительных ограничений у нас нет, так что пришла пора щёлкнуть по кнопке *Выполнить*. Через непродолжительное время компьютер отчитается: *Решение найдено* — и спросит, сохранить ли полученное решение. Ответьте щелчком по кнопке ОК. В ячейке C1 вы увидите искомую координату. Запишите её и минимальное значение целевой функции в таблицу на с. 23.

б)  (OpenOffice) Приступим теперь к компьютерной реализации построенной модели с помощью электронной таблицы. Строки 1, 2 и 3 отведём для координат населённых пунктов и численности населения, в ячейку A4 запишем число -3, поскольку станция не будет иметь абсциссу, меньшую, чем самая маленькая из абсцисс всех населённых пунктов. В последующих ячейках строки с номером 4 запишем формулы, по которым вычисляется расстояние от станции до соответствующего населённого пункта (см. таблицу). В ячейку G4 запишем сумму расстояний от станции до каждого из населённых пунктов.

Теперь мы должны «перемещать» положение станции вдоль оси абсцисс и выбирать, при каком значении абсциссы её расположения сумма расстояний до населённых пунктов окажется минимальной. Компьютер не позволяет менять положение станции непрерывно, т. е. мы должны выбрать некоторый шаг, указывающий, на сколько новое положение станции отличается от предыдущего. Для начала выберем величину шага 0,5 и запишем это число в ячейку G1. Чтобы автоматизировать вычисление абсциссы очередного расположения станции, запишем в ячейку A5 формулу  $=A4 + G\$1$ . Скопируем её в последующие ячейки этого столбца так, чтобы в последней ячейке оказалось число 12 — наибольшее возможное значение абсциссы расположения станции. Осталось ещё скопировать столбец B в столбцы C—F и формулу из ячейки G4 в расположенные ниже ячейки столбца G.

В таблице у вас оказались заполненными строки с номера 1 по номер 34. Но наша цель — указать минимальное значение суммы расстояний от станции до населённых пунктов. Поэтому в ячейку G35 запишите формулу  $=MIN(G4:G34)$ .

В вашей таблице появились результаты. Найдите в столбце G, в какой ячейке записано такое же число, как и в ячейке G35. У нас это ячейка G12 (см. таблицу). Ей соответствует значение абсциссы, равное 1. Но вполне возможно, что меньшее значение достигается левее или правее этого расположения станции. Чтобы это выяснить, давайте рассмотрим отрезок от 0,5 до 1,5 и пройдем по нему с шагом, в 10 раз меньшим, т. е. с шагом 0,05. Для этого запишите в ячейку G1 число 0,05, а в ячейку A4 — число 0,5. Пересчёт значений про-

	A	B	C	D	E	F	G
1	Абсцисса	-3	5	-2	12	1	0,5
2	Ордината	5	7	-3	4	6	
3	Население	12000	5600	7300	2700	6450	Модель № 1
4	-3	$=\text{SQRT}((\text{B}\$1 - \text{\$A4})^2 + \text{B}\$2^2)$					$=\text{SUM}(\text{B4:F4})$
5	$=\text{A4} + \text{G}\$1$	$=\text{SQRT}((\text{B}\$1 - \text{\$A5})^2 + \text{B}\$2^2)$					$=\text{SUM}(\text{B5:F5})$
6	$=\text{A5} + \text{G}\$1$	$=\text{SQRT}((\text{B}\$1 - \text{\$A6})^2 + \text{B}\$2^2)$					$=\text{SUM}(\text{B6:F6})$
...	...	...					...
34	$=\text{A33} + \text{G}\$1$	$=\text{SQRT}((\text{B}\$1 - \text{\$A34})^2 + \text{B}\$2^2)$					$=\text{SUM}(\text{B34:F34})$
35							

изойдёт почти мгновенно. Может, правда, случиться так, что у вас в столбце G будет теперь несколько одинаковых чисел, имеющих минимальное значение. Это произошло потому, что у вас по умолчанию стояло слишком жёсткое ограничение на количество разрядов после запятой. Увеличьте разрядность с помощью соответствующей кнопки на панели инструментов. Теперь ясно видно, какому значению абсциссы расположения станции соответствует минимальная сумма расстояний. Запишите её и минимальное значение целевой функции в таблицу на с. 23.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Абсцисса	-3	5	-2	12	1	0,5
2	Ордината	5	7	-3	4	6	
3	Население	12 000	5600	7300	2700	6450	Модель № 1
4	-3	5	10,63	3,16	15,52	7,21	41,53
...	...	...	...	...	...	...	...
11	0,5	6,1	8,32	3,91	12,18	6,02	36,53
12	1	6,4	8,06	4,24	11,7	6	36,41
13	1,5	6,73	7,83	4,61	11,24	6,02	36,42
...	...	...	...	...	...	...	...
34	12	15,81	9,9	14,32	4	12,53	56,56
35							36,41

в)  Выполните аналогичную работу для второй и третьей целевых функций.

Пусть на прокладку одного километра дороги требуется израсходовать 1,5 млн р. Подсчитайте для каждого варианта расположения станции, во что суммарно обойдётся строительство дорог от населённых пунктов до станции. Результат расчётов впишите в клетки соответствующей строки таблицы. Насколько более экономичным оказался первый вариант расположения станции по сравнению с двумя другими?

Чтобы определить эксплуатационные расходы, обычно указывают, какова в среднем стоимость перевозки одного пассажира на 1 км. В эту величину входят расходы на топливо, износ транспортного средства

и дороги, заработная плата водителя и прочее. Пусть эта величина равна 1,2 р. с человека на 1 км. Найдите величину эксплуатационных расходов для каждого из вариантов расположения станции. Результат расчётов впишите в клетки соответствующей строки таблицы. Насколько более экономичным с точки зрения эксплуатации оказался второй вариант расположения станции по сравнению с двумя другими?

