

Предисловие

Уважаемые читатели! Книга, которую вы держите в руках, представляет собой учебно-справочное пособие для подготовки к Единому государственному экзамену (ЕГЭ) по информатике и ИКТ и предназначена как для учеников 10–11-х классов средних школ, так и для их педагогов.

Настоящее пособие призвано помочь систематизировать материал, изученный при подготовке к экзамену, а также выявить и устранить пробелы в знаниях.

В настоящее время в России изданы учебники разных авторов по информатике и ИКТ для старших классов средних общеобразовательных и специализированных школ. Последовательность изложения материала и его объём в разных учебниках зачастую существенно различаются. Соответственно различаются и учебные программы по информатике и ИКТ в разных школах. В одних учебниках делается упор на моделирование, в других на программирование, в третьих — на информационные технологии и т. д. Данное пособие не заменяет учебники по информатике и ИКТ, но делает их использование более эффективным при подготовке к ЕГЭ.

При создании учебно-справочного пособия авторы опирались на «Кодификатор элементов содержания экзаменационной работы и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для Единого государственного экзамена по информатике и ИКТ», подготовленный Федеральным институтом педагогических измерений.

Элементы содержания кодификатора представлены в пособии с разной степенью детализации. Некоторые элементы содержания, не нашедшие отражения в заданиях ЕГЭ, не включены в пособие. В то же время некоторые разделы авторы излагают шире и подробнее, чем в учебниках по информатике и ИКТ, и приводят как традиционные методы решения заданий ЕГЭ, так и оригинальные.

Поскольку задания ЕГЭ, связанные с программированием, опираются на Basic, Pascal, Си и школьный алгоритмический язык (АЯ), то в главе 7 «Основы алгоритмизации» авторы используют школьный АЯ, а в главе 8 «Основы программирования» рассмотрены элементы языка программирования Си.

В конце каждой главы предлагаются задания разных типов для самостоятельной работы, требующие знания теории, описанной в настоящих справочных материалах.

Авторы, преподаватели Государственного университета «Высшая школа экономики» отделения программной инженерии, выражают глубокую благодарность Галине Васильевне Этиной, заместителю директора по информационным технологиям лицея № 126 Санкт-Петербурга, за большую помощь в работе над пособием, доброжелательную и конструктивную критику.

Надеемся, что материал данного пособия окажется полезным для вас и поможет успешно сдать Единый государственный экзамен по информатике и информационно-коммуникационным технологиям.

ГЛАВА 1.

Информация и информационные процессы

Понятия «вещество», «время», «энергия», «пространство» долгое время были основой научной картины мира. В XX веке к этим понятиям добавилось понятие «информация». Появилась вычислительная техника, начали бурно развиваться науки, изучающие информацию и информационные процессы.

Во все времена информация играла важную роль в жизни людей: её получали древние охотники, идущие по следу; секреты мастерства ремесленников передавались от отца к сыну; она сохранялась в песнях и сказаниях, а также в наскальных рисунках и пергаментных свитках.

Общепринятого строгого определения информации нет так же, как нет определения точки в геометрии. Латинское слово *informatio* (информация) означает «сведения, разъяснение, изложение».

В учебниках, словарях и других источниках можно встретить следующие определения слова «информация»:

- сведения об окружающем мире и протекающих в нём процессах, воспринимаемые человеком или специальным устройством (толковый словарь русского языка С. И. Ожегова);
- любые данные или сведения, которые кого-либо интересуют (толковый словарь русского языка С. И. Ожегова);
- сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления (Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»);
- отражение внешнего мира с помощью знаков и сигналов;
- совокупность данных, зафиксированных на материальном носителе, сохранённых и распространённых во времени и пространстве;
- осознанные сведения об окружающем мире, которые являются объектом хранения, преобразования, передачи и использования;
- сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые воспринимают живые организмы, технические системы и др. в процессе жизнедеятельности и работы, позволяющие им реагировать на окружающую среду, обеспечивая целенаправленную деятельность.

Информация не является ни веществом, ни энергией. В отличие от них она может появляться и исчезать. Особенность информации заключается в том, что проявляется она только при взаимодействии объектов.

Информация существует в виде текстов, рисунков, электромагнитных волн, жестов, запахов, хромосом и т. д. Человек получает информацию из окружающего мира с помощью своих органов чувств в форме сообщений. Содержащиеся в них сведения должны быть понятными получателю. Например, сообщение на иностранном языке, которого получатель не знает, не несёт информации, так как человек не поймёт сообщения. Новой информации не несёт сообщение, если его содержание уже известно получателю.

К основным свойствам информации относят:

- понятность — информация выражена языком, понятным получателю;
- достоверность — информация отражает истинное положение дел;
- полнота — информация достаточна для принятия решения;
- актуальность — информация важна и существенна в настоящее время;
- ценность (полезность) — определяется задачами, которые можно решить с её помощью, и т. д.

Информацию, зафиксированную каким-либо способом, называют **информационным объектом**.

В современной жизни информация играет очень важную роль. «Кто владеет информацией, тот владеет миром!» — эта крылатая фраза может считаться девизом современного информационного общества.

Информация является предметом изучения науки «Информатика». Французское слово *informatique* образовано из двух слов: *information* (информация) и *automatique* (автоматика) — и означает «автоматизированная обработка информации». Аналог этого термина на английском языке — *computer science* (наука о компьютерной технике).

Информатика состоит из множества различных дисциплин — теории информации, программирования, теории алгоритмов и др.

Информатика — это наука, изучающая структуру и свойства информации, принципы, законы и методы её поиска, хранения, передачи и обработки с использованием компьютерной техники.

Информация не существует сама по себе, она проявляется в информационных процессах. **Информационные процессы** — это процессы поиска, хранения, передачи и обработки информации. Информационные процессы изменяют содержание информации или форму её представления.

Для хранения информации необходим физический носитель информации. Информация может храниться в памяти людей, в книгах, справочниках, на магнитных и оптических дисках и других носителях.

В передаче информации всегда участвуют две стороны — *источник* и *приёмник*. Передача информации от источника к приёмнику происходит по каналам связи в форме сигналов.

Обработка информации заключается либо в получении новой информации из имеющейся, либо в изменении формы представления информации. Новую информацию получают путём вычислений или логических рассуждений. Форма представления информации меняется, например, при переводе текста с одного языка на другой. Одним из основных средств обработки информации является компьютер.

Компьютер — это программно-управляемое электронное устройство автоматической обработки информации.

Различают два основных класса компьютеров:

- *аналоговые компьютеры*, обрабатывающие непрерывно меняющиеся физические величины, которые являются аналогами вычисляемых величин;

— *цифровые компьютеры*, обрабатывающие данные в виде числовых двоичных кодов.

В школьном курсе информатики изучаются только цифровые компьютеры.

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) — совокупность технических и программных средств и приёмов хранения, передачи, обработки и поиска информации.

Информация может быть представлена в *аналоговой (непрерывной)* или *дискретной* форме. При **аналоговой форме** физическая величина, используемая для **представления информации**, может принимать бесконечное множество значений, как, например, звуковые и электромагнитные волны.

При **дискретной форме представления информации** физическая величина может принимать конечное множество значений.

Пример аналогового представления информации — картина художника, написанная маслом. Пример дискретного представления информации — та же картина на экране компьютера, где она представляется конечным числом точек экрана, каждая точка имеет свой цвет из ограниченного набора цветов.

Примером аналогового хранения звуковой информации является виниловая пластинка (звуковая дорожка изменяет свою форму непрерывно), а дискретного — аудио-компакт-диск, звуковая дорожка которого содержит участки с различной отражающей способностью.

