

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра информационных технологий и методики преподавания  
информатики**

# **Теоретические основы информатики**

**(Часть 1)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

для студентов специальности 050202 – Информатика с дополнительной  
специальностью «Математика»

Курган 2009

Кафедра информационных технологий и методики преподавания информатики

Дисциплины: «Теоретические основы информатики»,  
«Вводный курс информатики»  
(специальность 050202 – Информатика с дополнительной  
специальностью «Математика»);  
«Компьютерные науки»  
(специальность 010101 –Математика);  
«Информатика»  
(специальность 050201 – Математика с дополнительной  
специальностью «Информатика»).

Составитель: канд. пед. наук Т.А. Никифорова

Утверждены на заседании кафедры «8» июня 2009 г.

Рекомендованы методическим советом университета

«18» июня 2009 г.

# Лабораторная работа №1. ИНФОРМАЦИЯ. РАЗЛИЧНЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗМЕРЕНИЮ КОЛИЧЕСТВА ИНФОРМАЦИИ



## Краткие сведения

(различные подходы к измерению количества информации)

Понятие «информация» (от лат. «**information**» – сведения, разъяснения, изложение) является одним из фундаментальных в современной науке. В бытовом понимании с этим термином обычно ассоциируются некоторые сведения, данные, знания и т.п. Несмотря на широкое распространение термина, понятие информации является одним из самых дискуссионных в науке. Так, Клод Шеннон рассматривает информацию как снятую неопределенность наших знаний о чем-то. Применительно к компьютерной обработке данных под информацией понимают некоторую последовательность символических обозначений (букв, цифр, закодированных графических образов и звуков и т.п.), несущую смысловую нагрузку и представленную в понятном компьютеру виде. Каждый новый символ в такой последовательности символов увеличивает информационный объем сообщения.

### Различные подходы к измерению количества информации

Определить понятие «количество информации» сложно. В решении этой проблемы существуют три подхода: *вероятностный*, *объемный* и *алгоритмический*.

#### Вероятностный подход

Существует неопределенность состояния системы связи при приеме информации. Чем выше неопределенность, тем больше энтропия системы. Энтропия (обозначим  $H$ ) характеризует степень упорядоченности передаваемого текста, степень его отклонения от полного хаоса. Порядок расчета энтропии системы зависит от того, какова вероятность  $P_i$  появления каждого знака в сообщении. Если вероятности появления всех символов выбранного алфавита одинаковы, то используется формула Р. Хартли. Если вероятности появления каждого символа в сообщении различны, то используется формула К. Шеннона. В качестве единицы измерения количества информации принимается *бит*.

Количество информации, которое вмещает один символ  $N$ -элементного алфавита, определяется по **формуле Хартли**  $I = \log_2 N$ . Другими словами, количество информации, полученное при выборе одного предмета из  $N$  *равнозначных* предметов, равно  $I = \log_2 N$ .

В случае, когда вероятности  $P_i$  результатов опыта *неодинаковы*, применяют

**формулу Шеннона**  $H = \sum_{i=1}^N P_i \cdot \log_2 \frac{1}{P_i}$  или  $H = - \sum_{i=1}^N P_i \cdot \log_2 P_i$ , где  $1 \leq i \leq N$ ,  $N$  –

количество опытов (элементов алфавита). В случае равновероятности событий формула Шеннона переходит в формулу Хартли  $H = I = \log_2 N$ .

*Пример 1.1.* Требуется угадать одно число из набора чисел от 1 до 100. По формуле Хартли вычислим количество информации  $I = \log_2 100 \approx 6,644$ . Таким образом, сообщение о верно угаданном числе содержит количество информации, приблизительно равное 6,644 битам, т.е. 7 битам.

*Пример 1.2.* Определим количество информации, связанное с появлением

каждого символа в сообщениях на русском языке. Русский алфавит состоит из 33 букв и знака «пробел» для разделения слов. По формуле Хартли получаем  $I = \log_2 34 \approx 5,09$  (бит). В словах русского языка различные буквы встречаются равновероятно. Ниже приведена табл. 1 вероятностей частоты употребления различных знаков русского алфавита. Воспользуемся формулой Шеннона:  $H_1^f \approx 4,72$  (бит). Полученное значение  $H_1^f < I$ . Величина  $H$ , вычисляемая по формуле Хартли, является *максимальным* количеством информации, которое могло бы приходиться на один знак.

Таблица 1

Частотность букв русского языка

Г	Символ	P(i)	Г	Символ	P(i)	Г	Символ	P(i)	Г	Символ	P(i)
1	пробел	0,175	9	Р	0,040	17	Я	0,018	25	Х	0,009
2	О	0,090	10	В	0,038	18	Ы	0,016	26	Ж	0,007
3	Е, Ё	0,072	11	Л	0,035	19	З	0,016	27	Ю	0,006
4	А	0,062	12	К	0,028	20	Ь, Ы	0,014	28	Ш	0,006
5	И	0,062	13	М	0,026	21	Б	0,014	29	Ц	0,004
6	Т	0,053	14	Д	0,025	22	Г	0,012	30	Щ	0,003
7	Н	0,053	15	П	0,023	23	Ч	0,012	31	Э	0,003
8	С	0,045	16	У	0,021	24	И	0,010	32	Ф	0,002

Аналогичные подсчеты  $H$  можно провести для английского языка (26 различных букв и «пробел»). По формуле Хартли  $H_1^a = \log_2 27 \approx 4,76$  бит.

Таблица 2

Частотность букв латинского языка

Символ	P(i)	Символ	P(i)	Символ	P(i)	Символ	P(i)
пробел	0,2	I	0,055	F	0,023	B	0,010
E	0,105	R	0,052	U	0,023	V	0,008
T	0,072	S	0,052	M	0,021	K	0,003
O	0,065	H	0,047	P	0,018	X	0,001
A	0,063	D	0,035	Y	0,012	J	0,001
N	0,058	L	0,028	W	0,012	Q	0,001
		C	0,023	G	0,011	Z	0,001

*Пример 1.3.* Рассмотрим алфавит  $V = \{0, 1\}$ . Если считать, что со знаками 0 и 1 в двоичном алфавите связаны одинаковые вероятности их появления ( $P(0) = P(1) = 0,5$ ), то количество информации на один знак при двоичном кодировании будет равно  $I_1^b = \log_2 2 = 1$  (бит). Количество информации (в битах), заключенное в двоичном слове, равно числу двоичных знаков в нем.

### Объемный подход

Объемный способ самый простой и грубый способ измерения количества информации. Соответствующую количественную оценку информации принято называть объемом информации ( $V$ ). Объем информации измеряется в битах.

**Объем информации** в сообщении – это количество символов в сообщении.

Объем информации, записанный двоичными знаками в памяти компьютера или на внешнем носителе, подсчитывается по количеству требуемых для такой записи двоичных символов, при этом невозможно нецелое число битов (в отличие от вероятностного подхода).

Для удобства использования введены более крупные, чем бит, единицы количества информации.

8 бит = 1 байт.

1 Килобайт (Кбайт) = 1024 байт =  $2^{10}$  байт,

1 Мегабайт (Мбайт) = 1024 Кбайт =  $2^{20}$  байт,

1 Гигабайт (Гбайт) = 1024 Мбайт =  $2^{30}$  байт.

1 Терабайт (Тбайт) = 1024 Гбайт =  $2^{40}$  байт,

1 Петабайт (Пбайт) = 1024 Тбайт =  $2^{50}$  байт.

Между вероятностным и объемным количеством информации соотношение неоднозначное. Не всякий текст, записанный двоичными символами, допускает измерение объема информации в вероятностном (кибернетическом) смысле, но заведомо допускает его в объемном. Если некоторое сообщение допускают измеримость количества информации в обоих смыслах, то это количество не обязательно совпадает, при этом кибернетическое количество информации не может быть больше объемного. В прикладной информатике практически всегда количество информации понимается в объемном смысле.



### **Контрольные вопросы**

*(информация, виды информации, количество информации)*

1. Какие определения понятия «информация» Вы знаете? Назовите основные свойства информации.
2. Что такое «шенноновские сообщения»? Почему теория информации имеет дело именно с такими сообщениями?
3. Какая форма представления информации используется в информатике, приемлема для компьютеров и почему?
4. Какие виды информационных сигналов Вы знаете?
5. В чем состоит процедура дискретизации непрерывной информации?
6. В чем преимущества дискретного представления информации?
7. Может ли человек передать информацию ЭВМ или наоборот? Каким образом?
8. Что такое количество информации? Какой принцип положен в основу измерения количества информации?
9. Каким образом определяется единица количества информации при кибернетическом, объемном и алгоритмическом подходах?
10. Как определяется количество информации в знаковых сообщениях?
11. Каковы основные единицы измерения количества информации?
12. Как определяется понятие энтропии? Как она связана с информацией? Какова связь между энтропией и информацией?
13. Почему в определении энтропии как мера неопределенности выбрана логарифмическая зависимость между  $H$  и  $N$ ? Почему выбрана функция  $\log_2 X$ ?
14. Сколько бит информации содержит ответ «Нет»?
15. Дайте объяснения тому, что количество информации на знак алфавита выражается действительным числом.
16. Определите информацию как философскую категорию. В чем состоит функциональная концепция информации? В чем состоит атрибутивная концепция информации? Как связана информация с категориями отражения и активности?
17. Какие свойства социальной информации важны при ее качественном анализе?
18. Расскажите об информационной трактовке социальных процессов.
19. Каковы основные свойства информации как особого вида ресурса?
20. Расскажите о движении информации с точки зрения процессов управления.

### **Проблемные вопросы**

1. Приведите примеры передачи, хранения и обработки информации в природе, технической и общественной деятельности человека.
2. Дайте определение меры неопределенности. Проиллюстрируйте это понятие. Укажите способ измерения информации в метрах; в килограммах.
3. Почему мы используем «избыточный» язык?
4. Почему информация является философской категорией?
5. Почему нельзя однозначно сопоставить информацию и энтропию?



### **Темы для рефератов** (информация)

- |   |  |
|---|--|
| 1. Проблема информации в современной науке              | 2. Дискретизация непрерывных сообщений.  |
| 3. Передача информации.                                 | 4. Аналоговые ЭВМ.                       |
| 5. Субъективные свойства информации.                    | 6. Информация и энтропия.                |
| 7. Непрерывная и дискретная информация.                 | 8. Ценностный подход к информации.       |
| 9. Проблема измерения информации.                       | 10. Отражение и информация.              |
| 11. Семантическая информация.                           | 12. Информация и сознание.               |
| 13. Информационные процессы в неживой природе.          | 14. Информация и эволюция живой природы. |
| 15. Материя, энергия и информация                       | 16. Синергетика и информация.            |
| 17. Познание, мышление и информация.                    | 18. Информатика и кибернетика.           |
| 19. Свойства информационных ресурсов.                   | 20. Картина мира и информация.           |
| 21. Атрибутивная и функциональная концепции информации. |  |



### **Темы семинарских занятий** (информация, ее виды и свойства)

1. Различные уровни представлений об информации. Информация и физический мир.
2. Непрерывная и дискретная информация.
3. Различные подходы к измерению количества информации.



### **Задачи и упражнения для выполнения на занятии** (количество информации при объемном подходе)

1. Алфавит  $\alpha$  состоит из **8** символов. Какое количество информации в битах несет одна буква?
2. При игре в кости используется кубик с **6** гранями. Сколько бит информации получает игрок при каждом бросании кубика?
3. В барабане для розыгрыша лотереи находится **32** шара. Сколько информации содержит сообщение о первом выпавшем номере (например, выпал номер **15**)?
4. ДНК человека можно представить себе как некоторое слово в четырехбуквенном алфавите, где каждой буквой помечается звено в цепи ДНК, нуклеотид. Сколько информации в битах содержит ДНК человека, содержащий примерно **151023** нуклеотидов?
5. Выяснить сколько бит информации несет каждое двузначное число, отвлекаясь от его конкретного числового значения.
6. 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?

7. Сообщение, состоящее из **80** символов, закодировано с помощью **32-х** символьного алфавита, а сообщение, состоящее из **70** символов, закодировано с помощью **64-х** символьного алфавита. Сравните объемы информации, содержащейся в сообщениях?

8. Сообщение занимает **2** страницы и содержит **1/16** Кбайта информации. На каждой странице записано **256** символов. Какова мощность алфавита?

9. Сообщение о том, что Ваш друг живет на **10** этаже несет **4** бита информации. Сколько этажей в доме?

10. При угадывании целого числа в диапазоне от **1** до **N** было получено **7** бит информации. Чему равно **N**?

11. Какое количество информации несет сообщение: **«Встреча назначена на сентябрь»**? Какое количество информации несет сообщение о том, что встреча назначена на **23 октября в 15.00**?

12. В некоторой местности имеются две близкорасположенные деревни: **A** и **B**. Известно, что жители **A** всегда говорят правду, а жители **B** – всегда лгут. Известно, что жители обеих деревень любят ходить друг к другу в гости, поэтому в каждой из деревень можно встретить жителя соседней деревни. Путешественник, сбившись ночью с пути, оказался в одной из двух деревень и, заговорив с первым встречным, захотел выяснить, в какой деревне он находится и откуда его собеседник. Какое минимальное количество вопросов с бинарными ответами требуется задать путешественнику?

13. Мы отгадываем задуманное кем-то двузначное число. Какое количество информации потребуется для отгадывания всего числа? Какова оптимальная последовательность бинарных вопросов при отгадывании? Определите минимальное число бинарных вопросов.

14. Мы отгадываем задуманное кем-то двузначное число. Какое количество информации потребуется для отгадывания по очереди сначала первой цифры, а затем второй? Одинаковая ли информация, необходимая для отгадывания первой и второй цифры?

15. Какой объем информации содержит сообщение, уменьшающее неопределенность знаний в 4 раза?

16. Подсчитать, используя объемный подход, количество информации в следующем тексте естественнонаучного содержания:

*Информатика – это фундаментальная естественная наука, изучающая общие свойства информации, процессы, методы и средства её обработки (сбор, хранение, преобразование, перемещение и выдача).*

17. Используя объемный подход к измерению количества информации, определите количество информации в следующих сообщениях:

Вариант 1	$F(x) = \frac{-1+x}{\sqrt{x^3}}$	Вариант 13	$F(x) = \frac{x^2}{\sqrt{ x-1 }}$
Вариант 2	$F(x) = \frac{\sin(x)}{\cos(x)}$	Вариант 14	$F(x) = \frac{1}{\sqrt{ x+1 }}$

Вариант 3	$F(x) = x - \frac{5}{x} \cdot x^2$	Вариант 15	$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2 \cdot a}$
Вариант 4	$F(x) = x^2 + \frac{1}{x!}$	Вариант 16	$x_{1,2} = \frac{b \mp \sqrt{D}}{2 \cdot a}$
Вариант 5	$F(x) = x^2 + \frac{10 \cdot x}{3}$	Вариант 17	$F(x) = \frac{\cos(x)}{\sin(x)}$
Вариант 6	$F(x) = \frac{1}{\sqrt{x+1}}$	Вариант 18	$F(x) = \frac{\operatorname{tg}(x) + \sin(x)}{ x }$
Вариант 7	$F(x) = \frac{x^2}{5} + 10 \cdot x$	Вариант 19	$F(x) = -\frac{x^2}{\sqrt{ x-1 }}$
Вариант 8	$F(x) = \frac{1}{ x-4 } + \frac{1}{2}$	Вариант 20	$F(x) = -x^2 - \frac{1}{x!!}$
Вариант 9	$F(x) = -\frac{1}{(x+2)^3} - \frac{1}{2}$	Вариант 21	$F(x) = -\frac{1}{ x-4 } + \frac{1}{2}$
Вариант 10	$F(x) = -x^2 - \frac{11 \cdot x}{3}$	Вариант 22	$F(x) = \frac{1}{\sqrt{ x }}$
Вариант 11	$F(x) = \frac{1}{(x+2)^3} + \frac{1}{2}$	Вариант 23	$F(x) = \frac{-x^2}{\sqrt{ x-1 }}$
Вариант 12	$F(x) = -\frac{1}{\sqrt{ x+1 }}$	Вариант 24	$z = (x^2 + 1)^2 + \left  \frac{\operatorname{ctg} 2x}{x^2 - 1} \right $



### Задачи и упражнения для выполнения на занятии

(количество информации при вероятностном подходе)

18. Источник порождает множество 6-знаковых сообщений, каждое из которых содержит 1 знак «\*», 2 знака «%» и 3 знака «!». Какое количество информации содержится в каждом (одном) из таких сообщений?

19. Определите, какое количество информации будет содержать зрительное сообщение о цвете вынутого шарика, если в непрозрачном мешочке хранятся 10 белых, 20 красных, 30 синих и 40 зеленых шариков.

20. Подсчитать количество информации, приходящейся на один символ, в тексте естественнонаучного содержания из задания 16. Указание. Задачу решите 2 способами. 1 способ. Для каждого символа текста вероятности появления смотрите в табл. 1. 2 способ. Составьте таблицу, аналогичную таблице 1, определив вероятность каждого символа в тексте как отношение количества одинаковых символов каждого значения ко всему числу символов в тексте. Затем для каждого способа по формуле Шеннона подсчитайте количество информации, приходящейся на один символ. Сравните результаты.

21. Используя вероятностный подход и данные табл. 1 или 2, определите энтропию (с помощью ЭТ) следующих сообщений:

Вариант 1	“My program”	Вариант 13	“OS Windows”
Вариант 2	“Information”	Вариант 14	“Компьютер или ЭВМ”
Вариант 3	“Информатика”	Вариант 15	“бит и байт”
Вариант 4	“Информация”	Вариант 16	“Килобайт”
Вариант 5	“byte and bit”	Вариант 17	“Кибернетика”
Вариант 6	“Кодирование”	Вариант 18	“Hello baby”



Вариант 7	“Декодирование”	Вариант 19	“binary digits”
Вариант 8	“Database”	Вариант 20	“Шифрование”
Вариант 9	“Алгоритмизация”	Вариант 21	“Дешифрование”
Вариант 10	“Двоичный код”	Вариант 22	“Данные и data”
Вариант 11	“Криптография”	Вариант 23	“Энтропия”
Вариант 12	“Криптоалгоритм”	Вариант 24	“Шестнадцатеричная”

22. Вычислите избыточность текстовых источников из букв русского и латинского алфавитов. *Замечание.* Первоначально вычислите по формуле Шеннона (с помощью ЭТ) энтропию текстовых источников из букв русского ( $H(r)$ ) и латинского ( $H(a)$ ) алфавитов на основе таблиц 1 и 2. По формуле Хартли найдите  $H_{\max}(r)$  для букв русского и  $H_{\max}(a)$  латинского алфавитов. Избыточность алфавита  $A_1$  вычисляется по формуле  $D(A_1) = \frac{H_{\max}(A_1) - H(A_1)}{H_{\max}(A_1)}$ .

23. Сообщение состоит из 1 символа, а алфавит – из 3 букв с заданными вероятностями. Напишите программу на языке Pascal, вычисляющую количество информации в сообщении по формуле Шеннона.

24. Проводится опыт с 2 исходами, вероятности которых  $p_1$  и  $p_2$ . Постройте график зависимости энтропии опыта от вероятности одного из исходов  $p_1$ . Когда  $H$  максимально?

25. Средняя длина слова в русском языке **5,3** буквы, в английском – **4,5**. Найдите вероятности появления в соответствующих текстах пробелов. Какое количество информации связано с пробелом в обоих языках?



### ***Задачи и упражнения для выполнения дома*** (количество информации)

1. Сколько килобайтов составит сообщение из 384 символов 16-ти символьного алфавита?
2. Какова энтропия следующих опытов: а) бросок монеты; б) бросок двух игральных костей; в) вытаскивание наугад одной игральной карты из 36.
3. Для записи сообщения использовался 64-символьный алфавит. Каждая страница содержит 30 строк. Все сообщение содержит 8775 байтов информации и занимает 6 страниц. Сколько символов в строке?
4. Была получена телеграмма: «Встречайте, вагон 7». Известно, что в составе поезда 16 вагонов. Какое количество информации было получено?
5. Группа школьников пришла в бассейн, в котором четыре дорожки для плавания. Тренер сообщил, что группа будет плавать на третьей дорожке. Сколько информации получили школьники из этого сообщения?
6. Решите вышеописанную задачу 12, при условии, что помимо деревень А и В имеется деревня С, жители которой дают по очереди то правдивые, то ложные ответы, причем, неизвестно, с какого они начинают.
7. Опыт имеет два исхода. Докажите, что энтропия такого опыта максимальна, если вероятности исходов будут обе равны 0,5.
8. Два сообщения содержат одинаковое количество символов. Количество информации в первом тексте в 1,5 раза больше, чем во втором. Сколько символов содержат алфавиты, с помощью которых записаны сообщения, если

известно, что число символов в каждом алфавите не превышает 10 и на каждый символ приходится целое число битов.

9. Определите, какое количество информации будет содержать зрительное сообщение о цвете вынутого шарика, если в непрозрачном мешочке хранятся 30 белых, 30 красных, 30 синих и 10 зеленых шариков.

10. Задано сообщение из 50 символов на алфавите из 5 букв. Напишите программу, которая определяет вероятности каждого символа, по формуле Шеннона определяет среднюю информацию, приходящуюся на 1 символ, и общий объем информации в сообщении. С помощью разработанной Вами программы убедитесь в том, что информативность сообщения максимальна в случае, если все символы используются с равными вероятностями.

## Лабораторная работа №2. СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ



### Краткие сведения (системы счисления)

#### Перевод чисел из одной позиционной системы счисления в другую. Арифметические операции

При переводе чисел из десятичной системы счисления в систему с основанием  $P > 1$  обычно используют следующий алгоритм:

1) если переводится целая часть числа, то она делится на  $P$ , после чего запоминается остаток от деления. Полученное частное вновь делится на  $P$ , остаток запоминается. Процедура продолжается до тех пор, пока частное не станет равным нулю. Остатки от деления на  $P$  выписываются в порядке, обратном их получению;

2) если переводится дробная часть числа, то она умножается на  $P$ , после чего целая часть запоминается и отбрасывается. Вновь полученная дробная часть умножается на  $P$  и т.д. Процедура продолжается до тех пор, пока дробная часть не станет равной нулю. Целые части выписываются после двоичной запятой в порядке их получения. Результатом может быть либо конечная, либо периодическая двоичная дробь. Если дробь является периодической, то процесс прерывается на каком-либо шаге и записывается приближенная запись исходного числа в системе с основанием  $P$ .

*Пример 2.1.* Перевести данное число из десятичной системы счисления в двоичную систему (5 знаков после запятой в двоичном представлении):

- а)  $464_{10}$ ;                      б)  $380,1875_{10}$ ;                      в)  $115,94_{10}$ .

*Решение.*

<p>а) <b>464</b>    :2   0  </p> <p>232 :2   0  </p> <p>116 :2   0  </p> <p>58 :2   0  </p> <p>29 :2   1  </p> <p>14 :2   0  </p> <p>7 :2   1  </p> <p>3 :2   1  </p> <p>1 :2   1  </p>	<p>б) <b>380</b>    :2   0  </p> <p>190 :2   0  </p> <p>95 :2   1  </p> <p>47 :2   1  </p> <p>23 :2   1  </p> <p>11 :2   1  </p> <p>5 :2   1  </p> <p>2 :2   0  </p> <p>1 :2   1  </p>	<p><b>1875</b> x2   0  </p> <p>375 x2   0  </p> <p>75 x2   0  </p> <p>5 x2   1  </p> <p>0 x2   1  </p>	<p>в) <b>115</b>    :2   1  </p> <p>57 :2   1  </p> <p>28 :2   0  </p> <p>14 :2   0  </p> <p>7 :2   1  </p> <p>3 :2   1  </p> <p>1 :2   1  </p>	<p><b>94</b> x2   1  </p> <p>88 x2   1  </p> <p>76 x2   1  </p> <p>52 x2   1  </p> <p>04 x2   1  </p> <p>08 x2   0  </p> <p>16 x2   0  </p>
---	--	--	---	---

- а)  $464_{10} = 111010000_2$ ; б)  $380,1875_{10} = 101111100,00011_2$ ;  
 в)  $115,94_{10} \approx 1110011,11110_2$  (получено 7 знаков после запятой, результат округлен).

Если необходимо перевести число из двоичной системы счисления в систему счисления, основанием которой является степень двойки, достаточно объединить цифры двоичного числа в группы на столько цифр, каков показатель степени, и использовать приведенный ниже алгоритм. Например, если перевод осуществляется в восьмеричную систему, то группы будут содержать 3 цифры ( $8 = 2^3$ ). В целой части числа группировка производится от запятой справа налево, в дробной части – от запятой слева направо. Если в последней группе недостает цифр, дописываются нули: в целой части – слева, в дробной – справа. Затем каждая группа заменяется соответствующей цифрой новой системы.

*Пример 2.2.* Переведем число  $1111010101,11_2$  из двоичной системы в шестнадцатеричную систему счисления.

*Решение.* Разобьем на группы  $\underline{0011} \underline{1101} \underline{0101}, \underline{1100}_2 = 3D5, C_{16}$ .  
 Произведем замену.  $\begin{matrix} 3 & D & 5 & , & C \\ & & & & 16 \end{matrix}$

При переводе чисел из системы счисления с основанием **P** в десятичную систему счисления необходимо пронумеровать разряды целой части справа налево, начиная с нулевого, и дробной части, начиная с разряда после запятой, слева направо (начальный номер –1). Затем вычислить сумму произведений соответствующих значений разрядов на основание системы счисления в степени, равной номеру разряда. Это и есть представление исходного числа в десятичной системе счисления.

*Пример 2.3.* Перевести данное число в десятичную систему счисления:

а)  $1000001_2 = 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 64 + 1 = 65_{10}$ .

*Замечание.* Если в каком-либо разряде стоит 0, то слагаемое опускают.

б)  $1000011111,0101_2 = 1 \cdot 2^9 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-4} = 512 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 + 0,25 + 0,0625 = 543,3125_{10}$ .

в)  $1216,04_8 = 1 \cdot 8^3 + 2 \cdot 8^2 + 1 \cdot 8^1 + 6 \cdot 8^0 + 4 \cdot 8^{-2} = 512 + 128 + 8 + 6 + 0,0625 = 654,0625_{10}$ .

г)  $29A,5_{16} = 2 \cdot 16^2 + 9 \cdot 16^1 + 10 \cdot 16^0 + 5 \cdot 16^{-1} = 512 + 144 + 10 + 0,3125 = 656,3125_{10}$ .

При выполнении арифметических операций в системе счисления с основанием **P** используют соответствующие таблицы сложения и умножения.

*Пример 2.4.* Сложить числа: а)  $10000000100_2 + 111000010_2$ ; б)  $223,2_8 + 427,54_8$ ; в)  $3B3,6_{16} + 38B,4_{16}$ .

$10000000100_2$	$223,2_8$	$3B3,6_{16}$
+	+	+
$111000010_2$	$457,54_8$	$38B,4_{16}$
$10111000110_2$	$702,74_8$	$73E,A_{16}$

*Пример 2.5.* Выполнить вычитание: а)  $1100000011,011_2 - 101010111,1_2$ ;

б)  $1510,2_8 - 1230,54_8$ ; в)  $27D,D_{16} - 191,2_{16}$ .

$1100000011,011_2$	$1510,2_8$	$27D,D_{16}$
-	-	-
$101010111,1_2$	$1230,54_8$	$191,2_{16}$
$110101011,111_2$	$257,44_8$	$EC,B_{16}$

Пример 2.6. Выполнить умножение:

б)  $1170,64_8 \times 46,3_8$ ;

$$\begin{array}{r} 100111 \\ \times 1000111 \\ \hline 100111 \\ + 100111 \\ 100111 \\ \hline 100111 \\ \hline 101011010001 \end{array}$$

а)  $100111_2 \times 1000111_2$ ;

в)  $61, A_{16} \times 40, D_{16}$ .

$$\begin{array}{r} 1170,64 \\ \times 46,3 \\ \hline 355234 \\ + 732470 \\ 474320 \\ \hline 57334,134 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 61, A \\ \times 40, D \\ \hline 4F52 \\ + 1868 \\ \hline 18B7,52 \end{array}$$



### Контрольные вопросы

(системы счисления)

1. Дать определение системы счисления. Назвать и охарактеризовать свойства системы счисления.
2. Какие системы счисления называются позиционными, а какие – непозиционными? Приведите примеры.
3. Что называется основанием системы счисления? Почему для ВТ важна система счисления по основанию 2? Почему произошел переход от двоичных к шестнадцатеричным обозначениям в архитектуре ЭВМ?
4. Какие символы используются для записи чисел в двоичной системе счисления, восьмеричной, шестнадцатеричной?
5. Чему равны веса разрядов слева и справа от точки, разделяющей целую и дробную часть, в двоичной системе счисления (восьмеричной, шестнадцатеричной)?
6. Какие способы перевода целых десятичных чисел в двоичные и обратно Вы знаете?
7. Каковы правила выполнения арифметических операций над числами в двоичном представлении?
8. Как быстро переводить целые числа из двоичного в восьмеричное, шестнадцатеричное представления и обратно?



### Темы для рефератов

(системы счисления)

1. Системы счисления древнего мира.
2. Римская система счисления.
3. История десятичной системы счисления. Представление чисел и решение арифметических задач.
4. Двоично-десятичная система счисления. Представление чисел и решение арифметических задач.
5. Применение в ВТ двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной систем счисления.



### Темы семинарских занятий

(системы счисления)

1. Разработка соответствующих программ перевода чисел в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную системы счисления и арифметические операции над ними.
2. Значение систем счисления для прогресса математики и ВТ.



### Задачи и упражнения для выполнения дома

(системы счисления)

1. Переведите в двоичную систему числа  $231,5_{10}$ ;  $564,10_{10}$ ;  $1023,6_{10}$ ;  $4096,8_{10}$ .
2. Переведите в десятичную систему двоичные числа  $10011101,01$ ;  $1100101001110110,1011$ ;  $101111001011001011100111,111$ .

3. Определите максимальное число, представимое в двоичной системе 15 цифрами.
4. Переведите в восьмеричную систему двоичные числа 111001,10101; 101110111,1; 110010101110,01101.
5. Переведите в двоичную систему числа  $324_8$ ,  $2367_8$ ,  $53621_8$ .
6. Переведите в шестнадцатеричную систему двоичные числа 11010011,111; 101101101011,011101; 1001011100111101,011.
7. Переведите в двоичную систему числа  $3A,2_{16}$ ;  $D14,A_{16}$ ;  $AF4C,2_{16}$ .
8. Даны числа  $1101001110011101_2$  и  $1001011010110111_2$ . Выполните операции сложения, умножения, вычитания и деления из большего числа меньшее число.
9. Переведите числа  $245_{10}$  и  $879_{10}$  в двоично-десятичную систему счисления, выполните сложение полученных двоично-десятичных чисел.



### Лабораторная работа

Время выполнения – 4 часа.

(системы счисления)

#### Задания к лабораторной работе

1. Перевести данное число из десятичной системы счисления в двоичную. Полученное двоичное число перевести в восьмеричную и шестнадцатеричную системы счисления. Произвести проверку переводом первоначального десятичного числа в восьмеричную и шестнадцатеричную системы счисления.
  2. Перевести данное число в десятичную систему счисления.
  3. Сложить числа.
  4. Выполнить вычитание.
  5. Умножить числа в указанных системах счисления.
- Замечание. В заданиях 3–5 проверять правильность вычислений переводом исходных данных и результатов в десятичную систему счисления. В задании 1 д получить 5 знаков после запятой в двоичном представлении.
6. Переведите данное число из десятичной системы счисления в двоично-десятичную; выполните сложение полученных двоично-десятичных чисел попарно, т.е. а) и б); б) и в); а) и в).
  7. Переведите каждое число из двоично-десятичной системы счисления в десятичную. Выполните сложение трех двоично-десятичных чисел.

#### Вариант 1

1. а)  $860_{10}$ ; б)  $785_{10}$ ; в)  $149,375_{10}$ ; г)  $953,25_{10}$ ; д)  $228,79_{10}$ .
2. а)  $1001010_2$ ; б)  $1100111_2$ ; в)  $110101101,00011_2$ ; г)  $111111100,0001_2$ ; д)  $775,11_8$ ; е)  $F94,3_{16}$ .
3. а)  $1101100000_2 + 10110110_2$ ; б)  $101110111_2 + 1000100001_2$ ;  
в)  $1001000111,01_2 + 100001101,101_2$ ; г)  $271,34_8 + 1566,2_8$ ; д)  $65,2_{16} + 3CA,8_{16}$ .
4. а)  $1011001001_2 - 1000111011_2$ ; б)  $1110000110_2 - 101111101_2$ ;  
в)  $101010000,1011_2 - 11001100,01_2$ ; г)  $731,6_8 - 622,6_8$ ; д)  $22D,1_{16} - 123,8_{16}$ .
5. а)  $1011001_2 \times 1011011_2$ ; б)  $723,1_8 \times 50,2_8$ ; в)  $69,4_{16} \times A,B_{16}$ .
6. а)  $585_{10}$ ; б)  $673_{10}$ ; в)  $626_{10}$ .
7. а)  $0101010101_{(2-10)}$ ; б)  $10011000_{(2-10)}$ ; в)  $010000010110_{(2-10)}$ .

#### Вариант 2

1. а)  $250_{10}$ ; б)  $757_{10}$ ; в)  $711,25_{10}$ ; г)  $914,625_{10}$ ; д)  $261,78_{10}$ .
2. а)  $1111000_2$ ; б)  $1111000000_2$ ; в)  $111101100,01101_2$ ; г)  $100111100,1101_2$ ;  
д)  $1273,5_8$ ; е)  $2B3,F_{16}$ .

3. а)  $1010101_2 + 10000101_2$ ; б)  $1111011101_2 + 101101000_2$ ;  
 в)  $100100111,001_2 + 100111010,101_2$ ; г)  $607,54_8 + 1620,2_8$ ; д)  $3BF, A_{16} + 313, A_{16}$ .  
 4. а)  $1001000011_2 - 10110111_2$ ; б)  $111011100_2 - 10010100_2$ ;  
 в)  $1100110110,0011_2 - 11111110,01_2$ ; г)  $1360,14_8 - 1216,4_8$ ; д)  $33B,6_{16} - 11B,4_{16}$ .  
 5. а)  $11001_2 \times 1011100_2$ ; б)  $451,2_8 \times 5,24_8$ ; в)  $2B, A_{16} \times 36,6_{16}$ .  
 6. а)  $285_{10}$ ; б)  $846_{10}$ ; в)  $163_{10}$ .  
 7. а)  $000101010001_{(2-10)}$ ; б)  $010101010011_{(2-10)}$ ; в)  $011010001000_{(2-10)}$ .

### Вариант 3

1. а)  $759_{10}$ ; б)  $265_{10}$ ; в)  $79,4375_{10}$ ; г)  $360,25_{10}$ ; д)  $240,25_{10}$ .  
 2. а)  $1001101_2$ ; б)  $10001000_2$ ; в)  $100111001,01_2$ ; г)  $1111010000,001_2$ ;  
 д)  $1461,15_8$ ; е)  $9D, A_{16}$ .  
 3. а)  $100101011_2 + 111010011_2$ ; б)  $1001101110_2 + 1101100111_2$ ;  
 в)  $1010000100,1_2 + 11011110,001_2$ ; г)  $674,34_8 + 1205,2_8$ ; д)  $2FE,6_{16} + 3B,4_{16}$ .  
 4. а)  $1100110010_2 - 1001101101_2$ ; б)  $1110001100_2 - 10001111_2$ ;  
 в)  $11001010,01_2 - 1110001,001_2$ ; г)  $641,6_8 - 273,04_8$ ; д)  $3CE, B8_{16} - 39A, B8_{16}$ .  
 5. а)  $1010101_2 \times 1011001_2$ ; б)  $1702,2_8 \times 64,2_8$ ; в)  $7,4_{16} \times 1D,4_{16}$ .  
 6. а)  $905_{10}$ ; б)  $504_{10}$ ; в)  $515_{10}$ .  
 7. а)  $010010010100_{(2-10)}$ ; б)  $001000000100_{(2-10)}$ ; в)  $01110000_{(2-10)}$ .

### Вариант 4

1. а)  $216_{10}$ ; б)  $336_{10}$ ; в)  $741,125_{10}$ ; г)  $712,375_{10}$ ; д)  $184,14_{10}$ .  
 2. а)  $1100000110_2$ ; б)  $1100010_2$ ; в)  $1011010,001_2$ ; г)  $1010100010,001_2$ ;  
 д)  $1537,22_8$ ; е)  $2D9,8_{16}$ .  
 3. а)  $101111111_2 + 1101110011_2$ ; б)  $10111110_2 + 100011100_2$ ;  
 в)  $1101100011,0111_2 + 1100011,01_2$ ; г)  $666,2_8 + 1234,24_8$ ; д)  $346,4_{16} + 3F2,6_{16}$ .  
 4. а)  $1010101101_2 - 110011110_2$ ; б)  $1010001111_2 - 1001001110_2$ ;  
 в)  $1111100100,11011_2 - 101110111,011_2$ ; г)  $1437,24_8 - 473,4_8$ ; д)  $24A,4_{16} - B3,8_{16}$ .  
 5. а)  $101011_2 \times 100111_2$ ; б)  $1732,4_8 \times 34,5_8$ ; в)  $36,4_{16} \times A, A_{16}$ .  
 6. а)  $483_{10}$ ; б)  $412_{10}$ ; в)  $738_{10}$ .  
 7. а)  $001101011000_{(2-10)}$ ; б)  $100010010010_{(2-10)}$ ; в)  $010101000110_{(2-10)}$ .

### Вариант 5

1. а)  $530_{10}$ ; б)  $265_{10}$ ; в)  $597,25_{10}$ ; г)  $300,375_{10}$ ; д)  $75,57_{10}$ .  
 2. а)  $101000111_2$ ; б)  $110001001_2$ ; в)  $1001101010,01_2$ ; г)  $1011110100,01_2$ ;  
 д)  $1317,75_8$ ; е)  $2F4,0C_{16}$ .  
 3. а)  $1100011010_2 + 11101100_2$ ; б)  $10111010_2 + 1010110100_2$ ;  
 в)  $1000110111,011_2 + 1110001111,001_2$ ; г)  $1745,5_8 + 1473,2_8$ ; д)  $24D,5_{16} + 141,4_{16}$ .  
 4. а)  $1100101010_2 - 110110010_2$ ; б)  $110110100_2 - 110010100_2$ ;  
 в)  $1101111111,1_2 - 1100111110,1011_2$ ; г)  $1431,26_8 - 1040,3_8$ ; д)  $22C,6_{16} - 54,2_{16}$ .  
 5. а)  $1001001_2 \times 11001_2$ ; б)  $245,04_8 \times 112,2_8$ ; в)  $4B,2_{16} \times 3C,3_{16}$ .  
 6. а)  $188_{10}$ ; б)  $653_{10}$ ; в)  $418_{10}$ .  
 7. а)  $000110000100_{(2-10)}$ ; б)  $100110000111_{(2-10)}$ ; в)  $100100011000_{(2-10)}$ .

### Вариант 6

1. а)  $945_{10}$ ; б)  $85_{10}$ ; в)  $444,125_{10}$ ; г)  $989,375_{10}$ ; д)  $237,73_{10}$ .  
 2. а)  $110001111_2$ ; б)  $111010001_2$ ; в)  $100110101,1001_2$ ; г)  $1000010,01011_2$ ;  
 д)  $176,5_8$ ; е)  $3D2,04_{16}$ .  
 3. а)  $1000011101_2 + 101000010_2$ ; б)  $100000001_2 + 1000101001_2$ ;

- в)  $101111011,01_2 + 1000100,101_2$ ; г)  $1532,14_8 + 730,16_8$ ; д)  $BB,4_{16} + 2F0,6_{16}$ .  
 4. а)  $1000101110_2 - 1111111_2$ ; б)  $1011101000_2 - 1001000000_2$ ;  
 в)  $1000101001,1_2 - 1111101,1_2$ ; г)  $1265,2_8 - 610,2_8$ ; д)  $409,D_{16} - 270,4_{16}$ .  
 5. а)  $111010_2 \times 1100000_2$ ; б)  $1005,5_8 \times 63,3_8$ ; в)  $4A,3_{16} \times F,6_{16}$ .  
 6. а)  $725_{10}$ ; б)  $112_{10}$ ; в)  $213_{10}$ .  
 7. а)  $100101100010_{(2-10)}$ ; б)  $001001000110_{(2-10)}$ ; в)  $011100110110_{(2-10)}$ .

#### Вариант 7

1. а)  $287_{10}$ ; б)  $220_{10}$ ; в)  $332,1875_{10}$ ; г)  $652,625_{10}$ ; д)  $315,21_{10}$ .  
 2. а)  $10101000_2$ ; б)  $1101100_2$ ; в)  $10000010000,01001_2$ ; г)  $1110010100,001_2$ ;  
 д)  $1714,2_8$ ; е)  $DD,3_{16}$ .  
 3. а)  $1100110_2 + 1011000110_2$ ; б)  $1000110_2 + 1001101111_2$ ;  
 в)  $101001100,101_2 + 1001001100,01_2$ ; г)  $275,2_8 + 724,2_8$ ; д)  $165,6_{16} + 3E,B_{16}$ .  
 4. а)  $1011111111_2 - 100000011_2$ ; б)  $1110001110_2 - 100001011_2$ ;  
 в)  $110010100,01_2 - 1001110,101_2$ ; г)  $1330,2_8 - 1112,2_8$ ; д)  $AB,2_{16} - 3E,2_{16}$ .  
 5. а)  $110000_2 \times 1101100_2$ ; б)  $1560,2_8 \times 101,2_8$ ; в)  $6,3_{16} \times 53,A_{16}$ .  
 6. а)  $364_{10}$ ; б)  $682_{10}$ ; в)  $93_{10}$ .  
 7. а)  $000110010010_{(2-10)}$ ; б)  $001100011000_{(2-10)}$ ; в)  $011000010000_{(2-10)}$ .

#### Вариант 8

1. а)  $485_{10}$ ; б)  $970_{10}$ ; в)  $426,375_{10}$ ; г)  $725,625_{10}$ ; д)  $169,93_{10}$ .  
 2. а)  $10101000_2$ ; б)  $101111110_2$ ; в)  $1010101,101_2$ ; г)  $1111001110,01_2$ ;  
 д)  $721,2_8$ ; е)  $3C9,8_{16}$ .  
 3. а)  $1010100111_2 + 11000000_2$ ; б)  $1110010010_2 + 110010111_2$ ;  
 в)  $1111111,101_2 + 101010101,101_2$ ; г)  $1213,44_8 + 166,64_8$ ; д)  $41,4_{16} + 3CF,D_{16}$ .  
 4. а)  $1010000000_2 - 1000101010_2$ ; б)  $1011010101_2 - 110011001_2$ ;  
 в)  $1001001010,11011_2 - 1000111000,01_2$ ; г)  $1145,2_8 - 1077,5_8$ ; д)  $380,1_{16} - 2DC,3_{16}$ .  
 5. а)  $111011_2 \times 100000_2$ ; б)  $511,2_8 \times 132,4_8$ ; в)  $68,4_{16} \times 37,8_{16}$ .  
 6. а)  $342_{10}$ ; б)  $658_{10}$ ; в)  $830_{10}$ .  
 7. а)  $010110010000_{(2-10)}$ ; б)  $011101100101_{(2-10)}$ ; в)  $011100010111_{(2-10)}$ .

#### Вариант 9

1. а)  $639_{10}$ ; б)  $485_{10}$ ; в)  $581,25_{10}$ ; г)  $673,5_{10}$ ; д)  $296,33_{10}$ .  
 2. а)  $1011000011_2$ ; б)  $100010111_2$ ; в)  $1100101101,1_2$ ; г)  $1000000000,01_2$ ;  
 д)  $1046,4_8$ ; е)  $388,64_{16}$ .  
 3. а)  $1000010100_2 + 1101010101_2$ ; б)  $1011001010_2 + 101011010_2$ ;  
 в)  $1110111000,101_2 + 1101100011,101_2$ ; г)  $1430,2_8 + 666,3_8$ ; д)  $388,3_{16} + 209,4_{16}$ .  
 4. а)  $1111100010_2 - 101011101_2$ ; б)  $1011000100_2 - 1000100000_2$ ;  
 в)  $1101111000,1001_2 - 1000000,01_2$ ; г)  $1040,2_8 - 533,2_8$ ; д)  $3FB,4_{16} - 140,6_{16}$ .  
 5. а)  $11111_2 \times 10001_2$ ; б)  $1237,3_8 \times 117,5_8$ ; в)  $66,4_{16} \times 65,8_{16}$ .  
 6. а)  $749_{10}$ ; б)  $691_{10}$ ; в)  $1039_{10}$ .  
 7. а)  $100100010001_{(2-10)}$ ; б)  $001000111001_{(2-10)}$ ; в)  $001101100011_{(2-10)}$ .

#### Вариант 10

1. а)  $618_{10}$ ; б)  $556_{10}$ ; в)  $129,25_{10}$ ; г)  $928,25_{10}$ ; д)  $155,45_{10}$ .  
 2. а)  $1111011011_2$ ; б)  $1011101101_2$ ; в)  $1001110110,011_2$ ;  
 г)  $1011110011,10111_2$ ; д)  $675,2_8$ ; е)  $94,4_{16}$ .  
 3. а)  $11111010_2 + 10000001011_2$ ; б)  $1011010_2 + 1001111001_2$ ;  
 в)  $10110110,01_2 + 1001001011,01_2$ ; г)  $1706,34_8 + 650,3_8$ ; д)  $180,4_{16} + 3A6,28_{16}$ .

4. а)  $111101101_2 - 101111010_2$ ; б)  $1000110100_2 - 100100111_2$ ;  
 в)  $111111011,01_2 - 100000100,011_2$ ; г)  $1300,44_8 - 1045,34_8$ ; д)  $16A,8_{16} - 147,6_{16}$ .  
 5. а)  $100111_2 \times 110101_2$ ; б)  $1542,2_8 \times 50,6_8$ ; в)  $A,8_{16} \times E,2_{16}$ .  
 6. а)  $817_{10}$ ; б)  $661_{10}$ ; в)  $491_{10}$ .  
 7. а)  $100001010001_{(2-10)}$ ; б)  $010000000111_{(2-10)}$ ; в)  $001001110001_{(2-10)}$ .

### Вариант 11

1. а)  $772_{10}$ ; б)  $71_{10}$ ; в)  $284,375_{10}$ ; г)  $876,5_{10}$ ; д)  $281,86_{10}$ .  
 2. а)  $1000001111_2$ ; б)  $1010000110_2$ ; в)  $101100110,011011_2$ ;  
 г)  $100100110,101011_2$ ; д)  $1022,2_8$ ; е)  $53,9_{16}$ .  
 3. а)  $1100111_2 + 1010111000_2$ ; б)  $1101111010_2 + 1000111100_2$ ;  
 в)  $1111101110,01_2 + 1110001,011_2$ ; г)  $153,3_8 + 1347,2_8$ ; д)  $E0,2_{16} + 1E0,4_{16}$ .  
 4. а)  $1010101110_2 - 11101001_2$ ; б)  $1000100010_2 - 110101110_2$ ;  
 в)  $1010100011,011_2 - 1000001010,0001_2$ ; г)  $1517,64_8 - 1500,3_8$ ; д)  $367,6_{16} - 4A,C_{16}$ .  
 5. а)  $1100110_2 \times 101111_2$ ; б)  $1272,3_8 \times 23,14_8$ ; в)  $48,4_{16} \times 5,A_{16}$ .  
 6. а)  $596_{10}$ ; б)  $300_{10}$ ; в)  $515_{10}$ .  
 7. а)  $001100100110_{(2-10)}$ ; б)  $001000010110_{(2-10)}$ ; в)  $010100010010_{(2-10)}$ .

### Вариант 12

1. а)  $233_{10}$ ; б)  $243_{10}$ ; в)  $830,375_{10}$ ; г)  $212,5_{10}$ ; д)  $58,89_{10}$ .  
 2. а)  $1001101111_2$ ; б)  $1000001110_2$ ; в)  $111110011,011_2$ ; г)  $11010101,1001_2$ ;  
 д)  $1634,5_8$ ; е)  $C2,3_{16}$ .  
 3. а)  $1101111001_2 + 1010010101_2$ ; б)  $1111001001_2 + 1001100100_2$ ;  
 в)  $100110010,011_2 + 110001000,011_2$ ; г)  $1712,14_8 + 710,4_8$ ; д)  $E6,1_{16} + 38C,8_{16}$ .  
 4. а)  $1000001110_2 - 100100001_2$ ; б)  $1101000110_2 - 1001101000_2$ ;  
 в)  $1011001111,01_2 - 110100010,01_2$ ; г)  $1734,4_8 - 134,2_8$ ; д)  $2F2,A_{16} - 22D,A_{16}$ .  
 5. а)  $1000000_2 \times 100101_2$ ; б)  $103,2_8 \times 147,04_8$ ; в)  $67,4_{16} \times 54,8_{16}$ .  
 6. а)  $322_{10}$ ; б)  $320_{10}$ ; в)  $738_{10}$ .  
 7. а)  $000110000000_{(2-10)}$ ; б)  $100101010110_{(2-10)}$ ; в)  $011101100001_{(2-10)}$ .

### Вариант 13

1. а)  $218_{10}$ ; б)  $767_{10}$ ; в)  $894,5_{10}$ ; г)  $667,125_{10}$ ; д)  $3,67_{10}$ .  
 2. а)  $1111100010_2$ ; б)  $1000011110_2$ ; в)  $101100001,011101_2$ ; г)  $1001111001,1_2$ ;  
 д)  $1071,54_8$ ; е)  $18B,0C_{16}$ .  
 3. а)  $1000011111_2 + 11111100_2$ ; б)  $1011100011_2 + 111110110_2$ ;  
 в)  $111111100,1_2 + 1011100100,1_2$ ; г)  $1777,2_8 + 444,1_8$ ; д)  $3EF,3_{16} + C7,4_{16}$ .  
 4. а)  $1101000100_2 - 101010101_2$ ; б)  $1110010111_2 - 1011100_2$ ;  
 в)  $1100101111,01_2 - 10010001,01_2$ ; г)  $640,2_8 - 150,22_8$ ; д)  $380,68_{16} - 50,4_{16}$ .  
 5. а)  $100010_2 \times 1100110_2$ ; б)  $741,4_8 \times 141,64_8$ ; в)  $B,7_{16} \times D,C_{16}$ .  
 6. а)  $780_{10}$ ; б)  $949_{10}$ ; в)  $718_{10}$ .  
 7. а)  $0001000000010101_{(2-10)}$ ; б)  $100110011001_{(2-10)}$ ; в)  $001101100001_{(2-10)}$ .

### Вариант 14

1. а)  $898_{10}$ ; б)  $751_{10}$ ; в)  $327,375_{10}$ ; г)  $256,625_{10}$ ; д)  $184,4_{10}$ .  
 2. а)  $101110100_2$ ; б)  $1111101101_2$ ; в)  $1110100001,01_2$ ; г)  $1011111010,0001_2$ ;  
 д)  $744,12_8$ ; е)  $1EE,C_{16}$ .  
 3. а)  $1001000000_2 + 101010110_2$ ; б)  $11000010_2 + 1001110100_2$ ;  
 в)  $1011101110,1_2 + 11100101,01_2$ ; г)  $2015,1_8 + 727,54_8$ ; д)  $9D,8_{16} + ED,8_{16}$ .  
 4. а)  $1010000100_2 - 1000001000_2$ ; б)  $1111110011_2 - 1001101001_2$ ;



- в)  $101001100,101_2 - 100100101,1_2$ ; г)  $1024,6_8 - 375,14_8$ ; д)  $3E9,4_{16} - 72,6_{16}$ .  
 5. а)  $1001010_2 \times 1001000_2$ ; б)  $747,2_8 \times 64,14_8$ ; в)  $56,1_{16} \times 33, C_{16}$ .  
 6. а)  $164_{10}$ ; б)  $1020_{10}$ ; в)  $713_{10}$ .  
 7. а)  $011110000100_{(2-10)}$ ; б)  $001100010001_{(2-10)}$ ; в)  $100101010001_{(2-10)}$ .

### Вариант 15

1. а)  $557_{10}$ ; б)  $730_{10}$ ; в)  $494,25_{10}$ ; г)  $737,625_{10}$ ; д)  $165,37_{10}$ .  
 2. а)  $101001101_2$ ; б)  $1110111100_2$ ; в)  $10000001000,001_2$ ; г)  $1000110110,11011_2$ ; д)  $147,56_8$ ; е)  $1CA,3_{16}$ .  
 3. а)  $1101100001_2 + 1001101110_2$ ; б)  $1101010101_2 + 101011001_2$ ; в)  $1101111110,011_2 + 1100101101,1011_2$ ; г)  $1771,2_8 + 300,5_8$ ; д)  $2F2,8_{16} + E4, B_{16}$ .  
 4. а)  $1111000000_2 - 111101000_2$ ; б)  $1100110111_2 - 1001110000_2$ ; в)  $1000011110,1001_2 - 110000111,01_2$ ; г)  $1436,34_8 - 145,2_8$ ; д)  $3F5,98_{16} - 240,3_{16}$ .  
 5. а)  $1011100_2 \times 101000_2$ ; б)  $1300,6_8 \times 65,2_8$ ; в)  $68, A_{16} \times 9,6_{16}$ .  
 6. а)  $280_{10}$ ; б)  $700_{10}$ ; в)  $464_{10}$ .  
 7. а)  $010100110011_{(2-10)}$ ; б)  $100100100101_{(2-10)}$ ; в)  $100010010001_{(2-10)}$ .

### Вариант 16

1. а)  $737_{10}$ ; б)  $92_{10}$ ; в)  $934,25_{10}$ ; г)  $413,5625_{10}$ ; д)  $100,94_{10}$ .  
 2. а)  $1110000010_2$ ; б)  $1000100_2$ ; в)  $110000100,001_2$ ; г)  $1001011111,00011_2$ ; д)  $665,42_8$ ; е)  $246,18_{16}$ .  
 3. а)  $11110100_2 + 110100001_2$ ; б)  $1101110_2 + 101001000_2$ ; в)  $1100110011,1_2 + 111000011,101_2$ ; г)  $1455,04_8 + 203,3_8$ ; д)  $14E,8_{16} + 184,3_{16}$ .  
 4. а)  $1000010101_2 - 100101000_2$ ; б)  $1001011011_2 - 101001110_2$ ; в)  $11111011,101_2 - 100000010,01_2$ ; г)  $341,2_8 - 275,2_8$ ; д)  $249,5_{16} - EE, A_{16}$ .  
 5. а)  $1001000_2 \times 1010011_2$ ; б)  $412,5_8 \times 13,1_8$ ; в)  $3B, A_{16} \times 10,4_{16}$ .  
 6. а)  $728_{10}$ ; б)  $383_{10}$ ; в)  $202_{10}$ .  
 7. а)  $001100110011_{(2-10)}$ ; б)  $001101100010_{(2-10)}$ ; в)  $010001000100_{(2-10)}$ .

### Вариант 17

1. а)  $575_{10}$ ; б)  $748_{10}$ ; в)  $933,5_{10}$ ; г)  $1005,375_{10}$ ; д)  $270,44_{10}$ .  
 2. а)  $1010000_2$ ; б)  $10010000_2$ ; в)  $1111010000,01_2$ ; г)  $101000011,01_2$ ; д)  $1004,1_8$ ; е)  $103,8C_{16}$ .  
 3. а)  $1011110101_2 + 1010100110_2$ ; б)  $1001100011_2 + 1110010010_2$ ; в)  $1111110100,01_2 + 110100100,01_2$ ; г)  $755,36_8 + 1246,5_8$ ; д)  $8D,2_{16} + 63,8_{16}$ .  
 4. а)  $1100111110_2 - 1101001_2$ ; б)  $1101111011_2 - 1101110101_2$ ; в)  $1101001010,011_2 - 1010011110,101_2$ ; г)  $1632,1_8 - 706,34_8$ ; д)  $283, C_{16} - 19C,8_{16}$ .  
 5. а)  $111000_2 \times 1101001_2$ ; б)  $133,6_8 \times 73,4_8$ ; в)  $46,8_{16} \times B, A_{16}$ .  
 6. а)  $158_{10}$ ; б)  $177_{10}$ ; в)  $439_{10}$ .  
 7. а)  $000100110101_{(2-10)}$ ; б)  $001010010011_{(2-10)}$ ; в)  $0001000000100100_{(2-10)}$ .

### Вариант 18

1. а)  $563_{10}$ ; б)  $130_{10}$ ; в)  $892,5_{10}$ ; г)  $619,25_{10}$ ; д)  $198,05_{10}$ .  
 2. а)  $11100001_2$ ; б)  $101110111_2$ ; в)  $1011110010,0001_2$ ; г)  $1100010101,010101_2$ ; д)  $533,2_8$ ; е)  $32,22_{16}$ .  
 3. а)  $1100100011_2 + 1101001111_2$ ; б)  $111101111_2 + 10010100_2$ ; в)  $1010010000,0111_2 + 111010100,001_2$ ; г)  $1724,6_8 + 1322,2_8$ ; д)  $2C7,68_{16} + 6F,4_{16}$ .  
 4. а)  $111001110_2 - 11011011_2$ ; б)  $1011000001_2 - 110100001_2$ ; в)  $1011111101,1_2 - 111100000,01_2$ ; г)  $1126,06_8 - 203,54_8$ ; д)  $32B, D_{16} - 187, D8_{16}$ .

5. а)  $1100101_2 \times 1001010_2$ ; б)  $1544,4_8 \times 16,64_8$ ; в)  $69,8_{16} \times 30,8_{16}$ .  
 6. а)  $328_{10}$ ; б)  $537_{10}$ ; в)  $634_{10}$ .  
 7. а)  $000100000100_{(2-10)}$ ; б)  $010110011001_{(2-10)}$ ; в)  $100000110111_{(2-10)}$ .

### Вариант 19

1. а)  $453_{10}$ ; б)  $481_{10}$ ; в)  $461,25_{10}$ ; г)  $667,25_{10}$ ; д)  $305,88_{10}$ .  
 2. а)  $111001010_2$ ; б)  $1101110001_2$ ; в)  $1001010100,10001_2$ ; г)  $111111110,11001_2$ ; д)  $1634,35_8$ ; е)  $6B, A_{16}$ .  
 3. а)  $101110001_2 + 101111001_2$ ; б)  $1110001110_2 + 1100110111_2$ ; в)  $10000011010,01_2 + 1010010110,01_2$ ; г)  $1710,2_8 + 773,24_8$ ; д)  $3E7,7_{16} + 32,2_{16}$ .  
 4. а)  $1111000010_2 - 1110000011_2$ ; б)  $1110101011_2 - 111000111_2$ ; в)  $1111011010,011_2 - 1011100111,01_2$ ; г)  $1650,2_8 - 502,2_8$ ; д)  $3E0,6_{16} - 17E,9_{16}$ .  
 5. а)  $1001101_2 \times 11111_2$ ; б)  $1226,1_8 \times 24,4_8$ ; в)  $36,6_{16} \times 38,4_{16}$ .  
 6. а)  $1026_{10}$ ; б)  $725_{10}$ ; в)  $100_{10}$ .  
 7. а)  $100110010110_{(2-10)}$ ; б)  $100100110010_{(2-10)}$ ; в)  $000110010000_{(2-10)}$ .

### Вариант 20

1. а)  $572_{10}$ ; б)  $336_{10}$ ; в)  $68,5_{10}$ ; г)  $339,25_{10}$ ; д)  $160,57_{10}$ .  
 2. а)  $1010110011_2$ ; б)  $1101110100_2$ ; в)  $1010101,101_2$ ; г)  $1101000,001_2$ ; д)  $414,1_8$ ; е)  $366,4_{16}$ .  
 3. а)  $10001000_2 + 1011010010_2$ ; б)  $111110011_2 + 111110000_2$ ; в)  $1010001010,1011_2 + 1101010100,011_2$ ; г)  $711,2_8 + 214,2_8$ ; д)  $7A,58_{16} + 2D0,9_{16}$ .  
 4. а)  $110111010_2 - 1110001_2$ ; б)  $1100001000_2 - 11000100_2$ ; в)  $111111010,01_2 - 1000110010,0101_2$ ; г)  $1060,52_8 - 761,14_8$ ; д)  $1C0,6_{16} - 8D,2_{16}$ .  
 5. а)  $11101_2 \times 110101_2$ ; б)  $1106,2_8 \times 145,2_8$ ; в)  $65,4_{16} \times 55,9_{16}$ .  
 6. а)  $853_{10}$ ; б)  $135_{10}$ ; в)  $66_{10}$ .  
 7. а)  $100001111001_{(2-10)}$ ; б)  $100000010000_{(2-10)}$ ; в)  $001101000100_{(2-10)}$ .

### Вариант 21

1. а)  $949_{10}$ ; б)  $763_{10}$ ; в)  $994,125_{10}$ ; г)  $523,25_{10}$ ; д)  $203,82_{10}$ .  
 2. а)  $1110001111_2$ ; б)  $100011011_2$ ; в)  $1001100101,1001_2$ ; г)  $1001001,011_2$ ; д)  $335,7_8$ ; е)  $14C, A_{16}$ .  
 3. а)  $1110101010_2 + 10111001_2$ ; б)  $10111010_2 + 10010100_2$ ; в)  $111101110,1011_2 + 1111011110,1_2$ ; г)  $1153,2_8 + 1147,32_8$ ; д)  $40F,4_{16} + 160,4_{16}$ .  
 4. а)  $1000000100_2 - 101010001_2$ ; б)  $1010111101_2 - 111000010_2$ ; в)  $1101000000,01_2 - 1001011010,011_2$ ; г)  $2023,5_8 - 527,4_8$ ; д)  $25E,6_{16} - 1B1,5_{16}$ .  
 5. а)  $1001011_2 \times 1010110_2$ ; б)  $1650,2_8 \times 120,2_8$ ; в)  $19,4_{16} \times 2F,8_{16}$ .  
 6. а)  $206_{10}$ ; б)  $382_{10}$ ; в)  $277_{10}$ .  
 7. а)  $011101100101_{(2-10)}$ ; б)  $010001110111_{(2-10)}$ ; в)  $011101010000_{(2-10)}$ .

### Вариант 22

1. а)  $563_{10}$ ; б)  $264_{10}$ ; в)  $234,25_{10}$ ; г)  $53,125_{10}$ ; д)  $286,16_{10}$ .  
 2. а)  $1100010010_2$ ; б)  $10011011_2$ ; в)  $1111000001,01_2$ ; г)  $10110111,01_2$ ; д)  $416,1_8$ ; е)  $215,7_{16}$ .  
 3. а)  $10111111_2 + 1100100001_2$ ; б)  $110010100_2 + 1011100001_2$ ; в)  $10000001001,0101_2 + 1010000110,01_2$ ; г)  $1512,4_8 + 1015,2_8$ ; д)  $274,5_{16} + DD,4_{16}$ .  
 4. а)  $1000001001_2 - 111110100_2$ ; б)  $1111000101_2 - 1100110101_2$ ; в)  $1100110101,1_2 - 1011100011,01_2$ ; г)  $1501,34_8 - 1374,5_8$ ; д)  $12D,3_{16} - 39,6_{16}$ .  
 5. а)  $111101_2 \times 1010111_2$ ; б)  $1252,14_8 \times 76,04_8$ ; в)  $66,68_{16} \times 1E,3_{16}$ .

6. а)  $692_{10}$ ; б)  $844_{10}$ ; в)  $1014_{10}$ .  
 7. а)  $010101100010_{(2-10)}$ ; б)  $100100100111_{(2-10)}$ ; в)  $001001000101_{(2-10)}$ .

### Вариант 23

1. а)  $279_{10}$ ; б)  $281_{10}$ ; в)  $841,375_{10}$ ; г)  $800,3125_{10}$ ; д)  $208,92_{10}$ .  
 2. а)  $1100111001_2$ ; б)  $10011101_2$ ; в)  $1111011,001_2$ ; г)  $110000101,01_2$ ; д)  $1601,56_8$ ; е)  $16E, B4_{16}$ .  
 3. а)  $1000100001_2 + 1011100110_2$ ; б)  $1101110011_2 + 111000101_2$ ; в)  $1011011,01_2 + 1000101110,1001_2$ ; г)  $665,1_8 + 1217,2_8$ ; д)  $30C,7_{16} + 2A1,8_{16}$ .  
 4. а)  $11110010_2 - 10101001_2$ ; б)  $1110100001_2 - 1011001001_2$ ; в)  $1101001010,1_2 - 1011101001,11011_2$ ; г)  $166,14_8 - 143,2_8$ ; д)  $287, A_{16} - 62,8_{16}$ .  
 5. а)  $1001001_2 \times 100010_2$ ; б)  $324,2_8 \times 122,12_8$ ; в)  $F,4_{16} \times 38,6_{16}$ .  
 6. а)  $707_{10}$ ; б)  $133_{10}$ ; в)  $1023_{10}$ .  
 7. а)  $001010000011_{(2-10)}$ ; б)  $010000000011_{(2-10)}$ ; в)  $001010000001_{(2-10)}$ .

### Вариант 24

1. а)  $744_{10}$ ; б)  $554_{10}$ ; в)  $269,375_{10}$ ; г)  $120,25_{10}$ ; д)  $139,09_{10}$ .  
 2. а)  $101000001_2$ ; б)  $1110111100_2$ ; в)  $1001110101,011001_2$ ; г)  $1000010001,00011_2$ ; д)  $1177,6_8$ ; е)  $3FA, E8_{16}$ .  
 3. а)  $10000001010_2 + 11111111_2$ ; б)  $111011000_2 + 1110111_2$ ; в)  $111010101,101_2 + 1110111,001_2$ ; г)  $251,42_8 + 72,54_8$ ; д)  $2CF, A_{16} + 242,4_{16}$ .  
 4. а)  $1001000100_2 - 100111010_2$ ; б)  $100001100_2 - 10110011_2$ ; в)  $1110111100,011_2 - 1100000011,0111_2$ ; г)  $1700,2_8 - 456,44_8$ ; д)  $1A1,8_{16} - E0,7_{16}$ .  
 5. а)  $11110,01_2 \times 1001001_2$ ; б)  $324,7_8 \times 122,12_8$ ; в)  $E,4_{16} \times 98, A_{16}$ .  
 6. а)  $585_{10}$ ; б)  $239_{10}$ ; в)  $361_{10}$ .  
 7. а)  $011010000001_{(2-10)}$ ; б)  $100001010001_{(2-10)}$ ; в)  $001110000111_{(2-10)}$ .

## Лабораторная работа №3. КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ В ПАМЯТИ ЭВМ



### Краткие сведения (кодирование информации)

Кодирование информации – это представление информации в виде сообщения на каком-либо языке.



### Контрольные вопросы (кодирование информации)

1. Что такое кодирование информации в общем смысле?
2. Каково место кодирования среди процессов обработки информации?
3. Что называется знаком, абстрактным алфавитом? Приведите примеры.
4. Что такое код? Приведите примеры кодирования и декодирования.
5. Какие коды называются двоичными? Приведите примеры.
6. Какие коды используются в ВТ для кодирования букв латинского и русского алфавита?
7. Как представляются действительные числа в памяти ЭВМ?
8. Как кодируется графическая информация, если изображение черно-белое, цветное? Как кодируется звуковая информация?



### Темы для рефератов (кодирование информации)

1. История кодирования информации. Кодирование и шифрование.

2. Символы и алфавиты для кодирования информации.
3. Основные результаты теории кодирования.
4. Современные способы кодирования информации в вычислительной технике.



### **Темы семинарских занятий**

*(кодирование информации)*

1. Понятие «кодирование информации». Знак. Алфавит. История кодирования и шифрования. Кодирование информации в вычислительной технике.
2. Основные теоремы теории кодирования и их следствия.



### **Задачи и упражнения для выполнения дома**

*(кодирование информации)*

1. Оцените число символов алфавита, кодируемого с помощью двоичных последовательностей длиной а) 4 знака; б) 8 знаков.
2. С помощью кодовой таблицы ASCII декодировать следующее сообщение  
01010100 01001111 00100000 01000010 01000101 00100000  
01001111 01010010 00100000 01001110 01001111 01010100  
00100000 01010100 01001111 00100000 01000010 01000101.
3. С помощью кодовой таблицы ASCII закодировать в последовательность шестнадцатеричных чисел слово «COMPUTER».
4. С помощью флажковой азбуки, морской семафорной азбуки, азбуки Морзе закодировать слово «COMPUTER».



### **Задачи и упражнения для выполнения на занятии**

*(кодирование информации)*

1. Оцените число символов алфавита, кодируемого с помощью двоичных последовательностей длиной а) 12 знаков; б) 16 знаков.
2. С помощью кодовой таблицы ASCII закодировать в последовательность шестнадцатеричных чисел слово «Internet», «Синергетика», «Shannon».
3. С помощью флажковой азбуки закодировать слово «Internet».



4. Декодируйте слово
5. С помощью морской семафорной азбуки закодировать слово «Internet».



6. Декодируйте слово
7. С помощью азбуки Морзе закодировать слово «Internet».



### **Краткие сведения**

*(представление данных в памяти ЭВМ)*

Для представления информации в памяти ЭВМ (как числовой, так и не числовой) используется двоичный способ кодирования.

Элементарная ячейка памяти ЭВМ имеет длину 8 бит (байт). Каждый байт имеет свой номер (его называют *адресом*). Наибольшую последовательность бит, которую ЭВМ может обрабатывать как единое целое, называют *машинным словом*. Длина машинного слова зависит от разрядности процессора и может быть равной 16, 32 битам и т.д.

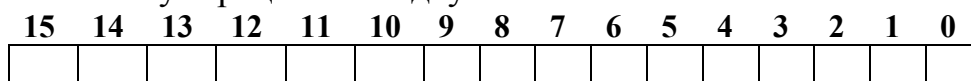
Для кодирования символов достаточно 1 байта. При этом можно представить 256 символов (с десятичными кодами от 0 до 255). Набор символов

персональных ЭВМ IBM PC чаще всего является расширением кода ASCII (American Standard Code for Information Interchange – стандартный американский код для обмена информацией).

В некоторых случаях при представлении в памяти ЭВМ чисел используется смешанная двоично-десятичная система счисления, где для хранения каждого десятичного знака нужен полубайт (4 бита) и десятичные цифры от 0 до 9 представляются соответствующими двоичными числами от 0000 до 1001.

Другой способ представления целых чисел – **дополнительный код**. Диапазон значений величин зависит от количества бит памяти, отведенных для их хранения. Например, величины типа Integer (все названия типов данных здесь и ниже представлены в том виде, в каком они приняты в языке программирования Turbo Pascal) лежат в диапазоне от  $-32768 (-2^{15})$  до  $32767 (2^{15} - 1)$  и для их хранения отводится 2 байта; типа LongInt – в диапазоне от  $-2^{31}$  до  $2^{31} - 1$  и размещаются в 4 байтах; типа Word – в диапазоне от 0 до  $65535 (2^{16} - 1)$  (используется 2 байта) и т.д.

Данные могут быть интерпретированы как числа со знаками, так и без знаков. В случае представления величины со знаком самый левый (старший) разряд указывает на положительное число, если содержит нуль, и на отрицательное, если – единицу. Разряды нумеруются справа налево, начиная с 0. Ниже показана нумерация бит в двухбайтовом машинном слове.



**Прямой код** (обозначают  $X_{пр}$ ) целого *положительного* числа получают так: число переводится в двоичную систему счисления, а затем его двоичную запись слева дополняют таким количеством незначащих нулей, сколько требует тип данных, к которому принадлежит число.

*Пример 3.1.* Если число  $37_{10} = 100101_2$  объявлено величиной типа Integer, то  $X_{пр} = 0'000000000100101_2 = 0025_{16}$ , если величиной типа LongInt, то его  $X_{пр} = 0'0000000000000000000000000100101_2 = 00000025_{16}$ .

**Прямой код** целого *отрицательного* числа получают из прямого кода модуля числа изменением старшего разряда на 1.

*Пример 3.2.* Если число  $-37_{10}$  типа Integer, то  $X_{пр} = 1'000000000100101_2$ .

**Дополнительный код** (обозначают  $X_{доп}$ ) целого положительного числа совпадает с его **прямым кодом**. **Дополнительный код** целого отрицательного числа может быть получен по следующему алгоритму:

- 1) записать прямой код отрицательного числа;
- 2) кроме старшего разряда инвертировать его (заменить единицы нулями, нули – единицами);
- 3) прибавить к инверсному коду единицу.

*Пример 3.3.* Запишем дополнительный код числа  $-37$ , интерпретируя его как величину типа LongInt:

- 1)  $[-37]_{пр} = 1'0000000000000000000000000100101_2$ ;
- 2)  $[-37]_{обр} = 1'1111111111111111111111111011010_2$ ;
- 3)  $[-37]_{доп} = 1'1111111111111111111111111011011_2 = FFFFFFFDB_{16}$ .

При получении числа по его дополнительному коду необходимо определить его знак. Если число – положительное, то перевести его код в десятичную систему счисления. В случае отрицательного числа необходимо выполнить следующий алгоритм:

1) вычесть из кода числа 1;

2) инвертировать код;

3) перевести в десятичную систему счисления. Полученное число записать со знаком минус.

*Пример 3.4.* Запишем числа, соответствующие дополнительным кодам:

а) 0000000000010111.

В старшем разряде записан 0, число – положительное. Это код числа 23.

б) 111111111000000.

Здесь записан код отрицательного числа. Выполняем действия алгоритма:

1)  $111111111000000_2 - 1_2 = 111111110111111_2$ ;

2) 0000000001000000;

3)  $1000000_2 = 64_{10}$

Ответ: –64.

Для представления в памяти компьютера действительных чисел применяется другой способ. Рассмотрим представление величин *с плавающей точкой*.

Любое действительное число можно записать в виде  $M \cdot 10^p$ , где  $1 \leq M < 10$ ,  $p \in Z$ . Например,  $120100000 = 1,201 \cdot 10^8$ . Т.к. каждая позиция десятичного числа отличается от соседней на степень числа 10, то умножение на 10 эквивалентно сдвигу десятичной запятой на одну позицию вправо. Аналогично деление на 10 сдвигает десятичную запятую на позицию влево. Поэтому приведенный пример можно продолжить:  $120100000 = 1,201 \cdot 10^8 = 0,1201 \cdot 10^9 = 12,01 \cdot 10^7 \dots$  Десятичная запятая «плавает» в числе и больше не помечает абсолютное место между целой и дробной частями.

В приведенной выше записи  $M$  называют *мантиссой* числа, а  $p$  – *порядком*. Для того чтобы сохранить максимальную точность, в компьютере почти всегда хранят мантиссу в нормализованном виде, что означает, что мантисса в данном случае есть число, лежащее между  $1_{10}$  и  $2_{10}$  ( $1 \leq M < 2$ ). Основание системы счисления – число 2. Способ хранения мантиссы с плавающей точкой подразумевает, что двоичная запятая находится на фиксированном месте. Фактически подразумевается, что двоичная запятая следует после первой двоичной цифры, т.е. нормализация мантиссы делает единичным первый бит, помещая тем самым значение между единицей и двойкой. Место, отводимое для числа с плавающей точкой, делится на два поля. Одно поле содержит знак и значение мантиссы, а другое содержит знак и значение порядка.

В языке программирования Pascal описаны следующие действительные типы (диапазон значений указан по абсолютной величине):

Тип	Диапазон	Мантисса	Байты
<b>Real</b>	$2,9 \cdot 10^{-39} \dots 1,7 \cdot 10^{38}$	<b>11–12</b>	<b>6</b>
<b>Single</b>	$1,5 \cdot 10^{-45} \dots 3,4 \cdot 10^{38}$	<b>7–8</b>	<b>4</b>
<b>Double</b>	$5,0 \cdot 10^{-324} \dots 1,7 \cdot 10^{308}$	<b>15–16</b>	<b>8</b>
<b>Extended</b>	$3,4 \cdot 10^{-4932} \dots 1,1 \cdot 10^{4932}$	<b>19–20</b>	<b>10</b>



2. Составьте программу, которая позволит получать  $X_{пр}$ ,  $X_{обр}$ ,  $X_{доп}$ .



### Лабораторная работа

Время выполнения – 4 часа.

(представление данных в памяти ЭВМ)

#### Задания к лабораторной работе

1. Зашифруйте данный текст, используя таблицу ASCII-кодов.
  2. Дешифруйте данный текст, используя таблицу ASCII-кодов.
- Замечание.* Задания 1 и 2 выполните с использованием разработанной Вами программы (см. домашнее задание №1 стр. 23).
3. Запишите прямой код числа, интерпретируя как 8-битовое целое без знака.
  4. Запишите дополнительный код числа, интерпретируя его как 8-битовое целое со знаком.
  5. Запишите прямой код числа, интерпретируя как 16-битовое целое без знака.
  6. Запишите дополнительный код числа, интерпретируя его как 16-битовое целое со знаком.
  7. Запишите в десятичной системе счисления целое число, если дан его дополнительный код.
  8. Запишите код действительного числа, интерпретируя его как величину типа Double.
  9. Дан код величины типа Double. Преобразуйте его в число.

#### Вариант 1

1. IBM PC.
2. 8A AE AC AF EC EE E2 A5 E0.
3. а)  $224_{10}$ ; б)  $253_{10}$ ; в)  $226_{10}$ .
4. а)  $115_{10}$ ; б)  $-34_{10}$ ; в)  $-70_{10}$ .
5. а)  $22491_{10}$ ; б)  $23832_{10}$ .
6. а)  $20850_{10}$ ; б)  $-18641_{10}$ .
7. а) 0011010111010110;
- б) 1000000110101110.
8. а)  $-578,375$ ; б)  $-786,375$ .
9. а) C077880000000000; б) C077880000000000.

#### Вариант 2

1. Автоматизация.
2. 50 72 6F 67 72 61 6D.
3. а)  $242_{10}$ ; б)  $135_{10}$ ; в)  $248_{10}$ .
4. а)  $81_{10}$ ; б)  $-40_{10}$ ; в)  $-24_{10}$ .
5. а)  $18509_{10}$ ; б)  $28180_{10}$ .
6. а)  $28882_{10}$ ; б)  $-19070_{10}$ .
7. а) 0110010010010101; б) 1000011111110001.
8. а)  $-363,15625$ ; б)  $-487,15625$ .
9. а) C075228000000000; б) 408B9B0000000000.

#### Вариант 3

1. Информатика.
2. 50 72 6F 63 65 64 75 72 65.
3. а)  $207_{10}$ ; б)  $210_{10}$ ; в)  $226_{10}$ .
4. а)  $98_{10}$ ; б)  $-111_{10}$ ; в)  $-95_{10}$ .
5. а)  $19835_{10}$ ; б)  $22248_{10}$ .
6. а)  $18156_{10}$ ; б)  $-28844_{10}$ .
7. а) 0111100011001000; б) 1111011101101101.
8. а)  $334,15625$ ; б)  $367,15625$ .
9. а) C07C08C000000000; б) C0811B0000000000.

#### Вариант 4

1. Computer.
2. 84 88 91 8A 8E 82 8E 84.
3. а)  $185_{10}$ ; б)  $224_{10}$ ; в)  $193_{10}$ .
4. а)  $89_{10}$ ; б)  $-65_{10}$ ; в)  $-8_{10}$ .
5. а)  $29407_{10}$ ; б)  $25342_{10}$ .
6. а)  $23641_{10}$ ; б)  $-23070_{10}$ .
7. а) 0111011101000111; б) 1010110110101110.



8. а) 215,15625; б) -143,375.  
9. а) C071760000000000; б) 407FF28000000000.

**Вариант 5**

1. Printer. 2. 43 4F 4D 50 55 54 45 52.  
3. а) 158<sub>10</sub>; б) 134<sub>10</sub>; в) 190<sub>10</sub>. 4. а) 64<sub>10</sub>; б) -104<sub>10</sub>; в) -47<sub>10</sub>.  
5. а) 30539<sub>10</sub>; б) 26147<sub>10</sub>. 6. а) 22583<sub>10</sub>; б) -28122<sub>10</sub>.  
7. а) 0100011011110111; б) 1011101001100000.  
8. а) -900,546875; б) -834,5.  
9. а) 407C060000000000; б) C0610C0000000000.

**Вариант 6**

1. Компьютеризация. 2. 50 52 49 4E 54.  
3. а) 239<sub>10</sub>; б) 160<sub>10</sub>; в) 182<sub>10</sub>. 4. а) 55<sub>10</sub>; б) -89<sub>10</sub>; в) -22<sub>10</sub>.  
5. а) 17863<sub>10</sub>; б) 25893<sub>10</sub>. 6. а) 24255<sub>10</sub>; б) -26686<sub>10</sub>.  
7. а) 0000010101011010; б) 1001110100001011.  
8. а) -969,15625; б) -434,15625.  
9. а) C082B30000000000; б) C086EB0000000000.

**Вариант 7**

1. Формализация. 2. 4D 4F 44 45 4D.  
3. а) 237<sub>10</sub>; б) 236<sub>10</sub>; в) 240<sub>10</sub>. 4. а) 95<sub>10</sub>; б) -68<sub>10</sub>; в) -77<sub>10</sub>.  
5. а) 28658<sub>10</sub>; б) 29614<sub>10</sub>. 6. а) 31014<sub>10</sub>; б) -24013<sub>10</sub>.  
7. а) 000110111111001; б) 1011101101001101.  
8. а) -802,15625; б) -172,375.  
9. а) C085EB0000000000; б) C07D428000000000.

**Вариант 8**

1. Световое перо. 2. 4C 61 73 65 72  
3. а) 136<sub>10</sub>; б) 130<sub>10</sub>; в) 239<sub>10</sub>. 4. а) 82<sub>10</sub>; б) -13<sub>10</sub>; в) -77<sub>10</sub>.  
5. а) 27898<sub>10</sub>; б) 24268<sub>10</sub>. 6. а) 19518<sub>10</sub>; б) -16334<sub>10</sub>.  
7. а) 0000110100001001; б) 1001110011000000.  
8. а) 635,5; б) -555,15625.  
9. а) C07848C000000000; б) C085394000000000.

**Вариант 9**

1. Микропроцессор. 2. 88 AD E4 AE E0 AC A0 E2 A8 AA A0.  
3. а) 230<sub>10</sub>; б) 150<sub>10</sub>; в) 155<sub>10</sub>. 4. а) 74<sub>10</sub>; б) -43<sub>10</sub>; в) -21<sub>10</sub>.  
5. а) 18346<sub>10</sub>; б) 25688<sub>10</sub>. 6. а) 31397<sub>10</sub>; б) -21029<sub>10</sub>.  
7. а) 0110101101111000; б) 1110100100110101.  
8. а) 110,546875; б) -743,375.  
9. а) C08B794000000000; б) 407CB28000000000.

**Вариант 10**

1. Принтер. 2. 42 69 6E 61 72 79.  
3. а) 219<sub>10</sub>; б) 240<sub>10</sub>; в) 202<sub>10</sub>. 4. а) 44<sub>10</sub>; б) -43<sub>10</sub>; в) -94<sub>10</sub>.  
5. а) 23359<sub>10</sub>; б) 27428<sub>10</sub>. 6. а) 21481<sub>10</sub>; б) -20704<sub>10</sub>.  
7. а) 0001101010101010; б) 1011110111001011.  
8. а) -141,375; б) 145,375.  
9. а) 408EA14000000000; б) C07B128000000000.

### Вариант 11

1. Дисковод.
2. 49 6E 66 6F 72 6D 61 74 69 6F 6E.
3. а)  $237_{10}$ ; б)  $160_{10}$ ; в)  $253_{10}$ .
4. а)  $122_{10}$ ; б)  $-97_{10}$ ; в)  $-82_{10}$ .
5. а)  $30469_{10}$ ; б)  $21517_{10}$ .
6. а)  $23008_{10}$ ; б)  $-23156_{10}$ .
7. а) 0010111101000000; б) 1011001101110001.
8. а) 576,375; б)  $-99,375$ .
9. а) 40864B0000000000; б) C047140000000000.

### Вариант 12

1. Pentium 100.
2. 91 A8 E1 E2 A5 AC A0 20 E1 E7 A8 E1 AB A5 AD A8 EF.
3. а)  $201_{10}$ ; б)  $135_{10}$ ; в)  $198_{10}$ .
4. а)  $91_{10}$ ; б)  $-7_{10}$ ; в)  $-95_{10}$ .
5. а)  $29234_{10}$ ; б)  $19909_{10}$ .
6. а)  $25879_{10}$ ; б)  $-27169_{10}$ .
7. а) 0001111001010100; б) 1011010001110010.
8. а)  $-796,15625$ ; б)  $325,15625$ .
9. а) 4060B00000000000; б) C0846C6000000000.

### Вариант 13

1. Арифмометр.
2. AC AE A4 A5 AB A8 E0 AE A2 A0 AD A8 A5.
3. а)  $188_{10}$ ; б)  $213_{10}$ ; в)  $217_{10}$ .
4. а)  $89_{10}$ ; б)  $-90_{10}$ ; в)  $-34_{10}$ .
5. а)  $25173_{10}$ ; б)  $25416_{10}$ .
6. а)  $27435_{10}$ ; б)  $-22433_{10}$ .
7. а) 0111110101101100; б) 1111011001100010.
8. а)  $-142,375$ ; б)  $565,15625$ .
9. а) C086494000000000; б) C083DC6000000000.

### Вариант 14

1. Сканер.
2. A2 EB E7 A8 E1 AB A8 E2 A5 AB EC AD EB A9 20 ED AA E1 AF A5 E0 A8 AC A5 AD E2.
3. а)  $127_{10}$ ; б)  $199_{10}$ ; в)  $187_{10}$ .
4. а)  $57_{10}$ ; б)  $-31_{10}$ ; в)  $-109_{10}$ .
5. а)  $17689_{10}$ ; б)  $20461_{10}$ .
6. а)  $26493_{10}$ ; б)  $-30785_{10}$ .
7. а) 0010110001100110; б) 1010001111010000.
8. а)  $-550,15625$ ; б)  $616,15625$ .
9. а) 407C360000000000; б) 408B594000000000.

### Вариант 15

1. ВИНЧЕСТЕР.
2. 43 6F 6D 70 75 74 65 72 20 49 42 4D 20 50 43.
3. а)  $217_{10}$ ; б)  $161_{10}$ ; в)  $232_{10}$ .
4. а)  $53_{10}$ ; б)  $-24_{10}$ ; в)  $-110_{10}$ .
5. а)  $23380_{10}$ ; б)  $22620_{10}$ .
6. а)  $24236_{10}$ ; б)  $-30388_{10}$ .
7. а) 0100101101100011; б) 1001001000101100.
8. а)  $84,15625$ ; б)  $-681,375$ .
9. а) 4075E28000000000; б) C07E980000000000.

### Вариант 16

1. Кибернетика.
2. 8A AE AC AF EC EE E2 A5 E0.
3. а)  $170_{10}$ ; б)  $242_{10}$ ; в)  $158_{10}$ .
4. а)  $70_{10}$ ; б)  $-50_{10}$ ; в)  $-90_{10}$ .
5. а)  $21581_{10}$ ; б)  $31014_{10}$ .
6. а)  $19903_{10}$ ; б)  $-17431_{10}$ .
7. а) 001111110001000; б) 1001011111011111.
8. а)  $650,375$ ; б)  $-974,5$ .

9. а) C05DCA0000000000; б) 408E5B0000000000.

#### Вариант 17

- |  |  |
|--|--|
| 1. Автоматизация.                                  | 2. 50 72 6F 67 72 61 6D.                           |
| 3. а) $172_{10}$ ; б) $247_{10}$ ; в) $216_{10}$ . | 4. а) $104_{10}$ ; б) $-67_{10}$ ; в) $-88_{10}$ . |
| 5. а) $17134_{10}$ ; б) $17996_{10}$ .             | 6. а) $24197_{10}$ ; б) $-19851_{10}$ .            |
| 7. а) 0001010110011011; б) 1001010000111010.       |  |
| 8. а) 423,15625; б) 835,15625.                     |  |
| 9. а) 4089794000000000; б) 408B414000000000.       |  |

#### Вариант 18

- |  |   |
|--|---|
| 1. Информатика.                                    | 2. 50 72 6F 63 65 64 75 72 65.                    |
| 3. а) $203_{10}$ ; б) $199_{10}$ ; в) $214_{10}$ . | 4. а) $87_{10}$ ; б) $-50_{10}$ ; в) $-31_{10}$ . |
| 5. а) $17130_{10}$ ; б) $27910_{10}$ .             | 6. а) $26837_{10}$ ; б) $-17264_{10}$ .           |
| 7. а) 0100011000011101; б) 1101001111000101.       |   |
| 8. а) $-197,15625$ ; б) $-341,375$ .               |   |
| 9. а) C057D80000000000; б) 406F0C0000000000.       |   |

#### Вариант 19

- |  |  |
|--|--|
| 1. Notebook.                                       | 2. 84 88 91 8A 8E 82 8E 84.                        |
| 3. а) $173_{10}$ ; б) $149_{10}$ ; в) $129_{10}$ . | 4. а) $73_{10}$ ; б) $-117_{10}$ ; в) $-39_{10}$ . |
| 5. а) $24335_{10}$ ; б) $28591_{10}$ .             | 6. а) $19650_{10}$ ; б) $-27052_{10}$ .            |
| 7. а) 0110010000000000; б) 1111111001010100.       |  |
| 8. а) 612,15625; б) $-652,546875$ .                |  |
| 9. а) 40664C0000000000; б) 40684C0000000000.       |  |

#### Вариант 20

- |  |   |
|--|---|
| 1. Modem.  | 2. 43 4F 4D 50 55 54 45 52.                       |
| 3. а) $178_{10}$ ; б) $240_{10}$ ; в) $152_{10}$ . | 4. а) $54_{10}$ ; б) $-10_{10}$ ; в) $-43_{10}$ . |
| 5. а) $18083_{10}$ ; б) $19157_{10}$ .             | 6. а) $18477_{10}$ ; б) $-28803_{10}$ .           |
| 7. а) 0101010001100111; б) 1110101001001100.       |   |
| 8. а) 575,375; б) 983,375.                         |   |
| 9. а) C088440000000000; б) C0696C0000000000.       |   |

#### Вариант 21

- |  |  |
|--|--|
| 1. Компьютеризация.                                | 2. 50 52 49 4E 54.                                   |
| 3. а) $234_{10}$ ; б) $254_{10}$ ; в) $192_{10}$ . | 4. а) $120_{10}$ ; б) $-110_{10}$ ; в) $-112_{10}$ . |
| 5. а) $19743_{10}$ ; б) $30381_{10}$ .             | 6. а) $30643_{10}$ ; б) $-23233_{10}$ .              |
| 7. а) 0111100111001110; б) 1001100000100111.       |  |
| 8. а) $-503,15625$ ; б) 339,375.                   |  |
| 9. а) C06EA50000000000; б) C08E230000000000.       |  |

#### Вариант 22

- |  |  |
|--|--|
| 1. YAMAHA.   | 2. 4D 4F 44 45 4D.                                 |
| 3. а) $215_{10}$ ; б) $229_{10}$ ; в) $241_{10}$ . | 4. а) $101_{10}$ ; б) $-34_{10}$ ; в) $-56_{10}$ . |
| 5. а) $23242_{10}$ ; б) $17599_{10}$ .             | 6. а) $25657_{10}$ ; б) $-29323_{10}$ .            |
| 7. а) 0010101000011001; б) 1011000010001010.       |  |
| 8. а) 654,546875; б) 494,375.                      |  |
| 9. а) C0642C0000000000; б) C082F14000000000.       |  |

#### Вариант 23

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 1. Сенсорный экран. | 2. 4C 61 73 65 72. |
|---------------------|--------------------|



При получении числа по его дополнительному коду необходимо выполнить действия, описанные выше, в обратном порядке.

Использование кодов позволяет свести операцию вычитания чисел к арифметическому сложению кодов этих чисел. В зависимости от вида сумматора выполняют сложение или обратных кодов, или дополнительных.

*Пример 4.2.* Сложим числа  $-5_{10}$  и  $-6_{10}$ , используя коды:

<p>Прямой код</p> <p><math>X_{пр} = 1,0000101</math></p> <p><math>Y_{пр} = 1,0000110</math></p>	<p>Сложение</p> <p>в обратном коде</p> <p><math>X_{обр} = 1,1111010</math></p> <p><math>Y_{обр} = 1,1111001</math></p> <p style="text-align: center;">1 1,1110011</p> <p style="text-align: center;">└───────────┬───────────┘ +1</p> <p><math>(X+Y)_{обр} = 1,1110100</math></p>	<p>в дополнительном коде</p> <p><math>X_{доп} = 1,1111011</math></p> <p><math>Y_{доп} = 1,1111010</math></p> <p style="text-align: center;">1)1,1110101</p> <p style="text-align: center;">←──────────┘</p> <p><math>(X+Y)_{доп} = 1,1110101</math></p>
---	---	---

Сумма является кодом отрицательного числа (в старшем бите – знак 1). Результаты необходимо перевести в прямой код:

- из обратного кода  $[X+Y]_{обр} = 1,1110100 \rightarrow [X+Y]_{пр} = 1,0001011$ ;
- из дополнительного кода  $[X+Y]_{доп} = 1,1110101 \rightarrow [X+Y]_{пр} = 1,0001010 + 0,0000001 = 1,0001011$ .

Получаем  $X+Y = -1011$ . Полученный результат совпадает с обычной записью.



### **Контрольные вопросы**

*(прямой, обратный и дополнительный коды)*

1. Как получить прямой, обратный и дополнительный коды целого числа?
2. Арифметические операции с использованием прямого, обратного и дополнительных кодов.



### **Задачи и упражнения для выполнения дома**

*(прямой, обратный и дополнительный коды)*

1. Запишите прямой, обратный и дополнительные коды целого числа, интерпретируя его как 8-, 16-, 32- и 64-битовое целое без знака и со знаком. а) 11010; б) -11101; в) -101001; г) -1001110.

2. Переведите X и Y в прямой, обратный и дополнительный коды. Сложите в обратном и дополнительном кодах. Результат переведите в прямой код. Проверьте полученный результат, пользуясь правилами двоичной арифметики.

а)  $X = -11010$ ;                      б)  $X = -11101$ ;                      в)  $X = 1110100$ ;  
 $Y = 1001111$ ;                       $Y = -100110$ ;                       $Y = -101101$ ;

3. Сложите X и Y в модифицированных обратном и дополнительном восьмиразрядных кодах. В случае появления признака переполнения увеличьте число разрядов в кодах и повторите суммирование. Результат переведите в прямой код и проверьте, пользуясь правилами двоичной арифметики.

а)  $X = 10110$ ;                      б)  $X = 11110$ ;                      в)  $X = -11010$ ;  
 $Y = 110101$ ;                       $Y = -111001$ ;                       $Y = -100111$ ;



### **Задачи и упражнения для выполнения на занятии**

*(прямой, обратный и дополнительный коды)*

1. Получите для X и Y прямой, обратный и дополнительный коды. Выполните сложение в обратном и дополнительном кодах. Результат переведите в прямой код. Проверьте полученный результат.

г)  $X = -10110$ ;  
 $Y = -111011$ ;

д)  $X = 1111011$ ;  
 $Y = -1001010$ ;

е)  $X = -11011$ ;  
 $Y = -10101$ .

2. Сложите  $X$  и  $Y$  в модифицированном обратном и дополнительном 8-разрядных кодах. В случае появления признака переполнения увеличить число разрядов в кодах  $X$ ,  $Y$  и повторить суммирование. Результат перевести в прямой код и проверить, пользуясь правилами двоичной арифметики.

г)  $X = -11001$ ;  
 $Y = -100011$ ;

д)  $X = -10101$ ;  
 $Y = 111010$ ;

е)  $X = -1101$ ;  
 $Y = -111011$ .



### Лабораторная работа

Время выполнения – 4 часа.

(прямой, обратный и дополнительный коды)

#### Задания к лабораторной работе

1. Переведите целые числа из десятичной системы счисления в двоичную систему счисления. Нормализуйте полученные двоичные числа.
2. Получите прямой, обратный и дополнительный коды каждого числа, интерпретируя его как (8-битовое) 16-битовое целое со знаком.
3. Выполните операцию сложения в обратном и дополнительном кодах.

Вариант 1	<b>101 и -12</b> <b>112 и -1001</b>	Вариант 2	<b>102 и -13</b> <b>113 и -1002</b>	Вариант 3	<b>103 и -14</b> <b>114 и -1003</b>
Вариант 4	<b>104 и -15</b> <b>115 и -1004</b>	Вариант 5	<b>105 и -16</b> <b>116 и -1005</b>	Вариант 6	<b>106 и -17</b> <b>117 и -1006</b>
Вариант 7	<b>107 и -18</b> <b>118 и -1007</b>	Вариант 8	<b>108 и -19</b> <b>119 и -1008</b>	Вариант 9	<b>130 и -21</b> <b>121 и -1030</b>
Вариант 10	<b>131 и -22</b> <b>122 и -1031</b>	Вариант 11	<b>132 и -23</b> <b>123 и -1032</b>	Вариант 12	<b>133 и -24</b> <b>124 и -1033</b>
Вариант 13	<b>134 и -25</b> <b>125 и -1034</b>	Вариант 14	<b>135 и -26</b> <b>126 и -1035</b>	Вариант 15	<b>136 и -27</b> <b>127 и -1036</b>
Вариант 16	<b>137 и -28</b> <b>128 и -1037</b>	Вариант 17	<b>138 и -29</b> <b>129 и -1038</b>	Вариант 18	<b>120 и -31</b> <b>131 и -1020</b>
Вариант 19	<b>121 и -32</b> <b>132 и -1021</b>	Вариант 20	<b>122 и -33</b> <b>133 и -1022</b>	Вариант 21	<b>123 и -34</b> <b>134 и -1023</b>
Вариант 22	<b>124 и -35</b> <b>135 и -1024</b>	Вариант 23	<b>125 и -36</b> <b>136 и -1025</b>	Вариант 24	<b>126 и -37</b> <b>137 и -1026</b>

## Лабораторная работа №5. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ДВОИЧНЫХ КОДОВ



### Краткие сведения

(способы построения алфавитных двоичных кодов)

При алфавитном способе двоичного кодирования символы первичного алфавита кодируются комбинациями символов двоичного алфавита. Оптимизировать такое кодирование можно, если тем буквам первичного алфавита, которые встречаются чаще, присвоить более короткие по длительности коды, а тем, относительная частота которых меньше – коды более длинные.

Возможны различные варианты двоичного кодирования, при этом важно, чтобы закодированное сообщение могло быть *однозначно декодировано*.

## Неравномерный код с разделителями

Достичь однозначного декодирования можно, если коды будут разграничены *разделителем* – некоторой постоянной комбинацией двоичных знаков. Условимся, что разделителем отдельных кодов букв будет последовательность **00** (признак конца знака), а разделителем слов – **000** (признак конца слова – пробел). Очевидными оказываются следующие правила построения кодов:

- код признака конца знака может быть включен в код буквы, поскольку не существует отдельно (т.е. коды всех букв будут заканчиваться **00**);
- коды букв не должны содержать двух и более нулей подряд в середине (иначе они будут восприниматься как конец знака);
- код буквы (кроме пробела) всегда должен начинаться с **1**;
- разделителю слов (**000**) всегда предшествует признак конца знака.



### **Задачи и упражнения для выполнения дома**

*(построение неравномерного кода с разделителями)*

1. Первичный алфавит содержит 6 знаков с вероятностями: «пробел» – 0,3; «\*» – 0,2; «+» – 0,2; «%» – 0,15; «#» – 0,1 и «!» – 0,05. В соответствии с правилами предложите вариант неравномерного алфавитного двоичного кода с разделителями знаков. Найдите среднюю длину и избыточность кода.



### **Задачи и упражнения для выполнения на занятии**

*(построение двоичного кода с использованием ЭТ)*

1. В соответствии с правилами постройте неравномерные коды с разделителями для букв русского алфавита. Частотность букв русского языка приведена в таб. 1 лабораторной работы №1. Для данного способа кодирования найдите среднюю длину кода  $K(r,2) = \sum_{i=1}^{33} p_i \cdot k_i$ , избыточность построенного кода  $Q(r,2)$ .

2. Постройте неравномерные коды с разделителями для букв латинского алфавита. Частотность букв алфавита приведена в табл. 2 лабораторной работы №1. Найдите среднюю длину кода  $K(e,2)$ , избыточность кода  $Q(e,2)$ .



### **Краткие сведения**

*(способы построения префиксных кодов)*

Попытаемся найти такой вариант кодирования сообщения, при котором последующее выделение из него каждого отдельного знака (т.е. декодирование) оказывается однозначным без специальных указателей разделения знаков. Кодами такого типа являются *префиксные коды*, которые удовлетворяют условию Фано: *неравномерный код может быть однозначно декодирован, если никакой из кодов не совпадает с началом (префиксом) какого-либо иного более длинного кода*. Например, если имеется код 110, то не могут использоваться коды 1, 11, 1101, 110101 и пр. Использование префиксного кодирования позволяет делать сообщение более коротким. Условие Фано не устанавливает способа формирования наилучшего префиксного кода.

### **Код Шеннона-Фано**

Метод Шеннона-Фано требует упорядочения исходного множества символов по не возрастанию их частот.

Затем выполняются следующие шаги:

а) список символов делится на две части (назовем их первой и второй частями) так, чтобы суммы частот обеих частей ( $\Sigma_1$  и  $\Sigma_2$ ) были точно или примерно равны. В случае, когда точного равенства достичь не удастся, разница между суммами должна быть минимальна;

б) кодовым комбинациям первой части дописывается 0, кодовым комбинациям второй части дописывается 1;

в) анализируют первую часть: если она содержит только один символ, работа с ней заканчивается, – считается, что код для ее символов построен, и выполняется переход к шагу г) для построения кода второй части. Если символов больше одного, переходят к шагу а) и процедура повторяется с первой частью как с самостоятельным упорядоченным списком;

г) анализируют вторую часть: если она содержит только один символ, работа с ней заканчивается и выполняется обращение к оставшемуся списку (шаг д). Если символов больше одного, переходят к шагу а) и процедура повторяется со второй частью как с самостоятельным списком;

д) анализируется оставшийся список: если он пуст – код построен, работа заканчивается. Если нет, – выполняется шаг а).

*Пример 5.1.* Даны символы  $a, b, c, d$  с частотами  $f_a = 0,5; f_b = 0,25; f_c = 0,125; f_d = 0,125$ . Построить код методом Шеннона-Фано.

Сведем исходные данные в таблицу, упорядочив их по убыванию частот.

Исходные символы	P(i)
$a$	0,5
$b$	0,25
$c$	0,125
$d$	0,125

Первая линия деления проходит под символом  $a$ : соответствующие суммы  $\Sigma_1$  и  $\Sigma_2$  равны 0,5. Тогда формируемым кодовым комбинациям дописывается 0 для верхней (первой) части и 1 для нижней (второй) части. Поскольку это первый шаг формирования кода, двоичные цифры не дописываются, а только начинают формировать код.

Исходные символы	P(i)	Формируемый код
$a$	0,5	0
$b$	0,25	1
$c$	0,125	1
$d$	0,125	1

Верхняя часть списка содержит

только один элемент (символ  $a$ ). Работа с ней заканчивается. Код для этого символа считается сформированным (в таблице, приведенной выше, эта часть списка частот символов выделена заливкой).

Второе деление выполняется под символом  $b$ : суммы частот  $\Sigma_1$  и  $\Sigma_2$  равны между собой и равны 0,25. Тогда кодовой комбинации символов верхней части дописывается 0, а нижней части – 1. Таким образом, к полученным на 1 шаге фрагментам кода добавляются новые символы.

Исходные символы	P(i)	Формируемый код
$a$	0,5	0
$b$	0,25	10
$c$	0,125	11
$d$	0,125	11

Верхняя часть нового списка

содержит только один символ ( $b$ ). Формирование кода для него закончено (строка залита).

Третье деление проходит между символами  $c$  и  $d$ . К кодовой комбинации символа  $c$  приписывается 0, коду символа  $d$  приписывается 1:



Обе оставшиеся половины исходного списка содержат по одному элементу. Работа со списком заканчивается.

Получили коды:

$a - 0, \quad b - 10, \quad c - 110, \quad d - 111.$

Исходные символы	P(i)	Формируемый код
<i>a</i>	0,5	0
<i>b</i>	0,25	10
<i>c</i>	0,125	110
<i>d</i>	0,125	111

Определим среднюю длину кода:  $K(A, 2) = 0,5 \cdot 1 + 0,25 \cdot 2 + 0,125 \cdot 3 + 0,125 \cdot 3 = 1,75$ . Поскольку при кодировании 4 символов кодом постоянной длины требуется 2 двоичных разряда, сэкономлено 0,25 двоичного разряда в среднем на 1 символ.



### Задачи и упражнения для выполнения дома

(построение кода Шеннона-Фано)

2. Постройте в виде блок-схемы последовательность действий устройства производящего кодирование/декодирование сообщения, коды которого удовлетворяют условию Фано.

Реализуйте программно на языке программирования.

3. Постройте неравномерный алфавитный двоичный код Шеннона-Фано для указанных 6 символов. Для данного способа кодирования найдите среднюю длину  $K(A, 2)$  и избыточность  $Q(A, 2)$  кода.

i	Символ	P(i)
1	<b>A</b>	0,20
2	<b>B</b>	0,20
3	<b>C</b>	0,19
4	<b>D</b>	0,18
5	<b>E</b>	0,12
6	<b>F</b>	0,11



### Задачи и упражнения для выполнения на занятии

(построение кода Шеннона-Фано)

3. Постройте неравномерный алфавитный двоичный код Шеннона-Фано для указанных справа символов.

Найдите  $K(A, 2) = \sum_{i=1}^6 p_i \cdot k_i$  и избыточность кода  $Q(A, 2)$ .

Символы	P(i)
<i>a</i>	0,3
<i>b</i>	0,2
<i>c</i>	0,2
<i>d</i>	0,15
<i>e</i>	0,1
<i>f</i>	0,05

4. Постройте код Шеннона-Фано для букв русского алфавита. Частотность букв русского языка приведена в таблице 1 лабораторной работы №1. С помощью ЭТ найдите среднюю длину  $K(r, 2)$  и избыточность  $Q(r, 2)$  кода.

5. Постройте код Шеннона-Фано для букв латинского алфавита. Частотность букв латинского алфавита приведена в таблице 2 лабораторной работы №1. Найдите среднюю длину  $K(e, 2)$  и избыточность кода  $Q(e, 2)$ .

6. Закодируйте двоичным кодом Шеннона-Фано ансамбль сообщений  $X = x_1, x_2, \dots, x_8$ , если все кодируемые сообщения равновероятны. Покажите оптимальный характер полученного кода.

7. Сообщение состоит из последовательности букв  $\alpha$  и  $\beta$ , вероятности появления каждой из которых не зависят от того, какая была передана раньше, и равны 0,8 и 0,2. Произведите кодирование по методу Шеннона-Фано: а) отдельных букв; б) блоков, состоящих из 2-буквенных сочетаний; в) блоков, состоящих из 3-буквенных сочетаний. Сравните коды по экономичности.

### Код Хаффмана

Способ *оптимального* префиксного двоичного кодирования был предложен Д. Хаффманом. Построение кодов Хаффмана рассмотрим на примере: пусть

имеется первичный алфавит  $A$ , состоящий из шести знаков  $a_1...a_6$  с вероятностями появления в сообщении, соответственно,  $0,3; 0,2; 0,2; 0,15; 0,1; 0,05$ . Создадим новый вспомогательный алфавит  $A_1$ , объединив два знака с наименьшими вероятностями ( $a_5$  и  $a_6$ ) и заменив их одним знаком (например,  $a^{(1)}$ ). Вероятность нового знака будет равна сумме вероятностей тех, что в него вошли, т.е.  $0,15$ ; остальные знаки исходного алфавита включим в новый без изменений. Общее число знаков в новом алфавите будет на 1 меньше, чем в исходном. Аналогичным образом продолжим создавать новые алфавиты, пока в последнем не останется два знака. Число таких шагов будет равно  $N - 2$ , где  $N$  – число знаков исходного алфавита. В промежуточных алфавитах каждый раз будем переупорядочивать знаки по убыванию вероятностей. Процедура построения представим в виде таблицы.

Выполним процедуру кодирования в обратном направлении.

Двум знакам последнего алфавита присвоим коды  $0$  и  $1$  (условимся, что верхний знак будет иметь код  $0$ , а нижний –  $1$ ). В примере знак  $a_1^{(4)}$  алфавита

Знаки	Вероятности				
	Исходный алфавит	Промежуточные алфавиты			
		$A^{(1)}$	$A^{(2)}$	$A^{(3)}$	$A^{(4)}$
1	0,3	→ 0,3	→ 0,3	→ 0,4	→ 0,6
2	0,2	→ 0,2	→ 0,3	→ 0,3	→ 0,4
3	0,2	→ 0,2	→ 0,2	→ 0,3	
4	0,15	→ 0,15	→ 0,2		
5	0,1	→ 0,15			
6	0,05				

$A^{(4)}$ , имеющий вероятность  $0,6$ , получим код  $0$ , а  $a_2^{(4)}$  с вероятностью  $0,4$  – код  $1$ . В алфавите  $A^{(3)}$  знак  $a_1^{(3)}$  с вероятностью  $0,4$  сохранит свой код ( $1$ ). Коды знаков  $a_2^{(3)}$  и  $a_3^{(3)}$ , объединенных знаком  $a_1^{(4)}$  с вероятностью  $0,6$ , будут двузначным: их первой цифрой станет код связанного с ними знака (т.е.  $0$ ), вторая цифра у верхнего –  $0$ , у нижнего –  $1$ . Итак,  $a_2^{(3)}$  будет иметь код  $00$ , а  $a_3^{(3)}$  – код  $01$ .

Процедура кодирования представлена в таблице:

Знаки	Вероятности										
	Исходный алфавит	Промежуточные алфавиты									
		$A^{(1)}$	$A^{(2)}$	$A^{(3)}$	$A^{(4)}$	$A^{(5)}$	$A^{(6)}$	$A^{(7)}$	$A^{(8)}$		
1	0,3	00	0,3	00	0,3	00	0,4	1	0,6	0	
2	0,2	10	0,2	10	0,3	01	0,3	00	0,4	1	
3	0,2	11	0,2	11	0,2	10	0,3	01			
4	0,15	010	0,15	010	0,2	11					
5	0,1	0110	0,15	011							
6	0,05	0111									

Средняя длина кода получается  $K(A,2)=0,3 \cdot 2+0,2 \cdot 2+0,2 \cdot 2+0,15 \cdot 3+0,1 \cdot 4+0,05 \cdot 4=2,45$ . Код Хаффмана считается самым экономичным из всех возможных.



### Задачи и упражнения для выполнения дома (построение кода Хаффмана)

4. Первичный алфавит содержит 6 знаков с вероятностями: «пробел» –  $0,3$ ; «\*» –  $0,2$ ; «+» –  $0,2$ ; «%» –  $0,15$ ; «#» –  $0,1$  и «!» –  $0,05$ . Предложите вариант неравномерного алфавитного двоичного кода методом Хаффмана. Найдите избыточность кода. Сравните избыточности кода Хаффмана и неравномерного алфавитного двоичного кода с разделителем знаков (см. домашнее задание № 1).

5. Постройте неравномерный алфавитный двоичный код Хаффмана для указанных символов.

Для данного способа кодирования найдите с помощью ЭТ среднюю длину кода  $K(A,2) = \sum_{i=1}^7 p_i \cdot k_i$ , избыточность кода  $Q(A,2)$ .

i	Символ	P(i)
1	<b>A</b>	0,20
2	<b>B</b>	0,20
3	<b>C</b>	0,19
4	<b>D</b>	0,12
5	<b>E</b>	0,11
6	<b>F</b>	0,09
7	<b>G</b>	0,09



**Задачи и упражнения для выполнения на занятии**  
(построение кода Хаффмана)

8. В соответствии с правилами построения кода Хаффмана постройте соответствующие коды для букв русского алфавита. Частотность букв русского языка приведена в таблице 1 лабораторной работы №1. С помощью ЭТ найдите среднюю длину  $K(r,2)$  и избыточность  $Q(r,2)$  кода.

9. В соответствии с правилами построения кода Хаффмана постройте соответствующие коды для букв латинского алфавита. Частотность букв латинского алфавита приведена в таблице 2 лабораторной работы №1. Найдите среднюю длину  $K(e,2)$  и избыточность  $Q(e,2)$  кода.



**Краткие сведения**  
(алфавитное кодирование с неравной длительностью сигналов)

**Код Морзе**

В коде Морзе каждой букве или цифре сопоставляется некоторая последовательность кратковременных импульсов – точек и тире, разделяемых паузами. Длительности импульсов и пауз различны: если продолжительность импульса, соответствующего точке, обозначить  $\cdot\tau$ , то длительность импульса тире составляет  $3\cdot\tau$ , длительность паузы между точкой и тире  $\tau$ , пауза между буквами слова  $3\cdot\tau$ , пауза между словами (пробел) –  $6\cdot\tau$ . Таким образом, под знаками кода Морзе понимают: « $\bullet$ » – «короткий импульс + короткая пауза», « $\_$ » – «длинный импульс + короткая пауза», «0» – «длинная пауза».



**Задачи и упражнения для выполнения дома**  
(код Морзе)

6. Найдите среднюю длину и избыточность кода Морзе для русского алфавита.  
7. Считая алфавит цифр кода Морзе самостоятельным, а появление различных цифр равновероятным, найдите избыточность кода Морзе для цифрового алфавита.



**Задачи и упражнения для выполнения на занятии**  
(код Морзе)

10. Найдите среднюю длину и избыточность кода Морзе для английского алфавита.



**Краткие сведения**  
(равномерное кодирование)

**Равномерное алфавитное двоичное кодирование. Байтовый код**

В этом случае двоичный код первичного алфавита строится цепочками равной длины, т.е. со всеми знаками связано одинаковое количество информации равно  $I_0$ . Приемное устройство отсчитывает фиксированное

количество элементарных сигналов и устанавливает, какому знаку цепочка соответствует. Примером равномерного алфавитного кодирования является телеграфный код Бодо, исходный алфавит которого должен содержать не более 32 символов. В этом случае каждый знак содержит 5 бит информации.

Другим примером использования равномерного алфавитного кодирования является представление символьной информации в компьютере: любому символу ставится в соответствие цепочка из 8 двоичных разрядов. Такая цепочка получила название *байт*, а представление символов – *байтовым кодированием*.

Способов кодирования, т.е. вариантов сопоставления знакам первичного алфавита 8-битных цепочек, очень много. В персональных компьютерах и телекоммуникационных системах применяется международный байтовый код ASCII (American Standard Code for Information Interchange – «американский стандартный код обмена информацией»). Он регламентирует коды первой половины кодовой таблицы (номера кодов от 0 до 127, т.е. первый бит всех кодов 0). В эту часть попадают коды прописных и строчных английских букв, цифры, знаки препинания и математических операций, некоторые управляющие коды (номера от 0 до 31). Вторая часть кодовой таблицы – считается расширением основной – охватывает коды в интервале от 128 до 255 (первый бит кодов 1). Она используется для представления символов национальных алфавитов, например, русского, а также символов псевдографики. Для этой части имеются стандарты, например, для символов русского языка это КОИ–8, КОИ–7 и др.

Как в основной таблице, так и в ее расширении коды букв и цифр соответствуют их лексикографическому порядку.

В настоящее время появился и находит все более широкое применение еще один международный стандарт кодировки – UNICODE. Его особенность в том, что в нем использовано 16-битное кодирование, т.е. для представления каждого символа отводится 2 байта. Такая длина кода обеспечивает включения в первичный алфавит 65536 знаков. Это позволяет создать и использовать единую для всех распространенных алфавитов кодовую таблицу.



### ***Задачи и упражнения для выполнения дома***

*(равномерное алфавитное кодирование, блочное кодирование)*

8. Найдите избыточность кода Бодо для русского и английских языков. Сравните избыточности кодов.
9. Первичный алфавит содержит 6 знаков с вероятностями: «пробел» – 0,3; «\*» – 0,2; «+» – 0,2; «%» – 0,15; «#» – 0,1 и «!» – 0,05. Постройте вариант кода Бодо. Найдите избыточность кода.
10. Для цифр придумайте вариант байтового кодирования. Напишите программу кодирования (ввод – последовательность цифр; вывод – последовательность двоичных кодов в соответствии с разработанной кодовой таблицей).
11. Разработайте программу декодирования байтовых кодов из задания 9.
12. В лексиконе «людоедки» Элочки Щукиной из романа Ильфа и Петрова «12 стульев» было 17 словосочетаний («Хо-хо!», «Ого!», «Блеск!», «Шутишь, парниша», «У вас вся спина белая» и др.). Определите длину кода при

равномерном *словесном* кодировании. Предложите вариант равномерного кодирования словарного запаса Элочки Щукиной.



### **Задачи и упражнения для выполнения на занятии** (равномерное кодирование)

11. Определите количество элементов в кодовом слове, если известно общее число комбинаций  $N = 512$ , а основание кода 2.

12. Сколько двоичных чисел может быть представлено 7-разрядным кодом?



### **Контрольные вопросы** (способы построения двоичных кодов)

1. Приведите примеры обратимого и необратимого кодирования.
2. В чем смысл первой теоремы Шеннона для кодирования?
3. Что такое неравномерное, равномерное алфавитное кодирование информации?
4. Что такое блочное кодирование информации?
5. Является ли кодирование по методу Хаффмана однозначным? Докажите на примере.
6. Почему в 1 байте содержится 8 бит? Почему в ВТ используется байтовое кодирование?
7. Что такое «лексикографический порядок кодов»? Чем он удобен?

## **Лабораторная работа №6. СПОСОБЫ ОПИСАНИЯ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ**



### **Краткие сведения** (способы описания формальных грамматик)

Нетерминальный символ – это переменная, представляющая другой терм. В свою очередь, в качестве «другого» термина может использоваться нетерминальный символ или терминальный символ. Терминальный символ не может быть заменен каким-либо иным символом и поэтому представляет собой константу.

В *нормальной форме записи Бэкуса-Науэра* (НФБН) правил языка программирования угловые скобки ( $\langle \rangle$ ) и символ « $::=$ » представляют собой символы метаязыка. Терминалы в НФБН записываются как обычные символы алфавита, а нетерминалы – как имена в угловых скобках  $\langle \rangle$ .

Символ « $::=$ » означает «определено как». Элементы, заключенные в квадратные скобки ( $[ ]$ ), являются необязательными. Вертикальная черта ( $|$ ) означает «одно из нескольких». В этом метаязыке вертикальная черта означает «или». Символ « $+$ » означает «одно или несколько из предшествующих», символ « $*$ » – «ничего, одно или несколько из предшествующих». Элементы, включенные в круглые скобки, обрабатываются как один элемент. Фигурные скобки ( $\{ \}$ ) означают, что «обрамленная» ими конструкция повторяется некоторое (возможно нулевое) количество раз.

*Пример 6.1.* Граматику *целых чисел без знака* можно записать в виде:

$\langle \text{целое число} \rangle ::= \langle \text{цифра} \rangle \mid \langle \text{цифра} \rangle \langle \text{целое число} \rangle$

$\langle \text{цифра} \rangle ::= 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9$

*Пример 6.2.* Построить НФБН понятия «целое число со знаком».

$\langle \text{целое число со знаком} \rangle ::= \langle \text{целое число} \rangle \mid \langle \text{знак} \rangle \langle \text{целое число} \rangle$

$\langle \text{знак} \rangle ::= + \mid -$

Пример 6.3. Пусть необходимо ввести понятие «двоичный код», под которым понимается любая непустая последовательность цифр 0 и 1.

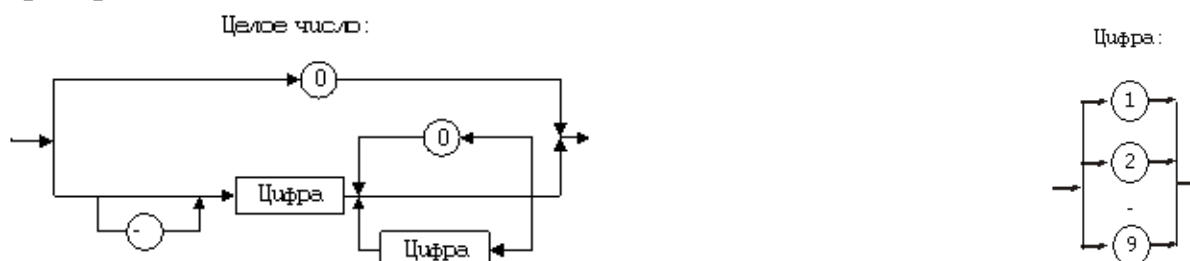
$\langle \text{двоичная цифра} \rangle ::= 0 \mid 1$

$\langle \text{двоичный код} \rangle ::= \langle \text{двоичная цифра} \rangle \mid \langle \text{двоичный код} \rangle \langle \text{двоичная цифра} \rangle$

**Синтаксические диаграммы** отличаются от НФБН использованием графики. Каждому правилу, задающему конструкции языка, ставится в соответствие одна диаграмма. Диаграмма является изображением ориентированного графа, вершины которого соответствуют символам правой части правила. Вершины графа изображаются прямоугольниками или кружочками. Прямоугольник соответствует нетерминальному символу, например, «оператор», «выражение» и т.д. Кружок задает терминальный символ, который располагается внутри. Некоторые терминальные символы, например, ключевые слова языка (Begin, Program, Then и т.д.), могут быть в начертании длинными. В этом случае вместо кружка используется овал или другая замкнутая линия без изломов.

Каждая диаграмма имеет входящую и выходящую стрелки, означающие начало и конец синтаксической конструкции и отражающие процесс ее чтения и анализа. Из каждого элемента выходит одна или несколько дуг (стрелок), указывающих на те элементы, которые могут следовать непосредственно за данным элементом.

Пример 6.4. Построить синтаксическую диаграмму понятия «целое число».



### Контрольные вопросы

(способы описания языка программирования)

1. Металингвистические формулы или нормальные формы Бэкуса-Наура.
2. Синтаксические диаграммы для описания языков программирования.



### Задачи и упражнения для выполнения дома

(способы описания языка программирования)

1. Постройте металингвистические формулы Бэкуса-Наура, синтаксические диаграммы описания терминов языка программирования Pascal: «ветвление», «множественный выбор».



### Задачи и упражнения для выполнения на занятии

(способы описания языка программирования)

1. Постройте нормальные формы Бэкуса-Наура описания терминов языка программирования Pascal: «программа», «цикл-счетчик», «цикл до тех пор пока», «цикл пока».
2. Постройте синтаксические диаграммы описания терминов языка программирования Pascal: «программа», «цикл», «цикл-счетчик», «цикл до тех пор пока», «цикл пока».



## **Рекомендуемая литература для подготовки к занятиям по дисциплине «Теоретические основы информатики»**

1. Аветисян Р.Д., Аветисян Д.В. Теоретические основы информатики.–М.:РГГУ,1997.
2. Бауэр Ф.Л., Гооз Г. Информатика. Вводный курс. – М.: Мир, 1976.
3. Брой. М. Информатика. В 3 томах. – М.: Диалог-МИФИ, 1996.
4. Дмитриев В.И. Прикладная теория информации. – М., 1989.
5. Иезуитов А. О философских основах информатики //Педагогическая информатика. – 1998.– №4. – С.54-65.
6. Коган И.М. Прикладная теория информации. – М.: Радио и связь, 1981.
7. Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов. – М.: Наука, 1987.
8. Лидовский В. В. Теория информации: Учебное пособие. – М.: Компания Спутник+, 2004.
9. Миков А.И. Информатика. Введение в компьютерные науки. – Пермь, ПГУ, 1998.
10. Могилев А. В., Пак Н. И., Хеннер Е.К. Информатика: Учебное пособие для студ. пед. вузов. – М.: ИЦ «Академия», 1999. – 816 с.
11. Могилев А. В., Пак Н. И., Хеннер Е.К. Практикум по информатике: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: ИЦ «Академия», 2001. – 608 с.
12. Нечаев В.И. Элементы криптографии (Основы теории защиты информации). – М.:Высшая школа,1999.–109с.
13. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки. – М.:Мир, 1976.
14. Семенюк В. В. Экономное кодирование дискретной информации. – СПб.: СПбГИТМО (ТУ), 2001 (доступна на <http://www.compression.ru>).
15. Урсул А.Д. Информация и мышление. – М.: Знание, 1970.
16. Урсул А.Д. Проблема информации в современной науке. Философские очерки. – М.: Наука, 1975.
17. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. – М.: Знание, 1990.
18. Шеннон К. Математическая теория связи //Работы по теории информации и кибернетике. – М., 1963.
19. Шеннон К. Теория связи в секретных системах//Работы по теории информации и кибернетике. – М., ИИЛ, 1963.
20. Шеннон К. Работы по теории информации. – М.: Изд-во иностр. лит., 1966.
21. Чмора А.Л. Современная криптография. – М.: Гелиос АРВ, 2001. – 256с.
22. Информатика. Базовый курс / Под ред. С.В.Симоновича. - СПб., 2000.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<i>Лабораторная работа №1.</i> Информация. Различные подходы к измерению количества информации .....	3
<i>Лабораторная работа №2.</i> Системы счисления .....	10
<i>Лабораторная работа №3.</i> Кодирование информации. Предствление данных в памяти ЭВМ .....	19
<i>Лабораторная работа №4.</i> Алгебраические операции с использованием прямого, обратного и дополнительных кодов числа .....	28
<i>Лабораторная работа №5.</i> Способы построения двоичных кодов.....	30
<i>Лабораторная работа №6.</i> Способы описания языка программирования .....	37

**Никифорова Татьяна Анатольевна**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ**

**(Часть 1)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ**

**ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

для студентов специальности 050202 – Информатика с дополнительной  
специальностью «Математика»

Редактор Н.М. Устюгова

---

Подписано в печать	Формат 60 <sup>x</sup> 84 1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл.п.л. 2,5	Уч.изд.л. 2,5
Заказ	Тираж 50	Цена свободная

---

РИЦ Курганского государственного университета.

640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.

Курганский государственный университет.