Чрезвычайные ситуации, конечно, случаются нечасто. И всё же, например, потребуется срочно доставить больного на станцию для эвакуации в областной центр. Рассчитайте время, которое потребует машина «скорой помощи» для преодоления расстояния от самого удалённого населённого пункта до станции, в каждом из вариантов расположения станции. Результат расчётов впишите в клетки соответствующей строки таблицы на с. 23.

Возможно, теперь вы иначе сформулируете свои ответы на вопрос во второй строке таблицы с. 23. Если это произошло, впишите их в таблицу.

**2** На территории некоторого района расположено несколько населённых пунктов. Было решено построить вертолётную площадку и соединить её автодорогами со всеми населёнными пунктами. Требуется определить место наилучшего расположения площадки.

а) Для решения этой задачи были сделаны следующие упрощающие предположения:

1) вертолётная площадка может быть построена в любой точке района;

2) дороги, соединяющие населённые пункты с площадкой, являются прямолинейными отрезками.

Система координат здесь может быть выбрана совершенно произвольно. Зато точка, обозначающая местоположение вертолётной площадки, имеет две координаты, так что и разыскивать нам придётся не одно число, а два.

Завершите построение математической модели и заполните вторую строку таблицы.

б) **■** Реализуйте построенную модель с помощью электронной таблицы. Координаты населённых пунктов можете взять из задания 1.

**3** (Microsoft Office) Зима. Вы решили построить во дворе снежную горку. Хочется скатываться с неё так, чтобы дух захватывало, но было безопасно. Какой должна быть горка?

а) Среди существенных факторов, влияющих на построение модели, следует назвать ограничения на размеры горки, зависящие, в частности, от размеров участка, на котором она будет строиться. Пусть длина нашей горки будет ограничена 6 м. Условие безопасности диктует ограничение на скорость, которая допустима в конце спуска. Обозначим её буквой  $v$ . Пусть она будет, скажем, 20 км/ч.

Условие наилучшего расположения площадки	Наилучшим является расположение, при котором сумма расстояний от площадок до населённых пунктов будет наименьшей	Наилучшим является расположение, при котором наименьшей будет сумма произведений чисел жителей в населённом пункте и расстояния от этого населённого пункта до площадки	Наилучшим является расположение, при котором расстояние от площадки до самого удалённого населённого пункта будет наименьшим
Формула для целевой функции			
Минимальное значение целевой функции			
Координаты точки расположения площадки			

Пусть  $h$  — высота горки. Хорошо известный из физики закон сохранения энергии показывает, что  $\frac{mv^2}{2} = mgh$ , откуда  $h = \frac{v^2}{2g}$ . Подставив в эту формулу значение скорости  $v$  (не забыв перевести значение скорости из км/ч в м/с) и значение  $g$ , приближённо равное  $9,8 \text{ м/с}^2$ , получаем  $h = 1,57 \text{ м}$ . Для простоты будем строить горку высотой  $1,5 \text{ м}$ . Дух захватывает, если спуск происходит быстрее. Иными словами, мы хотим, чтобы спуск осуществлялся за наименьшее время.

Что же можно изменить для уменьшения времени спуска? Форму горки. Обычно горку делают в форме прямоугольного треугольника (см. рисунок). А если сначала спуск сделать более крутым, а затем пологим? Как же найти подходящую линию?

Вы уже знакомы с приёмом, который называется дискретизацией. Он заключается в том, что промежуток изменения величины разбивается на несколько частей и на каждой из этих частей изучаемая функция, зависящая от этой величины, заменяется линейной функцией или константой. Иными словами, вместо плавной линии мы рассматриваем ломаную (см. рисунок). Ясно, что при увеличении количества частей, на которые разбивается промежуток изменения исходной величины, получающаяся ломаная всё более приближается к искомой плавной линии.



Приступим теперь к выделению параметров, необходимых для построения модели, и установлению связей между ними. Одним из таких параметров является количество точек, которыми разбивается отрезок  $[0; 6]$ , изображающий основание будущей горки. Обозначим это количество буквой  $n$ . Тогда количество частей, на которые разобьётся отрезок, равно  $n + 1$ . Обозначим высоту горки в  $i$ -й точке разбиения через  $y_i$ . Упомянутый выше закон сохранения энергии показывает, что скорость  $v_i$ , которую будут иметь санки в  $i$ -й точке горки, удовлетворяет соотношению

$$\frac{mv_i^2}{2} = mg(h - y_i).$$

Следовательно,  $v_i = \sqrt{2g(h - y_i)}$ . Поскольку движение по отрезку прямой от одной точки разбиения до другой происходит под действием постоянной силы — силы тяжести, то это движение является равноускоренным. А для равноускоренного движения время, затрачиваемое телом на прохождение заданного пути  $s$ , равно частному при делении пути  $s$  на полусумму скоростей, которые имеет тело в начале и конце пути.

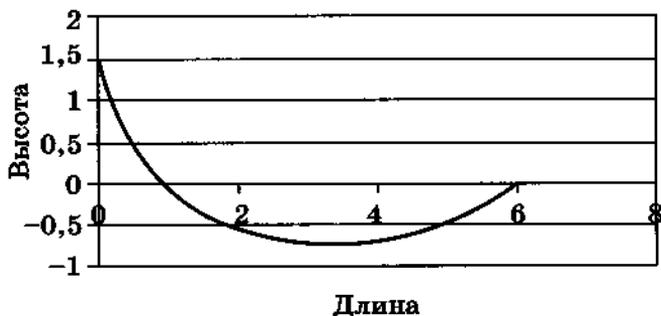
Путь  $s_i$ , который проходят санки на  $i$ -м участке горки, легко найти по теореме Пифагора; он равен  $\sqrt{(y_{i-1} - y_i)^2 + (6/(n+1))^2}$ , где  $y_0 = h = 1,5$ , а  $y_{n+1} = 0$ . Следовательно, время  $t_i$ , которое тратят санки на прохождение  $i$ -го участка горки, равно  $\frac{2s_i}{v_{i-1} + v_i}$ , где  $v_0 = 0$ . Общее время спуска равно сумме  $t_1 + t_2 + \dots + t_n$ . Значит, наша цель — найти такие значения для  $y_1, y_2, \dots, y_n$ , чтобы указанная сумма была наименьшей. Математическая модель построена.

б)  Приступим к компьютерной реализации этой модели с помощью электронной таблицы. В ячейку F2 запишем количество точек разбиения (см. таблицу на с. 32), для начала возьмём 7 точек. Тем самым у нас будет 9 значений высот, которые мы обозначали буквой  $y$  с соответствующим индексом. Эти значения мы будем записывать в столбце В, начиная со второй строки. При этом в ячейку В2 запишется число 1,5 — высота всей горки, а в ячейку В10 запишется число 0. В ячейки В3—В9 можно пока записать любые числа между 0 и 1,5. В ячейку F3 запишем формулу для вычисления длины каждой из частей разбиения.

Столбец С отведём для вычисления значений скорости в конце каждого участка разбиения. Эти формулы представлены в таблице (подумайте, как записать эти формулы, чтобы их было удобно копировать). Аналогично в столбцах D и E запишем формулы для вычисления длины каждого участка и времени спуска по этому участку. В ячейку F1 запишем суммарное время спуска с горки.

Теперь надо подобрать такие значения в ячейках В3—В9, чтобы значение в ячейке F1 было наименьшим. Это, как и в задании 5.1, можно сделать с помощью надстройки *Поиск решения*. Только теперь в окне *Изменяя ячейки* надо поместить указание на блок ячеек В3:В9. Проведите эти вычисления. Результаты запишите в таблицу на с. 33 (значения в 1-й и 2-й точках уже вписаны).

С помощью *Мастера диаграмм* постройте график изменения высоты горки (он будет выглядеть, вероятнее всего, так, как показано на рисунке).



	A	B	C	D	E	F
1	Точки	Высота	Скорость	Длина участка	Время	=СУММ(D2:D9)
2	0	1,5	0	=Корень((A2 - A3)^2 + E3^2)	=2*C2/(B2 + B3)	7
3	=A2 + F3		=Корень(2*9,8*(A2 - A3))	=Корень((A3 - A4)^2 + E3^2)	=2*C3/(B3 + B4)	=6/(F2 + 1)
4	=A3 + F3		=Корень(2*9,8*(A2 - A4))	=Корень((A4 - A5)^2 + E3^2)	=2*C4/(B4 + B5)	
...	...		...	...	...	
...	...		...	...	...	
9	=A3 + F3		=Корень(2*9,8*(A2 - A9))	=Корень((A9 - A10)^2 + E3^2)	=2*C9/(B9 + B10)	
10	=A9 + F3	0	=Корень(2*9,8*A2)			

Количество точек разбиения	7		9		11	
	без ограниче- ний	с ограни- чениями	без ограниче- ний	с ограни- чениями	без ограниче- ний	с ограни- чениями
Начальная точка	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
1-я точка	0,096145					
2-я точка	-0,37637					
3-я точка						
4-я точка						
5-я точка						
6-я точка						
7-я точка						
8-я точка						
9-я точка	--	--				
10-я точка	--	--				
11-я точка	--	--	--	--		
12-я точка	--	--	--	--		
13-я точка	--	--	--	--	--	--
14-я точка	--	--	--	--	--	--
15-я точка	--	--	--	--	--	--

Однако результаты могут вас разочаровать — появились отрицательные значения высот. Это означает, что придётся почти на метр углублять горку. Ясно, что такое решение неприемлемо. Значит, при построении модели не были учтены какие-то существенные факторы.

Уточним модель, указав, что высота в любой точке разбиения должна быть заключена в пределах от 0 до 1,5. Эти условия нужно записать в окне *Ограничения*. Сделайте это и найдите оптимальное решение для такой модели. Результаты впишите в соответствующий столбец таблицы. Постройте график, который фактически покажет вам, как будет выглядеть горка.

В начале построения модели мы обсудили, что форма горки будет тем ближе к оптимальной, чем больше точек разбиения мы возьмём. Увеличьте количество точек разбиения до 9 и найдите оптимальное решение в этом случае сначала без учёта ограничений (вдруг повезёт!), а затем с учётом ограничений. Результаты впишите в таблицу и постройте график, демонстрирующий профиль горки. Сравните его с графиком для 7 точек разбиения.

в)  А теперь выполните ту же работу, взяв сначала 11 точек разбиения, а затем 15. Впишите полученные результаты в таблицу. Постройте графики и сравните их; удобнее сравнивать графики, если они построены на одной и той же области диаграммы. Если вы считаете, что форма горки всё ещё существенно меняется при увеличении числа точек, продолжите компьютерный эксперимент, увеличивая количество точек разбиения.

 На лесном участке после пожара растёт молодой лес. Исследование показало, что масса древесины первоначально составляла 100 000 т. Через год масса древесины на том же участке составила уже 280 000 т. Конечно, исследование можно провести и на следующий год, и ещё через год, и т. д. Но хотелось бы прогнозировать, как будет увеличиваться масса древесины — тогда через какое-то время можно будет начать добычу леса.

Построим модель этого процесса. Естественным выглядит предположение, что прирост массы в течение года пропорционален уже имеющейся массе. Обозначим коэффициент пропорциональности буквой  $k$ . Кроме того, через  $M(t)$  обозначим массу древесины по прошествии  $t$  лет; в частности,  $M(0) = 100\,000$ , а  $M(1) = 280\,000$ . Наше предположение мы можем тогда выразить следующей формулой:

$$M(t + 1) - M(t) = kM(t),$$

или

$$M(t + 1) = (1 + k)M(t).$$

Нетрудно найти и значение коэффициента  $k$  — ведь  $M(1) - M(0) = kM(0)$ , откуда  $k = 1,8$ .

а)  Приступим к компьютерной реализации этой модели с помощью электронной таблицы. Её можно заполнить, например, так (не забудьте только обдумать, адреса каких ячеек не должны меняться при копировании):

	A	B	C	D
1	Год	Масса		1,8
2	0	100000		
3	=A2+1	=(1+D1)*B2		
4	=A3+1	=(1+D1)*B3		
5	...	...		

О том, сколько строк надо заполнить в столбцах А и В, мы поговорим чуть позже.

Конечно, и без вычислений ясно, что масса древесины из года в год возрастает. Попробуйте предугадать, через сколько лет масса превысит 1 000 000 т.

Запишите свой прогноз: через \_\_\_\_\_ лет.

А теперь проведите вычисления в электронной таблице. Для этого постепенно копируйте строки в столбцах А и В, пока в некоторой ячейке столбца В не появится число, большее 1 000 000. В ячейке столбца А той же строки будет стоять искомый год. Запишите полученный результат: через \_\_\_\_\_ лет. Посмотрите, сильно ли вы ошиблись в своём прогнозе.

Повторим эксперимент и попробуем определить, через сколько лет масса древесины превзойдёт 10 000 000 т.

Ваш прогноз: через \_\_\_\_\_ лет.

Результат вычислений: через \_\_\_\_\_ лет.

Улучшились ли ваши прогностические способности?

Улучшились ли ваши прогностические способности?

б)  Можно продолжить компьютерный эксперимент и выяснить, через сколько лет масса древесины на участке превзойдёт массу Земли: 5 976 000 000 000 000 000 000 т.

Получите ответ и запишите его: через \_\_\_\_\_ лет.

Полученный результат ошеломит любого — согласно проведённым вычислениям это произойдёт в течение жизни одного поколения. Ясно, что такого быть не может. Видимо, не всё удачно в построенной нами модели.

Проанализируем предположения, сделанные при построении модели. Фактически оно было одно — прирост массы пропорционален уже имеющейся массе. Но ясно, что не учтён такой важнейший фактор, как ограниченность ресурсов, — для роста нужны питательные вещества, территория, свет и т. п. Перечислить все факторы, огра-

ничающие рост, едва ли возможно, да и не нужно. Необходимо только эти факторы учесть, как изменение коэффициента  $k$ , чтобы прирост массы оказался ограниченным. Итак, можно высказать ещё два предположения:

- имеется некоторое предельное значение  $L$  для массы древесины леса, растущего на данном участке;
- коэффициент прироста убывает до 0 по мере того, как масса древесины становится близкой к предельному значению  $L$ , если же масса древесины становится больше значения  $L$ , то коэффициент прироста становится отрицательным.

Биологи установили, что в этих предположениях подходящей функцией для коэффициента прироста является функция  $k \frac{L - M(t)}{M(0)}$ .

Тем самым для прироста массы древесины получаем формулу:

$$M(t+1) - M(t) = k \frac{L - M(t)}{M(0)} M(t).$$

Две построенные модели изменения массы имеют специальные названия; первую из них называют моделью неограниченного роста, а вторую, наоборот, — моделью ограниченного роста.

Чтобы удобнее было сопоставить две построенные модели, продолжим заполнение электронной таблицы; ячейка C1 отведена под значение константы  $L$ , которую мы приняли равной 2 500 000.

	A	B	C	D
1	Год	Масса	2500000	1,8
2	0	100000	100000	
3	=A2+1	=(1+D1)*B2	=(1+D1*(C1-C2)/C1)*C2	
4	=A3+1	=(1+D1)*B3	=(1+D1*(C1-C3)/C1)*C3	
5	...	...	...	

Попробуйте теперь предугадать, через сколько лет масса превысит 1 000 000 т.

Запишите свой прогноз: через \_\_\_\_\_ лет.

А теперь проведите вычисления в электронной таблице. Для этого постепенно копируйте строки в столбцах A и C, пока в некоторой ячейке столбца C не появится число, большее 1 000 000. В ячейке столбца A той же строки будет стоять искомый год.

Запишите полученный результат: через \_\_\_\_\_ лет. Посмотрите, сильно ли вы ошиблись в своём прогнозе.

Попытайтесь определить, через сколько лет согласно этой модели масса древесины на участке превысит 2 000 000 т.

Ответ: через \_\_\_\_\_ лет.

Чтобы наглядно сравнить характер изменения массы древесины в двух созданных моделях, постройте графики зависимости массы от года. С какого года разница в моделях, на ваш взгляд, представляется существенной?

Ответ: с \_\_\_\_\_ года.

Обычно в эксперименте отклонение величиной 5 % считается вполне приемлемым. Вот и мы договоримся, что отклонение первой модели от второй на 5 % вполне допустимо. Заполните ячейки столбца D, начиная с D2, формулами расчёта отклонения (в процентах) значений ячеек столбца B от значений ячеек столбца C. Определите, с какого года разница начнёт превышать 5 %.

Ответ: с \_\_\_\_\_ года. Совпал ли этот ответ с тем, который вы дали выше? Обдумайте сложившуюся ситуацию.

## Тема 6

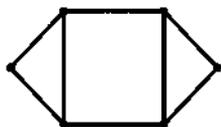
### Графы.

#### Алгоритмы поиска

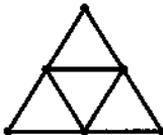


Для графов, изображённых на рисунке, заполните таблицу.

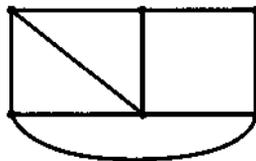
а)



б)

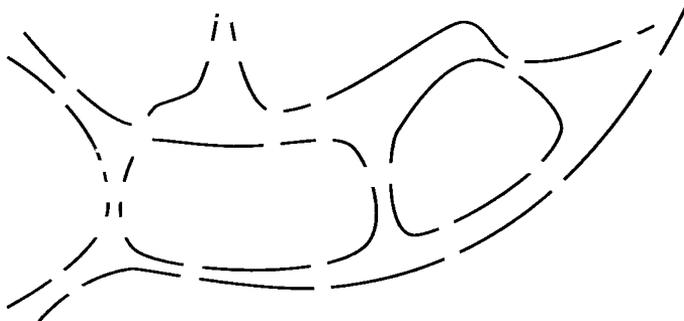


в)

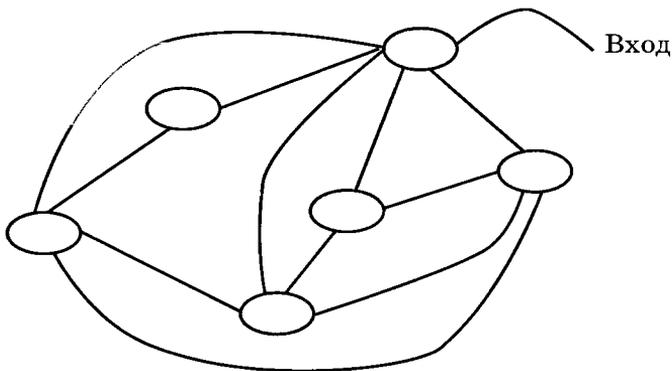


Граф, изображённый на рисунке	Количество рёбер	Количество вершин	Количество циклов длины 3	Количество циклов длины 4
а)				
б)				
в)				

2 На рисунке изображён план реки с притоками, островами и мостами, соединяющими эти острова и берега реки. Определите, можно ли проложить маршрут так, чтобы обойти все мосты, побывав на каждом из них ровно один раз. Если это возможно, нарисуйте хотя бы один такой маршрут. (Совет: сначала определите, где такой маршрут должен начинаться и где заканчиваться.)



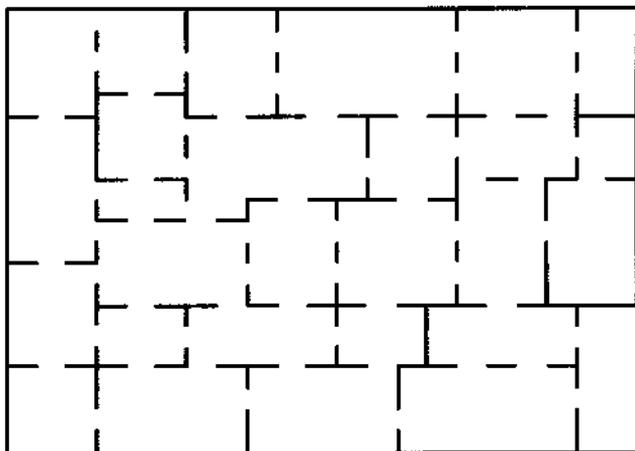
3 На старинной карте изображены ходы и гроты в пещере, где разбойники прячут сокровища. Попасть в грот, в котором спрятаны сокровища, можно только пройдя по каждому ходу и только один раз. И если в этом гроте произнести заклинание, то сразу окажешься на поверхности.



а) Может ли Али-Баба, не проходя по всему лабиринту, найти на карте заветный грот? Отметьте его галочкой. Объясните свой ответ устно.

б) Найдите хотя бы один путь, ведущий от входа к сокровищам. Проставьте номера около ходов в порядке их прохождения.

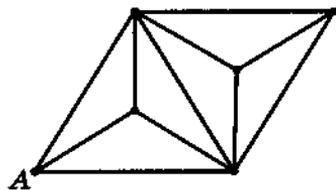
**41** Злая фея заперла принцессу в одной из комнат замка. Все двери замка открыты, кроме одной — потайной, которая ведёт наружу. Но как только принцесса проходит через дверь, та захлопывается и больше уже не открывается. Потайная дверь откроется, как только окажутся закрытыми все остальные двери замка. План замка изображён на рисунке.



а) Определите, в какой комнате оставила принцессу злая фея и в какой комнате находится потайная дверь. (Разумеется, потайная дверь находится в одной из внешних стен замка.)

б) Нарисуйте какой-нибудь путь, ведущий к свободе.

**52** Фигура, изображённая на рисунке, представляет собой ромб из двух равнобедренных треугольников со стороной 3, отрезки соединяют вершины треугольника с его центром. Требуется найти кратчайший маршрут, начинающийся в точке А и проходящий по всем отрезкам фигуры. Укажите такой маршрут, проставив около ребра номер в порядке его прохождения (возможно, что некоторые рёбра придётся пройти дважды). Обоснуйте (устно), что построенный вами маршрут кратчайший.

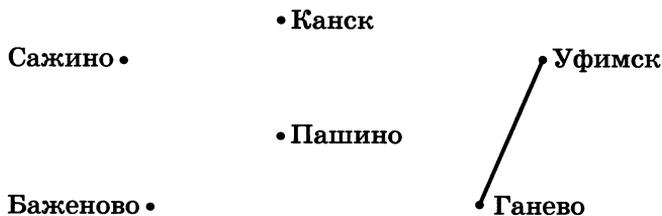


**53** Проектной организации поручено разработать проект сети дорог, соединяющих несколько населённых пунктов. После проведения предварительного исследования и расчётов была найдена стоимость прокладки дорог между этими населёнными пунктами. Данные расчётов (млн руб.) приведены в таблице. Принято решение проложить

дороги так, чтобы из каждого населённого пункта можно было попасть в любой населённый пункт (возможно, с проездом через другие).