Аналоговая форма представления информации может быть преобразована в дискретную форму. Пример дискретизации приводится в главе 4 «Передача информации. Кодирование информации» при описании кодирования звука. Возможность дискретизации непрерывного сигнала принципиально важна с точки зрения информатики. В компьютерах внутреннее представление информации дискретно. Дискретизация аналоговой информации позволяет сделать её пригодной для компьютерной обработки.

Информация часто передаётся в устной или письменной форме на **естественном языке** (*русском, английском и др.*). Язык должен быть известен всем людям, участвующим в общении. Кроме естественных языков существуют **формальные**, или **искусственные, языки**. Формальные языки широко используются в науке и технике. Они являются средством более точного обмена информацией между людьми, чем естественный язык. Например, *математические символы и формулы* — формальный язык математики, *ноты и правила их записи* — формальный язык музыки. К формальным языкам относятся также *азбука Морзе, системы счисления, языки программирования, обозначения логических схем и т. д.*

Язык — знаковый способ представления информации. С помощью языка информация передаётся в знаковой форме.

1.1. Кодирование информации

Знаковая система состоит из упорядоченного набора знаков (символов), который называется **алфавитом**. Полное количество символов алфавита называется **мощностью алфавита**. Например, алфавит русского языка состоит из 33 букв, латинского — из 26 букв.

Минимально возможное количество символов в алфавите равно двум. Существующие технические электронные устройства надёжно сохраняют и распознают только два различных состояния, поэтому именно такой алфавит используется в компьютере. Он называется **двоичным алфавитом**, его символы — цифры 0 и 1. С помощью этих двух символов можно представить любую информацию в компьютере.

Если для сообщения используется двоичный алфавит и длина сообщения — один знак, можно составить два различных сообщения (0 и 1). Если длина сообщения — два знака, можно сформировать $2 \times 2 = 2^2 = 4$ разных комбинации (00, 01, 10, 11). При длине сообщения три знака получим $2 \times 2 \times 2 = 2^3 = 8$ различных комбинаций (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111). И т. д.

В информатике **один знак двоичного алфавита** называют **битом** (от **binary digit** — двоичная цифра).

1.1.1. Кодовый алфавит и кодовое слово

Решать задачу кодирования информации человечество начало задолго до появления компьютеров: великие достижения человечества — письменность и арифметика — не что иное, как системы кодирования речи и числовой информации. Задачи кодирования решались и для передачи информации с помощью технических устройств.

Написанное на бумаге предложение невозможно передать по телеграфу в виде букв, цифр и символов. Устройство телеграфной установки таково, что оно позволяет лишь посылать или не посылать сигнал, причём сигнал может иметь разную длительность. Таким образом, привычные для нас буквы должны быть закодированы при помощи алфавита телеграфа. Напомним, что алфавитом называется упорядоченный набор знаков, при помощи которых можно составлять слова.

Каждый символ исходного алфавита (мощности N) при кодировании представляется последовательностью символов кодового алфавита (мощности M), которая называется **кодовым словом**. Иногда кодовое слово называют кратко **кодом**.

В качестве примера знакового кодирования рассмотрим азбуку Морзе.

- 1) **В исходный алфавит** входили буквы латинского алфавита, цифры и знаки препинания.
- 2) **Кодовый алфавит Морзе** состоит из трёх символов ($M = 3$):
тире — длинный сигнал,
точка — короткий сигнал,
пауза — отсутствие сигнала.
- 3) Каждый символ (знак) исходного алфавита Самуэль Морзе обозначил уникальной комбинацией из длинных и коротких сигналов — кодовым словом.

Кодовые слова однозначно определяют каждый символ исходного алфавита. Впоследствии к кодам символов латинского алфавита добавились коды символов национальных алфавитов, например русского.

Принцип кодирования азбуки Морзе исходит из того, что буквы, которые чаще употребляются в английском языке, кодируются более короткими сочетаниями точек и тире. Это делает передачи компактнее. Такие коды называются **неравномерными**.

Примеры кодов Морзе некоторых символов:

Символ исходного алфавита	Кодовое слово	Символ исходного алфавита	Кодовое слово	Символ исходного алфавита	Кодовое слово
A	• —	I	• •	J	• — — —
M	— —	L	• — • •	W	• — —

Заметим, что началом кодовых слов символов J, L, W является кодовое слово символа A. Поэтому невозможно однозначно декодировать полученное сообщение, если не использовать паузы между кодовыми словами. Например, требуется расшифровать сообщение, закодированное азбукой Морзе и переданное без пауз между кодами символов (используются только приведённые в таблице выше кодовые слова):

• — — — • — • •

Для декодирования сообщения будем последовательно слева направо выделять коды символов. Получим варианты декодирования: AMAI (• — — — • — • •), AML (• — — — • — • •), JAI (• — — — • — • •), JL (• — — — • — • •).

Для однозначного декодирования сообщения, закодированного азбукой Морзе, используют паузы, разделяющие кодовые слова.

1.1.2. Префиксные коды

Для того чтобы можно было однозначно декодировать сообщение, закодированное неравномерным кодом, без специального разделения кодов символов, используют так называемые префиксные коды.

Префиксный код — это код со словами переменной длины, в котором ни одно кодовое слово не является началом другого кодового слова.

Азбука Морзе — пример непрефиксного кода.

Пример префиксного двоичного кода для исходного алфавита из трёх символов: 0, 10, 11. Сообщение 10011011010 однозначно декодируется: 10 0 11 10 11 0 10.

Набор 0, 10, 100, 11 образует непрефиксный код. Приведённое выше сообщение можно декодировать несколькими способами:

100 11 10 11 0 10;
10 0 11 10 11 0 10.

Сообщения, закодированные префиксными кодами, можно декодировать «на лету», не дожидаясь получения всего сообщения целиком. Префиксные коды используются для кодирования аудио- и видеофайлов, поэтому можно слушать музыку или смотреть видео до того, как файл загрузится целиком.

1.1.3. Равномерные коды

Для того чтобы можно было однозначно прочитать сообщение, не разделяя коды символов специальными знаками, можно использовать **равномерные коды**. В этом случае кодовые слова всех символов исходного алфавита имеют одинаковую длину. Расшифровать такое сообщение не составит труда, но сообщение становится длиннее, чем при использовании неравномерных кодов.

Если мощность кодового алфавита равна M , а длина кода — I , можно составить $N = M^I$ различных кодовых слов.

При использовании двоичного алфавита ($M = 2$) для построения равномерного кода при длине кодового слова I количество различных кодовых слов: $N = 2^I$.

Текстовая информация состоит из букв, цифр, знаков препинания, специальных символов, таких, как пробел, символ перевода строки и др. В случае, когда код каждого символа занимает в памяти компьютера 8 бит, общее количество символов, которые можно закодировать, равно $2^8 = 256$. Если кодовое слово состоит из 16 бит, можно закодировать $2^{16} = 65\,536$ символов.

1.1.4. Примеры решения заданий

Пример 1.1. Задание с кратким ответом

Какой должна быть минимальная длина равномерного двоичного кода, если требуется составить 18 различных кодовых комбинаций?

Решение. Количество комбинаций можно считать символами исходного алфавита. Тогда мощность исходного алфавита $N = 18$.

Мощность двоичного кодового алфавита $M = 2$.

Известно, что $N = 2^I$.

Определим длину двоичного кода $I = \log_2 N = \log_2 18$. Округлим полученный результат до ближайшего большего целого, получим $I = 5$.

Ответ: 5.

Пример 1.2. Задание с кратким ответом

Световое табло состоит из лампочек. Каждая лампочка может находиться в одном из трёх состояний («включено», «выключено» или «мигает»). Какое наименьшее количество лампочек должно находиться

1.2.1. Вероятностный подход

Сообщение несёт информацию о наступлении некоторого события из нескольких возможных вариантов, снимая тем самым неопределённость. Например, известно, что проводилась контрольная работа, оценками которой могут быть 2, 3, 4 и 5. Сообщение о том, что ученик получил оценку 4, снимает неопределённость, произошло одно из четырёх возможных событий.

Р. Хартли в 1928 г. сформулировал **законы**, которым должно подчиняться **количество информации**:

1. Если сообщение несёт заранее известную информацию, количество информации равно нулю.
2. Чем больше количество возможных вариантов событий, тем больше информации содержится в сообщении о наступлении конкретного события.
3. Количество информации в сообщении о нескольких независимых событиях должно быть равно сумме количества информации, содержащейся в сообщениях о каждом из этих событий.

Если обозначить количество событий (вариантов, исходов) как N , а количество информации, зависящее от N , как $Info(N)$, то законы Хартли могут быть формализованы следующим образом:

1. $Info(1) = 0$.
2. $N_1 > N_2 \Rightarrow Info(N_1) > Info(N_2)$ (монотонность).
3. $Info(N_1) + Info(N_2) + \dots + Info(N_k) = Info(N_1 + N_2 + \dots + N_k)$.

Этим требованиям удовлетворяет функция логарифма $\log_b N$, где $b > 1$. Таким образом, формула для определения количества информации имеет вид:

$$I = \log_b N.$$

Минимально возможное количество информации снижает неопределённость в два раза, при этом $b = 2$ и формула Хартли принимает вид:

$$I = \log_2 N.$$

Эта единица информации называлась «двоичная цифра». В 1947 г. американский математик Джон Тьюки использовал термин «бит» («bit»). С 1948 г. Клод Шеннон стал использовать этот термин в своих работах по теории связи.

Заметим, что количество информации по Хартли совпадает с длиной двоичного кодового слова.

Получение информационного сообщения в один бит уменьшает неопределённость нашего знания о чём-либо в два раза.

Хартли учитывал только количество возможных исходов опыта (событий), считая, что они равновероятны, т. е. ни одно событие не имеет преимуществ перед другими. Примеры таких опытов — подбрасывание монеты или игральной кости. В первом случае количество исходов равно двум (орёл или решка), во втором — шести, по количеству граней кости. Сообщение о том, что выпала решка, несёт $I = \log_2 N = \log_2 2 = 1$ бит информации. Сообщение о том, что выпала одна из шести граней, несёт $I = \log_2 6$ бит.

Если возможное количество равновероятных исходов опыта (событий) равно N , то вероятность наступления одного из них определяется как $p = 1/N$, и формула Хартли имеет вид:

$$I = \log_2 1/p = -\log_2 p.$$

Значение вероятности может изменяться от 0 до 1. Если известно, что событие должно обязательно произойти, то вероятность его наступления равна единице (после зимы наступит весна), количество информации при этом равно нулю (отсутствие новизны).

Пример 1.6. Задание с кратким ответом

Сколько бит информации нужно получить, чтобы отгадать одно задуманное целое число из 32 возможных чисел в интервале $[0;31]$?

Решение: По формуле Хартли:

$$I = \log_2 32 = 5 \text{ или } 2^I = 32.$$

Минимальное количество информации, которое можно получить, содержит ответ на вопрос, допускающий два варианта ответа: «да» (1) или «нет» (0). Количество информации, равное 5 битам, означает, что для отгадывания числа достаточно задать пять вопросов. При получении ответа на каждый из вопросов количество рассматриваемых чисел (неопределённость) должно уменьшаться в два раза. Задав первый вопрос «Задуманное число находится во второй половине чисел?» и услышав ответ, получим один бит информации, а из 32 чисел останется 16 (от 0 до 15 или от 16 до 31). После получения ответа на второй вопрос из 16 чисел останется 8 и т. д. Последний, пятый, вопрос позволит отгадать число. Заметим, что для кодирования 32 различных чисел двоичными кодами требуется 5 бит.

Ответ: 5.

При измерении количества информации Р. Хартли не учитывал вероятность наступления события. К. Шеннон в своих работах предложил учитывать вероятность наступления события при измерении информации. Основная идея заключалась в том, что сообщение о наступлении маловероятного события несёт большее количество информации, чем сообщение о наступлении более вероятного.

Если N — общее число возможных событий, из них интересующее нас событие может произойти K раз, то вероятность этого события можно оценить как K/N . Вероятность выражается в долях единицы, так, вероятность достоверного события равна 1. **Достоверным** называют событие, которое обязательно произойдёт. Например, в корзине 30 шаров, все они красного цвета. Событие «из корзины вынут красный шар» достоверное. Вероятность невозможного события равна 0 (из корзины с 30 красными шарами вынут белый шар).

Допустим, контрольную работу писал отличник. Пусть вероятность того, что он получит оценку 5, равна $1/2$, оценку 4 — $1/4$, оценки 3

и 2 — по $1/8$ ¹. Формула Хартли в данном случае справедлива для каждого возможного сообщения в отдельности и должна применяться. Если вероятность некоторого j -го события равна p_j , то количество информации о наступлении этого события равно $\log_2 p_j$. Таким образом, сообщение о том, что ученик получил оценку 5, несёт $\log_2(1/2) = 1$ бит, оценку 4 — $\log_2(1/4) = 2$ бит, оценку 2 или 3 — $\log_2(1/8) = 3$ бит информации.

Средневзвешенное количество информации, которая может быть получена, определяется по формуле

$$I = 1/2 \cdot 1 \text{ бит} + 1/4 \cdot 2 \text{ бит} + 1/8 \cdot 3 \text{ бит} + 1/8 \cdot 3 \text{ бит} = 1,75 \text{ бит}.$$

В общем случае среднее количество информации, получаемой при неравновероятных событиях, определяется по формуле Шеннона:

$$I = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

где p_i — вероятность наступления i -го события.

Результаты, полученные по этой формуле, совпадают с результатами формулы Хартли при равновероятных событиях.

К. Шеннон показал, что учёт вероятности наступления события определяет экономию времени, затрачиваемого на передачу сообщения. В качестве примера он рассмотрел сообщение, алфавит которого состоит из четырех символов — А, В, С, D. Вероятность появления этих символов в тексте сообщения равны соответственно $1/2$, $1/4$, $1/8$ и $1/8$. Это значит, что в длинном тексте символ А будет занимать половину всего текста, символ В — одну четверть и т. д. Все символы кодируются двоичными знаками 0 или 1. Тогда самый простой код — равномерный: А — 00, В — 01, С — 10, D — 11. Для этого кода требуется два двоичных знака (2 бита) на символ сообщения.

Если же учесть вероятность появления символа, можно построить следующий (префиксный) код: А — 0, В — 10, С — 110, D — 111. Количество использованных двоичных знаков в среднем уменьшится и будет равно:

$$1/2 \cdot 1 + 1/4 \cdot 2 + 1/8 \cdot 3 + 1/8 \cdot 3 = 1,75 \text{ бит}.$$

К. Шеннон показал, что не существует метода кодирования, который использует меньшее число двоичных знаков.

1.2.2. Алфавитный подход

Алфавитный подход называют *техническим*. В технике **информацией** считается **любая последовательность символов или знаков**. Для определения количества информации используют длину последовательности, заданной в исходном алфавите, без учёта её содержания, и длину (количество символов) закодированного сообщения. Набор символов

¹ Эти события образуют полную группу событий, и сумма их вероятностей равна единице: $1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/8 = 1$.

алфавита исходного сообщения можно рассматривать как различные возможные события.

Если допустить, что все символы исходного алфавита встречаются в тексте с одинаковой частотой (равновероятно), то количество информации I , которое несёт каждый символ, вычисляется по формуле:

$$I = \log_2 N,$$

где N — мощность исходного алфавита. Величину I называют **информационным весом символа** (исходного алфавита).

Количество информации, содержащееся в символьном сообщении, вычисляется по формуле:

$$I_c = K \cdot I = K \cdot \log_2 N,$$

где K — количество символов в тексте исходного сообщения (длина сообщения). Если $\log_2 N$ не является целым числом, его нужно округлить до ближайшего большего целого. Часто I_c обозначают символом V и называют **объёмом информации**.

Итак, при алфавитном подходе к измерению информации **количество информации зависит от длины сообщения и от количества символов (мощности) исходного алфавита**.

1.2.3. Единицы измерения информации

В вычислительной технике **битом** называют **наименьшую порцию** памяти, необходимую для хранения одного из двух знаков «0» или «1», используемых для представления информации (данных и команд) в компьютере.

Бит — очень маленькая единица информации, поэтому существует величина **байт**, представляющая собой последовательность из 8 бит (1 байт — 2^3 бит).

Более крупные единицы измерения информации обозначаются с использованием префиксов (приставок), известных нам из физики (кило, мега и т. д.). В международной системе единиц эти приставки означают кратность степени числа 10, поэтому их называют десятичными. При измерении информации каждый следующий префикс соответствует увеличению значения не в 1000, а в **$1024 = 2^{10}$** раз. Приставки называют **двоичными** и записывают с прописной буквы¹. Например:

килобит: 1 Кбит = 1024 бит = 2^{10} бит;

мегабит: 1 Мбит = 2^{10} Кбит = 2^{20} бит;

гигабит: 1 Гбит = 2^{10} Мбит = 2^{20} Кбит = 2^{30} бит;

терабит: 1 Тбит = 2^{10} Гбит = 2^{20} Мбит = 2^{30} Кбит = 2^{40} бит;

петабит: 1 Пбит = 2^{10} Тбит = 2^{20} Гбит = 2^{30} Мбит = 2^{40} Кбит = 2^{50} бит.

¹ По международным стандартам для обозначения кратности степеням двойки должны использоваться новые обозначения двоичных приставок. Они начинаются на те же слоги, что десятичные, но второй слог у всех двоичных приставок — **би** (binary (двоичный), *англ.*). То есть килобит становится кибибитом, мегабит — мебибитом, и т. д. Эти обозначения пока не прижились, и на практике чаще используются привычные десятичные приставки.

При решении задач следует переходить к одной единице измерения. Вычисления можно выполнить довольно легко, если в значениях величин выделить сомножители — степени двойки.

Таблица соответствия единиц измерения информации

1 байт	2^3 бит						
1 Кбайт	2^{13} бит	2^{10} байт					
1 Мбайт	2^{23} бит	2^{20} байт	2^{10} Кбайт				
1 Гбайт	2^{33} бит	2^{30} байт	2^{20} Кбайт	2^{10} Мбайт			
1 Тбайт	2^{43} бит	2^{40} байт	2^{30} Кбайт	2^{20} Мбайт	2^{10} Гбайт		
1 Пбайт	2^{53} бит	2^{50} байт	2^{40} Кбайт	2^{30} Мбайт	2^{20} Гбайт	2^{10} Тбайт	

1.2.4. Примеры решения заданий

Пример 1.7. Задание с кратким ответом

Сколько килобайтов информации содержит сообщение объёмом 2^{16} бит? В ответе укажите одно число.

Решение. Воспользуемся приведённой выше таблицей: 1 Кбайт = 2^{13} бит, значит, 2^{16} бит = 2^{16-13} Кбайт = 2^3 Кбайт = 8 Кбайт.

Ответ: 8.

Пример 1.8. Задание с выбором одного ответа

Выберите вариант ответа, в котором объёмы памяти расположены в порядке убывания.

- 1) 1010 байт, 2 байт, 1 Кбайт, 20 бит, 10 бит
- 2) 1010 байт, 1 Кбайт, 20 бит, 2 байт, 10 бит
- 3) 1010 байт, 1 Кбайт, 2 байт, 20 бит, 10 бит
- 4) 1 Кбайт, 1010 байт, 20 бит, 2 байт, 10 бит

Решение. Приведём все величины к одной единице измерения, например, выразим все значения в битах:

$$1010 \text{ байт} = 1010 \cdot 8 \text{ бит};$$

$$2 \text{ байт} = 2 \cdot 8 \text{ бит} = 16 \text{ бит};$$

$$1 \text{ Кбайт} = 1024 \text{ байт} = 1024 \cdot 8 \text{ бит}.$$

Расположим значения по убыванию: ($1024 \cdot 8$ бит; $1010 \cdot 8$ бит; 20 бит; 16 бит; 10 бит) или (1 Кбайт; 1010 байт; 20 бит; 2 байт; 10 бит).

Ответ: 4.

Пример 1.9. Задание с кратким ответом

Сколько информации содержит сообщение о том, что на экзамене ученик вытянул билет № 14, а всего экзаменационных билетов было 32?

Решение: Выбран один из 32 билетов, т. е. произошло одно из 32 равновероятных событий. По формуле Хартли количество информации равно:

$$I = \log_2 32 = 5 \text{ бит.}$$

Ответ: 5.

Пример 1.10. Задание с кратким ответом

При угадывании целого числа из интервала от 10 до N получено 7 бит информации. Укажите максимально возможное значение N .

Решение: В указанном интервале находится $(N - 10 + 1)$ целых чисел. По формуле Хартли количество информации равно:

$$I = \log_2 (N - 9) = 7 \text{ бит.}$$

$$\text{Тогда } N - 9 = 2^7 = 128, N = 128 + 9 = 137.$$

Ответ: 137.

Пример 1.11. Задание с выбором одного ответа

Преподаватель разработал 30 тестовых заданий по одной теме, все задания пронумерованы одинаковым минимально возможным количеством битов. Определите объём памяти, необходимый для хранения всех номеров заданий.

- | | |
|------------|------------|
| 1) 30 байт | 3) 19 байт |
| 2) 30 бит | 4) 5 бит |

Решение: Для кодирования одного из 30 различных номеров требуется $I = \log_2 30 \approx 5$ бит. Для кодирования всех номеров требуется $30 \cdot 5 = 150$ бит или $150/8 \approx 19$ байт.

Ответ: 3.

Пример 1.12. Задание с выбором одного ответа

В магазине 16 стеллажей с учебниками для 10–11-х классов, на каждом стеллаже 8 полок. Автоматизированная система поиска книг выдала покупателю информацию, что сборник заданий для подготовки к ЕГЭ по информатике находится на пятой полке восьмого стеллажа. Какое количество информации получено покупателем?

- | | |
|------------|----------|
| 1) 128 бит | 3) 8 бит |
| 2) 16 бит | 4) 7 бит |

Решение: В магазине $16 \cdot 8$ полок с учебниками. Количество информации, полученное покупателем, равно $I = \log_2 (16 \cdot 8) = 7$ бит.

Ответ: 4.

Пример 1.13. Задание с кратким ответом

В корзине лежат 8 подберёзовиков и 24 подосиновика. Какое количество информации содержится в сообщении о том, что взятый наугад из корзины гриб оказался подберёзовиком?

Решение: Общее количество грибов в корзине $8 + 24 = 32$. Количество информации, полученное в сообщении о том, что вынут подберёзовик, равно $I = -\log_2(8/32) = 2$ бит.

Ответ: 2.

Пример 1.14. Задание с кратким ответом

В течение полугодия ученик получал оценки 2, 3, 4 и 5, всего он получил 64 оценки. Сообщение о том, что ученик получил оценку 4, несёт 2 бит информации. Сколько четвёрок получил ученик за полугодие?

Решение: Пусть X — количество четвёрок, полученных учеником. Тогда количество информации в сообщении о полученной четвёрке равно $I = -\log_2(X/64) = 2$ бит. Отсюда $64/X = 4$, $X = 64/4 = 16$.

Ответ: 16.

Пример 1.15. Задание с выбором одного ответа

Информационное сообщение объёмом 1,5 Кбайт содержит 2048 символов. Сколько символов содержит исходный алфавит сообщения?

- 1) 256
- 2) 128
- 3) 64
- 4) 6

Решение:

1) Определим информационный вес одного символа сообщения:

$$I = 1,5 \cdot 2^{13} \text{ бит} / 2048 = 1,5 \cdot 2^{13} \text{ бит} / 2^{11} = 1,5 \cdot 4 \text{ бит} = 6 \text{ бит.}$$

2) Количество символов исходного алфавита равно $2^I = 2^6 = 64$.

Ответ: 3.

Пример 1.16. Задание с кратким ответом

Для равномерного кодирования алфавита из 10 символов используется минимально возможное количество битов на символ. Сколько ещё символов можно добавить к исходному алфавиту, не изменяя информационного веса символа?

Решение: Определим информационный вес одного символа алфавита: $I = \log_2(10)$. Округлим до ближайшего большего целого, получим 4 бит. Используя 4 бит, можно закодировать $2^4 = 16$ разных символов. Следовательно, можно добавить к исходному алфавиту $16 - 10 = 6$ символов.

Ответ: 6.

Пример 1.17. Задание с кратким ответом

Метеорологическая станция ведёт наблюдение за температурой воздуха. Температура представляется целым числом, изменяется в пределах от -30 до $+30$ градусов. Каждое значение температуры записывается

минимально возможным целым количеством битов. Каков информационный объём результатов измерений за сутки в битах?

Решение:

1) Определим количество различных значений температуры: $30 - (-30) + 1 = 61$ (одно значение соответствует температуре 0 градусов).

2) Для хранения результатов одного измерения потребуется $I = \log_2(61)$, округлим до ближайшего большего целого, получим 6 бит.

3) Для хранения результатов измерения за сутки потребуется $24 \cdot 6 = 144$ бит.

Ответ: 144.

Пример 1.18. Задание с кратким ответом

Метеорологическая станция ведёт наблюдение за температурой воздуха. Температура представляется целым числом, изменяется в пределах от -28 до $+36$ градусов. Каждое значение температуры записывается минимально возможным целым количеством битов. Результаты измерения за сутки записываются минимально возможным целым количеством байтов. Каков информационный объём результатов измерений за сентябрь в байтах?

Решение:

1) Определим количество различных значений температуры: $36 - (-28) + 1 = 65$.

2) Для хранения результатов одного измерения потребуется $I = \log_2(65)$, округлим до ближайшего большего целого, получим 7 бит.

3) Для хранения результатов измерения за сутки потребуется $24 \cdot 7 = 168$ бит, или $168/8 = 21$ байт.

4) Для хранения результатов измерений за 30 дней потребуется $21 \cdot 30 = 630$ байт.

Ответ: 630.

Пример 1.19. Задание с выбором одного ответа

В некоторой стране автомобильный номер длиной 7 символов составляют из заглавных букв (используются только 20 различных букв) и десятичных цифр в любом порядке. Каждый такой номер в компьютерной программе записывается минимально возможным и одинаковым целым количеством байтов (при этом используют посимвольное кодирование и все символы кодируются одинаковым и минимально возможным количеством битов).

Определите объём памяти, отводимый этой программой для записи 32 номеров.

1) 1120 байт

3) 140 байт

2) 160 байт

4) 128 байт

Решение:

1) Определим информационный вес одного символа. Количество символов исходного алфавита $N = 20 + 10 = 30$. Информационный вес символа, или количество двоичных разрядов для кодирования одного символа, равно:

$$I = \log_2 N = \log_2 30.$$

Округлим до ближайшего большего целого, получим 5 бит.

2) Для записи автомобильного номера длиной 7 символов требуется:

$$I_c = K \cdot I = 7 \cdot 5 = 35 \text{ бит, или 5 байт.}$$

3) Для записи одного номера требуется 5 байт, для записи 32 номеров: $32 \cdot 5 = 160$ байт.

Ответ: 2.

1.3. Передача информации

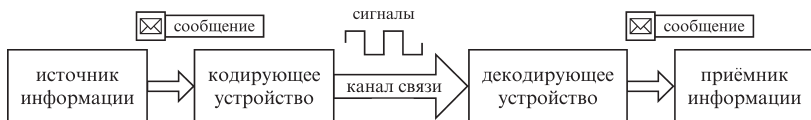
Передача информации — один из информационных процессов. Информация передаётся в виде **информационных сообщений** (для краткости будем называть их **сообщениями**) от **источника** к **приёмнику** по **каналам связи**.

Источниками и приёмниками информации могут быть люди, животные, технические устройства (например, компьютеры). В устной и письменной речи сообщениями могут быть слова, фразы, условные знаки, изображения; каналами связи могут быть, например, звуковые и световые волны. Важно, чтобы и отправитель, и получатель информации понимали, что означает то или иное сообщение (знак, жест, звук).

Первой технической системой передачи информации был телеграф. Затем появились телефон, радио, телевидение, Интернет. Все эти виды связи основаны на передаче физического (электрического или электромагнитного) сигнала.

В начале XX века возникла **теория связи**, математический аппарат которой был разработан американским учёным Клодом Шенноном. Он предложил модель процесса передачи информации по техническим каналам связи (см. схему).

Схема передачи информации



Источник посылает сообщение, которое кодируется в передаваемый сигнал. **Кодирующее устройство** преобразует исходное сообщение источника информации в форму, пригодную для передачи по каналу связи (сигнал). Полученный сигнал декодируется и поступает в виде

сообщения приёмнику информации. На канал связи действуют помехи, поэтому при передаче информации необходимо принять меры для защиты от помех.

Сигнал — это изменение некоторой физической величины во времени. Характеристика сигнала, которая используется для представления сообщения, называется **параметром сигнала**. Сигналы могут быть *непрерывными* и *дискретными*. Если параметр сигнала может принимать лишь конечное число значений и существует в конечном числе моментов времени, сигнал называется **дискретным**. В цифровой вычислительной технике используются дискретные сигналы, которые могут принимать два значения, например уровень напряжения 0 вольт и 3,3 вольт, они условно обозначаются 0 и 1.

В качестве примера передачи информации по техническим каналам связи рассмотрим передачу SMS-сообщения по сотовой связи. Сообщение в форме набранного текста преобразуется в последовательность электромагнитных сигналов, которые передаются по каналам связи и затем в телефоне-приёмнике декодируются в текст¹.

Компьютеры обмениваются информацией по каналам связи различной физической природы: кабельным, оптоволоконным, радиоканалам и т. д. Кабельные каналы обычно используют внутри зданий, радиоканалы — в пределах прямой видимости, оптоволоконные каналы могут иметь протяжённость до нескольких тысяч километров. При использовании телефонных линий в компьютерных сетях функции кодирования / декодирования выполняет устройство, которое называется **модемом**.

Основная характеристика канала передачи — **пропускная способность**, или **скорость передачи информации**. Она определяется объёмом информации, который может быть передан по каналу в единицу времени. Пропускная способность канала измеряется в битах в секунду (бит/с), в килобитах в секунду (Кбит/с) и в других кратных единицах. Иногда используют единицу измерения байт в секунду (байт/с) и кратные ему единицы (Кбайт/с, Мбайт/с и т. д.).

Напомним, что префикс **кило** в информатике соответствует множителю $2^{10} = 1024$ и 1 Кбит = 1024 бит.

Пример 1.20. Задание с кратким ответом

Скорость передачи данных через ADSL-соединение² равна 1 024 000 бит/с. Передача файла через данное соединение заняла 5 с. Определите размер файла в килобайтах.

¹ Текстовая информация в техническом устройстве тоже кодируется для хранения и вывода на экран, как будет показано ниже в этой главе.

² Передача данных по технологии ADSL реализуется через обычную аналоговую телефонную линию при помощи абонентского устройства — модема ADSL (англ. *Asymmetric Digital Subscriber Line* — асимметричная цифровая абонентская линия). Пропускная способность в сетях ADSL — до 24 Мбит/с. Скорость получения информации из сети значительно выше скорости передачи информации в сеть.

Решение: Введём обозначения:

v — количество битов, которое может быть передано за секунду;

t — время передачи;

V — размер передаваемого файла.

Эти величины связаны известным из физики и алгебры соотношением:

$$V = v \cdot t.$$

При выполнении вычислений необходимо учитывать единицы измерения. Все вычисления рекомендуем выполнять, выделяя множители — степени двойки.

Для определения размера переданного файла необходимо умножить скорость передачи информации на время, в течение которого происходила передача:

$$1\,024\,000 \text{ бит/с} \cdot 5 \text{ с} = (2^{10} \cdot 10^3 \cdot 5) \text{ бит} = 2^{10} \cdot (2^3 \cdot 5^4) \text{ бит} = 2^{13} \cdot 5^4 \text{ бит}.$$

Переведём биты в килобайты, для этого разделим полученный результат на 2^{13} :

$$(2^{13} \cdot 5^4) / 2^{13} = 5^4 = 625 \text{ Кбайт}.$$

Ответ: 625.

Пример 1.21. Задание с кратким ответом

В сказочной стране у провайдера есть высокоскоростной канал, обеспечивающий скорость получения информации 2^{22} бит/с. Информация от провайдера к клиентам передаётся по низкоскоростному каналу со средней скоростью 2^{15} бит/с. Провайдер скачивает данные объёмом 8 Мбайт и ретранслирует их клиенту по низкоскоростному каналу. Сервер провайдера может начать ретрансляцию данных не раньше, чем им будут получены первые 1024 Кбайт этих данных. Каков минимально возможный промежуток времени (в секундах) с момента начала скачивания провайдером данных до полного их получения клиентом? В ответе укажите только число, слово «секунд» или букву «с» добавлять не нужно.

Решение: Объём полученной (переданной) информации вычисляется по формуле:

$$V [\text{бит}] = v [\text{бит/с}] \cdot t [\text{с}],$$

где v — скорость, а t — время передачи информации.

Для нахождения общего времени передачи данных от провайдера к клиенту составим уравнение. Пусть

t_1 — время, которое необходимо серверу провайдера, чтобы скачать информацию объёмом $V_1 = 1$ Мбайт со скоростью $v_1 = 2^{22}$ бит/с и начать ретрансляцию клиенту;

t_2 — время, которое необходимо клиенту, чтобы скачать информацию объёмом $V_2 = 8$ Мбайт со скоростью $v_2 = 2^{15}$ бит/с с сервера провайдера.

Тогда $t_{\text{общ}} = t_1 + t_2 = \frac{V_1}{v_1} + \frac{V_2}{v_2}$.

Выразим все заданные в задаче объёмы информации в битах:

1 Мбайт = 2^{10} Кбайт = 2^{10+10} байт = 2^{20+3} бит = 2^{23} бит;

8 Мбайт = $8 \cdot 2^{10}$ Кбайт = $2^3 \cdot 2^{10+10}$ байт = $2^3 \cdot 2^{20+3}$ бит = 2^{26} бит.

Вычислим время:

$$t_1 = 2^{23} \text{ бит} : 2^{22} \text{ бит/с} = 2 \text{ с};$$

$$t_2 = 2^{26} \text{ бит} : 2^{15} \text{ бит/с} = 2^{11} \text{ с} = 2048 \text{ с};$$

$$t_{\text{общ}} = 2 \text{ с} + 2048 \text{ с} = 2050 \text{ с}.$$

Ответ: 2050.

1.4. Задания для самостоятельного решения

1.4.1. Задания с выбором одного ответа

Пример 1.22. Заданы двоичные коды пяти символов исходного алфавита, представленные в таблице:

О	К	Л	М	Б
00	10	11	010	0110

Определите сообщение в этой кодировке, которое может быть корректно декодировано (не содержит ошибки).

1) 00110001001001110

3) 010110001001101001

2) 1010000011000111010

4) 01101000110001100010

Пример 1.23. Заданы двоичные коды пяти символов исходного алфавита, представленные в таблице:

А	В	С	Д	Е
000	11	01	001	10

Определите сообщение в этой кодировке, которое может быть корректно декодировано (не содержит ошибки).

1) 000110001001001110

3) 01100011000100110

2) 11101001100010010

4) 001110000001011110

Пример 1.24. Получено сообщение, переданное с использованием двоичных кодов:

100111110100111010

В таблице представлены символы исходного алфавита и их коды:

А	К	О	Р	Ф
0	10	110	1110	1111

Сколько символов исходного алфавита содержит сообщение?

- 1) 7
- 2) 8
- 3) 9
- 4) 12

Пример 1.25. Получено сообщение, переданное с использованием двоичных кодов:

100110101110011000

В таблице представлены символы исходного алфавита и их коды:

Ф	И	В	А	Н
0	101	11	1000	1001

Сколько символов исходного алфавита содержит сообщение?

- 1) 5
- 2) 6
- 3) 7
- 4) 10

Пример 1.26. Исполнитель РОБОТ живёт на клетчатом поле размером 6 строк × 8 столбцов. Каждая клетка поля может иметь верхнюю, левую, нижнюю и правую стены. Для кодирования состояния (наличия стен) каждой клетки используется минимально возможное и одинаковое количество битов. Для кодирования клеток одной строки используется минимально возможное и одинаковое количество байтов. Определите объём памяти для хранения состояния клетчатого поля.

- 1) 8 байт
- 2) 24 байт
- 3) 32 байт
- 4) 192 байт

Пример 1.27. При сдаче экзамена в ГИБДД в память компьютера заносится индивидуальный код курсанта и его оценка. Код состоит из 10 символов. В качестве символов используют 26 букв английского алфавита. При этом используют посимвольное кодирование, и все символы кодируются одинаковым и минимально возможным количеством битов. Оценка — число от 0 до 20 — также кодируется с использованием минимально возможного и одинакового количества битов.

Код курсанта и его оценка вместе записываются минимально возможным и целым числом байтов. Определите объём информации после сдачи экзамена 52 курсантами.

- 1) 358 байт
- 2) 364 байт
- 3) 416 байт
- 4) 468 байт

Пример 1.28. В некоторой стране автомобильный номер длиной 6 символов составляют из заглавных букв (задействовано 30 различных букв) и десятичных цифр в любом порядке. Каждый такой номер в компьютерной программе записывается минимально возможным и одинаковым целым количеством байтов (при этом используют посимвольное кодирование и все символы кодируются одинаковым и минимально возможным количеством битов).

Определите объём памяти, отводимый этой программой для записи 60 номеров.

- | | |
|--------------|-------------|
| 1) 1800 байт | 3) 300 байт |
| 2) 360 байт | 4) 270 байт |

1.4.2. Задания с кратким ответом

Пример 1.29. Для передачи сообщения на флоте используются специальные сигнальные флаги, вывешиваемые в одну линию (последовательность важна). Какое количество различных сигналов может передать корабль при помощи трёх сигнальных флагов, если на корабле имеются флаги четырёх различных видов (флагов каждого вида неограниченное количество)?

Пример 1.30. Световое табло состоит из светящихся элементов, каждый из которых может гореть одним из трёх различных цветов. Сколько различных сигналов можно передать при помощи табло, состоящего из четырёх таких элементов (при условии, что все элементы должны гореть)?

Пример 1.31. На радиостанции ведущие играют со слушателями в игру. Слушатель должен отгадать целое числовое значение, называя числа. Ведущие отвечают, больше или меньше названное число того, которое угадывает слушатель. На вопрос «Каков диаметр баскетбольной корзины в сантиметрах» слушатель назвал число 10 и получил ответ «больше», затем слушатель назвал число 73 и получил ответ «меньше». Какое ещё минимальное количество чисел должен назвать слушатель в игре, чтобы наверняка отгадать диаметр баскетбольной корзины?

Пример 1.32. В сказочной стране у провайдера есть высокоскоростной канал, обеспечивающий скорость получения им информации 2^{32} бит/с. Информация от провайдера к клиентам передается по низкоскоростному каналу со средней скоростью 2^{28} бит/с. Провайдер скачивает данные объёмом 8 Гбайт и ретранслирует их клиенту по низкоскоростному каналу. Сервер провайдера может начать ретрансляцию данных не раньше, чем им будут получены первые 1024 Мбайт этих данных. Каков минимально возможный промежуток времени (в секундах) с момента начала скачивания провайдером данных до полного их получения клиентом? В ответе укажите только число, слово «секунд» или букву «с» добавлять не нужно.

ГЛАВА 2.

Общие сведения о компьютере

2.1. Основные компоненты компьютера и их функции

Компьютер — это устройство, предназначенное для автоматического выполнения последовательных действий в соответствии с программой.

Основные компоненты, обеспечивающие работу компьютера, — это **аппаратные устройства (Hardware)** и **программное обеспечение (Software)**.

Для описания принципа действия, конфигурации и соединения основных логических узлов компьютера используется термин «архитектура».

Компьютер включает в себя *четыре основных вида* аппаратных устройств, позволяющих получать, передавать, хранить и обрабатывать информацию:

- устройство обработки и управления (процессор);
- устройства хранения (внутренняя и внешняя память);
- устройства ввода (клавиатура, мышь, планшет, сканер);
- устройства вывода (дисплей, принтер, плоттер).

При работе компьютера информация через устройства ввода попадает в память. Процессор извлекает из памяти данные (данные — это информация, представленная в памяти компьютера), обрабатывает их, затем помещает в память результаты обработки. Далее эти результаты сообщаются пользователю через устройства вывода.

Программа — это последовательность команд, предписывающих компьютеру порядок его действий по обработке данных для достижения конкретного результата.

Именно программы управляют аппаратными устройствами компьютера.

2.1.1. Устройство персонального компьютера

Современные ЭВМ бывают разными — от суперкомпьютеров до нетбуков — и используются для разных целей. Самыми распространёнными являются персональные компьютеры (ПК). Они построены по *принципу открытой архитектуры*, разработанному корпорацией IBM и предполагающему:

- наличие общей информационной шины, к которой подключаются дополнительные устройства через разъёмы расширения;
- модульное построение компьютера;
- совместимость всех новых устройств и программных средств с предыдущими версиями.

Принцип открытой архитектуры позволяет пользователю комплектовать нужную ему конфигурацию компьютера и производить при необходимости её модернизацию.

Функциональная схема персонального компьютера



В ПК используются специальные схемы управления работой внешних устройств — контроллеры (адаптеры, платы, карты). Существуют контроллеры дисковода, монитора, принтера, сетевая карта и т. д. Универсальный контроллер позволяет подключать через разъём USB (от англ. Universal Serial Bus — универсальная последовательная шина) разные виды устройств.

Пересылка данных и программ от одного устройства к другому осуществляется по **системной шине (системной магистральной)**, которая обеспечивает высокую скорость передачи информации.

Шина — это кабель, состоящий из множества проводников. По одной группе проводников — **шине данных** — передается обрабатываемая информация, по другой — **шине адреса** — адреса памяти или внешних устройств, к которым обращается процессор. Третья часть магистральной — **шина управления**, по ней передаются управляющие сигналы (например, сигнал к началу работы устройства).

К магистральной могут подключаться дополнительные периферийные устройства, одни модели устройств могут заменяться другими. Каждое подключаемое устройство получает номер — адрес устройства. Информация от процессора подается на контроллер, управляющий работой устройства.

Магистраль, процессор и внутренняя память располагаются на материнской плате компьютера. Помимо основных устройств, материнская плата содержит множество слотов для подключения контроллеров устройств ввода/вывода и других компонентов (звуковая, видео, сетевая карты и т. д.).

2.1.2. Основные характеристики персонального компьютера

Процессор характеризуется тактовой частотой и разрядностью¹.

Тактовая частота — это количество тактов процессора в секунду, а **такт** — промежуток времени, за который выполняется элементарная операция (например, сложение). Некоторые операции выполняются процессором за несколько тактов.

¹ Современные процессоры характеризуются также количеством ядер, количеством логических процессов на ядро, уровнями и размером кэша процессора и т. д.

Задаётся тактовая частота специальной микросхемой — генератором тактовой частоты, который вырабатывает периодические импульсы. *Тактовая частота* — это число вырабатываемых за секунду импульсов, синхронизирующих работу узлов компьютера. Она измеряется в мегагерцах (МГц) и гигагерцах (ГГц). Именно тактовая частота определяет быстрдействие компьютера.

Разрядность процессора — максимальная длина двоичного кода, который может обрабатываться или передаваться процессором целиком. Современные ПК обычно работают с 32-разрядными или 64-разрядными процессорами, существуют процессоры с разрядностью 128 бит.

Для внутренней памяти самой важной характеристикой является её объём. Для работы современных программ требуется оперативная память 128 Мбайт, 256 Мбайт и больше.

Системная шина характеризуется тактовой частотой и разрядностью. Количество одновременно передаваемых по шине битов за один такт называется **разрядностью шины**. **Тактовая частота шины** — это частота, с которой происходит обмен данными между процессором и системной шиной компьютера, измеряется в мегагерцах и гигагерцах.

Более подробную информацию о составе персонального компьютера, характеристиках его устройств можно найти в учебниках и других источниках.

2.2. Программное обеспечение

Все программы, хранящиеся в памяти компьютера, составляют его **программное обеспечение (ПО)**. Программное обеспечение условно делится на три категории: **системное ПО**, **прикладное ПО** и **инструментальное ПО**.

2.2.1. Системное программное обеспечение

Системное программное обеспечение управляет устройствами компьютера, программами и файлами. Наиболее важной составляющей системного ПО является **операционная система (ОС)**, обеспечивающая взаимодействие памяти с процессором, поддерживающая диалог с пользователем и управляющая выполнением других программ и устройствами компьютера. В состав ОС входят программы управления файлами и планировщики заданий, программы управления вводом-выводом, оперативной памятью, программа начальной загрузки и др.

Важными системными программами являются **утилиты** — *программы вспомогательного назначения*. К ним относятся:

- программы контроля, тестирования и диагностики, выполняющие проверку правильности функционирования устройств компьютера и обнаруживающие их неисправности;
- программы-драйверы, которые расширяют возможности операционной системы по управлению устройствами ввода-вывода, оперативной памятью и т. д.; с помощью драйверов к компьютеру подключаются новые устройства;
- программы-упаковщики (архиваторы);

- антивирусные программы;
- программы оптимизации и контроля качества дискового пространства;
- программы для записи CD-ROM, CD-R и др.

Утилиты могут расширять и дополнять возможности операционной системы либо решать самостоятельные задачи. Часть утилит входит в состав операционной системы, часть работает автономно.

К операционным системам относятся UNIX, MS DOS, MS Windows, MAC OS, Debian и др.

Операционная система обычно хранится во внешней памяти компьютера — на диске. При включении компьютера она считывается с диска и размещается в оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ). Этот процесс называется *загрузкой операционной системы*.

2.2.2. Прикладное программное обеспечение

Программы, позволяющие решать задачи пользователя, называются **прикладными программами (прикладным ПО)**. К прикладным программам относятся текстовые и графические редакторы, электронные таблицы, системы проектирования и т. д.

2.2.3. Инструментальное программное обеспечение

Инструментальное программное обеспечение — это программы и программные среды, при помощи которых программисты разрабатывают другие программы-приложения. К инструментальному программному обеспечению относятся Borland C, Borland Pascal, MS Visual Studio, Java Eclipse, Borland Delphi и др.

2.3. Взаимодействие пользователя с компьютером

Для использования компьютера надо не только понимать его возможности, но и знать основные приёмы и правила взаимодействия с ним. Доступные пользователю способы взаимодействия с программами и устройствами компьютера называют *пользовательским интерфейсом*.

Пользовательский интерфейс — совокупность способов организации диалога «человек — компьютер». Он включает возможности задания пользователем команд, например, запуска программы на выполнение; виды и способы вывода сообщений компьютера в ответ на команды пользователя; виды сообщений о состоянии устройств и т. д. При взаимодействии с компьютером необходимо строго соблюдать принятые формальные правила.

Вид и особенности пользовательского интерфейса задаёт операционная система.

2.4. Файлы и файловая система

2.4.1. Файлы

Файлом называют именованную область на диске или другом носителе информации. В файлах хранятся исполнимые (готовые к запуску) программы, текстовые документы, музыкальные фрагменты, видеозаписи, изображения и т. д.

Для того чтобы операционная система могла обращаться к файлам, пользователь мог управлять файлами, а файлы могли взаимодействовать друг с другом, каждому файлу требуется обозначение. Таким обозначением является пара: <имя>.<расширение>, например, save.c3; история.doc; word.exe.

Последовательность символов, состоящую из букв, цифр, символов подчёркивания и некоторых других символов, допустимых в конкретной операционной системе, называют **именем файла**. Современные операционные системы, например семейства MS Windows, поддерживают длинные имена файлов, которые могут содержать до 255 символов.

Расширение является необязательной частью обозначения файла. Как правило, расширение представляет собой короткую, от одного до пяти символов, комбинацию букв и цифр, указывающую на содержимое файла или на создавшую его программу. Расширение отделяется от имени файла точкой.

Некоторые типы файлов и расширений

Тип файла	Расширение
Исполнимые файлы	exe
Файлы, созданные текстовым процессором Word	doc, rtf, dot
Файлы, созданные электронной таблицей Excel	xls, xlt, csv
Web-страницы	htm, html
Графические файлы	bmp, gif, tiff, png, jpeg
Звуковые файлы	wav, mid
Архивные файлы	zip, rar, 7z

Многие операционные системы и файловые менеджеры по расширению файла позволяют автоматически запускать программы, которые работают с файлами этого вида.

Кроме имени и расширения файла, операционная система хранит для каждого файла дату его создания (изменения) и несколько величин, называемых *атрибутами файла*. **Атрибуты** — это **дополнительные параметры, определяющие свойства файлов**. Операционная система позволяет их контролировать и изменять; состояние атрибутов учитывается при проведении автоматических операций с файлами. Основных атрибутов четыре:

- 1) **только для чтения (Read only)** — запрещается изменять эти файлы;

- 2) **скрытый (Hidden)** — файлы с установленным атрибутом обычно не видны пользователю;
- 3) **системный (System)** — это, как правило, файлы ОС, повреждение или удаление которых нежелательно. Они часто имеют установленные атрибуты: «только для чтения» и «скрытый»;
- 4) **архивный (Archive)** — этот атрибут устанавливается обычно во время работы с файлом, при его изменении. По окончании сеанса работы он, как правило, снимается.

2.4.2. Каталоги

Каталог — это область на диске или другом носителе, в которой хранится информация о файлах: имена, размеры, дата и время создания и модификации и т. д. Если каталог хранит имя файла, говорят, что этот файл находится в данном каталоге. В реальности каталоги являются файлами специального вида, то есть имеют имена, которые могут храниться в других каталогах. Имя каталога задаётся по тем же правилам, что и имя файла. В случае если имя каталога А сохранено в каталоге В, каталог А называют *подкаталогом* каталога В, а каталог В *родительским каталогом* для А. Обычно расширения в названиях каталогов опускают.

Часто каталоги называют *папками*. Термин «папка» был введён с появлением графического пользовательского интерфейса (по аналогии с офисными папками). В этой терминологии папка, находящаяся в другой папке, называется *вложенная папка*.

Вложение каталогов позволяет организовать файлы и папки в иерархическую древовидную структуру, которую называют *деревом каталогов*. Каталог, который не является подкаталогом ни одного другого каталога, называется *корневым*. Это значит, что этот каталог находится на самом верхнем уровне иерархии всех каталогов.

Каждый диск имеет один главный (корневой) каталог, в котором сохраняются имена каталогов первого уровня. Каталоги, зарегистрированные в каталогах первого уровня, называются каталогами второго уровня и т. д.

Активный каталог, с файлами и папками которого в данный момент работает пользователь, называется *текущим каталогом*. Смена текущего каталога в Windows происходит автоматически при открытии новой папки.

2.4.3. Устройства хранения файлов

Для хранения файлов используются устройства внешней памяти. К ним относятся жёсткие диски, компакт-диски (CD) и цифровые видеодиски (DVD), флэш-память. Дисководы позволяют прочитать информацию со сменных носителей — CD и DVD.

Для того чтобы обратиться к жёсткому диску или послать команду для работы с носителем, нужно указать имя устройства. Традиционно дискам и сменным устройствам хранения присваивают имена, состоящие из заглавных латинских букв и двоеточия: А:, В: и т. д. Имена А:, В: зарезервированы для дисководов гибких дисков, которые в настоящее

время уже практически не используются. Имя C: обычно соответствует жёсткому диску, на который установлена операционная система. Такой диск называют *системным*.

Обозначения C:, D: не всегда соответствуют физически разным устройствам, носитель информации может быть «разбит» на несколько частей — томов, или логических разделов, с которыми можно работать как с отдельными дисками. Такие диски называют *логическими*. Например, один жёсткий диск может быть разбит на тома C: и D:, где C: будет системным диском, а D: — диском для хранения данных.

Сменные носители при подключении получают имена E:, G:, F: и т. д.

2.4.4. Путь к файлу. Полное имя файла

Обратиться к файлу, находящемуся не в текущем каталоге, можно напрямую, используя путь к нему.

Путь к файлу — это последовательность из имён каталогов или символов «..», разделённых символом «\» (обратный слэш), задающий маршрут от текущего или корневого каталога к тому, в котором находится нужный файл.

Путь, начинающийся с «\», воспринимается компьютером как путь от корневого каталога. Каждое имя каталога, указанное в пути, соответствует входу в каталог с этим именем. Символ «..» обозначает переход в родительский каталог. Путь к файлу от корневого каталога называют *абсолютным путём*, а от текущего — *относительным путём*.

Путь к каталогу файла и имя файла, разделённые «\», перед которыми указано имя диска, представляет собой **полное имя файла**. Если имя диска опущено, подразумевается текущий дисковод.

При решении задач, связанных с переходом по дереву каталога, воспользуемся следующим фрагментом дерева:

