

Е. А. СИДОРОВА, Т. В. МАНОХИНА, С. П. ЖЕЛЕЗНЯК

ИЗМЕРЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

ОМСК 2017

Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Омский государственный университет путей сообщения

Е. А. Сидорова, Т. В. Манохина, С. П. Железняк

ИЗМЕРЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Утверждено методическим советом университета
в качестве учебно-методического пособия
к выполнению самостоятельной работы
по дисциплине «Информатика»

Омск 2017

УДК 004.22(075.8)
ББК 32.97я73
С34

Измерение информации: Учебно-методическое пособие к выполнению самостоятельной работы / Е. А. Сидорова, Т. В. Манохина, С. П. Железняк; Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2017. 32 с.

Учебно-методическое пособие содержит описание основных подходов к измерению информации. Приведены практические рекомендации и примеры решения задач, индивидуальные варианты заданий.

Предназначено для студентов первого курса очной и заочной форм обучения всех направлений подготовки (специальностей), изучающих дисциплину «Информатика», и может быть использовано в качестве самоучителя для любых категорий пользователей.

Библиогр.: 4 назв. Табл. 2. Рис. 7.

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор В. Н. Горюнов;
доктор техн. наук, профессор А. А. Кузнецов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Основные понятия	6
1.1. Понятие информации	6
1.2. Вероятность события	6
1.3. Количественная оценка информации	7
2. Измерение информации	8
2.1. Единицы измерения информации	8
2.2. Алфавитный подход	9
2.3. Содержательный подход	12
2.4. Вероятностный подход	14
3. Контрольные вопросы	22
4. Примеры тестовых вопросов	22
5. Задания	24
Библиографический список	31

ВВЕДЕНИЕ

Вся жизнь человека так или иначе связана с накоплением и обработкой информации, которую он получает из окружающего мира в форме знаний – фактов, научных теорий и т. п. Как научная категория «информация» составляет предмет изучения для самых различных дисциплин, в том числе и информатики. Как и любую величину, информацию можно измерять. Зная количество информации, можно определить, какой объем памяти потребуется для ее сохранения в компьютере или сколько времени займет процесс передачи информации по каналу связи.

В учебно-методическом пособии приводятся определение информации, единицы ее количественной оценки, алфавитный, содержательный и вероятностный подходы к измерению количества информации, представлены примеры решения задач и индивидуальные варианты заданий.

Библиографический список в конце издания содержит литературу для углубленного изучения данной темы.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

1.1. Понятие информации

Термин «**информация**» происходит от латинского слова *informatio*, что в переводе означает «сведения, разъяснения, изложение». В середине XX в. этот термин превратился в общенаучное понятие, означающее обмен сведениями между людьми, между человеком и автоматом, между автоматами, а также обмен сигналами в животном и растительном мире. Понятие информации связано с определенным объектом, свойства которого она отражает.

В информатике под информацией понимают сведения, снижающие степень неопределенности знаний о состоянии предметов или явлений и помогающие решить поставленную задачу.

От источника к приемнику информация передается в форме *сообщений*. **Сообщение** – это предназначенная для передачи информация о каком-либо событии (явлении), представленная в виде речи, текстов, жестов, взглядов, изображений, цифровых данных, графиков и т. п. Сообщение служит переносчиком информации, а информация является содержанием сообщения.

1.2. Вероятность события

Многие события в производственной, научной, экономической и других областях человеческой деятельности или в природе точно предсказать невозможно. Если при выполнении определенной совокупности условий событие может либо произойти, либо нет, его называют *случайным*. Например, спортсмен стреляет по мишени, разделенной на четыре сектора. Попадание в определенную область мишени – случайное событие.

События называют *несовместными*, если появление одного из них исключает появление других событий в одном и том же испытании. Например, при бросании монеты появление «орла» исключает появление «решки», поэтому эти два события – несовместные.

Несколько событий образуют *полную группу*, если в результате испытания наступит хотя бы одно из них. Например, на экзамене студент может получить одну из четырех возможных оценок – 2, 3, 4 или 5. Эти четыре несовместных события образуют полную группу.

Вероятностью случайного события называют отношение числа исходов, благоприятствующих данному событию, к общему числу возможных исходов, образующих полную группу событий. Проще говоря, вероятность события означает степень возможности наступления этого события.

Вероятность события определяется по формуле:

$$p = \frac{k}{N}, \quad (1)$$

где k – количество исходов, благоприятствующих данному событию;

N – количество возможных событий.

В количественном выражении вероятность события представляет собой число в диапазоне от нуля до единицы включительно: $0 \leq p \leq 1$. Чем меньше вероятность некоторого события, тем больше информации содержит сообщение об этом событии. Вероятность невозможного события равна нулю.

Согласно математической теореме сумма вероятностей событий, образующих полную группу из N событий, равна единице:

$$p_1 + p_2 + \dots + p_N = 1, \quad (2)$$

где p_1, p_2, \dots, p_N – вероятности соответственно 1-го, 2-го, ..., N -го событий.

1.3. Количественная оценка информации

Подход к информации как к мере уменьшения неопределенности знания позволяет количественно измерять информацию. **Количеством информации** называют числовую характеристику, отражающую ту степень неопределенности, которая исчезнет после получения информации. Эту меру неопределенности в теории информации называют **энтропией**. Энтропия максимальна в опытах, где все исходы равновероятны.

Если на ровную поверхность бросить монету, то с равной вероятностью произойдет одно из двух возможных событий – монета окажется в положении «орел» или «решка». Перед броском существует неопределенность нашего знания (возможны два события), и как упадет монета предсказать невозможно. После броска наступает полная определенность – монета находится в известном положении. Сообщение о полученном результате приводит к уменьшению неопределенности нашего знания в два раза, так как из двух возможных равновероятных событий реализовалось одно.

Чем больше начальное число возможных равновероятных событий, тем больше начальная неопределенность нашего знания и тем большее количество информации будет содержать сообщение о результатах опыта.

Сообщение считается информативным, если оно пополняет знания человека. При этом содержащиеся в поступающей информации сведения должны быть новыми и понятными. Если поступившая информация уже была известна или она непонятна получателю, то количество полученной информации считается равным нулю.

2. ИЗМЕРЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

2.1. Единицы измерения информации

За единицу информации принимается один *бит* (от англ. *BI*nary *digi*T – двоичная цифра (0 или 1)) – это количество информации, при котором неопределенность, т. е. количество вариантов выбора, уменьшается вдвое или, другими словами, это ответ на вопрос, требующий односложного решения – «да» или «нет».

Бит – наименьшая единица измерения информации. На практике чаще применяются более крупные единицы, например, *байт* – последовательность из восьми битов. Именно один байт является минимальной единицей адресуемой памяти компьютера и используется для того, чтобы закодировать любой из 256 символов алфавита клавиатуры компьютера ($256 = 2^8$).

Единицы «бит» и «байт» являются довольно малыми единицами измерения количества информации. Для представления больших объемов информации в компактном виде применяются производные единицы измерения с приставками «кило», «мега», «гига», «тера», «пета» и др. (табл. 1). Следует иметь в виду, что при этом используются числа, кратные 1024, а не ровно 1000, поскольку информация в компьютере хранится и обрабатывается в двоичной системе счисления и число $1024 = 2^{10}$ для него является круглым. Например, объем жесткого диска компьютера 536 870 912 296 000 байт обычно записывается в виде 500 Гбайт, что намного удобнее для восприятия человеком.

Приставки «кило», «мега», «гига», «тера», «пета» и другие могут использоваться и совместно с единицей «бит» аналогично байту.

Таблица 1

Соотношение между единицами измерения информации

Единица	Обозначение	Объем	Объем в байтах
1 байт	1 Б	8 бит	1
1 килобайт	1 Кбайт	1024 Б	2^{10}
1 мегабайт	1 Мбайт	1024 Кбайт	2^{20}
1 гигабайт	1 Гбайт	1024 Мбайт	2^{30}
1 терабайт	1 Тбайт	1024 Гбайт	2^{40}
1 петабайт	1 Пбайт	1024 Тбайт	2^{50}

Информационный объем (информационная емкость) сообщения – это количество информации в сообщении, измеренное в битах или более крупных единицах.

В зависимости от решаемой задачи и характера имеющейся в сообщении информации при определении ее количества могут применяться три подхода – алфавитный, содержательный или вероятностный. Рассмотрим каждый из них подробнее.

2.2. Алфавитный подход

Все множество символов, используемых в конкретном языке для представления информации, называется **алфавитом** этого языка. В алфавит языка могут входить не только буквы, но и цифры, знаки препинания, пробел и другие символы. Общее количество символов алфавита конкретного языка называется **мощностью (размером)** этого алфавита. Например, для записи текста на русском языке используется алфавит мощностью 55 символов (33 буквы, 10 цифр, 11 знаков препинания и пробел). Ограничений на максимальную мощность алфавита нет, но для представления текстов в компьютере достаточен алфавит мощностью 256 символов (см. подразд. 2.1).

Любое техническое устройство не воспринимает содержание информации, поэтому при подсчете количества информации, хранимого, передаваемого и обрабатываемого вычислительной техникой, в качестве основного используется объемный подход, обычно называемый **алфавитным подходом**. Он является **объективным** подходом к измерению информации, поскольку не зависит от субъекта (человека), воспринимающего текст (символьное информационное сообщение). Применение алфавитного подхода позволяет определить,

например, какой объем памяти потребуется для сохранения той или иной информации или сколько времени займет процесс передачи информации по каналу связи, если известна его пропускная способность.

Содержание информации в тексте при алфавитном подходе не учитывается, сообщение воспринимается просто как последовательность символов. Количество информации пропорционально числу символов в сообщении и зависит от мощности алфавита, используемого для записи этого сообщения.

Алфавитный подход основан на том положении, что каждый символ сообщения несет определенное количество информации, которое называют **информационным весом символа**. Информационный объем сообщения (количество информации) в битах равен сумме информационных весов всех символов, составляющих сообщение:

$$I = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_k = \sum_{j=1}^k i_j, \quad (3)$$

где i_j – информационный вес j -го символа, бит;

k – количество символов в сообщении.

Информационный вес символа измеряется в битах, зависит от мощности алфавита и определяется по формуле:

$$i = \log_2 N, \quad (4)$$

где N – мощность алфавита.

Если известен информационный вес символа алфавита, то найти мощность алфавита можно, воспользовавшись определением понятия логарифма:

$$N = 2^i. \quad (5)$$

Исходя из формулы (3) и учитывая, что каждый символ конкретного алфавита имеет одинаковый информационный вес, **количество информации** (в битах) в сообщении определяется по формуле:

$$I = i \cdot k. \quad (6)$$

Рассмотрим примеры решения задач на применение алфавитного подхода к измерению количества информации.

Пример 1. Сообщение, записанное с помощью 64-символьного алфавита, занимает 3 страницы, на каждой странице по 240 символов. Найти количество информации в сообщении (в байтах).

Дано: $N = 64$ симв.; $k_{\text{стр}} = 3$ стр.; $k_{\text{симв}} = 240$ симв.	<i>Решение.</i> Найдем общее количество символов в сообщении по формуле $k = k_{\text{стр}} \cdot k_{\text{симв}}$: $k = 3 \cdot 240 = 720$ символов. По формуле (4) определим информационный вес одного символа: $i = \log_2 64 = 6$ битов.
Найти: I .	Подставим найденные значения в формулу (6) и получим количество информации: $I = 6 \cdot 720 = 4320$ битов. Переведем полученное количество информации 4320 битов в байты: $I = 4320 / 8 = 540$ байтов. Ответ: $I = 540$ байтов.

Пример 2. Сколько байтов информации содержится в словосочетании «Студент университета» при условии, что для кодирования используется 32-значный алфавит?

Дано: $N = 32$ симв.	<i>Решение.</i> Подсчитаем количество символов в словосочетании «Студент университета»: $k = 20$.
Найти: I .	По формуле (4) найдем информационный вес одного символа: $i = \log_2 32 = 5$ битов. Подставим найденные значения в формулу (6) и получим количество информации: $I = 5 \cdot 20 = 100$ битов. Переведем полученное количество информации 100 битов в байты: $I = 100 / 8 = 12,5$ байта. Ответ: $I = 12,5$ байта.

Пример 3. Сообщение объемом 3 Кбайт содержит 3072 символа. Каков размер алфавита, с помощью которого было составлено это сообщение?

Дано:	<i>Решение.</i>
$I = 3$ Кбайт; $k = 3072$ симв.	Переведем информационный объем сообщения 3 Кбайт в биты: $I = 3 \cdot 1024 \cdot 8 = 24576$ битов.
Найти: N .	Из формулы (6) выразим $i = I/k$ и вычислим информационный вес одного символа: $i = 24576/3072 = 8$ битов. По формуле (5) определим размер алфавита, с помощью которого составлено сообщение: $N = 2^8 = 256$ симв. Ответ: $N = 256$ символов.

Алфавитный подход может применяться при измерении количества не только текстовой, но и других видов информации (графической, звуковой и др.).

2.3. Содержательный подход

В тех случаях, когда имеет значение содержание сообщения, а не длина его записи, для измерения количества информации применяют содержательный или вероятностный подход. При этом количество информации, заключенное в сообщении, определяется объемом знаний, который это сообщение несет получающему его человеку. Содержательный и вероятностный подходы часто называют *субъективными*, так как разные люди (субъекты) информацию об одном и том же событии оценивают по-разному. Но если число исходов не зависит от суждения людей (например, в случае бросания кубика или монеты), то информация о наступлении одного из возможных исходов является объективной.

Если событие имеет два равновероятных исхода, то сообщение о наступлении каждого из них несет в себе один бит информации, при этом неопределенность знаний уменьшается в два раза. Информационное сообщение о наступлении одного из N равновероятных событий приводит к уменьшению неопределенности знания в N раз.

Содержательный подход к измерению количества информации в сообщении применяется в случае, если в сообщении содержится информация о наступлении одного из *равновероятных* событий.

Количество информации (в битах) в сообщении о том, что наступило одно из N равновероятных событий, определяется по формуле Ральфа Хартли, которую он предложил в 1928 г.:

$$I = \log_2 N. \quad (7)$$

Для определения количества равновероятных событий используется обратная формула Хартли, аналогичная формуле (5):

$$N = 2^I. \quad (8)$$

Рассмотрим примеры решения задач на применение содержательного подхода к измерению количества информации.

П р и м е р 4. Бросают игральный кубик. Найти количество информации в сообщении о том, что выпало число 5.

Дано: $N = 6$ (так как кубик имеет 6 граней).	<i>Решение.</i> Так как числа на всех гранях кубика разные, вероятность выпадения любого из них одинакова, поэтому применим формулу (7) и получим количество информации в сообщении: $I = \log_2 6 \approx 2,58$ бита.
Найти: I .	Ответ: $I = 2,58$ бита.

П р и м е р 5. В коробке лежат 16 разноцветных карандашей. Какое количество информации (в байтах) содержит сообщение о том, что из коробки достают красный карандаш?

Дано: $N = 16$.	<i>Решение.</i> Так как все карандаши разноцветные, вероятность выбора любого из них одинакова, поэтому применим формулу (7) и получим: $I = \log_2 16 = 4$ бита. Переведем полученное количество информации 4 бита в байты: $I = 4/8 = 0,5$ байта.
Найти: I .	Ответ: $I = 0,5$ байта.

П р и м е р 6. При угадывании целого числа в некотором диапазоне было получено 7 битов информации. Сколько чисел содержит этот диапазон?

Дано: $I = 7$ битов.	<i>Решение.</i> Угадывание целого числа в указанном диапазоне – одно из N равновероятных событий, поэтому применим формулу (8): $N = 2^7 = 128$ чисел.
Найти: N .	Ответ: $N = 128$ чисел.

Пример 7. Какое количество информации содержит сообщение о том, что случайным образом выбрано одно число в диапазоне от 17 до 80 включительно?

Дано: $X_n = 17$; $X_k = 80$.	<i>Решение.</i> Найдем общее количество чисел в диапазоне от X_n до X_k по формуле $N = X_k - X_n + 1$: $N = 80 - 17 + 1 = 64$.
Найти: I .	Применим формулу (7) и получим: $I = \log_2 64 = 6$ битов. Ответ: $I = 6$ битов.

Пример 8. Сообщение о том, что студент Иванов живет на третьем этаже, содержит 4 бита информации. Сколько этажей в доме?

Дано: $I = 4$ бита.	<i>Решение.</i> Так как вероятность проживания студента Иванова на любом из N этажей (первом, втором, третьем и др.) одинакова, т. е. речь идет об N равновероятных событиях, то применим формулу (8) и получим: $N = 2^4 = 16$ этажей.
Найти: N .	Ответ: $N = 16$ этажей в доме.

2.4. Вероятностный подход

Вероятностный подход к измерению количества информации по своей сути аналогичен содержательному подходу и применяется, когда имеется информация о наступлении событий *с разной вероятностью*.

Количество информации (в битах) в сообщении о том, что произошло конкретное i -е событие, вероятность наступления которого равна p_i , определяется по формуле:

$$I_i = \log_2 \frac{1}{p_i} = -\log_2 p_i. \quad (9)$$

Количество информации (в битах) в сообщении о том, что наступило любое из событий с разными вероятностями, определяется по формуле Клода Шеннона, предложенной им в 1948 г.:

$$I = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i, \quad (10)$$

где N – количество возможных событий;

p_i – вероятность i -го события.

Если события равновероятны, т. е. $p_1 = p_2 = \dots = p_N = \frac{1}{N}$, то количество информации в сообщении о наступлении одного из них имеет максимальное значение. При этом формула Шеннона принимает вид:

$$I = -\sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{N} \cdot \log_2 \frac{1}{N} \right) = \log_2 N. \quad (11)$$

Сравнивая формулы (11) и (7), можно сделать вывод о том, что формула Хартли – это частный случай формулы Шеннона для равновероятных событий.

Рассмотрим примеры решения задач на применение вероятностного подхода к измерению количества информации.

Пример 9. В непрозрачном мешке хранятся 10 белых, 20 красных, 30 зеленых и 40 синих шаров. Какое количество информации будет содержать визуальное сообщение о цвете вынутого шара?

Дано:	<i>Решение.</i>
$k_{\text{б}} = 10$ шт.;	Найдем общее количество шаров по формуле
$k_{\text{к}} = 20$ шт.;	$N = k_{\text{б}} + k_{\text{к}} + k_{\text{з}} + k_{\text{с}}: N = 10 + 20 + 30 + 40 = 100$ шт.
$k_{\text{з}} = 30$ шт.;	Вероятность появления шара каждого цвета определим
$k_{\text{с}} = 40$ шт.	по формуле (1): $p_{\text{б}} = \frac{10}{100} = 0,1$; $p_{\text{к}} = \frac{20}{100} = 0,2$; $p_{\text{з}} = \frac{30}{100} = 0,3$;
Найти: I .	$p_{\text{с}} = \frac{40}{100} = 0,4$.
	По формуле (10) вычислим количество информации:
	$I = -(0,1 \cdot \log_2 0,1 + 0,2 \cdot \log_2 0,2 + 0,3 \cdot \log_2 0,3 + 0,4 \cdot \log_2 0,4) \approx$
	$\approx 1,85$ бита.
	Ответ: $I \approx 1,85$ бита.

Пример 10. В аудитории находятся 8 юношей и 24 девушки. В каком сообщении о наступлении события больше информации: «Вышел к доске один юноша» или «Вышла к доске одна девушка»?

Дано:	<i>Решение.</i>
$k_{\text{юн}} = 8$ чел.;	Найдем общее количество студентов в аудитории по формуле $N = k_{\text{юн}} + k_{\text{д}}$: $N = 8 + 24 = 32$ чел.
$k_{\text{д}} = 24$ чел.	Вычислим вероятность выхода к доске юноши или девушки по формуле (1): $p_{\text{юн}} = \frac{8}{32} = 0,25$; $p_{\text{д}} = \frac{24}{32} = 0,75$.
Найти: $I_{\text{д}}, I_{\text{м}}$.	Определим количество информации в сообщениях по формуле (9): $I_{\text{юн}} = \log_2 \frac{1}{0,25} = 2$ бита; $I_{\text{д}} = \log_2 \frac{1}{0,75} \approx 0,41$ бита.
	Сравним полученные значения: $I_{\text{юн}} > I_{\text{д}}$.
	Ответ: Сообщение «Вышел к доске один юноша» содержит информации больше, чем сообщение «Вышла к доске одна девушка».

При решении более сложных задач на применение вероятностного подхода к измерению информации целесообразно применять универсальный шаблон в виде таблицы, представленной на рис. 1. Расчеты с использованием такого шаблона легко автоматизируются, например, с помощью электронных таблиц Microsoft Excel.

Событие	Количество событий	Вероятность события	$1/p_i$	Количество информации в сообщении о событии	$p_i \cdot \log_2(p_i)$
	k_i	$p_i = k_i / N$		$I_i = \log_2(1/p_i)$, бит	
1	2	3	4	5	6
Событие 1					
Событие 2					
Событие ...					
Всего	$N = \sum k_i$	$\sum p_i = 1$	–	–	$\sum p_i \cdot \log_2(p_i)$
Количество информации в сообщении о любом событии, бит					$I = -\sum p_i \cdot \log_2(p_i)$

Рис. 1. Универсальный шаблон для решения задач на применение вероятностного подхода

На первом этапе в графе 1 шаблона перечисляются все анализируемые события и в соответствующие ячейки записываются исходные данные задачи.

Затем последовательно заполняются взаимосвязанные ячейки, значения в которых можно определить, применяя указанные в шаблоне формулы, соответствующие формулам (1), (2), (9) – (11).

Рассмотрим применение универсального шаблона на конкретном примере.

Пример 11. На станцию прибыл грузовой поезд, в составе которого 10 платформ, 10 полувагонов и 20 цистерн. Определить количество информации в сообщениях о том, что на станции отцепили:

- 1) вагон каждого типа (платформу, полувагон или цистерну);
- 2) любой вагон (без указания его типа).

Для решения задачи заполним шаблон по образцу рис. 2, запишем в него исходные данные и укажем ячейки результата:

в графе 1 – типы вагонов в составе поезда;

в графе 2 – количество вагонов каждого типа;

в графе 5 – знаки «?», указывающие местоположение ответов на вопрос 1;

в последней ячейке шаблона – знак «??», указывающий местоположение ответа на вопрос 2.

Событие (тип вагона)	Количество событий	Вероятность события	$1/p_i$	Количество информации в сообщении о событии	$p_i \cdot \log_2(p_i)$
	k_i	$p_i = k_i / N$		$I_i = \log_2(1/p_i)$, бит	
1	2	3	4	5	6
Платформа	10			?	
Полувагон	10			?	
Цистерна	20			?	
Всего		1	–	–	
Количество информации в сообщении о любом событии, бит					??

Рис. 2. Исходные данные для примера 11

Для получения ответов на вопросы задачи выполним необходимые вычисления по указанным в шаблоне формулам в следующей последовательности:

1) по данным графы 2 определим общее количество вагонов в составе поезда:

$$N = 10 + 10 + 20 = 40$$

и запишем результат в строку «Всего» графы 2;

2) используя формулу $p_i = k_i / N$, в строках графы 3 рассчитаем вероятность отцепки вагона каждого типа:

$$p_{\text{пл}} = 10 / 40 = 0,25; \quad p_{\text{пв}} = 10 / 40 = 0,25; \quad p_{\text{цс}} = 20 / 40 = 0,5.$$

Для контроля правильности расчетов вычислим сумму полученных вероятностей по формуле (2):

$$0,25 + 0,25 + 0,5 = 1;$$

3) для значений вероятностей из графы 3 рассчитаем обратные значения и запишем их в соответствующие строки графы 4. Результаты расчетов по этапам 1 – 3 представлены на рис. 3;

Событие (тип вагона)	Количество событий	Вероятность события	$1 / p_i$	Количество информации в сообщении о событии	$p_i \cdot \log_2(p_i)$
	k_i	$p_i = k_i / N$		$I_i = \log_2(1 / p_i)$, бит	
1	2	3	4	5	6
Платформа	10	0,25	4	?	
Полувагон	10	0,25	4	?	
Цистерна	20	0,5	2	?	
Всего	40	1	–	–	
Количество информации в сообщении о любом событии, бит					??

Рис. 3. Результаты промежуточных расчетов для примера 11

4) по формуле $I_i = \log_2(1/p_i)$ в строках графы 5 определим количество информации в сообщении о том, что на станции отцепили вагон каждого типа (найдем ответы на вопрос 1):

$$I_{\text{пл}} = \log_2 4 = 2 \text{ бита}; \quad I_{\text{пв}} = \log_2 4 = 2 \text{ бита}; \quad I_{\text{цс}} = \log_2 2 = 1 \text{ бит};$$

5) используя выражение $p_i \cdot \log_2(p_i)$, в строках графы 6 для каждого события рассчитаем соответствующее значение, а в строке «Всего» – сумму полученных значений:

$$\begin{aligned} 0,25 \cdot \log_2(0,25) + 0,25 \cdot \log_2(0,25) + 0,5 \cdot \log_2(0,5) = \\ = (-0,5) + (-0,5) + (-0,5) = -1,5; \end{aligned}$$

б) в последней ячейке шаблона определим количество информации в сообщении о том, что на станции отцепили любой вагон (найдем ответ на вопрос 2):

$$I = -(-1,5) = 1,5 \text{ бита.}$$

Заполненный шаблон с результатами расчетов для примера 11 представлен на рис. 4.

Событие (тип вагона)	Количество событий	Вероятность события	$1/p_i$	Количество информации в сообщении о событии	$p_i \cdot \log_2(p_i)$
	k_i	$p_i = k_i / N$		$I_i = \log_2(1/p_i), \text{ бит}$	
1	2	3	4	5	6
Платформа	10	0,25	4	2	-0,5
Полувагон	10	0,25	4	2	-0,5
Цистерна	20	0,5	2	1	-0,5
Всего	40	1	—	—	-1,5
Количество информации в сообщении о любом событии, бит					1,5

Рис. 4. Результаты расчетов для примера 11

Необходимо отметить, что при решении многих задач не требуется заполнение всех ячеек универсального шаблона, достаточно заполнить только необходимые из них. Продемонстрируем это на следующем примере.

Пример 12. На экзамене преподаватель поставил четыре вида оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно», в том числе студент Иванов получил какую-то оценку. Количество информации в сообщении о том, что это была оценка «отлично» – 3 бита, «удовлетворительно» – 2 бита, «неудовлетворительно» – 4 бита. Всего было девять оценок «хорошо». Определить количество оценок «отлично».

Для решения задачи заполним шаблон исходными данными (рис. 5):

в графе 1 запишем виды оценок;

в графе 2 по строке события «Хорошо» – количество оценок 9;

в графе 5 – количество информации в сообщениях о соответствующих оценках;

в графе 2 по строке события «Отлично» поставим знак «?», указывающий местоположение результата решения задачи.

Событие (оценка)	Количество событий	Вероятность события	$1/p_i$	Количество информации в сообщении о событии	$p_i \cdot \log_2(p_i)$
	k_i	$p_i = k_i / N$		$I_i = \log_2(1/p_i)$, бит	
1	2	3	4	5	6
Отлично	?			3	
Хорошо	9				
Удовлетворительно				2	
Неудовлетворительно				4	
Всего		1	–	–	
Количество информации в сообщении о любом событии, бит					

Рис. 5. Исходные данные для примера 12

Для решения задачи выполним необходимые расчеты в следующем порядке:

1) аналогично формуле (5) из указанной в графе 5 формулы $I_i = \log_2(1/p_i)$ получим: $1/p_i = 2^{I_i}$. Используя значения I_i по строкам событий «Отлично», «Удовлетворительно» и «Неудовлетворительно», вычислим соответствующие значения $1/p_i$ и запишем их в графу 4:

$$1/p_{\text{отл}} = 2^3 = 8; \quad 1/p_{\text{уд}} = 2^2 = 4; \quad 1/p_{\text{неуд}} = 2^4 = 16;$$

2) для полученных в графе 4 чисел рассчитаем обратные значения по формуле $p_i = 1/(1/p_i)$ и запишем их в соответствующие строки графы 3. Для наглядности и упрощения дальнейших вычислений представим эти значения в виде простых дробей (рис. 6);

3) в графе 3 по строке события «Хорошо» определим вероятность получения этой оценки по формуле (2):

$$p_{\text{хор}} = 1 - 1/8 - 1/4 - 1/16 = 9/16;$$

4) из формулы $p_i = k_i / N$ графы 3 выразим $N = k_i / p_i$ и в строке «Всего» графы 2 вычислим общее количество оценок, используя значения $k_{\text{хор}}$ и $p_{\text{хор}}$ по строке события «Хорошо»:

$$N = 9 / (9/16) = 16;$$

5) из формулы $p_i = k_i / N$ графы 3 выразим $k_i = p_i \cdot N$ и в графе 2 по строке события «Отлично» вычислим количество этих оценок (ответ на вопрос задачи):

$$k_{\text{отл}} = 1/8 \cdot 16 = 2.$$

Событие (оценка)	Количество событий	Вероятность события	$1/p_i$	Количество информации в сообщении о событии	$p_i \cdot \log_2(p_i)$
	k_i	$p_i = k_i / N$		$I_i = \log_2(1/p_i)$, бит	
1	2	3	4	5	6
Отлично		1/8	8	3	
Хорошо	9				
Удовлетворительно		1/4	4	2	
Неудовлетворительно		1/16	16	4	
Всего		1	—	—	
Количество информации в сообщении о любом событии, бит					

Рис. 6. Результаты промежуточных расчетов для примера 12

В заполнении остальных ячеек шаблона необходимости нет. Итоговые результаты расчетов для примера 12 представлены на рис. 7.

Событие (оценка)	Количество событий	Вероятность события	$1/p_i$	Количество информации в сообщении о событии	$p_i \cdot \log_2(p_i)$
	k_i	$p_i = k_i / N$		$I_i = \log_2(1/p_i)$, бит	
1	2	3	4	5	6
Отлично	2	1/8	8	3	
Хорошо	9	9/16			
Удовлетворительно		1/4	4	2	
Неудовлетворительно		1/16	16	4	
Всего	16	1	—	—	
Количество информации в сообщении о любом событии, бит					

Рис. 7. Результаты расчетов для примера 12

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Что такое информация?
- 2) Что называют количеством информации?
- 3) Назовите единицы измерения объема информации.
- 4) Что такое мощность алфавита?
- 5) В каких случаях используют алфавитный подход к измерению количества информации?
- 6) Какие события называют несовместными?
- 7) Что называют вероятностью события?
- 8) Чем характеризуется полная группа событий?
- 9) В каком случае формулы Хартли и Шеннона принимают один вид?

4. ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ВОПРОСОВ

Вопрос № 1 (один верный)

Наименьшей единицей измерения информации является ...

Варианты ответов:

- 1) бит;
- 2) байт;
- 3) бод.

Вопрос № 2 (один верный)

Выберите вариант, в котором единицы измерения информации расположены в порядке возрастания.

Варианты ответов:

- 1) мегабайт, гигабайт, терабайт;
- 2) гигабайт, мегабайт, терабайт;
- 3) мегабайт, терабайт, гигабайт;
- 4) терабайт, мегабайт, гигабайт.

Вопрос № 3 (один верный)

Для кодирования текста используется 32-символьный алфавит. Найти количество информации (в битах) в слове «Информатика».

Варианты ответов:

- 1) 55;
- 2) 32;
- 3) 5.

Вопрос № 4 (один верный)

Сообщение, содержащее 64 символа, несет 64 бита информации. Найти мощность алфавита, с помощью которого записано сообщение.

Варианты ответов:

- 1) 1;
- 2) 64;
- 3) 4096;
- 4) 2.

Вопрос № 5 (один верный)

В спортивном комплексе четыре зала. Преподаватель сообщил студентам, что занятие будет проводиться в зале № 2. Какое количество информации получили студенты?

Варианты ответов:

- 1) 2 бита;
- 2) 4 бита;
- 3) 16 битов.

Вопрос № 6 (один верный)

В магазине компьютерной техники в продаже имеется всего 32 карты памяти объемом 4, 8, 16 и 32 Гбайт. Покупатель приобрел одну из них. Количество информации в сообщении «Приобретена карта 4 Гбайт» равно 2 битам, в сообщении «Приобретена карта 8 Гбайт» – 4 бита, в сообщении «Приобретена карта 16 Гбайт» – 2 бита. Сколько карт памяти объемом 32 Гбайт всего было в продаже?

Варианты ответов:

- 1) 14;
- 2) 4;
- 3) 8;
- 4) 16.

5. ЗАДАНИЯ

Выполните задание в соответствии с индивидуальным вариантом (табл. 2). Каждый вариант содержит шесть задач. При их решении укажите подход к измерению количества информации, результаты выполнения задания представьте в письменном виде аналогично примерам, рассмотренным в разд. 2.

Таблица 2

Задания по индивидуальным вариантам

Вариант	Задачи
1	2
1	<p>1. Два текста содержат одинаковое количество символов. Первый текст составлен при помощи алфавита мощностью 16 символов, второй – 32 символа. Во сколько раз количество информации в первом тексте меньше, чем во втором?</p> <p>2. Сообщение занимает 3 страницы и содержит 7875 байтов информации. Сколько строк на странице, если в строке 50 символов и при составлении этого сообщения использовали 128-символьный алфавит?</p> <p>3. Группа студентов пришла в бассейн, в котором 8 дорожек для плавания. Тренер сообщил, что группа будет плавать на дорожке № 5. Какое количество информации получили студенты из этого сообщения?</p> <p>4. Определите количество вопросов в тесте по информатике, если сообщение о номере одного из них несет 7 битов информации.</p> <p>5. На экзамене 36 вопросов, студент не выучил 9 из них. Какое количество информации содержится в сообщении о том, что ему попался невыученный вопрос?</p> <p>6. В службе такси свободны автомобили красного, черного и синего цвета. Известно, что среди них 14 черных автомобилей, а красных и синих – одинаковое количество. Количество информации в сообщении о том, что на заказ выезжает синий автомобиль, составляет 2 бита. Найти количество красных и синих автомобилей.</p>
2	<p>1. Информационное сообщение объемом 2 Кбайт содержит 2048 символов. Каков размер алфавита, с помощью которого оно было составлено?</p> <p>2. Сообщение объемом 3600 байтов занимает 2 страницы по 40 строк. Сколько символов в строке, если при составлении этого сообщения использовали 64-символьный алфавит?</p> <p>3. На станции ожидают отправления 8 поездов. Какое количество информации содержит сообщение о том, что отправляется поезд № 4?</p> <p>4. При угадывании целого числа в некотором диапазоне было получено 6 битов информации. Сколько чисел содержит этот диапазон?</p>

1	2
	<p>5. В корзине лежат апельсины и мандарины. Среди них – 18 апельсинов. Сообщение о том, что из корзины достают мандарин, несет 2 бита информации. Сколько всего в корзине фруктов?</p> <p>6. На конференцию приехали 3 ученых из Казахстана, 4 из Белоруссии и 5 из Узбекистана. Порядок докладов определяется жеребьевкой. Определить количество информации в сообщении о том, что восьмым окажется доклад ученого из Казахстана.</p>
3	<p>1. Сообщение, записанное с использованием 128-символьного алфавита, содержит 30 символов. Какой объем информации оно несет?</p> <p>2. Какое количество информации содержится в слове «стипендия», если для кодирования использован 32-значный алфавит?</p> <p>3. Студент, собираясь на занятия, думал, какую рубашку ему надеть: синюю, черную, голубую или белую. Найти количество информации в сообщении о том, что студент надел белую рубашку.</p> <p>4. При угадывании целого числа в диапазоне от 3 до Z было получено 2 бита информации. Чему равно Z?</p> <p>5. В соревнованиях по стрельбе участвовали 32 студента, в том числе 4 студента ИМЭКа. Какое количество информации несет сообщение о том, что победил студент ИМЭКа?</p> <p>6. В олимпиаде по информатике участвовали студенты ЭМФ, ИАТИТа, ТЭФа, МФ. Из них 8 студентов ЭМФ, 6 – ИАТИТа, 5 – ТЭФа. Сообщение о том, что победил студент ИАТИТа, несет 2 бита информации. Определить количество студентов МФ, участвовавших в олимпиаде.</p>
4	<p>1. Информационное сообщение имеет объем 3 Кбайт. Сколько в нем символов, если мощность алфавита, с помощью которого оно было составлено, равна 16?</p> <p>2. Для записи текста используется 64-символьный алфавит. Каждая страница содержит 32 строки по 64 символа в строке. Какой объем информации (в килобайтах) содержат 4 страницы текста?</p> <p>3. Сообщение о том, что офис фирмы находится на третьем этаже, несет 4 бита информации. Сколько этажей в здании?</p> <p>4. Какое количество информации (в байтах) содержится в сообщении о том, что в таблице размером 4×4 одна из ячеек закрашена?</p> <p>5. В холодильнике магазина лежат 16 пачек масла и 48 пачек маргарина. Какое количество информации несет сообщение о том, что покупатель берет пачку масла?</p>

1	2
	<p>6. На совещании присутствовали 12 работников компьютерного отдела: программисты, системные администраторы и менеджеры. Среди них 4 системных администратора. Сообщение о том, что с отчетом выступал программист, несет 2 бита информации. Определить количество менеджеров, участвовавших в совещании.</p>
5	<p>1. Сообщение содержит 4096 символов. Объем сообщения составляет 1/512 Мбайт. Чему равна мощность алфавита, с помощью которого записано данное сообщение?</p> <p>2. Определить количество информации в тексте «Информационная технология» при условии, что для кодирования используется 32-значный алфавит.</p> <p>3. В библиотеке 64 стеллажа с учебниками. На каждом стеллаже 8 полок. Библиотекарь сообщила студенту, что учебник по химии находится на десятом стеллаже на третьей сверху полке. Какое количество информации библиотекарь сообщила студенту?</p> <p>4. При угадывании целого числа в некотором диапазоне было получено 5 битов информации. Сколько чисел содержит этот диапазон?</p> <p>5. В гараже автопредприятия стоят 40 автомобилей, в том числе 20 автомобилей марки «Audi», 10 – «Renault», 2 – «Peugeot», 5 – «Ford» и 3 – «Toyota». Какое количество информации содержится в сообщении о том, что автомобиль марки «Audi» неисправен?</p> <p>6. У студента Кустова 8 пропусков занятий по информатике, 6 – по математике и несколько по физике. Сообщение о количестве пропусков по физике несет 3 бита информации. Найти общее количество пропусков.</p>
6	<p>1. Для записи текста письма был использован алфавит мощностью 32 символа. Письмо состоит из 12 строк, в каждой строке вместе с пробелами 16 символов. Сколько байтов информации содержит письмо?</p> <p>2. Определить количество страниц электронного учебника (32 строки по 64 символа, 1 символ занимает 8 битов), который размещен в файле объемом 640 Кбайт.</p> <p>3. Определить количество экзаменационных билетов, если сообщение о номере одного вытянутого билета несет 4 бита информации.</p> <p>4. В библиотеке 128 стеллажей с учебниками. На каждом стеллаже 8 полок. Библиотекарь сообщила студенту, что учебник по информатике находится на восемнадцатом стеллаже на второй снизу полке. Какое количество информации библиотекарь сообщила студенту?</p>

1	2
	<p>5. В группе 30 человек. За контрольную работу по информатике получено 6 пятерок, 15 четверок, 8 троек и 1 двойка. Какое количество информации содержится в сообщении о том, что Иванов получил четверку?</p> <p>6. На стоянке находятся несколько автомобилей марок «Nissan», «Toyota» и «Ford». Из них 6 автомобилей марки «Nissan», а «Toyota» и «Ford» – одинаковое количество. Сообщение о том, что у одного из автомобилей марки «Toyota» сработала сигнализация, несет 3 бита информации. Сколько автомобилей марки «Ford» на стоянке?</p>
7	<p>1. Сколько символов содержит текст, записанный с помощью 16-символьного алфавита, если объем текста составляет 3/16 Кбайт?</p> <p>2. В языке некоторого государства всего 16 букв. Все слова состоят из 5 букв, всего в языке 8000 слов. Какой объем памяти (в байтах) потребуется для хранения всех слов этого языка?</p> <p>3. При угадывании целого числа в диапазоне от 1 до Z было получено 10 битов информации. Чему равно Z?</p> <p>4. В боулинг-центре 8 дорожек. Профорг группы сообщил студентам, что они будут играть на дорожке № 2. Какое количество информации получили студенты?</p> <p>5. За период обучения в университете студент получил 48 оценок. Сообщение о том, что он получил тройку, несет 3 бита информации. Сколько троек студент получил за период обучения в университете?</p> <p>6. Научная конференция проводится 3 дня. В первый день запланировано 16 докладов, во второй и третий дни – по 24 доклада. Порядок докладов определяется жеребьевкой. Какое количество информации содержится в сообщении о том, что студент Еремеев будет выступать с докладом в первый день?</p>
8	<p>1. Сообщение из 20 символов записано с помощью алфавита мощностью 64 символа. Какой объем информации оно несет?</p> <p>2. Сообщение, записанное с помощью 128-символьного алфавита, занимает 4 страницы, на каждой странице по 300 символов. Найти количество информации в сообщении (в байтах).</p> <p>3. Какое количество информации содержит сообщение о том, что студенту удалили один из 32 зубов?</p> <p>4. На остановке стоят автобусы разных маршрутов. Сообщение о том, что отъезжает автобус № 45, несет 3 бита информации. Сколько автобусов на остановке?</p>

1	2
	<p>5. В гараже автопредприятия стоят 40 автомобилей. Из них 20 автомобилей марки «Honda», 10 – «Renault», 5 – «Ford», 2 – «Peugeot» и 3 – «Toyota». Какое количество информации содержится в сообщении о том, что автомобиль марки «Renault» выставлен на продажу?</p> <p>6. Для ремонта склада использовали белую, серую и зеленую краску. Известно, что израсходовали одинаковое количество банок белой и серой краски. Сообщение о том, что закончилась банка белой краски, несет 2 бита информации. Серой краски израсходовали 8 банок. Сколько банок зеленой краски израсходовали на ремонт склада?</p>
9	<p>1. Сообщение объемом 64 байта содержит 128 символов. Найти мощность алфавита, с помощью которого записано сообщение.</p> <p>2. Для кодирования используется 32-символьный алфавит. Найти количество информации (в байтах) в словосочетании «Информационный объем».</p> <p>3. Сообщение о том, что студент Афанасьев живет на 13-м этаже, несет 5 битов информации. Сколько этажей в доме?</p> <p>4. Какое количество информации содержит сообщение о том, что случайным образом выбрано одно число в диапазоне от 12 до 43 включительно?</p> <p>5. В техническом отделе работают 24 человека – электромеханики и электромонтеры. Руководитель вызвал одного из них в кабинет. Количество информации в сообщении «Вызвали электромеханика» равно 2 битам. Найти количество электромонтеров в техническом отделе.</p> <p>6. Для озеленения парка купили 18 берез, 9 яблонь и несколько сосен. Сообщение о том, что первой высадят сосну, несет 2 бита информации. Какое количество информации содержится в сообщении о том, что первой высадят яблоню?</p>
10	<p>1. Сколько килобайтов составляет сообщение из 128 символов 16-символьного алфавита?</p> <p>2. Сообщение занимает 4 страницы по 15 строк. В каждой строке записано по 30 символов. Сколько символов в использованном алфавите, если все сообщение содержит 1125 байтов?</p> <p>3. Сообщение о том, что отдел по продаже компьютеров расположен на 10-м этаже, несет 4 бита информации. Сколько этажей в здании?</p> <p>4. Девушка думает, что подарить своему другу: книгу, парфюмерную воду, кошелек или ремень. Найти количество информации в сообщении о том, что девушка подарит другу кошелек.</p>

1	2
	<p>5. В спортзале находятся 20 студентов. Из них 10 студентов ЭМФ, 5 – ИМЭКа, 4 – МФ и 1 – ИАТИТа. Какое количество информации содержится в сообщении о том, что из спортзала выходит студент ЭМФ?</p> <p>6. На складе хранились 75 железобетонных, несколько деревянных и полимерных шпал. Сообщение о том, что для ремонта пути использовали деревянные шпалы с этого склада, несет 3 бита информации, полимерные – 2 бита. Определить общее количество шпал, хранившихся на складе.</p>
11	<p>1. Информационное сообщение объемом 1,5 Кбайт содержит 4096 символов. Сколько символов содержит алфавит, при помощи которого записано это сообщение?</p> <p>2. Для кодирования используется 16-символьный алфавит. Найти количество информации (в байтах) в слове «университет».</p> <p>3. При угадывании целого числа в некотором диапазоне было получено 4 бита информации. Сколько чисел содержит этот диапазон?</p> <p>4. В боулинг-центре 16 дорожек. Староста сообщил одноклассникам, что они будут играть на дорожке № 7. Какое количество информации получили студенты?</p> <p>5. В группе 28 человек. За контрольную работу по физике получено 7 пятерок, 12 четверок, 9 троек. Какое количество информации содержится в сообщении о том, что студент Краснов получил пятерку?</p> <p>6. В коробке лежат саморезы, шурупы и дюбели. Среди них 35 шурупов и 21 дюбель. Сообщение о том, что из коробки достают саморез, несет 3 бита информации. Сколько всего в коробке саморезов?</p>
12	<p>1. Сколько байтов составляет сообщение из 384 символов 16-символьного алфавита?</p> <p>2. Сообщение занимает 3 страницы по 25 строк. В каждой строке записано по 60 символов. Сколько символов в использованном алфавите, если все сообщение содержит 1125 байтов?</p> <p>3. В учебном корпусе 8 выходов. Куратор сообщил студентам, что при эвакуации нужно воспользоваться выходом № 2. Какое количество информации получили студенты?</p> <p>4. Определите количество вопросов в тесте по физике, если сообщение о номере одного из них несет 5 битов информации.</p> <p>5. На балансе управляющей компании находятся 8 монолитных домов, а панельных и кирпичных – одинаковое количество. Сообщение о том, что произошла авария в панельном доме, несет 2 бита информации. Сколько кирпичных домов на балансе у управляющей компании?</p>

1	2
	<p>6. Для ремонта квартиры приобрели 9 рулонов флизелиновых обоев и 27 виниловых. Какое количество информации содержится в сообщении о том, что на кухне наклеят флизелиновые обои?</p>
13	<p>1. Для кодирования используется 128-символьный алфавит. Найти количество информации (в байтах) в словосочетании «computer science».</p> <p>2. Сообщение занимает 2 страницы по 50 строк и содержит 3750 байтов информации. Сколько символов в строке, если при составлении этого сообщения использовали 32-символьный алфавит?</p> <p>3. В ремонт сдали 4 ноутбука следующих фирм: Asus, Lenovo, Acer, Apple. Найти количество информации (в байтах) в сообщении о том, что отремонтирован ноутбук фирмы Asus.</p> <p>4. Сколько ингредиентов было использовано для приготовления салата, если сообщение об одном из них несет 3 бита информации?</p> <p>5. В магазине продавались 4 алюминиевых радиатора и 12 биметаллических. Купили один из них. Определить количество информации в сообщении о покупке алюминиевого радиатора.</p> <p>6. В цехе работают 6 электриков, 15 слесарей и несколько инженеров. Руководитель предприятия пригласил одного из них для беседы. Количество информации в сообщении «Пригласил инженера» равно 3 битам. Сколько человек работает в цехе?</p>
14	<p>1. Два текста содержат одинаковое количество символов. Первый текст составлен при помощи алфавита мощностью 16 символов, второй – мощностью 32 символа. Во сколько раз количество информации в первом тексте меньше, чем во втором?</p> <p>2. Сообщение, записанное с помощью 128-символьного алфавита, занимает 4 страницы, на каждой странице по 300 символов. Найти количество информации в сообщении (в байтах).</p> <p>3. Какое количество информации несет в себе сообщение о том, что нужный вам файл находится на одном из четырех дисков компьютера?</p> <p>4. При угадывании целого числа в некотором диапазоне было получено 12 битов информации. Сколько чисел содержит этот диапазон?</p> <p>5. В группе 24 человека. За контрольную работу по математике получено 9 пятерок, 3 четверки, 12 троек. Какое количество информации содержится в сообщении о том, что студент Антонов получил тройку?</p> <p>6. На занятии по информатике одновременно в двух аудиториях 315 и 316 присутствуют 24 студента. Сообщение о том, что студент Морозов находится в аудитории 315, содержит 1 бит информации. Сколько студентов находится в аудитории 316?</p>

1	2
15	<p>1. Сообщение из 200 символов было записано в 8-битной кодировке Windows-1251. После вставки в текстовый редактор сообщение было перекодировано в 16-битный код Unicode. Как увеличился объем памяти для хранения сообщения?</p> <p>2. Для записи письма использован алфавит мощностью 16 символов. Письмо состоит из 25 строк, в каждой строке 64 символа. Сколько байтов информации содержит письмо?</p> <p>3. В коробке лежат 16 карандашей, все разного цвета. Какое количество информации (в байтах) содержится в сообщении о том, что из коробки достают зеленый карандаш?</p> <p>4. Определите количество вопросов в тесте, если сообщение о номере вопроса несет 7 битов информации.</p> <p>5. В гараже автопредприятия стоят 40 автомобилей. Из них 10 автомобилей марки «Nissan», 20 – «Renault», 5 – «Ford», 2 – «Peugeot» и 3 – «Toyota». Какое количество информации содержится в сообщении о том, что автомобиль марки «Ford» неисправен?</p> <p>6. Для ремонта производственного помещения использовали белую, синюю, желтую и серую краску. Известно, что израсходовали одинаковое количество банок белой и синей краски. Сообщение о том, что закончилась банка желтой краски, несет 3 бита информации, синей – 2 бита. Серой краски израсходовали 15 банок. Сколько банок синей краски израсходовали на ремонт производственного помещения?</p>

Библиографический список

1. Грошев А. С. Информатика: Учебник / А. С. Грошев, П. В. Заклаков. М.: ДМК Пресс, 2015. 588 с.
2. Новожилов О. П. Информатика: Учебник / О. П. Новожилов. М.: Юрайт, 2015. 619 с.
3. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для прикладного бакалавриата / В. Е. Гмурман. М.: Юрайт, 2016. 479 с.
4. Информатика и ИКТ: Задачник-практикум: В 2 т. / Под ред. И. Г. Семакина, Е. К. Хеннера. М.: Бином, 2012. Т. 1. 309 с.

Учебное издание

СИДОРОВА Елена Анатольевна,
МАНОХИНА Татьяна Витальевна,
ЖЕЛЕЗНЯК Светлана Петровна

ИЗМЕРЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Учебно-методическое пособие

Редактор Н. А. Майорова

Подписано в печать .04.2017. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.
Офсетная печать. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 2,0. Уч.-изд. л. 2,3.
Тираж 250 экз. Заказ .

**

Редакционно-издательский отдел ОмГУПСа
Типография ОмГУПСа

*

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35