	Баженово	Ганево	Канск	Пашино	Сажино	Уфимск
Баженово		3,3	3,2	2,7	2,7	3,8
Ганево	3,3		3,0	2,8	3,8	2,6
Канск	3,2	3,0		2,7	2,7	2,7
Пашино	2,7	2,8	2,7		3,2	2,7
Сажино	2,7	3,8	2,7	3,2		3,5
Уфимск	3,8	2,6	2,7	2,7	3,5	

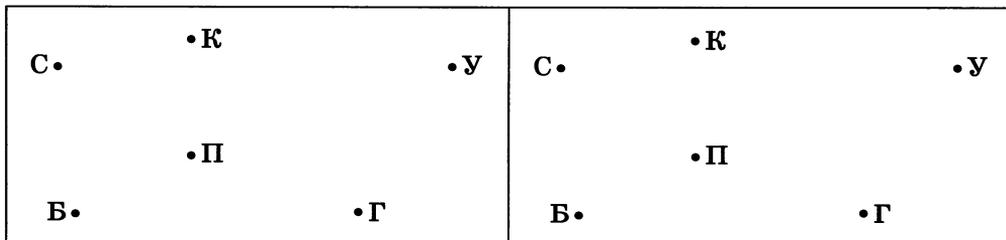
а) На рисунке соедините те пункты, строительство дорог между которыми гарантирует выполнение требований с минимальными затратами (для примера два пункта с наименьшей стоимостью дорожного строительства уже соединены, а в таблице соответствующая сумма обведена).



б) Какую сумму из бюджета надо выделить, чтобы реализовать проект в соответствии с решением, представленным вами в пункте а)?

Ответ: \_\_\_\_\_ млн руб.

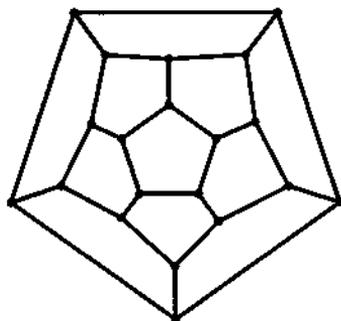
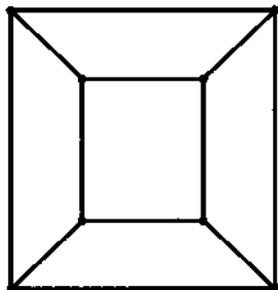
в) Существует ещё семь вариантов проекта с той же суммой затрат на строительство. Представьте их на приведённых ниже рисунках (для краткости населённые пункты обозначены первыми буквами своих названий).



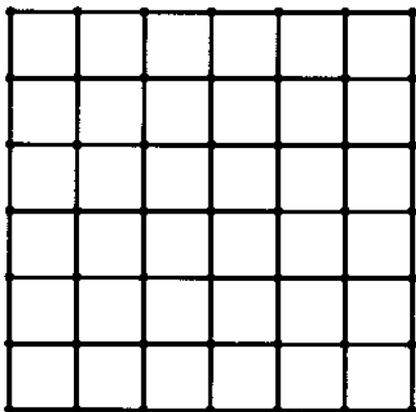
С.	•К	•У	С.	•К	•У
	•П			•П	
Б.		•Г	Б.		•Г
С.	•К	•У	С.	•К	•У
	•П			•П	
Б.		•Г	Б.		•Г
С.	•К	•У			
	•П				
Б.		•Г			

**7** а) Для графа, изображённого на рисунке слева, найдите маршрут, проходящий через каждую вершину графа ровно один раз и заканчивающийся в той же вершине, откуда он начинался (такой маршрут называется гамильтоновым циклом в честь ирландского математика У. Гамильтона, изучавшего такие маршруты). Для этого около каждой вершины укажите порядковый номер её прохождения.

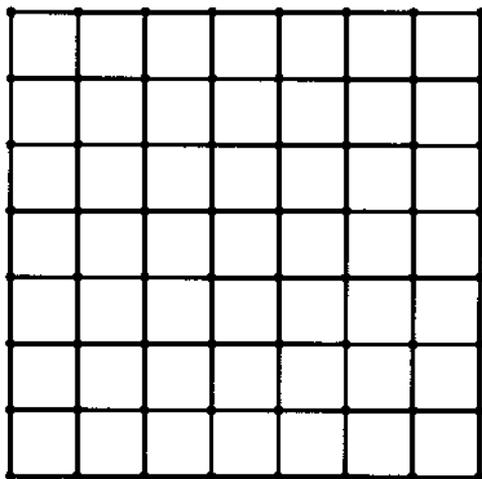
б) Выполните такое же задание, как в пункте а, для графа, изображённого на рисунке справа.



8 а) Для графа, изображённого на рисунке, укажите маршрут, проходящий через каждую вершину графа ровно один раз и заканчивающийся в той же вершине, откуда он начинался.

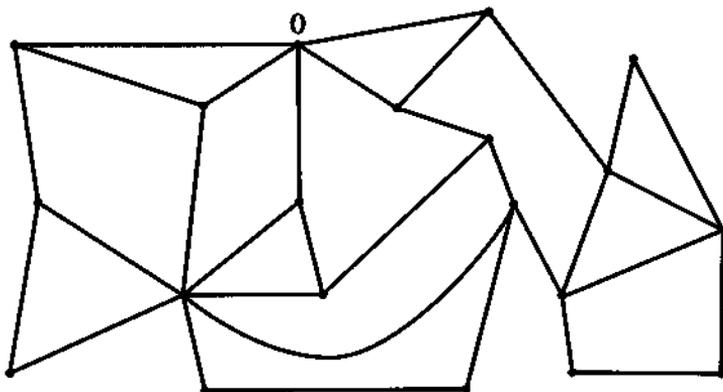


б)\* 9 Объясните, почему для графа, изображённого на рисунке, нет маршрута, проходящего через каждую вершину графа ровно один раз и заканчивающегося в той же вершине, откуда он начинался.



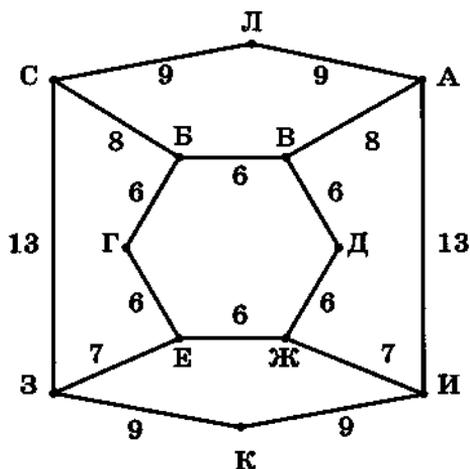
в) Укажите для этого графа какой-нибудь маршрут, проходящий через каждую вершину графа ровно один раз.

**9** Для графа, изображённого на рисунке, выполните волновой алгоритм, начав с вершины, отмеченной числом 0. Для этого около каждой вершины графа поставьте номер шага, на котором эта вершина достижима из вершины с номером 0.



**10** На рисунке изображён нагруженный граф, моделирующий систему дорог между несколькими населёнными пунктами. Требуется со станции (она на графе обозначена буквой С) развезти почту в другие населённые пункты.

а) Для каждого населённого пункта запишите в скобках кратчайшее расстояние от станции до этого пункта.

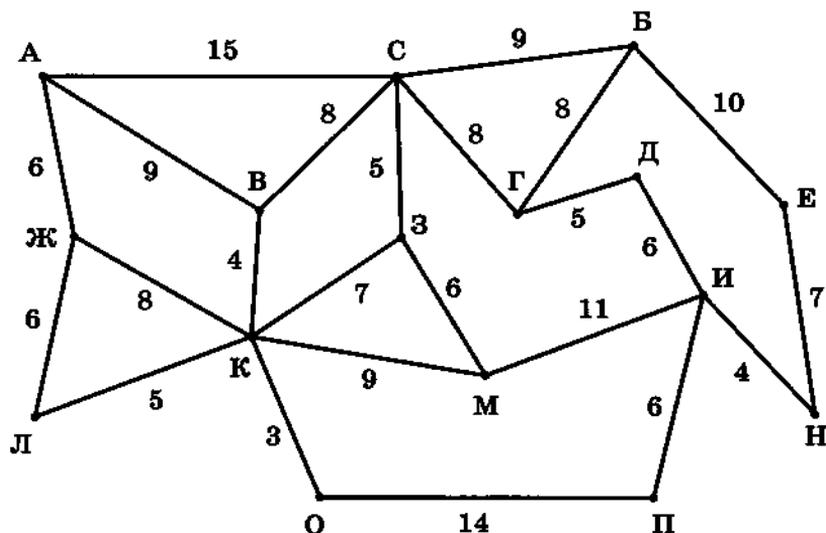


А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л

б) **7** Существует ли такой маршрут, чтобы, проехав по нему со станции, можно было побывать в каждом населённом пункте ровно один раз и снова вернуться на станцию?

в)\* Однажды потребовалось доставить почту во все населённые пункты. С помощью данного графа найдите самый короткий маршрут, начинающийся со станции, обеспечивающий такую доставку и возврат на станцию.

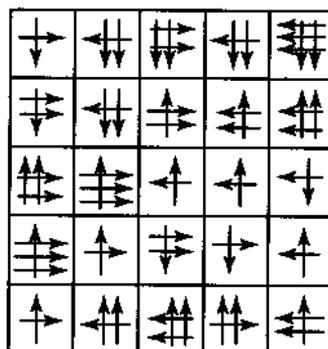
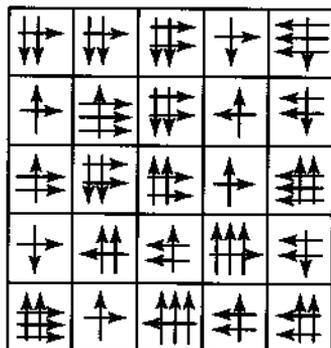
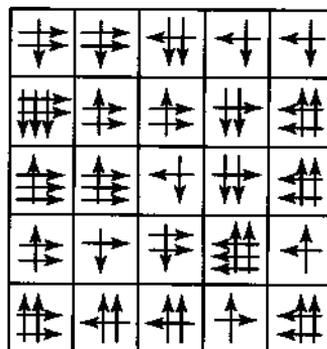
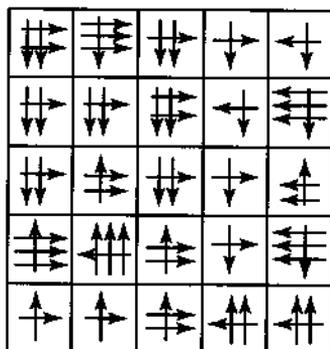
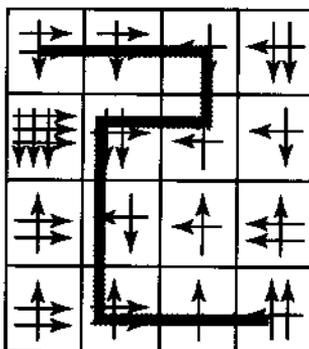
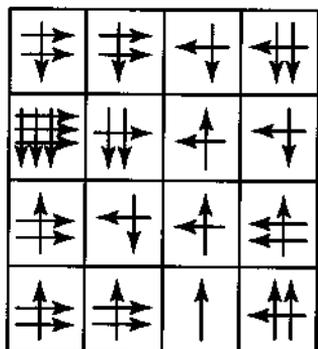
**11** Для графа, изображённого на рисунке, выполните те же задания, что и в задании 9.



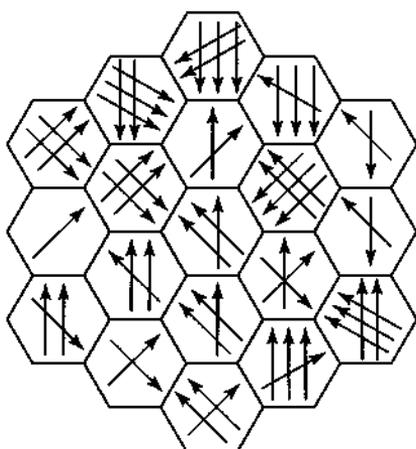
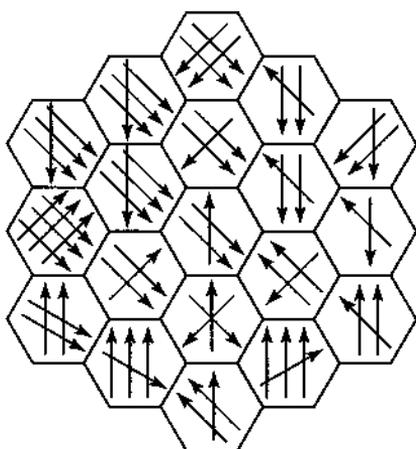
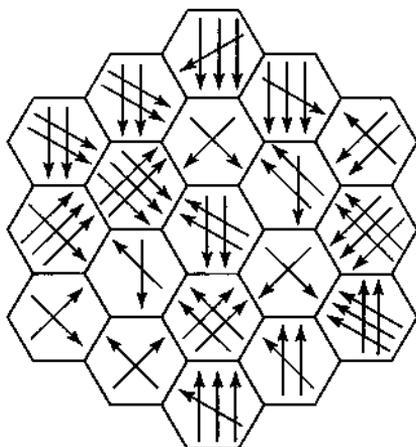
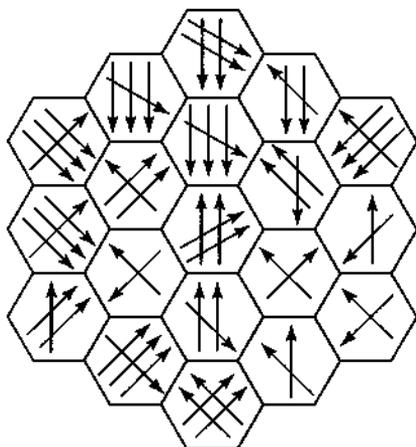
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О	П

**12** На рисунке приведено несколько клеточных конфигураций. Требуется найти кратчайший маршрут из клетки, стоящей в верхнем левом углу, в клетку, стоящую в правом нижнем углу. Из каждой клетки можно сделать прыжок в одном из тех направлений, куда указывают стрелки, находящиеся в этой клетке, причём на столько клеток, сколько стрелок указывает это направление. (Совет: подумайте, как для выполнения задания использовать волновой алгоритм.)

# Пример



**13** На рисунке приведено несколько шестиугольных конфигураций. Требуется найти кратчайший маршрут из верхней клетки в нижнюю клетку. Из каждой клетки можно сделать прыжок в одном из тех направлений, куда указывают стрелки, находящиеся в этой клетке, причём на столько клеток, сколько стрелок указывает это направление.



# Содержание

Предисловие.....	3
Тема 1. Повторение и восстановление навыков работы на компьютере .....	4
Тема 2. Языки. Кодирование символьной информации .....	12
Тема 3. Системы счисления.....	15
Тема 4. Моделирование и формализация.....	18
Тема 5. Компьютерное моделирование.....	18
Тема 6. Графы. Алгоритмы поиска .....	37

# 爱 谢谢

Учебное издание

Гейн Александр Георгиевич

## Информатика

Рабочая тетрадь

9 класс

Пособие для учащихся общеобразовательных организаций

Зав. редакцией *Т. А. Бурмистрова*

Редактор *О. В. Платонова*

Художественный редактор *О. П. Богомолова*

Компьютерная графика:

Техническое редактирование и компьютерная вёрстка *Е. В. Бакина*

Корректор *М. Г. Волкова*

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93—953000. Изд. лиц. Серия ИД № 05824 от 12.09.01. Подписано в печать 19.08.13. Формат 70×90<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная. Гарнитура SchoolBookCSanPin. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 1,89. Тираж 3000 экз. Заказ № 2535.

Открытое акционерное общество «Издательство «Просвещение». 127521, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Отпечатано в филиале «Тверской полиграфический комбинат детской литературы» ОАО «Издательство «Высшая школа». 170040, г. Тверь, проспект 50 лет Октября, 46. Тел.: +7(4822) 44-85-98. Факс.: +7(4822) 44-61-51

УДК 373.167.1:004  
ББК 32.81я72  
Г29

爱  
谢谢

Рабочая тетрадь является дополнением к учебнику «Информатика» для 9 класса авторского коллектива под руководством А. Г. Гейна. В ней содержатся задания по всем изучаемым темам. Тетрадь будет полезна для работы как на уроке, так и дома.

ISBN 978-5-09-032603-2

© Издательство «Просвещение», 2014  
© Художественное оформление.  
Издательство «Просвещение», 2014  
Все права защищены

**Учебно-методический комплект авторского  
коллектива под руководством А. Г. Гейна:**

*А. Г. Гейн, Н. А. Юнерман*  
«Информатика. 9 класс»

*А. Г. Гейн*  
**«Информатика. Рабочая тетрадь. 9 класс»**

*А. Г. Гейн, Н. А. Юнерман*  
«Информатика и информационные технологии.  
Задачник-практикум. 8 — 9 классы»

*А. Г. Гейн*  
«Информатика. Методические  
рекомендации. 9 класс»

*А. Г. Гейн*  
«Информатика. Рабочие программы.  
7 — 9 классы»

Программное обеспечение для проведения  
практических занятий и методические  
рекомендации размещены на сайтах:  
[www.prosv.ru](http://www.prosv.ru)  
<http://kadm.math.usu.ru> (на страничке А. Г. Гейна)



**ПРОСВЕЩЕНИЕ**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО