

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ»
для студентов направления подготовки
44.03.05 «Педагогическое образование» (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль):
«Информатика и математика»

Ставрополь 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа 1. Информация и её свойства. Объемный способ измерения количества информации	6
Лабораторная работа 2. Вероятностный подход к измерению количества информации	8
Лабораторная работа 3. Системы счисления. Арифметические действия над числами в различных системах счисления	15
Лабораторная работа 4. Программные средства для кодирования числовой информации в ЭВМ	27
Лабораторная работа 5. Представление числовой информации в ЭВМ	29
Лабораторная работа 6. Представление символьной информации в ЭВМ	39
Лабораторная работа 7. Кодирование графической и звуковой информации в ЭВМ	44
Лабораторная работа 8. Меры сложности алгоритма	47
Лабораторная работа 9. Методы моделирования для решения прикладных задач	53
Лабораторная работа 10. Решение задач моделирования и оптимизации	59
Лабораторная работа 11. Использование современных программных средств для решения задач моделирования	65

ВВЕДЕНИЕ

Цель и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Теоретические основы информатики» знакомит студентов с фундаментальными основами и современными проблемами теоретической информатики. Основной акцент в курсе делается на методологические аспекты и математический аппарат информатики, составляющие ядро широкого спектра научно-технических и социально-экономических информационных технологий, которые реально используются современным мировым профессиональным сообществом в теоретических исследованиях и практической деятельности.

Целями освоения дисциплины «Теоретические основы информатики» является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра в области теоретических основ информатики (хранение, передача и обработка информации).

Основные задачи учебной дисциплины:

- освоение базовых положений теории информации как теоретической и методологической основы других дисциплин информационно-технологической подготовки бакалавров;
- овладение методами решения задач, связанными с представлением и обработкой дискретной информации;
- формирование умений и навыков в области теории кодирования и передачи информации;
- овладение методами анализа сложности алгоритма;
- освоение технологии моделирования как метода решения прикладных задач;
- формирование навыков анализа и разработки эффективных алгоритмов.

В результате освоения дисциплины студенты должны:

Знать:

- понятие и свойства информации;
- формы представления информации и основные подходы к ее измерению;
- понятие, классификацию и результаты исполнения информационных процессов;
- основные понятия и методы теории кодирования;
- математические методы моделирования информационных процессов.

Уметь:

- применять знания теоретической информатики, фундаментальной и прикладной математики для анализа и синтеза информационных систем и процессов;
- использовать методы моделирования для решения прикладных задач;
- применять современные программные средства для решения задач моделирования;
- использовать знания по теории информации и теории кодирования в своей профессиональной деятельности.

Владеть:

- современными формализованными математическими, информационно-логическими и логико-семантическими моделями и методами представления, сбора и обработки информации;
- различными способами построения математических моделей информационных процессов;
- алгоритмами поиска оптимального решения ряда прикладных задач.

Перечень осваиваемых компетенций:

Индекс	Формулировка:
ПК-3	Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов
ПК-10	Способен использовать математический аппарат, методологию программирования и современные компьютерные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации
ПК-12	Способен использовать современные цифровые технологии, специализированное программное обеспечение, методы искусственного интеллекта и машинного обучения в профессиональной деятельности

Наименование лабораторных работ

№	Наименование работы	Объем часов
	1 семестр	
1	Информация и её свойства. Измерение и представление информации. 1Информация и её свойства. Формы представления информации. Единицы измерения информации. Объемный подход к определению количества информации.	2
2	Вероятностный подход к измерению количества информации Понятие вероятности состояния системы. Равновероятные и неравновероятные состояния системы. Количество информации как мера уменьшения неопределенности знаний. Энтропия и информация. Формулы Шеннона и Хартли. Энтропия как мера неопределенности. Свойства энтропии. Понятие условной энтропии. Связь между энтропией и информацией. Определение количества информации с помощью формул Шеннона и Хартли.	4
3	Системы счисления. Арифметические действия над числами в различных системах счисления Позиционные и непозиционные системы счисления. Алфавит и основание системы счисления. Понятие экономичности системы счисления. Представление чисел в различных системах счисления. Перевод целых чисел из одной системы счисления в другую. Перевод дробных чисел из одной системы счисления в другую. Перевод произвольных чисел из одной системы счисления в другую. Арифметические действия над числами в различных системах счисления.	4
4	Программные средства для кодирования числовой информации в ЭВМ Обзор программных средств для кодирования числовой информации в ЭВМ. Технология работы с программными средствами для кодирования числовой информации в ЭВМ.	2
5	Представление числовой информации в ЭВМ Представление и обработка в компьютере целых чисел. Прямой, обратный и дополнительный коды. Смещенный код и код Грея. Представление и обработка в компьютере вещественных чисел. Выполнение арифметических действий над нормализованными числами.	4
6	Представление символьной информации в ЭВМ Информация и алфавит. Кодирование текста. Алфавитное неравномерное двоичное кодирование. Код Хаффмана. Равномерное алфавитное двоичное	2

	кодирование. Байтовый код. Блочное двоичное кодирование.	
7	Кодирование графической и звуковой информации в ЭВМ Кодирования графической информации в ЭВМ. Векторное и растровое представление графической информации. Цветовые модели RGB и CMYK. Квантование цвета. Кодирование звуковой информации в ЭВМ. Дискретизация сигнала по времени. Частота дискретизации аналогового звукового сигнала. Глубина кодирования звука. Информационный объем моноаудиофайла и стереоаудиофайла	2
8	Меры сложности алгоритма Асимптотическая сложность алгоритма. Меры сложности алгоритма. Основные методы и приемы анализа сложности алгоритма.	4
9	Методы моделирования для решения прикладных задач Информационное моделирование. Информационная модель. Этапы построения информационной модели. Инструментальные средства моделирования информационных процессов.	4
10	Решение задач моделирования и оптимизации Компьютерное математическое моделирование. Математическая модель информационного процесса. Построение математической модели информационного процесса. Связь математического моделирования и компьютеров. Этапы компьютерного математического моделирования.	4
11	Использование современных программных средств для решения задач моделирования Моделирование информационных процессов с помощью ЭВМ. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент. Программные средства построения модели информационного процесса в различных областях.	4
	Итого за 1 семестр	36

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Лабораторная работа 1.

Информация и её свойства. Объемный способ измерения количества информации

Цель: научиться оперировать с основными единицами измерения информации; узнать различные виды и формы представления и передачи информации, а также единицы измерения, которые при этом используются.

Методические рекомендации

По материалам лекций повторить понятие, свойства, меры информации.

Определить понятие "количество информации" довольно сложно. В решении этой проблемы существуют два основных подхода: объемный и вероятностный. Исторически они возникли почти одновременно. Работы по созданию ЭВМ привели к "объемному" подходу.

Объемный подход. В двоичной системе счисления знаки 0 и 1 будем называть битами (от английского выражения Binary digits - двоичные цифры). Отметим, что создатели компьютеров отдадут предпочтение именно двоичной системе счисления потому, что в техническом устройстве наиболее просто реализовать два противоположных физических состояния: некоторый физический элемент, имеющий два различных состояния: намагниченность в двух противоположных направлениях; прибор, пропускающий или нет электрический ток; конденсатор, заряженный или незаряженный и т.п. В компьютере бит является наименьшей возможной единицей информации. Объем информации, записанной двоичными знаками в памяти компьютера или на внешнем носителе информации подсчитывается просто по количеству требуемых для такой записи двоичных символов. При этом, в частности, невозможно нецелое число битов (в отличие от вероятностного подхода).

В качестве единицы информации Клод Шеннон предложил принять один бит (англ. bit — binary digit — двоичная цифра).

Бит в теории информации — количество информации, необходимое для различения двух равновероятных сообщений (типа "орел"—"решка", "чет"—"нечет" и т.п.).

В вычислительной технике битом называют наименьшую "порцию" памяти компьютера, необходимую для хранения одного из двух знаков "0" и "1", используемых для внутримашинного представления данных и команд.

Бит — слишком мелкая единица измерения. На практике чаще применяется более крупная единица — байт, равная восьми битам. Именно восемь битов требуется для того, чтобы закодировать любой из 256 символов алфавита клавиатуры компьютера ($256=2^8$).

Широко используются также ещё более крупные производные единицы информации:

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

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

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

В последнее время в связи с увеличением объёмов обрабатываемой информации входят в употребление такие производные единицы, как:

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

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

За единицу информации можно было бы выбрать количество информации, необходимое для различения, например, десяти равновероятных сообщений. Это будет не двоичная (бит), а десятичная (дит) единица информации.

Задания для работы на занятии

Выполните задания и сохраните результаты проделанной работы в своей папке.

1. Бит – это : а)логический элемент, б)минимальная единица измерения информации, принимающая значение 0 или 1, в) минимальная единица измерения информации, принимающая значение 0, г) минимальная единица измерения информации, принимающая значение 1

2. Байт – это : а)1024 бит, б)2 бит, в) 1 бит, г)8 бит

3. Сколько бит информации необходимо для кодирования одной буквы ?

а) 1 бит, б)2 бит, в) 8 бит, г)16 бит

4.Сколько бит в слове ИНФОРМАТИКА? А) 11; Б) 88; В) 44; Г) 22

5.Сколько байт в слове ТЕХНОЛОГИЯ? а)80, б)192, в)10, г) 20

6. Сколько байт в словах Информационные технологии ? А) 24; Б) 192; В) 25; Г) 200.

7.Сколько байт в 4Мбайтах? А) 4000; Б) 4*220; В) 211; Г) 410

8.Сколько байт в 2Гбайтах? А) 2*230; Б) 2*210; В)2*220; Г)2*240

9.Сколько бит в слове ЭКЗАМЕНЫ? А)16; Б) 8; В)64; Г) 2.

10.Сколько байт в словах ГОТОВЬТЕСЬ К ЭКЗАМЕНАМ? А) 20; Б) 22; В) 176; Г) 160.

11.Сколько байт в слове ЭКОЛОГИЯ? А) 1; Б) 16; В) 64; Г) 8.

12.В среднем учебник занимает 0,5 Мбайт. Сколько учебников может поместиться на дискету объёмом 1,44 Мбайта? Сколько таких же учебников поместиться на оптический диск ёмкостью 750 Мбайт?

13.Какое максимальное количество страниц текста, содержащего 60 символов в строке и по 40 строк на странице, можно сохранить на дискете 1,44 Мбайт?

14.Какой объём оперативной памяти требуется для хранения текста объёмом 4 страницы, на каждой из которых размещены 32 строки по 64 символа ?

15.Сколько текстовых файлов можно записать на дискету 1,44 Мбайт, если объём текста: а) 10 Кбайт, б) 500 Кбайт, в)1030байт

16.Осуществите перевод единиц информации по схеме: Бит → Байт → Кбайт → Мбайт → Гбайт →Тбайт

а) 1024 Кбайт, б) 500 байт, в)10300 бит, г)10 Тбайт, д) 2^{26} бит, е) 256 Мбайт

17. Вычислите x, решив уравнение:

а) 32^x байт = 512 Кбайт;

б) 16^x Мбайт = 2 Тбайт,

в) 16^x бит = 64 Кбайт.

18. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} 4^{x-3} \text{ байт} = 32^{y-8} \text{ Мбайт} \\ 2^{x+1} \text{ бит} = 8^{y+2} \text{ Кбайт} \end{cases}$$

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

Контрольные вопросы:

1. Понятие информации. Свойства информации.

2. Информационные процессы.

3. Меры информации.

4. Объемный подход к измерению количества информации.

5. Алфавитный подход к измерению количества информации.

6. Единицы измерения количества информации.

Задачи:

Вариант 1

1. Гигабайт (Гбайт) = Мбайт = байт.

2. Сколько байт в словах СЕГОДНЯ ЭКЗАМЕН ?

3. Объем информационного сообщения 123 456 байт выразите в Кбайтах.

4. Какое максимальное количество страниц текста, содержащего 30 символов в строке и по 80 строк на странице, можно сохранить на дискете 1,44 Мбайт?

5. Какой объем оперативной памяти требуется для хранения текста объемом 10 страниц, на каждой из которых размещены 23 строки по 50 символов?
6. Сколько файлов можно записать на диск объемом 100,44 Гбайт, если объем одного файла 45,8 Мбайт.

Вариант 2

1. 1 Терабайт (Тбайт) = Гбайт = байт.
2. Сколько байт в словах ПОДГОТОВКА К ЭКЗАМЕНУ?
3. Объем информационного сообщения 12341456 байт выразите в Гбайтах.
4. Какое максимальное количество страниц текста, содержащего 50 символов в строке и по 30 строк на странице, можно сохранить на дискете 1,44 Мбайт?
5. Какой объем оперативной памяти требуется для хранения текста объемом 14 страниц, на каждой из которых размещены 22 строки по 47 символов?
6. Сколько файлов можно записать на диск объемом 10,44 Гбайт, если объем одного файла 2,3 Мбайт.

Вариант 3

1. 1 Петабайт (Пбайт) = Тбайт = байт
2. Сколько байт в словах КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ИНФОРМАТИКЕ?
3. Объем информационного сообщения 11 348 456 байт выразите в Гбайтах.
4. Какое максимальное количество страниц текста, содержащего 90 символов в строке и по 70 строк на странице, можно сохранить на дискете 1,44 Мбайт?
5. Какой объем оперативной памяти требуется для хранения текста объемом 24 страницы, на каждой из которых размещены 22 строки по 34 символа?
6. Сколько файлов можно записать на диск объемом 734 Мбайт, если объем одного файла 25,3 Кбайт.

*Сохраните полученные результаты выполнения заданий в своей папке.
Сдайте отчет о проделанной работе преподавателю.*

Лабораторная работа 2.

Вероятностный подход к измерению количества информации

Цель: изучить подход к количественному измерению информации с точки зрения уменьшения неопределенности знания, научиться применять формулы Хартли и Шеннона для измерения количества информации.

Методические рекомендации

По материалам лекций повторить подходы к измерению количества информации и изучить теоретическое введение.

В конце 40-х годов XX века один из основоположников кибернетики американский математик Клод Шеннон развил вероятностный подход к измерению количества информации.

Вероятностный подход

Рассмотрим в качестве примера опыт, связанный с бросанием правильной игральной кости, имеющей N граней (наиболее распространенным является случай шестигранной кости: $N = 6$). Результаты данного опыта могут быть следующие: выпадение грани с одним из следующих знаков: 1, 2,..., N .

Введем в рассмотрение численную величину, измеряющую неопределенность - энтропию (обозначим ее H). Величины N и H связаны между собой некоторой функциональной зависимостью:

$$H = f(N), \quad (1.1)$$

а сама функция f является возрастающей, неотрицательной и определенной (в рассматриваемом нами примере) для $N = 1, 2, \dots, 6$.

Рассмотрим процедуру бросания кости более подробно:

1) готовимся бросить кость; исход опыта неизвестен, т.е. имеется некоторая неопределенность; обозначим ее $H1$;

2) кость брошена; информация об исходе данного опыта получена; обозначим количество этой информации через I ;

3) обозначим неопределенность данного опыта после его осуществления через $H2$. За количество информации, которое получено в ходе осуществления опыта, примем разность неопределенностей "до" и "после" опыта:

$$I = H1 - H2. \quad (1.2)$$

Очевидно, что в случае, когда получен конкретный результат, имевшаяся неопределенность снята ($H2 = 0$), и, таким образом, количество полученной информации совпадает с первоначальной энтропией. Иначе говоря, неопределенность, заключенная в опыте, совпадает с информацией об исходе этого опыта.

Следующим важным моментом является определение вида функции f в формуле (1.1). Если варьировать число граней N и число бросаний кости (обозначим эту величину через M), общее число исходов (векторов длины M , состоящих из знаков $1, 2, \dots, N$) будет равно N в степени M :

$$X = N^M. \quad (1.3)$$

Так, в случае двух бросаний кости с шестью гранями имеем: $X = 6^2 = 36$. Фактически каждый исход X есть некоторая пара $(X1, X2)$, где $X1$ и $X2$ - соответственно исходы первого и второго бросаний (общее число таких пар - X).

Ситуацию с бросанием M раз кости можно рассматривать как некую сложную систему, состоящую из независимых друг от друга подсистем - "однократных бросаний кости". Энтропия такой системы в M раз больше, чем энтропия одной системы (так называемый "принцип аддитивности энтропии"):

$$f(6^M) = M * f(6).$$

Данную формулу можно распространить и на случай любого N :

$$f(N^M) = M * f(N). \quad (1.4)$$

Прологарифмируем левую и правую части формулы (1.3): $\ln X = M * \ln N$, $M = \ln X / \ln N$. Подставляем полученное для M значение в формулу (1.4):

$$f(X) \frac{\ln X}{\ln N} = f(N) \quad (1.4)$$

Обозначив через K положительную константу, получим: $f(X) = K * \ln X$, или, с учетом (1.1), $H = K * \ln N$. Обычно принимают $K = 1/\ln 2$. Таким образом

$$H = \log_2 N. \quad (1.5)$$

Это - формула Хартли.

Важным при введении какой-либо величины является вопрос о том, что принимать за единицу ее измерения. Очевидно, H будет равно единице при $N = 2$. Иначе говоря, в качестве единицы принимается количество информации, связанное с проведением опыта, состоящего в получении одного из двух равновероятных исходов (примером такого опыта может служить бросание монеты при котором возможны два исхода: "орел", "решка"). Такая единица количества информации называется "бит".

Все N исходов рассмотренного выше опыта являются равновероятными и поэтому можно считать, что на "долю" каждого исхода приходится одна N -я часть общей неопределенности опыта: $(\log_2 N)/N$. При этом вероятность i -го исхода P_i равняется, очевидно, $1/N$. Таким образом,

$$H = - \sum_{i=1}^N P_i \log_2(P_i) \quad (1.7)$$

Та же формула (1.7) принимается за меру энтропии в случае, когда вероятности различных исходов опыта неравновероятны (т.е. P_i могут быть различны). Формула (1.7) называется формулой Шеннона.

В качестве примера определим количество информации, связанное с появлением каждого символа в сообщениях, записанных на русском языке. Будем считать, что русский алфавит состоит из 33 букв и знака "пробел" для разделения слов. По формуле (1.5)

$$H = \log_2 34 \approx 5 \text{ бит.}$$

Однако, в словах русского языка (равно как и в словах других языков) различные буквы встречаются неодинаково часто. Ниже приведена таблица вероятностей частоты употребления различных знаков русского алфавита, полученная на основе анализа очень больших по объему текстов.

Воспользуемся для подсчета H формулой (1.7): $H \approx 4,72$ бит. Полученное значение H , как и можно было предположить, меньше вычисленного ранее. Величина H , вычисляемая по формуле (1.5), является максимальным количеством информации, которое могло бы приходиться на один знак.

Таблица 1

Частотность букв русского языка

i	Символ	P(i)	i	Символ	P(i)	i	Символ	P(i)
1	Пробел	0,175	13	К	0,028	24	Г	0,012
2	О	0,090	14	М	0,026	25	Ч	0,012
3	Е	0,072	15	Д	0,025	26	Й	0,010
4	Ё	0,072	16	П	0,023	27	Х	0,009
5	А	0,062	18	Я	0,018	29	Ю	0,006
7	Т	0,053	19	Ы	0,016	30	Ш	0,006
8	Н	0,053	20	З	0,016	31	Ц	0,004
9	С	0,045	21	Ь	0,014	32	Щ	0,003
10	Р	0,040	22	Ъ	0,014	33	Э	0,003
11	В	0,038	23	Б	0,014	34	Ф	0,002
12	Л	0,035						

Аналогичные подсчеты H можно провести и для других языков, например использующих латинский алфавит, - английского, немецкого, французского и др. (26 различных букв и "пробел"). По формуле (1.5) получим

$$H = \log_2 27 \approx 4,76 \text{ бит.}$$

Как и в случае русского языка, частота появления тех или иных знаков не одинакова.

Если расположить все буквы данных языков в порядке убывания вероятностей, то получим следующие последовательности:

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК: "пробел", Е, Т, А, О, N, R, ...

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК: "пробел", Е, N, I, S, T, R, ...

ФРАНЦУЗКИЙ ЯЗЫК: “пробел”, E, S, A, N, I, T ...

Рассмотрим алфавит, состоящий из двух знаков 0 и 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 $H = \log_2 2 = 1$ бит.

Таким образом, количество информации (в битах), заключенное в двоичном слове, равно числу двоичных знаков в нем.

Определение количества информации, представленной с помощью знаковых систем

Если рассматривать символы алфавита как множество возможных сообщений (событий) N , то количество информации, которое несет один знак можно определить из формулы (1.7). Если считать появление каждого знака алфавита в тексте событиями равновероятными, то для определения количества информации можно воспользоваться формулой (1.5) или уравнением (1.6).

Количество информации, которое несет один знак алфавита тем больше, чем больше знаков входят в этот алфавит, т.е. чем больше мощность алфавита.

Количество информации, содержащейся в сообщении, закодированном с помощью знаковой системы, равно количеству информации, которое несет один знак, умноженному на число знаков в сообщении.

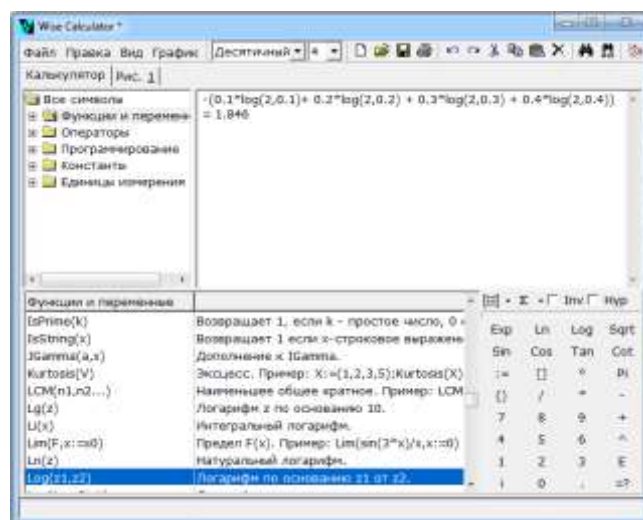
Программные средства для автоматизации вычислений

Компьютерные калькуляторы. Для представления чисел в различных системах счисления, их перевода из одной системы счисления в другую и подсчёта количества информации в сообщении применяются различные программные средства и онлайн приложения. Примерами являются общедоступная и стандартная программа Калькулятор, входящая в состав операционной системы Windows, и приложение Wise Calculator, которое позволяет осуществлять перевод из одних единиц измерения в другие, производить вычисления в десятичной, двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления, определять значения логических выражений, строить графики функций и т.д.

Пример 1.

$I = -(0,1 \cdot \log_2 0,1 + 0,2 \cdot \log_2 0,2 + 0,3 \cdot \log_2 0,3 + 0,4 \cdot \log_2 0,4)$ бит

Для вычисления этого выражения, воспользуемся приложением Wise Calculator.

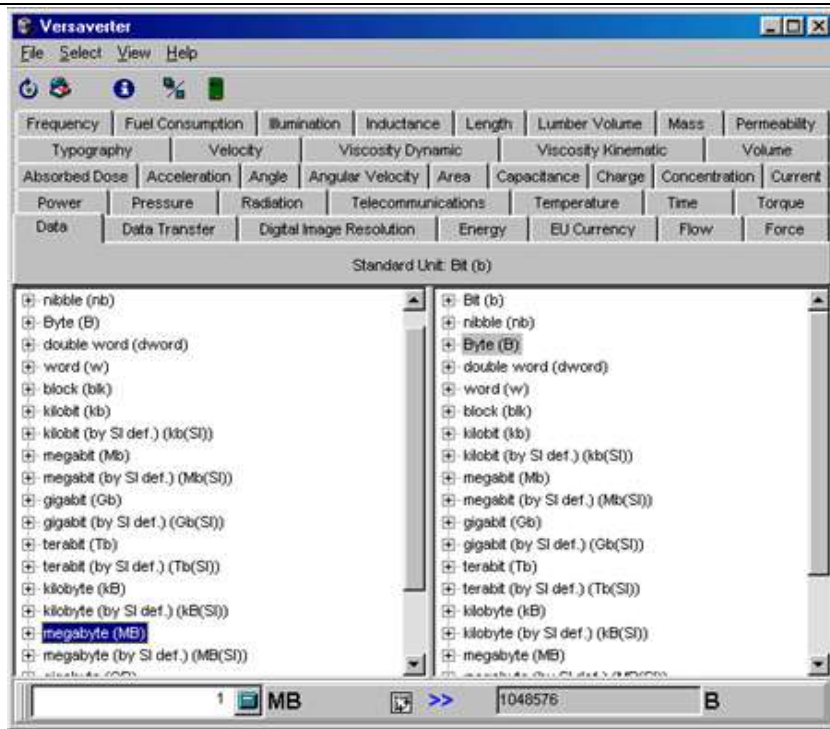


	Вычисление количества информации с использованием Wise Calculator
1	Запустить программу Wise Calculator.
2	Ввести выражение и получить результат: $-(0,1 \cdot \log(2,0,1) + 0,2 \cdot \log(2,0,2) + 0,3 \cdot \log(2,0,3) + 0,4 \cdot \log(2,0,4))$ $= 1.846$
3	Таким образом, $I \approx 1,85$ бит.

Пример 2. Выполните перевод количества информации из одних единиц измерения в другие с помощью программы VersaVerter.

Для этого:

1	Запустите программу VersaVerter.
2	На открывшейся диалоговой панели выберите вкладку Data.
3	В левом окне диалоговой панели выбрать исходную единицу измерения (например, <i>megabyte</i>) и в текстовом окне ввести числовое значение (например, 1). После выбора в правом окне конечной единицы измерения (например, <i>byte</i>), в текстовом окне появится числовое значение (в данном случае, 1 048 576).



Примеры решения задач (разобрать, реализовать с помощью Wise Calculator, отчет сдать преподавателю).

Задача 1. После экзамена по информатике, который сдавали ваши друзья, объявляются оценки («2», «3», «4» или «5»). Какое количество информации будет нести сообщение об оценке учащегося А, который выучил лишь половину билетов, и сообщение об оценке учащегося В, который выучил все билеты.

Опыт показывает, что для учащегося А все четыре оценки (события) равновероятны и тогда количество информации, которое несет сообщение об оценке можно вычислить по формуле 2.2:

$$I = \log_2 4 = 2 \text{ бит}$$

На основании опыта можно также предположить, что для учащегося В наиболее вероятной оценкой является «5» ($p_1 = 1/2$), вероятность оценки «4» в два раза меньше ($p_2 = 1/4$), а вероятности оценок «2» и «3» еще в два раза меньше ($p_3 = p_4 = 1/8$). Так как события неравновероятны, воспользуемся для подсчета количества информации в сообщении формулой 2.1:

$$I = -(1/2 * \log_2 1/2 + 1/4 * \log_2 1/4 + 1/8 * \log_2 1/8 + 1/8 * \log_2 1/8) \text{ бит} = 1,75 \text{ бит}$$

Вычисления показали, что при равновероятных событиях мы получаем большее количество информации, чем при неравновероятных событиях.

Задача 2. В непрозрачном мешочке хранятся 10 белых, 20 красных, 30 синих и 40 зеленых шариков. Какое количество информации будет содержать зрительное сообщение о цвете вынутого шарика.

Так как количество шариков различных цветов неодинаково, то зрительные сообщения о цвете вынутого из мешочка шарика также различаются и равны количеству шариков данного цвета деленному на общее количество шариков:

$$p_b = 0,1; \quad p_k = 0,2; \quad p_s = 0,3; \quad p_z = 0,4$$

События неравновероятны, поэтому для определения количества информации, содержащимся в сообщении о цвете шарика, воспользуемся формулой 2.1:

$$I = -(0,1 \cdot \log_2 0,1 + 0,2 \cdot \log_2 0,2 + 0,3 \cdot \log_2 0,3 + 0,4 \cdot \log_2 0,4) \text{ бит}$$

Для вычисления этого выражения, содержащего логарифмы, воспользуемся компьютерным калькулятором.

	Вычисление количества информации с использованием калькулятора
1	Запустить программу Wise Calculator.
2	Ввести выражение и получить результат: $-(0,1 \cdot \log(2,0,1) + 0,2 \cdot \log(2,0,2) + 0,3 \cdot \log(2,0,3) + 0,4 \cdot \log(2,0,4))$ $= 1.846$
3	Таким образом, $I \approx 1,85$ бит.

Задача 3. Какое количество вопросов достаточно задать вашему собеседнику, чтобы наверняка определить месяц, в котором он родился?

Будем рассматривать 12 месяцев как 12 возможных событий. Если спрашивать о конкретном месяце рождения, то, возможно, придется задать 11 вопросов (если на 11 первых вопросов был получен отрицательный ответ, то 12-й задавать не обязательно, так как он и будет правильным).

Правильно задавать «двоичные» вопросы, т.е. вопросы, на которые можно ответить только «Да» или «Нет». Например, «Вы родились во второй половине года?». Каждый такой вопрос разбивает множество вариантов на два подмножества: одно соответствует ответу «Да», а другое — ответу «Нет».

Правильная стратегия состоит в том, что вопросы нужно задавать так, чтобы количество возможных вариантов каждый раз уменьшалось вдвое. Тогда количество возможных событий в каждом из полученных подмножеств будет одинаково и их отгадывание равновероятно. В этом случае на каждом шаге ответ («Да» или «Нет») будет нести максимальное количество информации (1 бит).

По формуле 2.2 и с помощью калькулятора получаем:

$$I = \log_2 12 \approx 3,6 \text{ бит}$$

Количество полученных бит информации соответствует количеству заданных вопросов, однако количество вопросов не может быть нецелым числом. Округляем до большего целого числа и получаем ответ: при правильной стратегии необходимо задать не более 4 вопросов.

Задача 4. Какова мощность алфавита, с помощью которого записано сообщение, содержащее 2048 символов, если его объем составляет 1,25 Кбайта.

С помощью программы VersaVerter или арифметически перевести информационный объем сообщения в биты:

$$I = 10\,240 \text{ бит}$$

Определить количество бит, приходящееся на один символ:

$$10\,240 \text{ бит} : 2\,048 = 5 \text{ бит}$$

По формуле 2.3 определить количество символов в алфавите:

$$N = 2^I = 2^5 = 32$$

Задания для работы на занятии

Выполните задания и сохраните результаты проделанной работы в своей папке.

1. Подсчитайте количество информации, приходящейся на один символ, в следующем тексте технического содержания:

Общая технологическая схема изготовления сплавного транзистора напоминает схему изготовления диода, за исключением того, что в полупроводниковую пластинку производят сплавление двух навесок примесей с двух сторон. Вырезанные из монокристалла германия или кремния пластинки шлифуют и травят до необходимой толщины.

2. Запишите множество вариантов загорания двух светофоров, расположенных на соседних перекрёстках.

3. Какое количество информации несет в себе сообщение о том, что нужная вам программа находится на одной из восьми дискет?

4. Какое количество информации получит второй игрок при игре в крестики-нолики на поле 8×8 , после первого хода первого игрока, играющего крестиками?

5. В рулетке общее количество лунок равно 128. Какое количество информации мы получаем в зрительном сообщении об остановке шарика в одной из лунок?

6. Происходит выбор одной карты из колоды в 32 карты. Какое количество информации мы получаем в зрительном сообщении о выборе определенной карты?

7. Какое количество информации получит при игре в шахматы играющий черными после первого хода белых (при условии, что ходить конями запрещено)?

8. Сколько байт памяти необходимо, чтобы закодировать изображение на экране компьютерного монитора, который может отображать 1280 точек по горизонтали и 1024 точек по вертикали при 256 цветах?

9. В коробке лежат 64 цветных карандаша. Сообщение о том, что достали белый карандаш, несёт 4 бита информации. Сколько белых карандашей было в корзине?

10. В корзине 8 чёрных и 24 белых шара. Сколько информации несёт сообщение о том, что достали чёрный шар? Белый?

11. Какое количество информации будет содержать зрительное сообщение о цвете вынутого шарика, если в непрозрачном мешочке хранятся:

а) 25 белых, 25 красных, 25 синих и 25 зеленых шариков;

б) 40 белых, 30 красных, 20 синих и 10 зеленых шариков.

12. В аудитории 30 человек. За контрольную работу по информатике получено 6 пятёрок, 15 четвёрок, 8 троек и 1 двойка. Какое количество информации в сообщении о том, что студент Иванцов получил четвёрку?

13. Какова мощность алфавита, с помощью которого записано сообщение, содержащее 2048 символов, если его объем составляет 1,25 Кбайта.

14. Пользователь компьютера, хорошо владеющий навыками ввода информации с клавиатуры, может вводить в минуту 100 знаков. Мощность алфавита, используемого в компьютере равна 256. Какое количество информации в байтах может ввести пользователь в компьютер за 1 минуту.

15. Скорость чтения ученика 10 класса составляет приблизительно 250 символов в минуту. Приняв мощность используемого алфавита за 64, определите, какой объем информации в килобайтах получит ученик, если он будет непрерывно читать в течение 40 минут.

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

Контрольные вопросы:

1. Вероятностный подход к измерению количества информации.
2. Определение количества информации при равновероятных состояниях системы (формула Хартли).
3. Определение количества информации при неравновероятных состояниях системы (формула Шеннона).
4. Отличия вероятностного подхода к измерению количества информации от объемного.
5. Приведите примеры применения вероятностного подхода к измерению количества информации.

Задачи:

1. Какое из сообщений несет больше информации:
 - в результате подбрасывания монеты (орел, решка) выпала решка;
 - на светофоре (красный, желтый, зеленый) сейчас горит зеленый свет;
 - в результате подбрасывания игральной кости (1, 2, 3, 4, 5, 6) выпало 3 очка.
2. Априори известно, что шарик находится в одной из трех урн: А, В или С. Определите, сколько бит информации содержит сообщение о том, что он находится в урне В.
3. Вероятность первого события составляет 0,5, а второго и третьего 0,25. Чему для такого распределения равна информационная энтропия.
4. В озере обитает 12500 окуней, 25000 пескарей, а карасей и щук по 6250. Какое количество информации несет сообщение о ловле рыбы каждого вида. Сколько информации мы получим, когда поймем какую-нибудь рыбу?
5. В классе 30 человек. За контрольную работу по информатике получено 15 пятерок, 6 четверок, 8 троек и 1 двойка. Какое количество информации несет сообщение о том, что Андреев получил пятерку?
6. В коробке лежат кубики: 10 красных, 8 зеленых, 5 желтых, 12 синих. Вычислите вероятность доставания кубика каждого цвета и количество информации, которое при этом будет получено.

Сохраните полученные результаты выполнения заданий в своей папке.

Сдайте отчет о проделанной работе преподавателю.

Лабораторная работа 3.

Системы счисления. Арифметические действия над числами в различных системах счисления

Цель: овладеть способами представления числовой информации в различных системах счисления; изучить приемы перевода чисел из одной системы счисления в другую; научиться производить арифметические действия над числами в различных системах счисления.

Методические рекомендации

Перевод чисел из одной системы счисления в другую составляет важную часть машинной арифметики. Рассмотрим основные правила перевода.

1. Для перевода двоичного числа в десятичное необходимо его записать в виде многочлена, состоящего из произведений цифр числа и соответствующей степени числа 2, и вычислить по правилам десятичной арифметики:

$$X_2 = A_n * 2^{n-1} + A_{n-1} * 2^{n-2} + A_{n-2} * 2^{n-3} + \dots + A_2 * 2^1 + A_1 * 2^0$$

Пример. Число 11101000_2 перевести в десятичную систему счисления.

$$11101000_2 = 1 * 2^7 + 1 * 2^6 + 1 * 2^5 + 0 * 2^4 + 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 0 * 2^1 + 0 * 2^0 = 232_{10}$$

2. Для перевода восьмеричного числа в десятичное необходимо его записать в виде многочлена, состоящего из произведений цифр числа и соответствующей степени числа 8, и вычислить по правилам десятичной арифметики:

$$X_8 = A_n * 8^{n-1} + A_{n-1} * 8^{n-2} + A_{n-2} * 8^{n-3} + \dots + A_2 * 8^1 + A_1 * 8^0$$

Пример. Число 75013_8 перевести в десятичную систему счисления.

$$75013_8 = 7 \cdot 8^4 + 5 \cdot 8^3 + 0 \cdot 8^2 + 1 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0 = 31243_{10}$$

3. Для перевода шестнадцатеричного числа в десятичное необходимо его записать в виде многочлена, состоящего из произведений цифр числа и соответствующей степени числа 16, и вычислить по правилам десятичной арифметики:

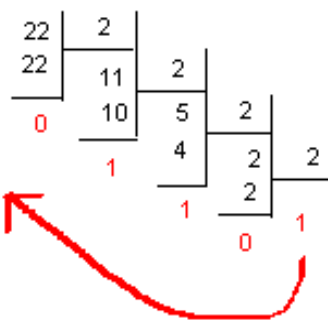
$$X_{16} = A_n \cdot 16^{n-1} + A_{n-1} \cdot 16^{n-2} + A_{n-2} \cdot 16^{n-3} + \dots + A_2 \cdot 16^1 + A_1 \cdot 16^0$$

Пример. Число $FDA1_{16}$ перевести в десятичную систему счисления.

$$FDA1_{16} = 15 \cdot 16^3 + 13 \cdot 16^2 + 10 \cdot 16^1 + 1 \cdot 16^0 = 64929_{10}$$

4. Для перевода десятичного числа в двоичную систему его необходимо последовательно делить на 2 до тех пор, пока не останется остаток, меньший или равный 1. Число в двоичной системе записывается как последовательность последнего результата деления и остатков от деления в обратном порядке.

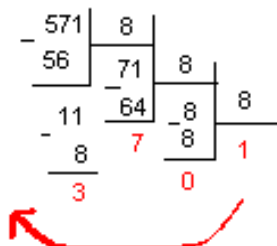
Пример. Число 22_{10} перевести в двоичную систему счисления.



$$22_{10} = 10110_2$$

5. Для перевода десятичного числа в восьмеричную систему его необходимо последовательно делить на 8 до тех пор, пока не останется остаток, меньший или равный 7. Число в восьмеричной системе записывается как последовательность цифр последнего результата деления и остатков от деления в обратном порядке.

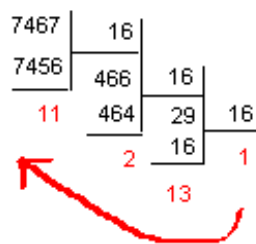
Пример. Число 571_{10} перевести в восьмеричную систему счисления.



$$571_{10} = 1073_8$$

6. Для перевода десятичного числа в шестнадцатеричную систему его необходимо последовательно делить на 16 до тех пор, пока не останется остаток, меньший или равный 15. Число в шестнадцатеричной системе записывается как последовательность цифр последнего результата деления и остатков от деления в обратном порядке.

Пример. Число 7467_{10} перевести в шестнадцатеричную систему счисления.



$$7467_{10} = 1D2B_{16}$$

7. Чтобы перевести число из двоичной системы в восьмеричную, его нужно разбить на триады (тройки цифр), начиная с младшего разряда, в случае необходимости дополнив старшую триаду нулями, и каждую триаду заменить соответствующей восьмеричной цифрой (табл. 1).

Таблица 1

Соответствие чисел, записанных в различных системах счисления

Десятичная	Двоичная	Восьмеричная	Шестнадцатеричная
1	001	1	1
2	010	2	2
3	011	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10

Пример. Число 1001011_2 перевести в восьмеричную систему счисления.

$$001\ 001\ 011_2 = 113_8$$

8. Чтобы перевести число из двоичной системы в шестнадцатеричную, его нужно разбить на тетрады (четверки цифр), начиная с младшего разряда, в случае необходимости дополнив старшую тетраду нулями, и каждую тетраду заменить соответствующей восьмеричной цифрой (табл. 3).

Пример. Число 1011100011_2 перевести в шестнадцатеричную систему счисления.

$$0010\ 1110\ 0011_2 = 2E2_{16}$$

9. Для перевода восьмеричного числа в двоичное необходимо каждую цифру заменить эквивалентной ей двоичной триадой.

Пример. Число 531_8 перевести в двоичную систему счисления.

$$531_8 = 101011001_2$$

10. Для перевода шестнадцатеричного числа в двоичное необходимо каждую цифру заменить эквивалентной ей двоичной тетрадой.

Пример. Число $EE8_{16}$ перевести в двоичную систему счисления.

$$EE8_{16} = 111011101000_2$$

11. При переходе из восьмеричной системы счисления в шестнадцатеричную и обратно, необходим промежуточный перевод чисел в двоичную систему.

Пример. Число FEA_{16} перевести в восьмеричную систему счисления.

$$FEA_{16} = 111111101010_2$$

$$111\ 111\ 101\ 010_2 = 7752_8$$

Пример. Число 6635_8 перевести в шестнадцатеричную систему счисления.

$$6635_8 = 110110011101_2$$

$$1101\ 1001\ 1101_2 = D9D_{16}$$

Пример. Переведем число 0,36 из десятичной системы в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную:

$(0,)$	$\times$	36
	$\times$	2
0	$\times$	72
	$\times$	2
1	$\times$	44
	$\times$	2
0	$\times$	88
	$\times$	2
1	$\times$	76
	$\times$	2
1		52

$(0,)$	$\times$	36
	$\times$	8
2	$\times$	88
	$\times$	8
7	$\times$	04
	$\times$	8
0		32

$(0,)$	$\times$	36
	$\times$	16
5	$\times$	76
	$\times$	16
12		16

(C₁₆)

Ответ: $0,36_{10} = 0,01011_2$, $0,36_{10} = 0,01011_2$ Ответ: $0,36_{10} = 0,270_8$, $0,36_{10} = 0,270_8$
 Ответ: $0,36_{10} = 0,5C_{16}$, $0,36_{10} = 0,5C_{16}$ с преде
 с предельной абсолютной льной абсолютной погрешностью
 погрешностью $(2^{-6})/2=2^{-7}$. $(2^{-6})/2=2^{-7}$. погрешностью $(8^{-4})/2=2^{-13}$. $(8^{-4})/2=2^{-13}$.
 $(16^{-3})/2=2^{-13}$. $(16^{-3})/2=2^{-13}$.

Для чисел, имеющих как целую, так и дробную части, перевод из десятичной системы счисления в другую осуществляется отдельно для целой и дробной частей по правилам, указанным выше.

Пример. Переведем числа, записанные в двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления, в десятичную:

Разряды 3 2 1 0 -1
 Число 1 0 1 1, $1_2 1_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} = 11,5_{10}$
 $2^3 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} = 11,5_{10}$.

Разряды 2 1 0 -1 Число 2
 7 $6,5_8 = 2 \cdot 8^2 + 7 \cdot 8^1 + 6 \cdot 8^0 + 5 \cdot 8^{-1} = 190,625_{10}$.
 $6,5_8 = 2 \cdot 8^2 + 7 \cdot 8^1 + 6 \cdot 8^0 + 5 \cdot 8^{-1} = 190,625_{10}$.

Разряды 2 1 0 Число 1
 F $3_{16} = 1 \cdot 16^2 + 15 \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0 = 499_{10}$. $3_{16} = 1 \cdot 16^2 + 15 \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0 = 499_{10}$.

Арифметические операции в позиционных системах счисления

Рассмотрим основные арифметические операции: сложение, вычитание, умножение и деление. Правила выполнения этих операций в десятичной системе хорошо известны — это сложение, вычитание, умножение столбиком и деление углом. Эти правила применимы и ко всем другим позиционным системам счисления. Только таблицами сложения и умножения надо пользоваться особыми для каждой системы.

Сложение

Таблицы сложения легко составить, используя Правило Счета.

Сложение в двоичной системе:

Сложение в восьмеричной системе:

+	0	1
0	0	1
1	1	10

+	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7	10
2	2	3	4	5	6	7	10	11
3	3	4	5	6	7	10	11	12
4	4	5	6	7	10	11	12	13
5	5	6	7	10	11	12	13	14
6	6	7	10	11	12	13	14	15
7	7	10	11	12	13	14	15	16

Сложение в шестнадцатеричной системе:

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10
2	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11
3	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12
4	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13
5	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14
6	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15
7	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16
8	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17
9	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
B	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A
C	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B
D	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C
E	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D
F	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E

При сложении цифры суммируются по разрядам, и если при этом возникает избыток, то он переносится влево.

Пример. Сложим числа 15 и 6 в различных системах счисления.

Десятичная: $15_{10} + 6_{10} = 21_{10}$

Двоичная: $1111_2 + 110_2 = 10101_2$

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 + 15 \\
 + 6 \\
 \hline
 21 \\
 \left| \begin{array}{l} 5+6=11=10+1 \\ 1+1=2 \end{array} \right.
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 111 \\
 + 1111 \\
 + 0110 \\
 \hline
 10101 \\
 \left| \begin{array}{l} 1+0=1 \\ 1+1=2=2+0 \\ 1+1+1=3=2+1 \\ 1+1=2=2+0 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Восьмеричная: $17_8 + 6_8 = 25_8$

Шестнадцатеричная: $F_{16} + 6_{16} = 15_{16}$

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 + 17 \\
 + 6 \\
 \hline
 25 \\
 \left| \begin{array}{l} 7+6=13=8+5 \\ 1+1=2 \end{array} \right.
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 + F \\
 + 6 \\
 \hline
 15 \\
 \left| \begin{array}{l} 15+6=21=16+5 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Ответ: $15 + 6 = 21_{10} = 10101_2 = 25_8 = 15_{16}$.

Проверка. Преобразуем полученные суммы к десятичному виду:

$$10101_2 = 2^4 + 2^2 + 2^0 = 16 + 4 + 1 = 21,$$

$$25_8 = 2 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 = 16 + 5 = 21,$$

$$15_{16} = 1 \cdot 16^1 + 5 \cdot 16^0 = 16 + 5 = 21.$$

Вычитание

Пример. Вычтем единицу из чисел 10_2 , 10_8 и 10_{16}

Двоичная: $10_2 - 1_2$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 10 \\ \hline 1 \\ \boxed{2-1=1} \end{array}$$

Восьмеричная: $10_8 - 1_8$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 10 \\ \hline 7 \\ \boxed{8-1=7} \end{array}$$

Шестнадцатеричная: $10_{16} - 1_{16}$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 10 \\ \hline F \\ \boxed{16-1=15=F_{16}} \end{array}$$

Пример. Вычтем единицу из чисел 100_2 , 100_8 и 100_{16} .

Двоичная: $100_2 - 1_2$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 100 \\ \hline 11 \\ \boxed{2-1=1} \\ \boxed{1-0=1} \end{array}$$

Восьмеричная: $100_8 - 1_8$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 100 \\ \hline 77 \\ \boxed{8-1=7} \\ \boxed{7-0=7} \end{array}$$

Шестнадцатеричная: $100_{16} - 1_{16}$

$$\begin{array}{r} 1 \quad \text{заем} \\ - 100 \\ \hline FF \\ \boxed{16-1=15=F_{16}} \\ \boxed{1+1=2} \end{array}$$

Пример. Вычтем число $59,75$ из числа $201,25$.

Десятичная: $201,25_{10} - 59,75_{10}$

Двоичная:

$11001001,01_2 - 111011,11_2$

$$\begin{array}{r}
 1 \quad 1 \\
 - 201,25 \\
 \hline
 59,75 \\
 141,50 \\
 \begin{array}{l}
 \boxed{5-5=0} \\
 \boxed{10+2-7-5} \\
 \boxed{10-9=1} \\
 \boxed{9-5=4} \\
 \boxed{2-1=1}
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 1 \quad 1 \quad 1 \quad \text{заемы} \\
 - 11001001,01 \\
 \hline
 00111011,11 \\
 \begin{array}{l}
 \boxed{1-0=1} \quad \boxed{10001101,10} \\
 \boxed{0-0=0} \quad \boxed{1-1=0} \\
 \boxed{1-1=0} \quad \boxed{2-1=1} \\
 \boxed{1-1=0} \quad \boxed{2-1=1} \\
 \boxed{2-1=1} \quad \boxed{1-1=0} \\
 \quad \boxed{1-0=1}
 \end{array}
 \end{array}$$

Восьмеричная: $311,2_8 - 73,6_8 = 311,2_8 - 73,6_8$
 $C9,4_{16} - 3B,C_{16}$

Шестнадцатеричная: $C9,4_{16} - 3B,C_{16}$

$$\begin{array}{r}
 1 \quad 1 \quad 1 \\
 - 311,2 \\
 \hline
 73,6 \\
 215,4 \\
 \begin{array}{l}
 \boxed{8+2-6=4} \\
 \boxed{8-3=5} \\
 \boxed{8-7=1}
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 1 \quad 1 \\
 - C9,4 \\
 \hline
 3B,C \\
 8D,8 \\
 \begin{array}{l}
 \boxed{16+4-12=8} \\
 \boxed{16+8-11=13=D_{16}} \\
 \boxed{12-1-3=8}
 \end{array}
 \end{array}$$

Ответ: $201,25_{10} - 59,75_{10} = 141,5_{10} = 10001101,1_2 = 215,4_8 = 8D,8_{16}$.

Проверка. Преобразуем полученные разности к десятичному виду:

$$10001101,1_2 = 2^7 + 2^3 + 2^2 + 2^0 + 2^{-1} = 141,5;$$

$$215,4_8 = 2 \cdot 8^2 + 1 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 + 4 \cdot 8^{-1} = 141,5;$$

$$8D,8_{16} = 8 \cdot 16^1 + D \cdot 16^0 + 8 \cdot 16^{-1} = 141,5.$$

Умножение

Выполняя умножение многозначных чисел в различных позиционных системах счисления, можно использовать обычный алгоритм перемножения чисел в столбик, но при этом результаты перемножения и сложения однозначных чисел необходимо заимствовать из соответствующих рассматриваемой системе таблиц умножения и сложения.

Умножение в двоичной системе

*	0	1
0	0	0
1	0	1

Умножение в восьмеричной системе

*	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7
2	0	2	4	6	10	12	14	16
3	0	3	6	11	14	17	22	25
4	0	4	10	14	20	24	30	34
5	0	5	10	17	24	31	36	43
6	0	6	12	22	30	36	44	52
7	0	7	16	25	34	43	52	61

Ввиду чрезвычайной простоты таблицы умножения в двоичной системе, умножение сводится лишь к сдвигам множимого и сложениям.

Пример. Перемножим числа 5 и 6.

Десятичная: $5_{10} * 6_{10} 5_{10} * 6_{10}$
 $5_8 * 6_8 5_8 * 6_8$

Двоичная: $101_2 * 110_2 101_2 * 110_2$

Восьмеричная:

$$\begin{array}{r} \times 5 \\ 6 \\ \hline 30 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 101 \\ \times 110 \\ \hline 101 \\ 101 \\ \hline 11110 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 5 \\ 6 \\ \hline 36 \end{array}$$

Ответ: $5 \cdot 6 = 30_{10} = 11110_2 = 36_8$.

Проверка. Преобразуем полученные произведения к десятичному виду:

$$11110_2 = 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 = 30;$$

$$36_8 = 3 \cdot 8^1 + 6 \cdot 8^0 = 30.$$

Пример. Перемножим числа 115 и 51.

Десятичная: $115_{10} * 51_{10} 115_{10} * 51_{10}$
 $1110011_2 * 110011_2$

Двоичная: $1110011_2 * 110011_2$

$$\begin{array}{r} 115 \\ \times 51 \\ \hline 575 \\ 5865 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1110011 \\ \times 110011 \\ \hline 1110011 \\ 1110011 \\ 1110011 \\ 1110011 \\ \hline 1011011101001 \end{array}$$

Восьмеричная: $163_8 * 63_8 163_8 * 63_8$

$$\begin{array}{r} 163 \\ \times 63 \\ \hline 531 \\ 1262 \\ \hline 13351 \end{array}$$

Ответ: $115 \cdot 51 = 5865_{10} = 1011011101001_2 = 13351_8$.

Проверка. Преобразуем полученные произведения к десятичному виду:

$$1011011101001_2 = 2^{12} + 2^{10} + 2^9 + 2^7 + 2^6 + 2^5 + 2^3 + 2^0 = 5865;$$

$$13351_8 = 1 \cdot 8^4 + 3 \cdot 8^3 + 3 \cdot 8^2 + 5 \cdot 8^1 + 1 \cdot 8^0 = 5865.$$

Деление

Деление в любой позиционной системе счисления производится по тем же правилам, как и деление углом в десятичной системе. В двоичной системе деление выполняется особенно просто, ведь очередная цифра частного может быть только нулем или единицей.

Пример. Разделим число 30 на число 6.

Десятичная: $30_{10}/6_{10} 30_{10}/6_{10}$

$$\begin{array}{r} 30 \overline{) 6} \\ \underline{30} \\ 0 \end{array}$$

Двоичная: $11110_2/110_2 11110_2/110_2$

$$\begin{array}{r} 11110 \overline{) 110} \\ \underline{110} \\ 0 \end{array}$$

Восьмеричная: $36_8/6_8 36_8/6_8$

$$\begin{array}{r} 36 \overline{) 6} \\ \underline{36} \\ 0 \end{array}$$

Ответ: $30 : 6 = 5_{10} = 101_2 = 5_8$.

Пример. Разделим число 5865 на число 115.

Десятичная: $5865_{10}/115_{10} 5865_{10}/115_{10}$

Двоичная:

$1011011101001_2/1110011_2 1011011101001_2/1110011_2$

$$\begin{array}{r} 5865 \overline{) 115} \\ \underline{575} \\ 115 \\ \underline{115} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1011011101001 \overline{) 1110011} \\ \underline{1110011} \\ 1000100 \\ \underline{1110011} \\ 10101100 \\ \underline{1110011} \\ 1110011 \\ \underline{1110011} \\ 0 \end{array}$$

Восьмеричная: $13351_8/163_8$

$$\begin{array}{r} 13351 \overline{) 163} \\ \underline{1262} \\ 531 \\ \underline{531} \\ 0 \end{array}$$

Ответ: $5865 : 115 = 51_{10} = 110011_2 = 63_8$.

Проверка. Преобразуем полученные частные к десятичному виду:

$110011_2 = 2^5 + 2^4 + 2^1 + 2^0 = 51$; $63_8 = 6 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0 = 51$.

Пример. Разделим число 35 на число 14.

Десятичная: $35_{10}/14_{10} 35_{10}/14_{10}$

Двоичная: $100011_2/1110_2$

$100011_2/1110_2$

$$\begin{array}{r} 35 \overline{) 14} \\ \underline{28} \\ 70 \\ \underline{70} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100011 \overline{) 1110} \\ \underline{1110} \\ 0 \end{array}$$

Восьмеричная: $43_8 / 16_8$

$$\begin{array}{r|l} 43 & 16 \\ -34 & 2,4 \\ \hline 70 & \\ -70 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

Ответ: $35 : 14 = 2,5_{10} = 10,1_2 = 2,4_8$.

Проверка. Преобразуем полученные частные к десятичному виду:

$$10,1_2 = 2^1 + 2^{-1} = 2,5; 2,4_8 = 2 \cdot 8^0 + 4 \cdot 8^{-1} = 2,5.$$

Задания для работы на занятии

Выполните задания и сохраните результаты проделанной работы в своей папке.

1. Используя Правило Счета, запишите первые 20 целых чисел в десятичной, двоичной, троичной, пятеричной и восьмеричной системах счисления.

2. Какие целые числа следуют за числами:

- | | | |
|-----------------|---------------|------------------|
| а) 1_2 ; | е) 1_8 ; | п) F_{16} ; |
| б) 101_2 ; | ж) 7_8 ; | м) $1F_{16}$; |
| в) 111_2 ; | з) 37_8 ; | н) FF_{16} ; |
| г) 1111_2 ; | и) 177_8 ; | о) $9AF9_{16}$; |
| д) 101011_2 ; | к) 7777_8 ; | п) $CDEF_{16}$? |

3. Какие целые числа предшествуют числам:

- | | | |
|----------------|---------------|------------------|
| а) 10_2 ; | е) 10_8 ; | л) 10_{16} ; |
| б) 1010_2 ; | ж) 20_8 ; | м) 20_{16} ; |
| в) 1000_2 ; | з) 100_8 ; | н) 100_{16} ; |
| г) 10000_2 ; | и) 110_8 ; | о) $A10_{16}$; |
| д) 10100_2 ; | к) 1000_8 ; | п) 1000_{16} ? |

1. Какой цифрой заканчивается четное двоичное число? Какой цифрой заканчивается нечетное двоичное число? Какими цифрами может заканчиваться четное троичное число?

5. Какое наибольшее десятичное число можно записать тремя цифрами:

- а) в двоичной системе;
- б) в восьмеричной системе;
- в) в шестнадцатеричной системе?

6. В какой системе счисления $21 + 24 = 100$?

7. В какой системе счисления справедливо следующее:

- а) $20 + 25 = 100$;
- б) $22 + 44 = 110$?

8. Десятичное число 59 эквивалентно числу 214 в некоторой другой системе счисления. Найдите основание этой системы.

9. Переведите числа в десятичную систему, а затем проверьте результаты, выполнив обратные переводы:

- | | | |
|--------------------|---------------|------------------|
| а) 1011011_2 ; | е) 517_8 ; | л) $1F_{16}$; |
| б) 10110111_2 ; | ж) 1010_8 ; | м) ABC_{16} ; |
| в) 011100001_2 ; | з) 1234_8 ; | н) 1010_{16} ; |

- | | | |
|--------------------|-----------------|--------------------|
| г) $0,1000110_2$; | и) $0,34_8$; | о) $0,A4_{16}$; |
| д) $110100,11_2$; | к) $123,41_8$; | п) $1DE,C8_{16}$. |

10. Переведите числа из десятичной системы в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную, а затем проверьте результаты, выполнив обратные переводы:

- а) 125_{10} ; б) 229_{10} ; в) 88_{10} ; г) $37,25_{10}$; д) $206,125_{10}$.

11. Переведите числа из двоичной системы в восьмеричную и шестнадцатеричную, а затем проверьте результаты, выполнив обратные переводы:

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| а) $100111110111,0111_2$; | г) $1011110011100,11_2$; |
| б) $1110101011,1011101_2$; | д) $10111,1111101111_2$; |
| в) $10111001,101100111_2$; | е) $1100010101,11001_2$. |

12. Переведите в двоичную и восьмеричную системы шестнадцатеричные числа:

- а) $2CE_{16}$; б) $9F40_{16}$; в) $ABCDE_{16}$; г) $1010,101_{16}$; д) $1ABC,9D_{16}$.

13. Выпишите целые числа:

- а) от 101101_2 до 110000_2 в двоичной системе;
- б) от 202_3 до 1000_3 в троичной системе;
- в) от 14_8 до 20_8 в восьмеричной системе;
- г) от 28_{16} до 30_{16} в шестнадцатеричной системе.

14. Сложите числа, а затем проверьте результаты, выполнив соответствующие десятичные сложения:

- | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| а) 1011101_2 и 1110111_2 ; | д) 37_8 и 75_8 ; | и) A_{16} и F_{16} ; |
| б) $1011,101_2$ и $101,011_2$; | е) 165_8 и 37_8 ; | к) 19_{16} и C_{16} ; |
| в) 1011_2 , 11_2 и $111,1_2$; | ж) $7,5_8$ и $14,6_8$; | л) A,B_{16} и E,F_{16} ; |
| г) 1011_2 , $11,1_2$ и 111_2 ; | з) 6_8 , 17_8 и 7_8 ; | м) E_{16} , 9_{16} и F_{16} . |

15. Вычитите:

- | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| а) 111_2 из 10100_2 ; | д) 15_8 из 20_8 ; | и) $1A_{16}$ из 31_{16} ; |
| б) $10,11_2$ из $100,1_2$; | е) 47_8 из 102_8 ; | к) $F9E_{16}$ из $2A30_{16}$; |
| в) $111,1_2$ из 10010_2 ; | ж) $56,7_8$ из 101_8 ; | л) $D,1_{16}$ из $B,92_{16}$; |
| г) 10001_2 из $1110,11_2$; | з) $16,54_8$ из $30,01_8$; | м) ABC_{16} из 5678_{16} . |

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

Контрольные вопросы:

1. Система счисления. Типы систем счисления.
2. Основание и алфавит системы счисления.
3. Представление чисел в позиционной и непозиционной системах счисления.
4. Опишите правила записи чисел в десятичной системе счисления.
5. Охарактеризуйте двоичную систему счисления: алфавит, основание системы счисления, запись числа.
6. Дайте характеристику шестнадцатеричной системе счисления: алфавит, основание, запись чисел. Приведите примеры записи чисел.
7. Правила сложения целых чисел, представленных в различных системах счисления.

8. Сформулируйте правила перевода чисел из системы счисления с основанием p в десятичную систему счисления и обратного перевода: из десятичной системы счисления в систему счисления с основанием S . Приведите примеры.
9. Как выполнить перевод чисел из двоичной СС в восьмеричную и обратный перевод? Из двоичной СС в шестнадцатеричную и обратно? Приведите примеры. Почему эти правила так просты?
10. По каким правилам выполняется перевод из восьмеричной в шестнадцатеричную СС и наоборот? Приведите примеры.

Задачи:

Вариант 1

1. Что такое система счисления? Запишите развернутую формулу.
2. Выпишите целые от 101 до 1111 в 2-ой ССЧ.
3. В какой системе счисления десятичное число 55 эквивалентно числу 67.
4. Осуществите перевод числа в следующие системы счисления:
 $134,45_{10} \rightarrow 2 \rightarrow 8 \rightarrow 16 \rightarrow 10$
5. Выполните вычитание чисел, а затем проверьте результаты, выполнив сложение:
 $10012, 112$ и $111,12$; $76,58$ и $13,68$; $1A,2B_{16}$ и E,F_{16} ;
6. Выполните деление: $110010 : 101$

Вариант 2

1. В чем отличие позиционной системы счисления от непозиционной?
2. Выпишите целые от 31 до 43 в 8-ой ССЧ.
3. В какой системе счисления десятичное число 47 эквивалентно числу 57.
4. Осуществите перевод числа в следующие системы счисления:
 $254,25_{10} \rightarrow 2 \rightarrow 8 \rightarrow 16 \rightarrow 10$
5. Выполните вычитание чисел, а затем проверьте результаты, выполнив сложение:
 $10111_2, 101_2$ и $101,11_2$; $376,5_8$ и $273,6_8$; $2F,5B_{16}$ и A,F_{16} ;
6. Выполните деление: $11011 : 11$

Вариант 3

1. Что называется основанием и алфавитом системы счисления?
2. Выпишите целые от 18 до 22 в 16-ой ССЧ.
3. В какой системе счисления десятичное число 36 эквивалентно числу 44.
4. Осуществите перевод числа в следующие системы счисления:
 $175,15_{10} \rightarrow 2 \rightarrow 8 \rightarrow 16 \rightarrow 10$
5. Выполните вычитание чисел, а затем проверьте результаты, выполнив сложение:
 $1101_2, 01_2$ и $101,11_2$; $476,5_8$ и $76,6_8$; $2ED,6B_{16}$ и $1E,3F_{16}$;
6. Выполните деление: $11001 : 101$

Сохраните полученные результаты выполнения заданий в своей папке.

Сдайте отчет о проделанной работе преподавателю.

Лабораторная работа 4.

Программные средства для кодирования числовой информации в ЭВМ

Цель: научиться осуществлять основные операции с числами, записанными в различных системах счисления, используемых в компьютерной технике, с помощью стандартного приложения Калькулятор и онлайн калькуляторов.

Методические рекомендации

Работа с инженерным калькулятором.

1. Активируйте приложение Калькулятор: Пуск → Программы → Стандартные → Калькулятор.

2. Переключите режим Калькулятора на Инженерный: Вид → Инженерный.

Обратите внимание на переключение между системами счисления в Калькуляторе: Bin – двоичная, Oct – восьмеричная, Dec – десятичная, Hex – шестнадцатеричная; на ввод чисел и форму представления результата.

Задания для работы на занятии

Выполните задания и сохраните результаты проделанной работы в своей папке.

1. Выполните вычисления на Инженерном калькуляторе для двух вариантов, указанных в приводимой ниже таблице и заданных вам преподавателем. При этом учтите, что результат примера а) должен быть представлен в 10-ой системе счисления; результат примера б) – в 16-ой системе счисления; результат примера в) – в 2-ой системе счисления.

1	A	$46_{10} + 101010001_2 - 112_{16}$	11	A	$34_{10} + 100010001_2 - 1A2_{16}$
	B	$156_{16} * 456_{10} - 10101010_2 * 56_{10}$		B	$15D_{16} * 476_{10} - 101000_2 * 59_{10}$
	B	$1010010_2 - 45666_{10} + 147AF_{16}$		B	$1011110_2 - 96_{10} + 1DF_{16}$
2	A	$36_{10} + 101010101_2 - 182_{16}$	12	A	$41_{10} + 101010101_2 - A12_{16}$
	B	$1D6_{16} * 406_{10} - 101010_2 * 58_{10}$		B	$1D6_{16} * 451_{10} - 101010_2 * 38_{10}$
	B	$1010_2 * 10001_2 - 4577_{10} + 151ED_{16}$		B	$101010_2 * 1011_2 - 5_{10} + DAF_{16}$
3	A	$16_{10} + 10001_2 - 1FE_{16}$	13	A	$12_{10} + 1000010001_2 - 1E2_{16}$
	B	$AF6_{16} * 406_{10} - 1010100_2 * 16_{10}$		B	$A6_{16} * 126_{10} - 1010100_2 * 57_{10}$
	B	$10100_2 * 11001_2 - 987_{10} + A23F_{16}$		B	$1010_2 * 1101_2 - 983_{10} + 1A1F_{16}$
4	A	$106_{10} + 1010001_2 - 12_{16}$	14	A	$96_{10} + 10101101_2 - 152_{16}$
	B	$96_{16} * 416_{10} - 101101010_2 * 91_{10}$		B	$231_{16} * 863_{10} - 1011010_2 * 47_{10}$
	B	$110110_2 * 1001_2 - 4146_{10} + A34F_{16}$		B	$100_2 * 1011_2 - 147_{10} + EDAF_{16}$
5	A	$37_{10} + 101001_2 - 1A2_{16}$	15	A	$56_{10} + 10100001_2 - 782_{16}$
	B	$48_{16} * 786_{10} - 10100010_2 * 14_{10}$		B	$756_{16} * 246_{10} - 1010010_2 * 87_{10}$
	B	$100010_2 * 1001_2 - 4586_{10} + A78F_{16}$		B	$1010_2 * 1101_2 - 4876_{10} + DEF_{16}$
6	A	$46_{10} + 1010101_2 - EA2_{16}$	16	A	$16_{10} + 101010001_2 - 1E2_{16}$
	B	$AE_{16} * 216_{10} - 10100010_2 * 26_{10}$		B	$136_{16} * 176_{10} - 101010_2 * 21_{10}$
	B	$10100_2 * 10101_2 - 616_{10} + DAF_{16}$		B	$100_2 * 101_2 - 8457_{10} + DAAF_{16}$
7	A	$38_{10} + 101010001_2 - 112_{16}$	17	A	$19_{10} + 101010001_2 - AF_{16}$
	B	$146_{16} * 256_{10} - 10101010_2 * 36_{10}$		B	$951_{16} * 174_{10} - 1001010_2 * 10_{10}$
	B	$101000_2 * 10111_2 - 121_{10} + AF11_{16}$		B	$1010_2 * 1001_2 - 745_{10} + 123F_{16}$
8	A	$39_{10} + 101010001_2 - AD2_{16}$	18	A	$56_{10} + 10010001_2 - D2_{16}$
	B	$1D6_{16} * 101_{10} - 10100_2 * 16_{10}$		B	$10_{16} * 46_{10} - 10101010_2 * 47_{10}$
	B	$10100_2 * 10101_2 - 1014_{10} + F12_{16}$		B	$1010_2 * 11001_2 - 478_{10} + A8F_{16}$
9	A	$75_{10} + 10101001_2 - 10D_{16}$	19	A	$46_{10} + 101010001_2 - 112_{16}$
	B	$AE6_{16} * 446_{10} - 10101010_2 * 11_{10}$		B	$156_{16} * 456_{10} - 101010_2 * 56_{10}$
	B	$10100_2 * 1101_2 - 1010_{10} + 1011_{16}$		B	$110_2 * 10101_2 - 456_{10} + 17AF_{16}$
10	A	$87_{10} + 10010001_2 - DE2_{16}$	20	A	$71_{10} + 101010001_2 - 142_{16}$
	B	$518_{16} * 741_{10} - 1010110_2 * 48_{10}$		B	$145_{16} * 101_{10} - 101000_2 * 101_{10}$
	B	$101010_2 * 10101_2 - 123_{10} + F84_{16}$		B	$1100_2 * 10101_2 - 101_{10} + A4F_{16}$

2. Произведите те же самые вычисления с использованием онлайн калькуляторов (<http://numsys.ru>, <http://planetcalc.ru>, <http://live.mephist.ru/show/calc/help/numeral-systems>). Результаты представьте в восьмеричной системе счисления.

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

Контрольные вопросы:

1. Перечислите системы счисления, используемые в компьютерной технике.
2. Дайте определение понятия «система счисления» и «основание системы счисления».
3. В чем отличие позиционных и непозиционных систем счисления.
4. Сформулируйте правила перевода чисел и арифметические действия над ними в программе «Калькулятор».

Задачи:

1. Запишите своё число, месяц и год рождения в 2-ной, 8-ной и 16-ной системах счисления с использованием стандартного приложения Калькулятор.

2. С использованием онлайн калькуляторов (<http://numsys.ru>, <http://planetcalc.ru>, <http://live.mephist.ru/show/calc/help/numeral-systems>) вычислите значения выражений:

- а) $256_7 + 10110_{13} * (60_8 + 12_{10}) - 1F_{16}$;
- б) $1AD_{16} - 100101100_2 : 1010_2 + 217_8$;
- в) $1010_{10} + (106_{16} - 11011101_2) * 12_5$;
- г) $1011_2 * 1100_2 : 14_8 + (100000_2 - 40_8)$.

Результат представьте в десятичной системе счисления.

3. Используя онлайн калькуляторы, расположите следующие числа в порядке возрастания:

- а) 74_8 , 110010_2 , 70_{12} , 381_7 ;
- б) $6E_{16}$, 142_5 , 1101001_2 , 100_{10} ;
- в) 777_8 , 101111111_3 , $2FF_{16}$, 500_6 ;
- г) 100_7 , 1100000_2 , 60_{18} , 141_6 .

Сохраните полученные результаты выполнения заданий в своей папке.

Сдайте отчет о проделанной работе преподавателю.

Лабораторная работа 5.

Представление числовой информации в ЭВМ

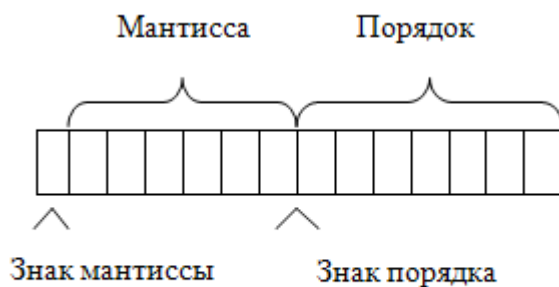
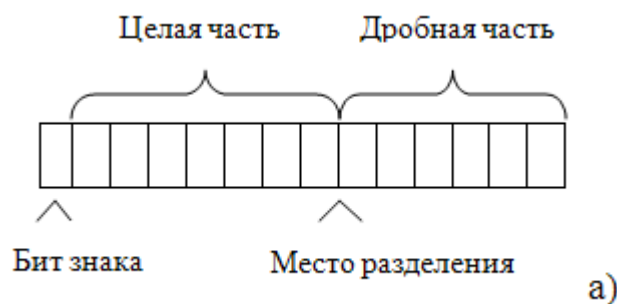
Цель: формирование знаний о формах представления числовой информации в компьютере и практических навыков по представлению чисел в различных кодах.

Методические рекомендации

Все числовые данные хранятся в ПК в двоичном виде, т.е. в виде последовательности нулей и единиц, однако формы хранения целых и действительных чисел различны.

В вычислительных машинах применяются две формы представления двоичных чисел:

- естественная форма, или форма с фиксированной точкой (запятой) (рис. а);
- нормальная форма, или форма с плавающей точкой (запятой) (рис. б);



Представление целых чисел

Множество целых чисел, представленных в ЭВМ, ограничено. Диапазон значений зависит от размера ячеек памяти, используемых для их хранения. Целые числа могут представляться в компьютере со знаком или без знака.

Целые числа без знака

Обычно занимают в памяти компьютера один или два байта. В однобайтовом формате принимают значения от 00000000_2 до 11111111_2 . В двухбайтовом формате – от $00000000\ 00000000_2$ до $11111111\ 11111111_2$.

В k -разрядной ячейке может храниться 2^k различных значений целых чисел. Диапазон значений целых чисел без знака - от 0 до $2^k - 1$:

- для 16-разрядной ячейки - от 0 до 65535;
- для 8-разрядной ячейки - от 0 до 255.

Чтобы получить внутреннее представление целого положительного числа N , хранящегося в k -разрядной ячейке, необходимо:

- перевести число N в двоичную систему счисления;
- полученный результат дополнить слева незначащими нулями до k разрядов.

Пример 1:

а) число $72_{10} = 1001000_2$ в однобайтовом формате:

Номера разрядов	7	6	5	4	3	2	1	0
Биты числа	0	1	0	0	1	0	0	0

б) это же число в двухбайтовом формате:

Номера разрядов	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Биты числа	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0

Шестнадцатеричная форма внутреннего представления числа $72_{10} / 0048$

в) число 65535 в двухбайтовом формате:

Номера разрядов	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Биты числа	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Шестнадцатеричная форма внутреннего представления числа $65535_{10} / FFFF$

Целые числа со знаком

Обычно занимают в памяти компьютера один, два или четыре байта, при этом самый левый (старший) разряд содержит информацию о знаке числа.

Диапазон значений целых чисел со знаком - от -2^{k-1} до $2^{k-1} - 1$:

- для 16-разрядной ячейки - от -32768 до 32767;
- для 8-разрядной ячейки - от -128 до 127.

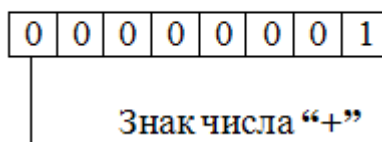
Рассмотрим особенности записи целых чисел со знаком на примере *однобайтового формата*, при котором для знака отводится один разряд, а для цифр абсолютной величины – семь разрядов.

В компьютерной технике применяются три формы записи (кодирования) целых чисел со знаком: *прямой код*, *обратный код*, *дополнительный код*.

Последние две формы применяются особенно широко, так как позволяют упростить конструкцию арифметико-логического устройства компьютера путем замены разнообразных арифметических операций операцией сложения.

Положительные числа в прямом, обратном и дополнительном кодах изображаются одинаково – двоичными кодами с цифрой 0 в знаковом разряде. Например:

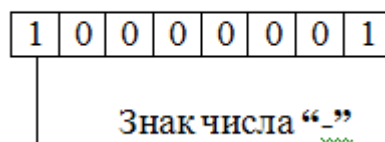
Число $1_{10} = 1_2$



Отрицательные числа в прямом, обратном и дополнительном кодах имеют разное изображение.

1. *Прямой код*. В знаковый разряд помещается цифра 1, а в разряды цифровой части числа – двоичный код его абсолютной величины. Например:

Прямой код числа – 1

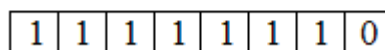


2. *Обратный код*. Получается инвертированием всех цифр двоичного кода абсолютной величины числа, включая разряд знака: нули заменяются единицами, а единицы – нулями. Например:

Число – 1

Код модуля числа: 0 0000001

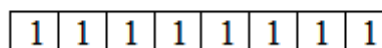
Обратный код числа: 1 1111110



3. *Дополнительный код*. Получается образованием обратного кода с последующим прибавлением единицы к его младшему разряду.

Например:

Дополнительный код числа – 1



Сложение и вычитание чисел

В большинстве компьютеров операция вычитания не используется. Вместо нее производится сложение обратных или дополнительных кодов уменьшаемого и вычитаемого. Это позволяет существенно упростить конструкцию АЛУ.

Сложение обратных кодов. Здесь при сложении чисел A и B имеют место четыре основных и два особых случая:

1. A и B положительные. При суммировании складываются все разряды, включая разряд знака. Так как знаковые разряды положительных слагаемых равны нулю, разряд знака суммы тоже равен нулю. Например:

Десятичная запись:

$$\begin{array}{r} + 3 \\ + 7 \\ \hline 10 \end{array}$$

Двоичные коды:

$$\begin{array}{r} 0\ 0000011 \\ + 0\ 0000111 \\ \hline 0\ 0001010 \end{array}$$

2. A положительное, B отрицательное и по абсолютной величине больше, чем A . Например:

Десятичная запись:

$$\begin{array}{r} + 3 \\ - 10 \\ \hline -7 \end{array}$$

Двоичные коды:

$$\begin{array}{r} + 0\ 0000011 \\ 1\ 1110101 \\ \hline 1\ 1110000 \end{array}$$

Получен правильный результат в обратном коде. При переводе в прямой код биты цифровой части результата инвертируются: $1\ 0000111 = -7_{10}$.

3. A положительное, B отрицательное и по абсолютной величине меньше, чем A . Например:

Десятичная запись:

$$\begin{array}{r} + 10 \\ + -3 \\ \hline 7 \end{array}$$

Двоичные коды:

$$\begin{array}{r} + 0\ 0001010 \\ 1\ 1111100 \\ \hline 0\ 0000110 \\ \rightarrow +1 \\ \hline 0\ 0000111 \end{array} \quad \text{Обратный код числа}$$

Компьютер исправляет полученный первоначально неправильный результат (6 вместо 7) *переносом единицы* из знакового разряда в младший разряд суммы.

4. A и B отрицательные.

Например:

Двоичная запись:

$$\begin{array}{r} + -3 \\ + -7 \\ \hline -10 \end{array}$$

Двоичные коды:

$$\begin{array}{r} + 1\ 1111100 \quad \text{Обратный код числа } -3 \\ + 1\ 1111000 \quad \text{Обратный код числа } -7 \\ \hline 1\ 1110100 \\ +1 \\ \hline 1\ 1110101 \quad \text{Обратный код числа } -10 \end{array}$$

Полученный первоначально неправильный результат (обратный код числа -11_{10} вместо обратного кода числа -10_{10}) компьютер исправляет переносом единицы из знакового разряда в младший разряд суммы. При переводе результата в прямой код биты цифровой части числа инвертируются: $1\ 0001010 = -10_{10}$.

В процессоре ЭВМ содержатся два индикатора – индикатор переноса и индикатор переполнения. Каждый индикатор содержит 1 бит информации и может быть процессором установлен (в этом случае ему придается значение 1) или сброшен (0). *Индикатор переноса*

указывает на перенос из знакового бита, а индикатор переполнения – на перенос в знаковый бит. Таким образом, после завершения операции, в которой происходит перенос в старший бит, процессор устанавливает индикатор переполнения, если такого переноса нет, то индикатор переполнения сбрасывается. Индикатор переноса обрабатывается аналогичным образом. Важно то, что после выполнения операции процессором, ЭВМ сигнализирует о состоянии индикаторов и их можно проверить.

Например, при сложении может возникнуть ситуация, когда старшие разряды результата операции не помещаются в отведенной для него области памяти, т.е. возникает *переполнение разрядной сетки формата числа*. Ниже приведены два возможных случая переполнения.

5. *A и B положительные, сумма A+B больше, либо равна 2^{n-1}* , где n – количество разрядов формата чисел (для однобайтового формата n=8, $2^{n-1} = 2^7 = 128$). Например:

Десятичная запись:

$$\begin{array}{r} + 65 \\ + 97 \\ \hline 162 \end{array}$$

Двоичные коды:

$$\begin{array}{r} + 01000001 \\ + 01100001 \\ \hline 10100010 \end{array} \quad \text{Переполнение}$$

Семи разрядов цифровой части числового формата *недостаточно* для размещения восьмизначной суммы ($162_{10} = 10100010_2$), поэтому *старший разряд суммы оказывается в знаковом разряде*. Это вызывает *несовпадение знака суммы и знаков слагаемых*, что является *свидетельством переполнения разрядной сетки*.

6. *A и B отрицательные, сумма абсолютных величин A и B больше, либо равна 2^{n-1}* .

Например:

Десятичная запись:

$$\begin{array}{r} + -63 \\ + -95 \\ \hline 158 \end{array}$$

Двоичные коды:

$$\begin{array}{r} + 11000000 \quad \text{Обратный код числа } -63 \\ + 10100000 \quad \text{Обратный код числа } -95 \\ \hline 01100000 \quad \text{Переполнение} \end{array}$$

→ +1

Здесь знак суммы тоже не совпадает со знаками слагаемых, что свидетельствует о *переполнении разрядной сетки*.

Сложение дополнительных кодов. Здесь также имеют место рассмотренные выше шесть случаев:

1. *A и B положительные*. Здесь нет отличий от случая 1, рассмотренного для обратного кода.

2. *A положительное, B отрицательное и по абсолютной величине больше, чем A*.

Например:

Десятичная запись:

$$\begin{array}{r} + 3 \\ + -10 \\ \hline -7 \end{array}$$

Двоичные коды:

$$\begin{array}{r} + 00000011 \\ + 11101110 \quad \text{Дополнительный код числа } -10 \\ \hline 11110001 \quad \text{Дополнительный код числа } -7 \end{array}$$

Получен правильный результат в дополнительном коде. При переводе в прямой код биты цифровой части результата инвертируются и к младшему разряду прибавляется единица: $10000110 + 1 = 10000111 = -7_{10}$.

3. *A положительное, B отрицательное и по абсолютной величине меньше, чем A*.

Например:

Десятичная запись:

Двоичные коды:

$$\begin{array}{r} 10 \\ + -3 \\ \hline 7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 00001010 \\ 11111101 \\ \hline 00000111 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Дополнительный код числа - 3} \\ \text{Перенос отбрасывается} \end{array}$$

Получен правильный результат. Единицу переноса из знакового разряда компьютер отбрасывает.

4. *A и B отрицательные.*

Например:

Десятичная запись:

$$\begin{array}{r} + -3 \\ + -7 \\ \hline -10 \end{array}$$

Двоичные коды:

$$\begin{array}{r} 11111101 \quad \text{Дополнительный код числа - 3} \\ + 11111001 \quad \text{Дополнительный код числа - 7} \\ \hline 11110110 \quad \text{Дополнительный код числа - 10} \end{array}$$

Перенос отбрасывается

Получен правильный результат в дополнительном коде. Единицу переноса из знакового разряда компьютер отбрасывает.

Случаи переполнения для дополнительных кодов рассматриваются по аналогии со случаями 5 и 6 для обратных кодов.

Сравнение рассмотренных форм кодирования целых чисел со знаком показывает:

- на преобразование отрицательного числа в обратный код компьютер затрачивает меньше времени, чем на преобразование в дополнительный код, так как последнее состоит из двух шагов – образования обратного кода и прибавления единицы к его младшему разряду;
- время выполнения сложения для дополнительных кодов чисел меньше, чем для их обратных кодов, потому что в таком сложении нет переноса единицы из знакового разряда в младший разряд результата.

Умножение и деление чисел

Во многих компьютерах умножение производится как последовательность сложений и сдвигов. Для этого в АЛУ имеется регистр, называемый *накапливающим сумматором*, который до начала выполнения операции содержит число ноль. В процессе выполнения операции в нем поочередно размещаются *множимое* и *результаты промежуточных сложений*, а по завершении операции – *окончательный результат*.

Другой регистр АЛУ, участвующий в выполнении этой операции, *вначале содержит множитель*. Затем по мере выполнения сложений содержащееся в нем *число уменьшается, пока не достигнет нулевого значения*.

Для иллюстрации умножим 110011_2 на 101101_2 .

Накапливающий сумматор	Множитель
000000000000	101101
+ 110011	
110011	101100
+ 110011	Сдвиг на две позиции влево
11111111	101000
+ 110011	Сдвиг на одну позицию влево
1010010111	100000
+ 110011	Сдвиг на две позиции влево
100011110111	000000

Деление для компьютера является трудной операцией. Обычно оно реализуется путем многократного прибавления к делимому дополнительного кода делителя.

Представление вещественных чисел

Обработка очень больших и очень маленьких чисел производится в экспоненциальной форме. В этом случае положение запятой в записи числа может изменяться. Поэтому представление в памяти чисел в экспоненциальной форме называется *представлением с плавающей точкой (запятой)*. Любое число A в экспоненциальной форме представляется в виде:

$$A = m_A \times q^p,$$

где m_A – мантисса числа,

q – основание системы счисления,

p – порядок числа.

Сдвиг мантиссы на один разряд влево увеличивает, а вправо — уменьшает ее вдвое. Чтобы такие сдвиги не влияли на значение числа, необходимо соответственно уменьшить и увеличить порядок на единицу. Сдвиг мантиссы влево допустим только при наличии старшего нулевого разряда. Если же старший разряд равен 1, то это соответствует максимально возможному значению данной мантиссы, которое лежит в диапазоне $2^{-1}M < 1$. Числа с таким представлением мантиссы называют нормализованными, и они чаще всего используются в вычислительных системах. Нормализованная форма отвечает условию:

$$q^{-1} \leq |m_A| < 1$$

Это означает, что мантисса должна быть правильной дробью и иметь после запятой цифру, отличную от нуля.

Процесс нормализации состоит в сдвиге числа на необходимое количество разрядов влево или вправо с соответствующим уменьшением или увеличением порядка.

При сложении чисел с плавающей запятой необходимо сначала выровнять показатели слагаемых, для чего мантисса одного из них сдвигается на число разрядов, равное разности показателей. Умножение сводится к определению произведения мантисс и суммы показателей. Соответствующие операции выполняются над целыми числами, а результат обычно (хотя и не всегда) нормализуется.

В ЭВМ используются различные варианты расположения мантиссы и порядка, а также их знаков. Но слово, как правило, содержит целое число байт. Число в форме с плавающей точкой занимает в памяти компьютера четыре или восемь байт. При записи числа с плавающей точкой выделяются разряды для хранения знака мантиссы, знака порядка, порядка и мантиссы. Разрядность мантиссы влияет на точность, а разрядность порядка — на диапазон представляемых чисел. Любое вещественное число в современных компьютерах представляется в экспоненциальной форме с нормализованной мантиссой. При этом мантисса является правильной двоичной дробью, а порядок — целым числом.

Пример 2. Преобразуйте десятичное число 888,888, записанное в естественной форме, в экспоненциальную форму с нормализованной мантиссой.

$$888,888 = 0,888888 \times 10^3$$

Нормализованная мантисса $m_A = 0,888888$, порядок $P=3$.

Арифметический сопроцессор может работать с вещественными числами в трех форматах: одинарной точности (Single); двойной точности (Double); расширенной точности (Extended). Эти числа занимают в памяти, соответственно, 4, 8 или 10 байт.

Одинарная точность

1 бит	8 бит	23 бита
Зн	Порядок	Мантисса

Двойная точность

1 бит	11 бит	52 бита
Зн	Порядок	Мантисса

Расширенная точность

1 бит	15 бит	64 бита
Зн	Порядок	Мантисса

Величина этого типа занимает в памяти 8 байт. На рисунке показано, как здесь представлены поля мантиссы и порядка (нумерация битов осуществляется справа налево).

Можно заметить, что старший бит, отведенный под мантиссу, имеет номер 51, т.е. мантисса занимает младшие 52 бита. Черта указывает здесь на положение двоичной запятой. Перед запятой должен стоять бит целой части мантиссы, но поскольку она всегда равна 1, здесь данный бит не требуется и соответствующий разряд отсутствует в памяти (но он подразумевается). Значение порядка хранится здесь не как целое число, представленное в дополнительном коде.

Для упрощения вычислений и сравнения действительных чисел значение порядка в ЭВМ хранится в виде смещенного числа, т.е. к настоящему значению порядка перед записью его в память прибавляется смещение. Смещение выбирается так, чтобы минимальному значению порядка соответствовал нуль.

Например, для типа Double порядок занимает 11 бит и имеет диапазон от 2^{-1023} до 2^{1023} , поэтому смещение равно $1023(10) = 1111111111(2)$. Наконец, бит с номером 63 указывает на знак числа.

Таким образом, из вышесказанного вытекает следующий алгоритм для получения представления действительного числа в памяти ЭВМ:

- перевести модуль данного числа в двоичную систему счисления;
- нормализовать двоичное число, т.е. записать в виде $M \times 2^p$, где M — мантисса (ее целая часть равна 1(2)) и p — порядок, записанный в десятичной системе счисления;
- прибавить к порядку смещение и перевести смещенный порядок в двоичную систему счисления;
- учитывая знак заданного числа (0 — положительное; 1 — отрицательное), выпisać его представление в памяти ЭВМ.

Пример 3. Запишем код числа -312,3125.

Двоичная запись модуля этого числа имеет вид 100111000,0101.

Имеем $100111000,0101 = 1,001110000101 \times 2^8$.

Получаем смещенный порядок $8 + 1023 = 1031$. Далее имеем $1031(10) = 100000000111(2)$.

Окончательно,

[illegible]

Очевидно, что более компактно полученный код стоит записать следующим образом: C073850000000000(16).

Другой пример иллюстрирует обратный переход от кода действительного числа к самому числу.

[illegible]

Переводом в десятичную систему счисления получаем 0,88671875.

6. Обоснуйте необходимость индикаторов переполнения и переноса.
7. Сформулируйте правила, определяющие правильность выполнения операции сложения в разных числовых системах ЭВМ (со знаком и без знака).

Задачи:

Вариант 1

1. Запишите числа в прямом коде (формат 1 байт): а) 31; б) -63.
2. Запишите числа в обратном и дополнительном кодах (формат 1 байт): а) -9; б) -128.
3. Найдите десятичные представления чисел, записанных в дополнительном коде: а) 1 1111000; б) 1 0011011.
4. Найдите десятичные представления чисел, записанных в обратном коде: а) 1 1101000; б) 1 0011111.
5. Выполните вычитания чисел путем сложения их обратных (дополнительных) кодов в формате 1 байт. Укажите, в каких случаях имеет место переполнение разрядной сетки: а) 9 - 2; б) 2 - 9; в) -5 - 7.
6. 1) Записать код действительного числа, интерпретируя его как величину типа Double, результат закодировать в шестнадцатеричной системе счисления:
а) 885,546875; б) -319,375.
- 2) Дан код величины типа Double, записанный шестнадцатеричными цифрами. Преобразовать его в число:
а) C089E14000000000; б) 4085DC6000000000.

Результат проверить с помощью онлайн преобразователя для IEEE 754 чисел с двойной точностью.

Вариант 2

1. Запишите числа в прямом коде (формат 1 байт): а) 65; б) -128.
2. Запишите числа в обратном и дополнительном кодах (формат 1 байт): а) -27; б) 100.
3. Найдите десятичные представления чисел, записанных в дополнительном коде: а) 1 1101001; б) 1 0000000.
4. Найдите десятичные представления чисел, записанных в обратном коде: а) 1 0101011; б) 1 0000000.
5. Выполните вычитания чисел путем сложения их обратных (дополнительных) кодов в формате 1 байт. Укажите, в каких случаях имеет место переполнение разрядной сетки: а) -20 - 10; б) 50 - 25; в) 127 - 1.
6. 1) Записать код действительного числа, интерпретируя его как величину типа Double, результат закодировать в шестнадцатеричной системе счисления:
а) -888,5; б) -919,15625.
- 2) Дан код величины типа Double, записанный шестнадцатеричными цифрами. Преобразовать его в число:
а) 4087514000000000; б) 407DE60000000000.

Результат проверить с помощью онлайн преобразователя для IEEE 754 чисел с двойной точностью .

Вариант 3

1. Запишите числа в прямом коде (формат 1 байт): а) 21; б) -28.
2. Запишите числа в обратном и дополнительном кодах (формат 1 байт): а) -45; б) 54.
3. Найдите десятичные представления чисел, записанных в дополнительном коде: а) 1 1111001; б) 1 0111011.
4. Найдите десятичные представления чисел, записанных в обратном коде: а) 1 1101011; б) 1 0011001.
5. Выполните вычитания чисел путем сложения их обратных (дополнительных) кодов в формате 1 байт. Укажите, в каких случаях имеет место переполнение разрядной сетки: ж) -120 - 15; з) -126 - 1; и) -127 - 1.

6. 1) Записать код действительного числа, интерпретируя его как величину типа Double, результат закодировать в шестнадцатеричной системе счисления:

а) -849,375; б) -567,375.

2) Дан код величины типа Double, записанный шестнадцатеричными цифрами. Преобразовать его в число:

а) C07CB28000000000; б) 4089C14000000000.

Результат проверить с помощью онлайн преобразователя для IEEE 754 чисел с двойной точностью.

Сохраните полученные результаты выполнения заданий в своей папке.

Сдайте отчет о проделанной работе преподавателю.

Лабораторная работа 6.

Представление символьной информации в ЭВМ

Цель: научиться оперировать с основными единицами измерения информации; узнать различные виды и формы представления и передачи информации, а также единицы измерения, которые при этом используются.

Организационная форма занятия: лабораторная работа.

Методические рекомендации

В отличие от обычной словесной формы, принятой в письменном виде, символьная информация хранится и обрабатывается в памяти ЭВМ в форме цифрового кода. Например, можно обозначить каждую букву числами, соответствующими ее порядковому номеру в алфавите: А – 01, Б – 02, В – 03, Г – 04, ... , Э – 30, Ю – 31, Я – 32. Точно так же можно договориться обозначать точку числом 33, запятую – 34 и т.д. Так как в устройствах автоматической обработки информации используются двоичные коды, то обозначения букв надо перевести в двоичную систему. Тогда буквы будут обозначаться следующим образом: А – 000001, Б – 000010, В – 000011, Г – 000100, ... , Э – 011110, Ю – 011111, Я – 100000. При таком кодировании любое слово можно представить в виде последовательности кодовых групп, составленных из 0 и 1. Например, слово ЭВМ выглядит так: 011110 000011 001110.

При преобразовании символов в цифровой код между множествами символов и кодов должно иметь место взаимнооднозначное соответствие, т.е. разным символам должны быть назначены разные цифровые коды, и наоборот. Это условие является единственным необходимым требованием при построении схемы преобразования символов в числа. Однако существует ряд практических соглашений, принимаемых при построении схемы преобразования исходя из соображений наглядности, эффективности, стандартизации. Например, какое бы число ни назначили коду для знака 0 (не следует путать с числом 0), знаку 1 удобно назначить число, на единицу большее, чем код 0, и т.д. до знака 9. Аналогичная ситуация возникает и при кодировке букв алфавита: код для Б на единицу больше кода для А, а код для В на единицу больше кода для Б и т.д. Таким образом, из соображений наглядности и легкости запоминания целесообразно множества символов, упорядоченных по какому-либо признаку, кодировать также с помощью упорядоченной последовательности чисел.

Следовательно, символьная (алфавитно-цифровая) информация хранится и обрабатывается в ЭВМ в форме цифрового кода, т.е. каждому символу ставится в соответствие отдельное бинарное слово-код. Присвоение символу определенного числового кода – это вопрос соглашения. При выборе метода кодирования руководствуются объемом и способами обработки символьной информации. Так как многие типы информации содержат в значительном объеме цифровую информацию, то применяются две системы кодирования: символьной информации и десятичных чисел.

Необходимый набор символов, предусмотренный в конкретной ЭВМ, обычно включает:

- буквенно-цифровые знаки алфавита (алфавитов);
- специальные знаки (пробел, скобки, знаки препинания и др.);

- знаки операций.

Кроме того, в состав набора входят управляющие символы, соответствующие определенным функциям.

В качестве международного стандарта принята кодировка ASCII (American Standard Code for Information Interchange). ASCII – это 7-разрядный код, обеспечивающий 128 различных битовых комбинаций. Стандартный знакогенератор современного ПК IBM PC имеет 8-битную кодировку символов, состоящую из двух таблиц кодирования: *базовой* и *расширенной*. Базовая таблица построена по стандарту ASCII и одинакова для всех IBM-совместимых компьютеров. Расширенная относится к символам с номерами от 128 до 255 и может отличаться на компьютерах разного типа.

Первые 32 кода *базовой таблицы*, начиная с нулевого, отданы производителям аппаратных средств и относятся не к символам, а к функциональным клавишам. В этой области размещаются так называемые управляющие коды, которым не соответствуют никакие символы языков, и соответственно эти коды не выводятся ни на экран, ни на устройства печати, но они могут управлять тем, как производится вывод прочих данных.

Начиная с кода 32 по код 127 размещены коды символов английского алфавита, знаков препинания, цифр, арифметических действий и некоторых вспомогательных символов (#32 – пробел).

sp	!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	

Рисунок1. Международная кодировка ASCII для кодов от 1...127.

В *расширенной* таблице стандартной кодировки фирмы IBM три смежные колонки (коды от 176...223) занимают символы псевдографики, колонки с кодами от 128 до 175 и от 224 до 239 используются для размещения некоторых символов национальных алфавитов различных европейских языков, а последняя колонка (коды 240...255) – для размещения специальных знаков. С учетом этого расположения символов разрабатывается подавляющее большинство программ зарубежного производства.

Следовательно, национальные стандарты кодировочных таблиц в рамках ASCII включают международную часть кодовой таблицы без изменений, а во второй половине содержат символы псевдографики, коды национальных алфавитов и некоторые математические знаки. К сожалению, в настоящее время существуют различные кодировки кириллицы, что вызывает дополнительные трудности при работе с русскоязычными документами.

Хронологически одним из первых стандартов кодирования русских букв на компьютерах был **КОИ8** ("Код обмена информацией, 8-битный"). Эта кодировка применялась еще в 70-ые годы на компьютерах серии ЕС ЭВМ, а с середины 80-х стала использоваться в первых русифицированных версиях операционной системы UNIX. Сегодня кодировка КОИ8 имеет широкое распространение в компьютерных сетях на территории России и в некоторых службах российского сектора Интернета. В частности, в России она де-факто является стандартной в сообщения электронной почты и телеконференций.

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
†	°	Ы	£	§	•	¶	Ы	©	©	™	Á	á	ê	à	è
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
Ё	±	≤	≥	э	μ	г	ó	Ю	ю	Я	я	É	é	й	ò
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
Э	Ю	¬	√	f	≈	Δ	«	»	...	nbsp	Ó	ó	Й	й	Я
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
–	—	“	”	‘	’	÷	„	ÿ	Ы	ý	ý	№	Ё	ё	я
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

Рисунок 5. Кодировка Mac.

Кроме того, Международная организация по стандартизации (International Standards Organization, ISO) утвердила в качестве стандарта для русского языка еще одну кодировку под названием **ISO 8859-5**.

І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	І
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	І
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
nbsp	Ё	Ъ	Ѓ	Є	Ѕ	І	Ї	Ј	Љ	Њ	Ћ	Ќ	shy	Ў	Џ
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
№	ё	ђ	ѓ	є	ѕ	і	ї	ј	љ	њ	ћ	ќ	ѕ	ў	џ
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

Рисунок 6. Кодировка ISO 8859-5.

В конце 90-ых годов появился новый международный стандарт **Unicode**, который отводит под один символ не один байт, а два, и поэтому с его помощью можно закодировать не 256, а 65536 различных символов. Полная спецификация стандарта Unicode включает в себя все существующие, вымершие и искусственно созданные алфавиты мира, а также множество математических, музыкальных, химических и прочих символов.

В отличие от *символьной* для *десятичной* цифровой информации при байтовой организации в целях экономии памяти и удобства обработки используют специальные форматы кодирования десятичных чисел – *зонный* и *упакованный*. В этом случае используется код BCD (Binary-Coded Decimal) – двоично-десятичный код для представления чисел, при котором каждая десятичная цифра записывается своим четырехбитовым двоичным эквивалентом. Десятичные числа рассматриваются как десятичные со знаком, имеющие переменную длину.

В *упакованном формате* для каждой десятичной цифры отводится по 4 двоичный разряда (полбайта), при этом знак числа кодируется в крайнем правом полубайте числа (1100 – знак «+», 1101 – знак «-»).

Структура поля упакованного формата (цф – цифра, зн – знак числа):

цф	цф	цф	цф	...	цф	зн
байт		байт			байт	

Упакованный формат применяется обычно в ЭВМ при выполнении арифметических операций сложения, вычитания, умножения, деления и сравнения.

В зонном формате для каждой десятичной цифры отводится по целому байту, при этом старшие полубайты (зона) каждого байта (кроме самого младшего) заполняются кодом 1111, а в младших (левых) полубайтах обычным образом кодируются десятичные цифры. Старший полубайт (зона) самого младшего (правого) байта используется для кодирования знака числа.

Структура поля зонного формата:

зона	цф	зона	цф	...	зона	цф	знак	цф
байт		байт			байт			

Пример 1. Представьте в форме шестнадцатеричного кода слово «ЭВМ» в кодировках КОИ8-Р, Windows, MS-DOS, Macintosh и ISO. Воспользуйтесь компьютерным калькулятором для перевода чисел из десятичной в шестнадцатеричную систему счисления.

Последовательности десятичных кодов слова «ЭВМ» в различных кодировках составляем на основе кодировочных таблиц:

КОИ8-Р: 252 247 237

CP1251: 221 194 204

CP866: 157 130 140

Mac: 157 130 140

ISO: 205 178 188

Переводим с помощью калькулятора последовательности кодов из десятичной системы в шестнадцатеричную:

КОИ8-Р: FC F7 ED

CP1251: DD C2 CC

CP866: 9D 82 8C

Mac: 9D 82 8C

ISO: CD B2 BC

Для преобразования русскоязычных текстовых документов из одной кодировки в другую используются специальные программы-конверторы. Одной из таких программ является текстовый редактор Hieroglyph, который позволяет осуществлять перевод набранного текста из одной кодировки в другую и даже использовать различные кодировки в одном тексте.

Пример 2. Число $-283_{10} = -0010\ 1000\ 0011_{2-10}$ в ЭВМ будет представлено (перевод в двоично-десятичную систему счисления выполняется путем прямой замены каждого символа десятичного числа четверкой двоичных цифр):

В упакованном формате	0010	1000	0011	1101
-----------------------	------	------	------	------

В зонном формате	1111	0010	1111	1000	1101	0011
------------------	------	------	------	------	------	------

Задания для работы на занятии

Выполните задания и сохраните результаты проделанной работы в своей папке.

1. Закодируйте с помощью копировочной таблицы ASCII следующие тексты: Norton Commander.

2. Декодируйте с помощью кодировочной таблицы ASCII следующие тексты, представленные в шестнадцатеричной системе счисления:

49 20 6C 6F 76 65 20 79 6F 75;

3. Перейдите от двоичного кода к шестнадцатеричному и декодируйте следующий текст:

01010101 01110000 00100000 00100110 00100000 01000100 01101111 01110111 01101110;

4. Перейдите от десятичного кода к шестнадцатеричному и декодируйте следующие тексты:

080 097 105 110 116 098 114 117 115 104.

5. Во сколько раз уменьшится информационный объем страницы текста при его преобразовании из кодировки Unicode (таблица кодировки содержит 65536 символов) в кодировку Windows CP1251 (таблица кодировки содержит 256 символов)?

6. Представьте число -3561 в зонном и упакованном форматах.

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

Контрольные вопросы:

1. Как представляются символьные данные в ЭВМ?
2. Какие системы кодировки символьной информации Вы знаете? Охарактеризуйте их.
3. Опишите зонный и упакованный формат представления десятичной информации в ЭВМ.

Задачи:

Вариант 1

1. Закодируйте с помощью копировочной таблицы ASCII следующие тексты: Windows
2. Декодируйте с помощью кодировочной таблицы ASCII следующие тексты, представленные в шестнадцатеричной системе счисления:
54 6F 72 6E 61 64 6F;
3. Перейдите от двоичного кода к шестнадцатеричному и декодируйте следующий текст:
01001001 01000010 01001101;
4. Перейдите от десятичного кода к шестнадцатеричному и декодируйте следующие тексты:
087 111 114 100;

5. Как будет выглядеть слово «диск», записанное в кодировке CP1251.

Вариант 2

1. Закодируйте с помощью копировочной таблицы ASCII следующие тексты: Password.
2. Декодируйте с помощью кодировочной таблицы ASCII следующие тексты, представленные в шестнадцатеричной системе счисления:
32 2A 78 2B 79 3D 30.
3. Перейдите от двоичного кода к шестнадцатеричному и декодируйте следующий текст:
01000101 01101110 01110100 01100101 01110010.
4. Перейдите от десятичного кода к шестнадцатеричному и декодируйте следующие тексты:
068 079 083;

5. Представьте в форме шестнадцатеричного кода слово «БИС» во всех пяти кодировках.

6. Как будет выглядеть слово «диск», записанное в кодировке CP1251.

Сдайте отчет преподавателю.

Сохраните полученные результаты выполнения заданий в своей папке.

Сдайте отчет о проделанной работе преподавателю.

Лабораторная работа 7.

Кодирование графической и звуковой информации в ЭВМ

Цель: научиться находить объем видеопамати; определять разрешающую способность экрана и установку графического режима.

Методические рекомендации

Основные типы задач:

- Нахождение объема видеопамати.

- Определение разрешающей способности экрана и установка графического режима.
- Кодировка цвета и изображения.

В задачах такого типа используются понятия:

- *объем видеопамати,*
- *графический режим,*
- *глубина цвета,*
- *разрешающая способность экрана,*
- *палитра.*

Во всех подобных задачах требуется найти ту или иную величину.

Видеопамать - это специальная оперативная память, в которой формируется графическое изображение. Иными словами для получения на экране монитора картинки её надо где-то хранить. Для этого и существует видеопамать. Чаще всего ее величина от 512 Кб до 4 Мб для самых лучших ПК при реализации 16,7 млн. цветов.

Объем видеопамати рассчитывается по формуле: $V=I \times X \times Y$, где I – глубина цвета отдельной точки, X , Y –размеры экрана по горизонтали и по вертикали (произведение x на y – разрешающая способность экрана).

Экран дисплея может работать в двух основных режимах: *текстовом* и *графическом*.

В *графическом режиме* экран разделяется на отдельные светящиеся точки, количество которых зависит от типа дисплея, например, 640 по горизонтали и 480 по вертикали. Светящиеся точки на экране обычно называют пикселями, их цвет и яркость может меняться. Именно в графическом режиме появляются на экране компьютера все сложные графические изображения, создаваемыми специальными программами, которые управляют параметрами каждого пикселя экрана. Графические режимы характеризуются такими показателями как:

- *разрешающая способность* (количество точек, с помощью которых на экране воспроизводится изображение) - типичные в настоящее время уровни разрешения 800*600 точек или 1024*768 точек. Однако для мониторов с большой диагональю может использоваться разрешение 1152*864 точки.

- *глубина цвета* (количество бит, используемых для кодирования цвета точки), например, 8, 16, 24, 32 бита. Каждый цвет можно рассматривать как возможное состояние точки, Тогда количество цветов, отображаемых на экране монитора может быть вычислено по формуле $K=2^I$, где K – количество цветов, I – глубина цвета или битовая глубина.

Кроме перечисленных выше знаний учащийся должен иметь представление о палитре:

- *палитра* (количество цветов, которые используются для воспроизведения изображения), например 4 цвета, 16 цветов, 256 цветов, 256 оттенков серого цвета, 2^{16} цветов в режиме называемом High color или 2^{24} , 2^{32} цветов в режиме True color.

Учащийся должен знать также связи между единицами измерения информации, уметь переводить из мелких единиц в более крупные, Кбайты и Мбайты, пользоваться обычным калькулятором и Wise Calculator.

Пример 1. Определить объем памяти для хранения цифрового аудиофайла, время звучания которого составляет две минуты при частоте дискретизации 44,1 кГц и разрешении 16 битов.

Запись условия Т=2 мин I= 16 бит Н= 44,1 кГц Моно- ×1 V=?	Решение $V= T \times I \times H \times 2$ $V=2 \times 60 \times 16 \times 44,1 \times 1 =$ $(120 \times 16 \times 44\ 010) \text{ бит} = 84672000 \text{ бит}/8 = 10584000 \text{ байт}/1024 = 10335,9375$ $\text{Кбайт}/1024 = 10,09 \text{ Мбайт}$
---	---

Пример 2. В распоряжении пользователя имеется память объемом 2,6 Мб. Необходимо записать цифровой аудиофайл с длительностью звучания 1 минута. Какой должна быть частота дискретизации и разрядность?

Запись условия V=2,6 Мб T=1 мин Моно- ×1 I= ? N= ?	Решение $V = T \times I \times N \times 1; I \times N = V / T$ $I \times N = 2,6 \text{ Мб} / 1 \text{ мин.} = 2,6 \times 1024 \times 1024 \times 8 \text{ бит} / 60 \text{ сек} = 21810380,8 / 60 = 363506,237$ $363506,237 / 8 = 45438,3$ $363506,237 / 16 = 22719,15$ Ответ. Если I=8 ,бит, то N=44,1 кГц. Если I=16 бит, то N=22,05 кГц.
--	---

Задания для работы на занятии

Выполните задания и сохраните результаты проделанной работы в своей папке.

1. Определить объем памяти для хранения цифрового аудиофайла, время звучания которого составляет две минуты при частоте дискретизации 44,1 кГц и разрешении 16 битов.
2. В распоряжении пользователя имеется память объемом 2,6 Мб. Необходимо записать цифровой аудиофайл с длительностью звучания 1 минута. Какой должна быть частота дискретизации и разрядность?
3. Объем свободной памяти на диске — 5,25 Мб, разрядность звуковой платы — 16. Какова длительность звучания цифрового аудиофайла, записанного с частотой дискретизации 22,05 кГц?
4. Одна минута записи цифрового аудиофайла занимает на диске 1,3 Мб, разрядность звуковой платы - 8. С какой частотой дискретизации записан звук?

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

Контрольные вопросы:

1. Перечислите типы задач кодирования графической и звуковой информации?
2. Что такое видеопамять и объем видеопамяти ПК?
3. назовите режимы работы дисплея?
4. Что такое разрешающая способность?
5. Что такое глубина цвета и палитра?

Задачи:

1. Какой объем памяти требуется для хранения цифрового аудиофайла с записью звука высокого качества при условии, что время звучания составляет 3 минуты?
2. Цифровой аудиофайл содержит запись звука низкого качества (звук мрачный и приглушенный). Какова длительность звучания файла, если его объем составляет 650 Кб?
3. Две минуты записи цифрового аудиофайла занимают на диске 5,05 Мб. Частота дискретизации — 22 050 Гц. Какова разрядность аудиоадаптера?
4. Объем свободной памяти на диске — 0,1 Гб, разрядность звуковой платы — 16. Какова длительность звучания цифрового аудиофайла, записанного с частотой дискретизации 44 100 Гц?

Сохраните полученные результаты выполнения заданий в своей папке.

Сдайте отчет о проделанной работе преподавателю.

Лабораторная работа 8. Меры сложности алгоритма

Цель: научиться находить меры сложности алгоритм.

Методические рекомендации

1. Изучить теоретическое введение
2. Решить самостоятельно задачи.
3. Ответить на вопросы.
4. Оформить отчёт. Сдать преподавателю.

1. Теоретическое введение

Отыскание функции сложности производится на основе анализа текста алгоритма. Для определенности будем считать, что алгоритм записан на универсальном языке программирования типа Паскаля и содержит явно записанные арифметические операции, операции сравнения и пересылки скалярных данных, управляющие конструкции циклов и выбора. Если встречаются вызовы процедур, то вызов не рассматривается как одна операция: вызов вносит вклад в общую сумму на основе подсчета количества операций в вызываемой процедуре, плюс собственно оператор вызова (с единичной сложностью). Анализ сложности рекурсивных алгоритмов имеет свои особенности (рассматриваться не будет).

С целью анализа алгоритм (программу) удобно представлять управляющим графом (родственное понятие - схема алгоритма).

Управляющий граф строится следующим образом. Каждому оператору присваивания или вызову процедуры ставится в соответствие вершина графа (точка). Два последовательно записанных оператора (последовательно исполняемых) изображаются вершинами, соединенными стрелкой, указывающей порядок исполнения (рис. 1).

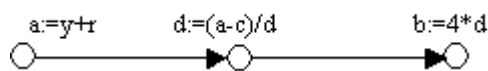


Рис.1. Граф линейного участка

Последовательность из нескольких операторов присваивания или вызовов процедур изображается цепью и называется **линейным участком**. Условный оператор изображается вершиной, соответствующей вычислению условия, и двумя выходящими дугами с приписанными им вариантами **then, else** (рисунок 2).

if $a < b$ **then** $x := a$
else $x := b$;

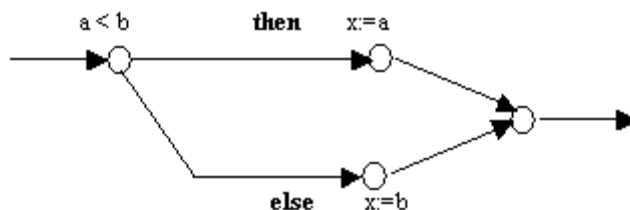


Рис.2. Граф условного оператора

Если после **then** записан составной оператор (линейный участок), то в управляющем графе ему соответствует цепь. Условный оператор задает разветвление в управляющем графе, заканчивающееся пустой вершиной (без операций), помеченной точкой с запятой. Если в операторе часть **else** отсутствует, то нижняя ветка включает пустую вершину. Подобный фрагмент в управляющем графе порождает оператор выбора **case**, но только разветвление может быть на большее число ветвей и выходящие дуги помечаются соответствующими константами (рис.3).

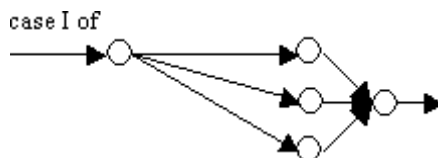


Рис.3. Граф оператора разветвления

Операторы цикла (рисунок 4) изображаются в управляющем графе замкнутой последовательностью вершин (циклом).

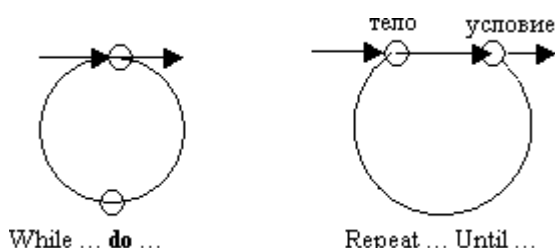


Рис.4. Графы операторов цикла

Кроме этого в управляющем графе вводится одна начальная вершина и одна или несколько заключительных вершин. Каждой вершине графа припишем число - количество операций, которые необходимо выполнить для выполнения оператора программы, связанного с этой вершиной. Это число назовем **весом вершины**. Вес пустой, начальной и заключительных вершин равен нулю. Если из вершины выходит две или более дуги, то каждой из них припишем условие, при выполнении которого вычислительный процесс пойдет в этом направлении. Эти условия будем называть **пометками дуг**. Таким образом, управляющий граф программы представляет собой направленный взвешенный граф.

Построение функции сложности по управляющему графу.

Рассмотрим **возможные варианты**.

- Управляющий граф представляет собой **линейный участок**. Сложность равна сумме весов вершин, принадлежащих линейному участку, и является константой, если на участке нет вершин - вызовов процедур. Если такие вершины есть, то их вес равен функциям сложности соответствующих процедур.
- Управляющий граф содержит **разветвления, но не содержит циклов**. Это означает, что вычислительный процесс в зависимости от исходных данных может направиться по одной из конечного числа ветвей, начинающихся в начальной вершине и заканчивающихся в одной из конечных вершин. Расчет функции сложности зависит от того, рассматривается худший случай или средний случай.
- Управляющий граф содержит **цикл, порожденный оператором for**. Если выражения, определяющие начальное и конечное значения параметра цикла суть константы, то нетрудно подсчитать, сколько раз будет выполняться тело цикла и умножить на этот коэффициент вес тела цикла. Если выражения зависят от исходных данных, то можно оценить значение разности этих выражений в худшем или среднем случаях.

- Управляющий граф содержит **цикл, порожденный операторами while или repeat**. Циклы **while** и **repeat** могут вызвать больше затруднений при анализе, чем оператор **for**, так как количество исполнений тела цикла зависит от истинности или ложности условия, а переменные, входящие в состав условия изменяются в теле цикла, причем оценить величину и направленность этого изменения достаточно сложно.

2. Самостоятельно решить следующие задачи.

Управляющий граф содержит линейный участок

1. Представить алгоритм вычисления значения x в выражении $3x + 2y + b - 4c = 0$ ($b=1, c=2b, y=b+c$) управляющим графом линейной структуры. Определить вес каждой вершины (*вес вершины в данном случае определим как количество арифметических операций, выполняемых в данной вершине*), а затем сложность всего алгоритма (процедуры) (вес всего линейного участка).
2. Управляющий граф (рис. 1) содержит 3 вершины с весом $\{1, 4, 3\}$, причем вершина 3 соответствует вызову процедуры, имеющей сложность $3V + 2$. Определить функцию сложности данного алгоритма.

Управляющий граф содержит разветвления

Для худшего случая нужно вычислить вес каждой ветви как сумму весов входящих в нее вершин, после чего найти максимальный из весов ветвей. Это и будет сложностью процедуры.

1. Управляющий граф содержит 10 вершин с весом $\{3, 5, 1, 4, 3, 4, 6, 8, 5, 3\}$. Вершина 3 (вес равен 1) соответствует вычислению условия в операторе **if**; вершины 4, 5, 6 входят в часть **then**, вершины 7, 8 входят в часть **else**. Построить данный управляющий граф и определить сложность алгоритма.

2. Тот же граф, что и в задании 1, но вершина 8 соответствует вызову процедуры, имеющей сложность $2V + 1$. Определить сложность алгоритма в этом случае.

Для среднего случая, кроме веса ветвей, нужно оценить еще и частоты ветвей. Под **частотой ветви** понимается отношение числа выполнений программы, при которых исполнялись операторы, принадлежащие данной ветви, к общему числу выполнений программы. Тогда сложность программы будет вычисляться как сумма произведений весов ветвей на их частоты. Если все комбинации исходных данных программы равновероятны, то частоты ветвей можно оценить следующим образом.

Пусть управляющий граф содержит разветвления с условиями $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$, причем проверка условия C_1 производится всегда первой по ходу выполнения программы. Следовательно, условие C_1 разбивает все ветви на две группы: для ветвей первой группы это условие истинно, а для ветвей второй группы - ложно. Условие C_2 разбивает группу ветвей с истинным условием C_1 на две группы, удовлетворяющие условиям C_1 **and** C_2 и C_1 **and not** C_2 . Условие C_3 порождает группы ветвей, удовлетворяющих условиям **not** C_1 **and** C_3 и **not** C_1 **and not** C_3 и т. д.

Множество **D** комбинаций исходных данных также делится на две части **D1** и **D2** и это деление порождается условием C_1 даже, если сами исходные данные не входят в формулировку условия, а входят только константы и промежуточные переменные. В свою очередь, **D1** делится на подмножества **D2** и **D3** в соответствии с условием C_2 и так далее.

На рисунке 5 изображены примеры управляющего графа программы и разбиений областей **D**. Три условных оператора изображены черными вершинами, область **D** делится сначала сплошной линией на подобласти **D1** и **D2**, а затем каждая из них делится пунктирными линиями на подобласти **D3**, **D4** и **D5**, **D6**.

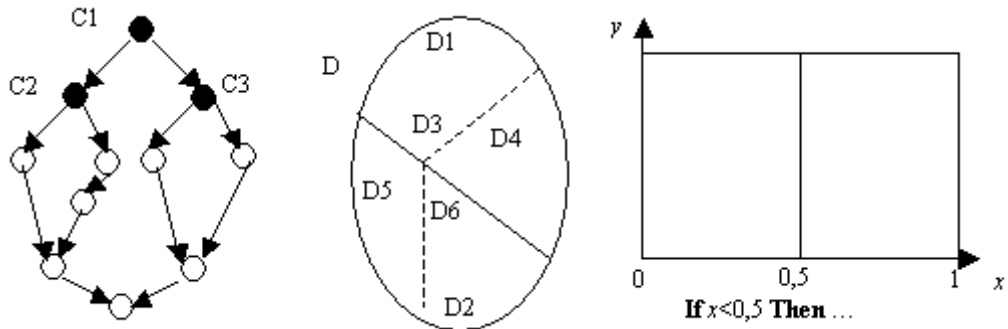


Рис.5. Управляющий граф и разбиение области данных

Каждая подобласть, не разделенная на более мелкие части, соответствует одной ветви в управляющем графе. Обозначим все такие области $\mathbf{d}_i$. Тогда, считая все комбинации исходных данных равновероятными, можем оценить частоту исполнения i -й ветви как отношение мощности множества $\mathbf{d}_i$ к мощности множества **D**, $p_i = |\mathbf{d}_i|/|\mathbf{D}|$. Если i -я ветвь имеет вес l_i то сложность программы можно оценить величиной

$$t_{cp} = \sum_{i=1}^k \frac{d_i}{D} l_i$$

где **k** - количество ветвей.

3. Тот же граф, что и в задании 1. Условие в операторе **if** имеет вид $(x < 0,5)$, где **x** - входная переменная, значения которой принадлежат интервалу **[0,1]**. Если более подробной информации о входной переменной нет, то можно предполагать, что вероятность получить на входе значение $x \in [0, 0,5]$ равна вероятности получить $x \in [0,5, 1]$ и, значит та и другая вероятности равны 0,5. Исходя из этих рассуждений, построить данный управляющий граф и определить среднюю сложность алгоритма.
4. Объединение условий заданий 2 и 3. Определить среднюю сложность алгоритма.

Управляющий граф содержит цикл, порожденный оператором for

Если выражения, определяющие начальное и конечное значения параметра цикла - константы, то подсчитываем, сколько раз будет выполняться тело цикла и умножаем на этот коэффициент вес тела цикла. Если выражения зависят от исходных данных, то оцениваем значение разности этих выражений в худшем или среднем случаях.

1. Процедура содержит цикл
for $i := 1$ **to** x **do**
 <тело цикла>,

где **x** - входная переменная, $x \in [1, 100]$. Тело цикла выполняется **x** раз, худший случай реализуется при $x = 100$. Предположить равновероятность различных значений **x** и определить среднее количество выполнений тела цикла.

2. Процедура содержит вложенные циклы:

```

for i := 1 to x do
  for j := i to x do
    <тело цикла>;

```

входная переменная $x \in [1, 5]$. Тело цикла выполняется $x + (x-1) + (x-2) + \dots + 1 = x(x+1)/2$ раз. Верхняя граница сложности = $\max = (x(x+1)/2) = 15$. Среднее значение сложности подсчитать несколько труднее. Снова положим, что все 5 возможных значений x равновероятны. Тогда среднее значение сложности равно:

$$\sum_{x=1}^5 \frac{1}{5} \frac{x(x+1)}{2} = \frac{1}{10} \sum_{x=1}^5 x(x+1) =$$

Проведем анализ итеративного алгоритма. Процедура **MULTIPLY** перемножает две квадратные $n \times n$ матрицы $A = \{a_{ij}\}$ и $B = \{b_{ij}\}$, получая матрицу $C = \{c_{ij}\}$.

procedure MULTIPLY (n: integer; a, b: matrix; **var** c: matrix);

var

i, j, k: integer;

begin

for i := 1 **to** n **do** {Цикл 1.}

for j := 1 **to** n **do** {Цикл 2 и начало тела цикла 1.}

begin

c[i, j] := 0; {Начало тела цикла 2.}

for k := 1 **to** n **do** {Цикл 3.}

c[i, j] := c[i, j] + a[i, k] * b[k, j]; {Тело цикла 3.}

end {Конец тела цикла 2; конец тела цикла 1.}

end

Тип данных **matrix** определен вне процедуры как двумерный массив. Время доступа к элементам массивов и другие скрытые операции учитываться не будут. Прежде всего выберем параметр **V**. Простой анализ текста показывает, что за параметр сложности данных можно взять размер **n** матриц, участвующих в вычислениях. Поскольку процедура представляет собой цикл по переменной **i**, то ее временная сложность

$T_a(n) = n \cdot (\text{сложность тела цикла 1})$.

В свою очередь,

сложность тела цикла 1 = $n \cdot (\text{сложность тела цикла 2})$

и, следовательно,

$T_a(n) = n \cdot (n \cdot (\text{сложность тела цикла 2}))$.

Тело цикла 2 состоит из одного оператора присваивания и цикла 3. Таким образом,

$T_a(n) = n \cdot (n \cdot (1 + n \cdot (\text{сложность тела цикла 3})))$.

Тело внутреннего цикла включает умножение, сложение и присваивание (3 операции).

Окончательно получаем

$T_a(n) = n \cdot (n \cdot (1 + n \cdot 3)) = 3n^3 + n^2$

Здесь управляющий граф не строили, так как структура текста процедуры достаточно прозрачна. Результат является одновременно и верхней границей и средней оценкой в силу того, что размер матриц однозначно определяет объем работы.

Следует отметить также, что фактически был проведен рекурсивный процесс оценки функции сложности.

Управляющий граф содержит цикл, порожденный операторами while или repeat

Циклы **while** и **repeat** анализировать сложнее, чем оператор **for**, так как количество исполнений тела цикла зависит от истинности или ложности условия и, может быть, достаточно сложных изменений в теле цикла значений переменных, входящих в состав условия.

Рассмотрим в качестве примера вычисление $z = \sqrt[p]{x}$ методом Ньютона (имеется в виду вычисление вещественного значения корня). Задача сводится к нахождению корня уравнения $x^{(1/p)} - z = 0$, который, в свою очередь, отыскивается с помощью итерационного процесса

$$z_{n+1} = \frac{p-1}{p} z_n + \frac{x}{p z_n^{p-1}}$$

начинающегося некоторым начальным значением z_0 , выбираемым возможно наиболее близким к корню. Окончание процесса происходит, когда корень оказывается найденным с заданной точностью ε с помощью, например, следующей функции.

```
function P_root( p: integer; x, z0, epsilon: real ): real;
var
  i: integer;
  old, z: real;
begin
  z := z0;
  repeat
    old := z;
    y := old;
    for i:= 2 to p - 1 do y:= y*old;
    z := (p - 1)*old/p + x/ (p*y);
  until abs( z - old ) < epsilon;
end;
```

Из теории численных методов известно, что требуемое количество n итераций для достижения заданной точности имеет порядок $n \cong \log_2 \log_2 \varepsilon^{-1}$. Этот процесс сходится (заканчивается) очень быстро: уже при 5 итерациях достигается точность выше 10^{-9} .

В общем случае условие в операторе **while** или в операторе **repeat** делит область комбинаций исходных и промежуточных данных, т.е. область возможных состояний программы на момент начала исполнения оператора цикла на две части: для первой условие выполняется, а для второй - нет. Если начальное состояние принадлежит первой подобласти (для **while**) или второй подобласти (для **repeat**), то с каждым выполнением тела цикла состояние (как точка в пространстве состояний) будет перемещаться по некоторой траектории, зависящей от операций, заданных в теле, до тех пор, пока не пересечет границу области. Именно количество шагов до пересечения границы и определяет сложность этого участка программы

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «сложность алгоритма».
2. Временная, ёмкостная сложность алгоритма.
3. Понятие сложности описания алгоритма
4. Что является мерой сложности алгоритма.
5. Верхние и нижние границы сложности.
6. Классы сложности алгоритмов.
7. Построение функции сложности по управляющему графу (линейный участок, разветвления).
8. Построение функции сложности по управляющему графу (цикл, порожденный оператором for, цикл, порожденный операторами while или repeat).

Сохраните полученные результаты выполнения заданий в своей папке.

Сдайте отчет о проделанной работе преподавателю.

Лабораторная работа 9. Методы моделирования для решения прикладных задач

Цель: научиться использовать методы моделирования для решения прикладных задач с помощью современных программных средств.

Методические рекомендации

По материалам лекций повторить методы и этапы моделирования для решения прикладных задач.

Рассмотрим решение задач.

Задача 1

Определите скорость движения планет по орбите. Для этого составьте компьютерную модель Солнечной системы.

Постановка задачи

Цель моделирования - определить скорость движения планет по орбите.

Объект моделирования - Солнечная система, элементами которой являются планеты. Внутреннее строение планет в расчет не принимается.

Будем рассматривать планеты как элементы, обладающие следующими характеристиками: название; R - удаленность от Солнца (в астрономических единицах; астроном. ед. - среднее расстояние от Земли до Солнца); t - период обращения вокруг Солнца (в годах); V - скорость движения по орбите (астр.ед./год), предполагая, что планеты движутся вокруг Солнца по окружностям с постоянной скоростью.

Разработка модели

Исходные данные: R - расстояние от планеты до Солнца, t - период обращения планеты вокруг Солнца.

Так как планеты движутся вокруг Солнца по окружностям с постоянной скоростью, значение скорости найдем по формуле:

$$y = \frac{S}{t} = \frac{2\pi R}{t} \quad (1)$$

$y = \frac{S}{t} = \frac{2\pi R}{t}$ (1) Данную модель реализуем в табличном процессоре. Диапазон ячеек D3:D11 содержат формулы. Так выглядит таблица в формате отображения формул:

	A	B	C	D
1	Модель солнечной системы			
2	Планета	Расстояние от солнца (астр.ед)	Период обращения вокруг Солнца (год)	Скорость движения по орбите (астр.ед./год)
3	Меркурий	0,387	0,24	=2*ПИ()*B3/C3
4	Венера	0,723	0,62	=2*ПИ()*B4/C4
5	Земля	1,000	1,00	=2*ПИ()*B5/C5
6	Марс	1,524	1,88	=2*ПИ()*B6/C6
7	Юпитер	5,203	11,86	=2*ПИ()*B7/C7
8	Сатурн	9,539	29,46	=2*ПИ()*B8/C8
9	Уран	19,18	84,02	=2*ПИ()*B9/C9
10	Нептун	30,07	164,79	=2*ПИ()*B10/C10
11	Плутон	39,44	247,7	=2*ПИ()*B11/C11

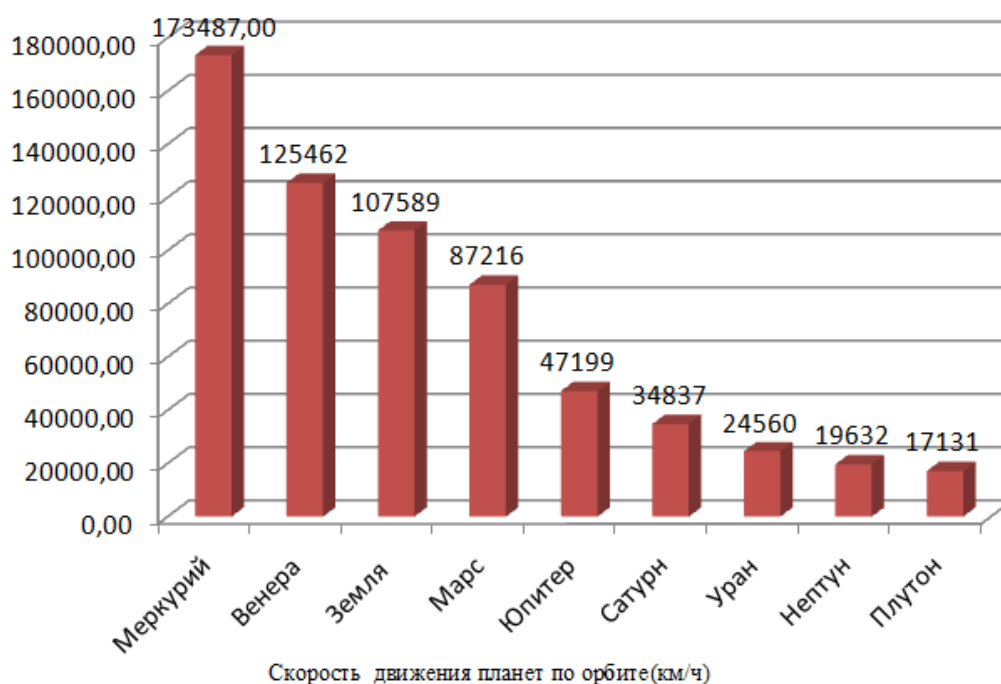
Компьютерный эксперимент

1. Выполните расчеты по формулам.

	A	B	C	D
1	Модель солнечной системы			
2	Планета	Расстояние от солнца (астр.ед)	Период обращения вокруг Солнца (год)	Скорость движения по орбите (астр.ед./год)
3	Меркурий	0,387	0,24	=2*ПИ()*B3/C3
4	Венера	0,723	0,62	=2*ПИ()*B4/C4
5	Земля	1,000	1,00	=2*ПИ()*B5/C5
6	Марс	1,524	1,88	=2*ПИ()*B6/C6
7	Юпитер	5,203	11,86	=2*ПИ()*B7/C7
8	Сатурн	9,539	29,46	=2*ПИ()*B8/C8
9	Уран	19,18	84,02	=2*ПИ()*B9/C9
10	Нептун	30,07	164,79	=2*ПИ()*B10/C10
11	Плутон	39,44	247,7	=2*ПИ()*B11/C11

2. Вычислите скорость движения планет по орбите в км/ч и постройте график в виде столбчатой диаграммы для полученных значений. В данной модели формула (1) будет иметь вид (1 астрономическая единица = 150 млн. км.):

$$V = \frac{2 * 150000000 * \pi R}{24 * 365 * t}$$



Анализ результатов

По результатам проведенного компьютерного эксперимента сделайте вывод:

1. Можно ли утверждать, что планеты, находящиеся ближе к Солнцу имеют большую скорость движения по орбите?
2. Укажите случаи, для которых можно использовать предложенную статическую модель солнечной системы, а для каких необходимо применить динамическую модель, учитывающую временные изменения.

Задача 2

Представьте себе, что на Земле останется только один источник пресной воды - озеро Байкал. На сколько лет Байкал обеспечит население всего мира водой?

Постановка задачи

Цель моделирования - определить количество лет, в течение которых Байкал обеспечит население всего мира водой, исследовать построенную модель.

Объектом моделирования является система, состоящая из двух компонентов: озеро Байкал и население Земли.

Зная количество воды в Байкале, численность населения Земли и потребляемость воды на 1 человека, можно найти на сколько лет ее хватит. При составлении этой модели мы не учитываем возможные изменения климатических условий. Мы также считаем постоянными численность населения Земли и потребляемость воды на 1 чел. в день (объем потребляемой воды зависит от уровня жизни, составляя от 3 до 700 л на одного человека).

Разработка модели

Для построения математической модели определим исходные данные. Обозначим: V - объем озера Байкал 23000 км^3 ; N - население Земли (примем 6 млрд. чел.); p - потребление воды в день на 1 человека (в среднем 300 л); Так как $1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3$ воды, необходимо выполнить перевод V воды озера из км^3 в дм^3 .

$$V(\text{км}^3) = V * 10^9 (\text{м}^3) = V * 10^{12} (\text{дм}^3),$$

Результат – количество лет, за которое население Земли использует воды Байкала, обозначим g . Итак,

$$g = \frac{10^{12} * V}{365 * N * p}$$

На рисунке представлен табличный процессор в режиме отображения формул:

	А	В
1	Задача об использовании вод Байкала	
2	<i>Исходные данные</i>	
3	V(км^3)	
4	N (чел)	
5	p (л)	
6	g (год)	=(B3*1000000000000)/(B4*B5*365)

Компьютерный эксперимент

Введите в компьютерную модель исходные данные.

	А	В
1	Задача об использовании вод Байкала	
2	<i>Исходные данные</i>	
3	V(км^3)	23000
4	N (чел)	6000000000
5	p (л)	300
6	g (год)	35

Построенная модель позволяет прогнозировать время использования вод Байкала с учетом потребляемости воды на 1 человека, изменения численности населения всего мира. Данную модель можно уточнить, учитывая изменения климатических условий.

Анализ результатов

По результатам проведенного компьютерного эксперимента сделайте вывод:

1. Сколько лет можно будет пользоваться водами Байкала, если потребляемость воды увеличится до 400 литров на человека?
2. Сколько лет можно будет пользоваться водами Байкала, если население Земли уменьшится до 5,7 млрд. чел.?

Задача 3

Определите, как будет меняться плотность популяции голубя в течение 5 ближайших лет, если предварительные наблюдения позволили установить, что ее плотность составляет 130 особей/га. За период размножения (у голубя раз в году) из одной кладки яиц в среднем выживает 1,3 детенышей. Смертность голубя постоянна, в среднем за год погибает 27% особей. При увеличении плотности популяции до 300 особей/га и выше смертность составляет 50%.

Постановка задачи

Цель моделирования - исследовать процесс изменения плотности популяции с учетом ее рождаемости и смертности.

Объект моделирования - процесс изменения плотности популяции.

Основные понятия:

Плотность популяции - это число особей, приходящаяся на единицу площади или объема жизненного пространства. Измерением плотности пользуются в тех случаях, когда важнее знать не конкретную величину популяции в тот или иной момент времени, а ее динамику, то есть ход изменений численности во времени.

Рождаемость характеризует способность популяции к увеличению численности за счет размножения особей. Показатель рождаемости - это число новых особей (также яиц, семян), родившихся (вылупившихся, отложенных) в популяции за определенный промежуток времени.

Смертность - это показатель, противоположный рождаемости. Смертность, как и рождаемость, выражается числом особей, погибших за данный период времени, но чаще в виде относительной или удельной величины. Такой величиной может быть процент особей, погибших в единичный отрезок времени.

Разработка модели

Известно начальное значение плотности популяции. Плотность популяции к началу следующего года есть ее плотность к началу данного года плюс рождаемость и минус смертность. Рождаемость зависит от плотности самок и плодовитости. Предположим, что в популяции равное количество самок и самцов, то, зная плотность популяции, можно определить плотность самок (плотность самок равна половине плотности популяции). Плодовитость известна по условию задачи. Число особей, погибших за год - это процент смертности от общей плотности популяции. Смертность популяции зависит так же и от величины плотности популяции.

Исходные данные: плотность популяции P - 130 особей/га; плодовитость - 1,3 детеныша в год.

Остальные показатели рассчитываются следующим образом:

плотность самок $= P/2$;

рождаемость $R = \text{плотность самок} * \text{плодовитость}$;

смертность $S = P * \text{удельная смертность}$, где удельная смертность голубя = 27% в год, если $P < 300$, в противном случае она равна 50%;

Плотность популяции в каждом следующем году рассчитывается по формуле:

$$P_{i+1} = P_i + R_i - S_i.$$

Так должна выглядеть электронная таблица:

	A	B	C	D	E	F
1	Задача о прогнозировании плотности популяции голубя					
2	<i>Исходные данные:</i>					
3	Плотность популяции					
4	Плодовитость					
5						
6	<i>Показатели популяции голубя</i>	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
7	Плотность	=	=	=	=	=
8	Рождаемость	=	=	=	=	=
9	Смертность	=	=	=	=	=

Компьютерный эксперимент

Введите значения исходных данных (плотность популяции - 130 и плодовитость - 1,3) и постройте в одной системе координат графики изменения плотности, рождаемости и смертности популяции голубя за 5 лет.

	A	B	C	D	E	F
1	Задача о прогнозировании плотности популяции голубя					
2	Исходные данные:					
3	Плотность популяции					
4	Плодовитость					
5						
6	Показатели популяции голубя	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
7	Плотность	130	179	248	342	393
8	Рождаемость	85	117	161	222	255
9	Смертность	35	48	67	111	196

Данная модель позволяет исследовать процесс изменения плотности популяции с учетом ее рождаемости и смертности.

Анализ результатов

По результатам проведенного компьютерного эксперимента сделайте вывод: как изменится модель, если число самок составляет 1/3 от общего количества популяции.

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию "модель".
2. Перечислите условия необходимости модели.
3. Дайте определение понятию "система" (приведите примеры).
4. В чём смысл временной классификации моделей.
5. В каких областях могут быть использованы модели.

Задачи:

1. Как определить размер популяции рыбы в озере, используя метод мечения и повторного отлова.

Для измерения обилия популяций испытано много различных методов. К наиболее распространенным относится метод мечения и повторного отлова (для подвижных животных). Этот метод - включает отлов животных, его мечение (без причинения вреда), пойманных животных подсчитывают и выпускают. Через некоторое время животных снова отлавливают и подсчитывают их общее число и отдельно число меченых. Численность популяции оценивают по формуле:

$$O = V_1 * V_2 / M,$$

где O - общая численность популяции,

V₁ - число особей при 1 отлове,

V₂ - число особей при 2 отлове,

M - число меченых животных пойманных при 2 отлове.

Используя данный метод, решите предложенную задачу при следующих значениях исходных данных: V₁=625; V₂=873; M=129. Вы должны получить результат 4230 особей.

Проведите компьютерный эксперимент, осуществите анализ его результатов.

2. Снаряд пущен с Земли с начальной скоростью $v_0 = 30$ м/с под углом $\alpha = 45^\circ$ к ее поверхности; требуется найти траекторию его движения и расстояние S между начальной и конечной точкой этой траектории. Меняя значения исходных данных, определить зависимость дальности полёта от угла и скорости снаряда. Построить графики этих зависимостей. Проведите компьютерный эксперимент, осуществите анализ его результатов.

3. Требуется найти высоту h₀ и радиус r₀ жестяного бака объема V = 30 м³, имеющего форму закрытого кругового цилиндра (сферы, конуса), при которых площадь его поверхности S минимальна (в этом случае на его изготовление пойдет наименьшее количество жести). Построить

графики этих зависимостей. Проведите компьютерный эксперимент, осуществите анализ его результатов.

*Сохраните полученные результаты выполнения заданий в своей папке.
Сдайте отчет о проделанной работе преподавателю.*

Лабораторная работа 10. **Решение задач моделирования и оптимизации**

Цель: научиться использовать методы моделирования для решения задач оптимизации с помощью современных программных средств.

Методические рекомендации

Под моделированием понимается процесс разработки, построения абстракций и умозаключений по аналогии и конструирования научных гипотез относительно природы исследуемого явления. Совокупность абстракций и умозаключений о природе исследуемого объекта называется моделью. Модель представляет собой материальный объект, который в процессе исследования замещает объект-оригинал таким образом, что его непосредственное изучение дает новые знания об объекте-оригинале. Необходимость использования метода моделирования определяется тем обстоятельством, что многие объекты (или проблемы, относящиеся к этим объектам) непосредственно исследовать затруднительно или вовсе невозможно.

Главная особенность моделирования как метода исследования состоит в том, что это метод опосредованного познания посредством объектов-заместителей. Модель служит инструментом познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает интересующий его объект.

В наиболее общем виде моделирование можно представить поэтапно в следующем виде.



Каждый раз при решении конкретной задачи такая схема может подвергаться некоторым изменениям: какой-то блок может быть убран или усовершенствован. Все этапы определяются поставленной задачей и целями моделирования.

I этап. Постановка задачи

Под задачей в самом общем смысле понимается некая проблема, которую надо решить. Главное - определить объект моделирования и понять, что собой должен представлять результат.

По характеру постановки все задачи можно разделить на две основные группы. К первой группе можно отнести задачи, в которых требуется исследовать, как изменяется характеристика объекта при некотором воздействии на него. Такую постановку задачи принято называть "что будет, если...". Вторая группа задач имеет такую обобщенную формулировку: какое надо произвести воздействие на объект, чтобы его параметры удовлетворяли некоторому заданному условию? Такая постановка задачи часто называется "как сделать, чтобы...".

Цели моделирования определяются расчетными параметрами модели. Чаще всего это поиск ответа на вопрос, поставленный в формулировке задачи.

Далее переходят к описанию объекта или процесса. На этой стадии выявляются факторы, от которых зависит поведение модели. При моделировании в электронных таблицах учитывать можно только те параметры, которые имеют количественные характеристики.

Иногда задача может быть уже сформулирована в упрощенном виде, и в ней четко поставлены цели и определены параметры модели, которые надо учесть.

При анализе объекта необходимо ответить на следующий вопрос: можно ли исследуемый объект или процесс рассматривать как единое целое или же это система, состоящая из более простых объектов? Если это единое целое, то можно перейти к построению информационной модели. Если система - надо перейти к анализу объектов, ее составляющих, определить связи между ними.

II этап. Разработка модели

По результатам анализа объекта составляется информационная модель. В ней детально описываются все свойства объекта, их параметры, действия и взаимосвязи.

Далее информационная модель должна быть выражена в одной из знаковых форм. Учитывая, что мы будем работать в среде электронных таблиц, то информационную модель необходимо преобразовать в математическую. На основе информационной и математической моделей составляется компьютерная модель в форме таблиц, в которой выделяются три области данных: исходные данные, промежуточные расчеты, результаты. Исходные данные вводятся "вручную". Расчеты, как промежуточные, так и окончательные, проводятся по формулам, записанным по правилам электронных таблиц.

III этап. Компьютерный эксперимент

Чтобы дать жизнь новым конструкторским разработкам, внедрить новые технические решения в производство или проверить новые идеи, нужен эксперимент. В недалеком прошлом такой эксперимент можно было провести либо в лабораторных условиях на специально создаваемых для него установках, либо на натуре, т.е. на настоящем образце изделия, подвергая его всяческим испытаниям. Это требует больших материальных затрат и времени. В помощь пришли компьютерные исследования моделей. При проведении компьютерного эксперимента проверяют правильность построения моделей. Изучают поведение модели при различных параметрах объекта. Каждый эксперимент сопровождается осмыслением результатов. Если результаты компьютерного эксперимента противоречат смыслу решаемой задачи, то ошибку надо искать в неправильно выбранной модели или в алгоритме и методе ее решения. После выявления и устранения ошибок компьютерный эксперимент повторяется.

IV этап. Анализ результатов моделирования

Заключительный этап моделирования - анализ модели. По полученным расчетным данным проверяется, насколько расчеты отвечают нашему представлению и целям моделирования. На этом этапе определяются рекомендации по совершенствованию принятой модели и, если возможно, объекта или процесса.

Задания для работы на занятии

Выполните задания и сохраните результаты проделанной работы в своей папке.

Задача 1

Машиностроительный завод, реализуя продукцию по договорным ценам, получил определенную выручку, затратив на производство некоторую сумму денег. Определить отношение чистой прибыли к вложенным средствам.

Постановка задачи

Цель моделирования - исследовать процесс производства и реализации продукции с целью получения наибольшей чистой прибыли. Пользуясь экономическими формулами найти отношение чистой прибыли к вложенным средствам.

Чистая прибыль - это прибыль после уплаты налога. При расчете налога на прибыль необходимо учитывать его зависимость от уровня рентабельности. Примем, если уровень рентабельности не превышает 50%, то с прибыли предприятия взимается налог в 32%. Если же уровень рентабельности превышает 50%, то с соответствующей суммы прибыли налог взимается в размере 75%.

Объектом моделирования является процесс производства и реализации некоторой продукции.

Разработка модели

Основными параметрами объекта моделирования являются: выручка, себестоимость, прибыль, рентабельность, налог с прибыли.

Исходные данные: выручка B ; затраты (себестоимость) S .

Другие параметры найдем, используя основные экономические зависимости. Значение прибыли определяется как разность между выручкой и себестоимостью $P=B-S$.

Рентабельность R вычисляется по формуле: $R = S / B \cdot 100\%$

Прибыль, соответствующая предельному уровню рентабельности 50%, составляет 50% от себестоимости продукции S , т.е. $S \cdot 50/100 = S/2$, поэтому налог с прибыли N определяется следующим образом:

если $r \leq 50$, то $N = P \cdot 32/100$ р., иначе $N = S/2 \cdot 32/100 + (P - S/2) \cdot 75/100$.

Чистая прибыль $P_{\text{ч}} = P - N$.

И, наконец, результат решения этой задачи - отношение чистой прибыли к вложенным средствам $q = P_{\text{ч}}/S$.

Так выглядит электронная таблица в формате отображения формул:

	А	В
1	Рентабельность производства	
2	<i>Исходные данные</i>	
3	Выручка (р.)	
4	Себестоимость (р.)	
5		
6	Прибыль (р.)	=B2-B3
7	Рентабельность (%)	=B4/B3*100
8	Налог (р.)	=ЕСЛИ(B7<=50;B6*0,32;B4/2*0,32+(B6-B4/2)*0,75)
9	Чистая прибыль (р.)	=B4-B6
10	Отношение чистой прибыли к вложенным средствам	=B7/B3

Компьютерный эксперимент

1. Ввести в компьютерную модель исходные данные.

Например: $V=3000$; $S=2000$.

2. Исследовать, как изменяется отношение чистой прибыли к вложенным средствам, если менять только выручку, оставляя постоянной себестоимость.

3. Исследовать, как изменяется отношение чистой прибыли к вложенным средствам, если менять только себестоимость, оставляя постоянной выручку.

4. Как изменится модель, если налог вычисляется следующим образом:

рентабельность	$\leq 30\%$	от 30 до 70%	$> 70\%$
налог	20%	40%	60%

Изменится только формула в ячейке В8.

8	Налог (р.)	=ЕСЛИ(В7<=50;В6*0,32;В4/2*0,32+(В6-В4/2)*0,75)
---	------------	--

Анализ результатов

Полученная модель позволяет в зависимости от рентабельности определять налог с прибыли, автоматически пересчитывать размер чистой прибыли, находить отношение чистой прибыли к вложенным средствам.

По результатам проведенного компьютерного эксперимента сделайте вывод об изменении отношения чистой прибыли к вложенным средствам при увеличении (уменьшении) выручки и себестоимости продукции.

Задача 2

Фирма выпускает прогулочные и спортивные велосипеды. Ежемесячно сборочный цех способен собрать не более 600 прогулочных и не более 300 спортивных велосипедов. Качество каждого велосипеда проверяется на двух стендах А и В. Каждый прогулочный велосипед проверяется 0,3 ч на стенде А и 0,1 ч - на стенде В, а каждый спортивный велосипед проверяется 0,4 ч на стенде А и 0,3 ч - на стенде В. По технологическим причинам стенд А не может работать более 240 ч в месяц, а стенд В - более 120 ч в месяц. Реализация каждого прогулочного велосипеда приносит фирме доход в 50 руб., а каждого спортивного - 90 руб. Сколько прогулочных и сколько спортивных велосипедов должна ежемесячно выпускать фирма, чтобы ее прибыль была наибольшей?

Постановка задачи

Цель моделирования - составить такой производственный план, который обеспечит максимальную прибыль.

Объект моделирования - процесс производства и реализации велосипедов

Разработка модели

Исходные данные: x - количество прогулочных велосипедов, выпускаемых ежемесячно фирмой; y - количество спортивных велосипедов.

Занятость стенда А составляет $0,3x+0,4y$, что не должно превышать 240 ч.

Занятость стенда В составляет $0,1x+0,3y$, что не должно превышать 120 ч.

Прибыль фирмы составляет $S=50x+90y$ (руб.)

Итак, мы пришли к следующей модели: необходимо найти целые значения x и y , удовлетворяющие системе неравенств:

$$\begin{cases} 0.3x + 0.4y \leq 240 \\ 0.1x + 0.3y \leq 120 \\ 0 \leq x \leq 600 \\ 0 \leq y \leq 300 \end{cases}$$

и такие, чтобы прибыль $S=50x+90y$ была наибольшей.

Таким образом, задача нахождения наилучшего производственного плана свелась к задаче определения максимального значения функции $S(x, y)$ при заданных ограничениях (такие задачи называются задачами условной оптимизации).

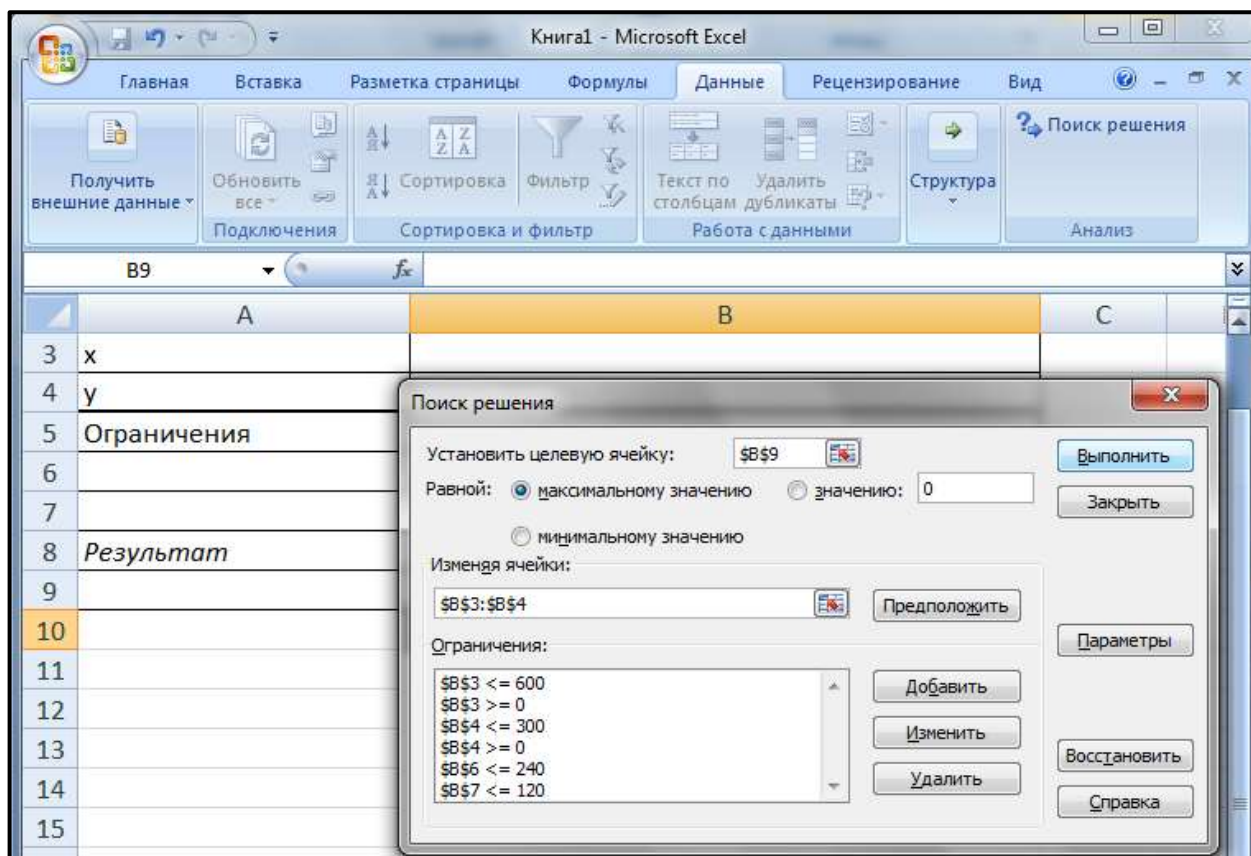
Электронная таблица в режиме отображения формул выглядит следующим образом:

	A	B
1	Задача планирования	
2	<i>Исходные данные</i>	
3	x	
4	y	
5	Ограничения	
6		=0,3*B3+0,4*B4
7		=0,1*B3+0,3*B4
8	<i>Результат</i>	<i>Прибыль</i>
9		=50*B3+90*B4

Компьютерный эксперимент

В среде электронных таблиц существует возможность автоматического поиска максимального (минимального) значения функции. Для этого:

1. Введите значения исходных данных в ячейки B3 и B4 - любые целые числа, учитывая ограничения;
2. Выберите команду [Сервис-Поиск решения...];
3. В появившемся диалоговом окне введите адрес ячейки, где содержится формула (функция для оптимизации);
4. Укажите цель оптимизации (максимальное значение);
5. Введите диапазон ячеек, посредством изменения значений которых будет достигнуто оптимальное значение целевой функции;
6. Введите все ограничения



Результат выполнения представлен на рисунке:

	A	B
1	Задача планирования	
2	Исходные данные	
3	x	480
4	y	240
5	Ограничения	
6		240
7		120
8	Результат	Прибыль
9		45600

Анализ результатов

Значения, находящиеся в ячейках B3, B4 являются оптимальными для получения максимальной прибыли.

По результатам проведенного компьютерного эксперимента сделайте вывод:

1. Что будет, если по технологическим причинам возможность работы стенда В уменьшится до 100 ч. в месяц.
2. Что будет, если доход от реализации каждого прогулочного велосипеда увеличится до 60 руб.
3. Что будет, если проверку спортивного велосипеда на стенде А ограничить до 0,3ч

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию "моделирование".
2. Какие существуют виды моделей (краткая характеристика).
3. Перечислите основные этапы моделирования.
4. Что понимается под термином "математическое моделирование".
5. Этапы построения математических моделей.
6. Дайте определение понятию "вычислительный эксперимент".

Задачи:

4. В городе имеются два склада муки и два хлебозавода. Ежедневно с первого склада вывозится 50 т муки, со второго - 70 т. Эта мука доставляется на хлебозаводы, причем первый получает 40 т, второй - 80 т. Допустим, что перевозка одной тонны муки с первого склада на первый завод составляет 120 руб., с первого склада на второй завод - 160 руб., со второго склада на первый завод - 80 руб. и со второго склада на второй завод - 100 руб. Как нужно спланировать перевозки, чтобы их общая стоимость за один день была минимальной?

2. Для полива трех полей колхоз использует насосную станцию. На первое поле требуется подать не менее 200 кубометров воды в сутки, на второе - не менее 300, на третье - не менее 350. Колхоз имеет право расходовать не более 1200 кубометров воды в сутки. Стоимость подачи одного кубометра воды на первое поле - 1570 руб., на второе поле - 1720 руб., на третье - 1930 руб. Сколько кубометров воды надо подать на каждое поле, чтобы затраты были наименьшими?

Сохраните полученные результаты выполнения заданий в своей папке.

Сдайте отчет о проделанной работе преподавателю.

Лабораторная работа 11.

Использование современных программных средств для решения задач моделирования

Цель: научиться использовать программные средства для решения задач моделирования.

Методические рекомендации

По материалам лекций повторить использование программных средств для решения задач моделирования.

Рассмотрим решение задач.

Задача 1. К компании, предоставляющей Интернет, в первый месяц было подключено 100 абонентов. Во второй месяц число абонентов увеличилось в 2 раза, в третий – 1,5 раза. С четвертого месяца по шестой месяц количество пользователей увеличивалось на 15%. В оставшуюся половину года каждый месяц процент увеличения числа абонентов был на 2% максимального прироста, который составлял 15%.

Найти количество подключаемых пользователей в каждом месяце и их общее число за год работы компании (воспользоваться возможностями MS Excel). Построить график прироста абонентов за год (воспользоваться возможностями Maple).

На рабочем листе Excel создайте таблицу, описанную в условии задачи. В ячейку A1 введите число абонентов, подключенных в первый месяц. В ячейке B1 введите $=A1*2$, в ячейку C1 – $=B1*1,5$, в ячейку D1 – $=C1+C1*15\%$, в E1 – $=D1+D1*15\%$, в F1 – $=E1+E1*15\%$, в G1 – $=F1+F1*13\%$, в H1 – $=G1+G1*11\%$, в I1 – $=H1+H1*9\%$, в J1 – $=I1+I1*7\%$, в K1 – $=J1+J1*5\%$, в L1 – $=K1+K1*3\%$.

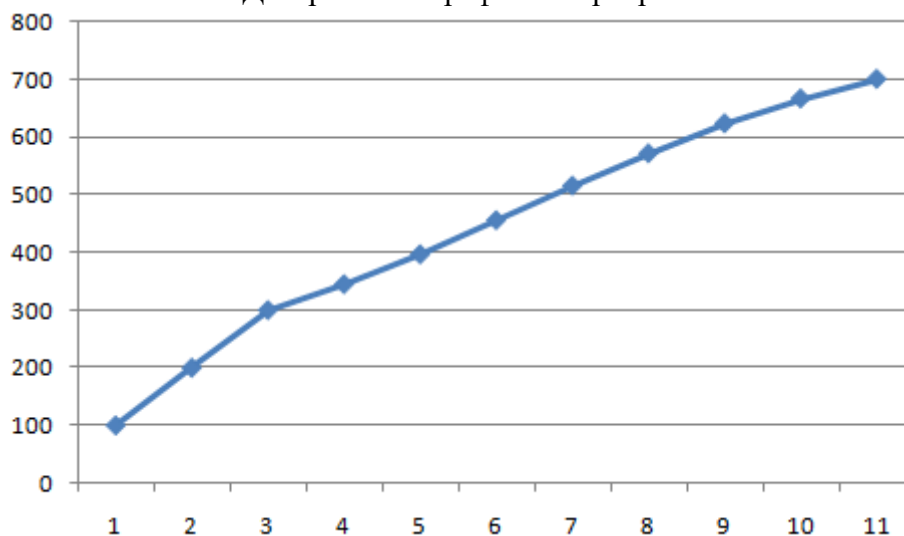
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	100	$=A1*2$	$=B1*1,5$	$=C1+C1*15\%$	$=D1+D1*15\%$	$=E1+E1*15\%$	$=F1+F1*13\%$	$=G1+G1*11\%$	$=H1+H1*9\%$	$=I1+I1*7\%$	$=J1+J1*5\%$	$=K1+K1*3\%$

Округлите полученные значения.

Чтобы получить общее число пользователей, в ячейке M1 введите $=$, далее щелкните меню Вставка – Функция – СУММ (команда сумма), выделите диапазон ячеек A1:L1, нажмите ОК.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	100	200	300	345	397	456	516	572	624	667	701	722	5600

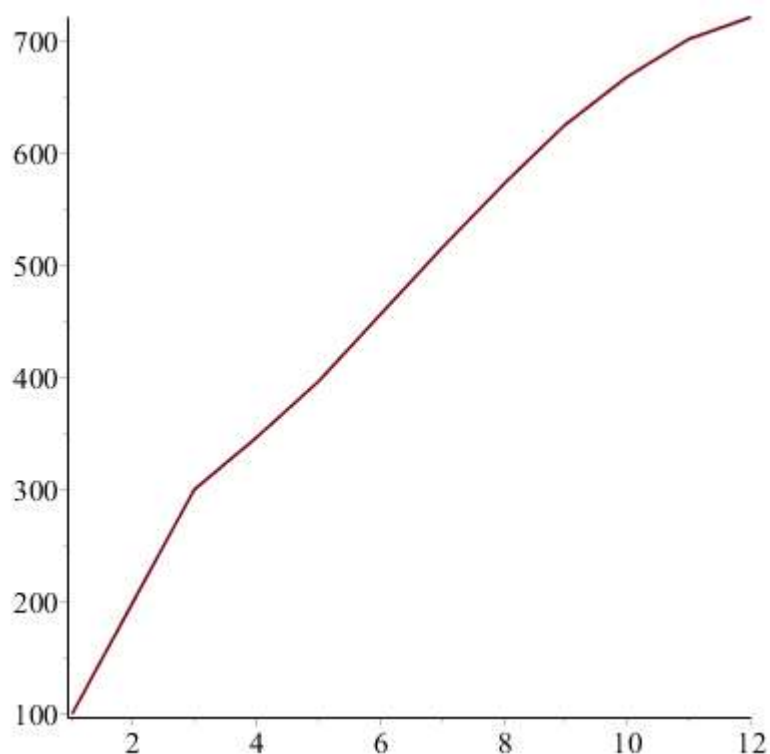
Постройте график, отображающий прирост абонентов за год. Для этого выделите ячейки A1:L1, выберите меню Вставка – Диаграмма – График с маркерами.



Maple. Запустите Maple (команда Пуск – Все программы – Maple).

В рабочей области введите

```
plot([ [1, 100], [2, 200], [3, 300], [4, 345], [5, 396], [6, 456], [7, 516],
[8, 572], [9, 624], [10, 667], [11, 701], [12, 722]], style = line);
```



Нажмите Enter.

Задача 2. Трое студентов Коля, Никита, Андрей пользуются тремя различными сотовыми операторами. Каждый из них совершает звонки, отправляет СМС и ММС, а также пользуется мобильным Интернетом.

	Би	Мега	М	Единицы
Звонки	0,30	1,00	0,30	30
СМС	1,45	0,45	0,40	10

ММС	4,50	6,00	7,00	2
Интернет	15	12	17	1

Определить сумму денег, которую тратят каждый из студентов на сотовую связь за 1 день (воспользоваться возможностями MS Excel). Построить графики, показывающие оптимальность используемого сотового оператора при данном количестве единиц за день на протяжении недели (воспользоваться возможностями Maple).

На рабочем листе Excel создайте таблицу, описанную в условии задачи. Начать следует с ячейки A1.

	A	B	C	D	E
1		Би	Мега	М	Единицы
2	Звонки	0,30	1,00	0,30	30
3	СМС	1,45	0,45	0,40	10
4	ММС	4,50	6,00	7,00	2
5	Интернет	15	12	17	1

Для подсчета суммы денег, которую тратят каждый из студентов за день, необходимо перемножить каждое из значений каждого вида связи с количеством единиц, и затем суммировать полученные произведения для каждого оператора отдельно.

Создайте новую таблицу. Заголовки столбцов: имена студентов.

В ячейке, расположенной ниже, в столбце Коля введите $=B2*E2+B3*E3+B4*E4+B5$. нажмите Enter. Для ячеек, расположенных ниже, в столбцах Никита, Андрей, введите $=C2*E2+C3*E3+C4*E4+C5$ и $=D2*E2+D3*E3+D4*E4+D5$, соответственно.

G	H	I
Коля	Никита	Андрей
$=B2*E2+B3*E3+B4*E4+B5$	$=C2*E2+C3*E3+C4*E4+C5$	$=D2*E2+D3*E3+D4*E4+D5$

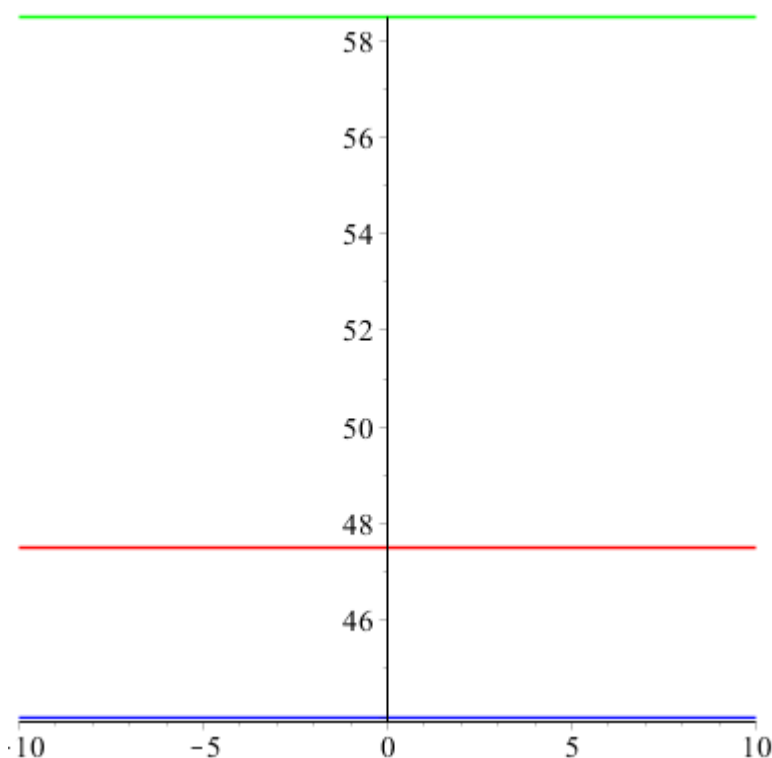
Будут получены суммы денег, которые тратят каждый из студентов на сотовую связь за 1 день.

G	H	I
Коля	Никита	Андрей
45	58,5	44

Maple. Запустите Maple (команда Пуск – Все программы – Maple).

В рабочей области введите

`plot([47.5, 58.5, 44], style = line, color = [red, green, blue]);`



Нажмите Enter.

Задача 3. Дана таблица успеваемости студента на протяжении 10 семестров обучения в университете:

Семестры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Русский язык	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5
Математика	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5
Информатика	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5
Английский язык	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
Физкультура	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5

Найти средний балл по каждому предмету за весь период обучения. Подсчитать количество оценок в процентном соотношении: отлично, хорошо. Построить график успеваемости студента за 10 семестров обучения в Вузе (воспользоваться возможностями Maple). График строится на основе коэффициентов оценок за каждый семестр (воспользоваться возможностями Excel).

В рабочем листе Excel создайте таблицу, описанную в условии задачи. Начать следует с ячейки A1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Семестры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Русский язык	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5
3	Математика	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5
4	Информатика	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5
5	Английский язык	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
6	Физкультура	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5

Для подсчета среднего балла по русскому языку необходимо в ячейку L2 ввести =, далее щелкнуть меню Вставка – Функция – СРЗНАЧ (команда среднее значение), выделить диапазон ячеек B2:K2, нажать ОК.

Для остальных предметов выполнить аналогичные операции: для предмета математика – в ячейку L3 ввести =СРЗНАЧ(B3:K3), для предмета информатика – в ячейку L4 ввести =СРЗНАЧ(B4:K4), для предмета английский язык – в ячейку L5 ввести =СРЗНАЧ(B5:K5), для предмета физкультура – в ячейку L6 ввести =СРЗНАЧ(B6:K6). Или найти среднее значение для предмета Русский язык, и затем протянуть за нижний правый край ячейки вниз вдоль таблицы, таким способом будут получены средние значения по остальным предметам.

L
=СРЗНАЧ(B2:K2)
=СРЗНАЧ(B3:K3)
=СРЗНАЧ(B4:K4)
=СРЗНАЧ(B5:K5)
=СРЗНАЧ(B6:K6)

Для подсчета количества оценок 5 и 4 необходимо воспользоваться функцией =СЧЁТЕСЛИ(B2:K6;5) – для подсчета пятерок, и функцией =СЧЁТЕСЛИ(B2:K6;4) – для подсчета четверок.

Полученные решения умножить на 2%.

M	N
=СЧЁТЕСЛИ(B2:K6;5)*2%	=СЧЁТЕСЛИ(B2:K6;4)*2%

Затем выделить ячейки с решениями, щелкнуть правой кнопкой мыши, открыть контекстное меню – выбрать Формат ячеек – вкладку Число – Процентный. Число десятичных знаков указать равным 0.

M	N
76%	24%

Для подсчета коэффициентов оценок за каждый семестр в ячейках, расположенных ниже таблицы, воспользоваться функцией =СРЗНАЧ() для каждого столбца.

Семестр 1 – =СРЗНАЧ(B2:B6). Семестр 2 – =СРЗНАЧ(C2:C6).

Семестр 3 – =СРЗНАЧ(D2:D6). Семестр 4 – =СРЗНАЧ(E2:E6).

Семестр 5 – =СРЗНАЧ(F2:F6). Семестр 6 – =СРЗНАЧ(G2:G6).

Семестр 7 – =СРЗНАЧ(H2:H6). Семестр 8 – =СРЗНАЧ(I2:I6).

Семестр 9 – =СРЗНАЧ(J2:J6). Семестр 10 – =СРЗНАЧ(K2:K6).

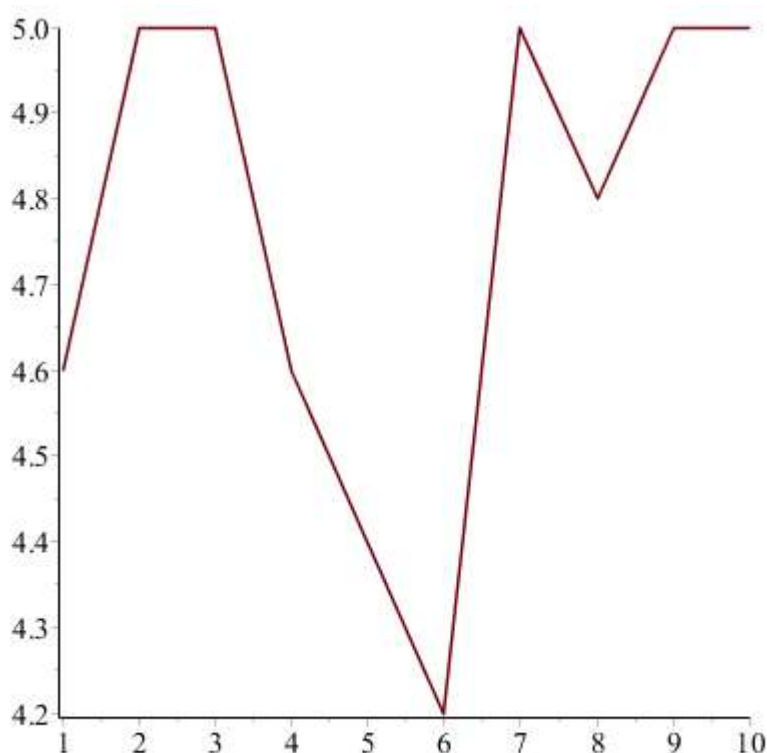
Или найти среднее значение для Семестра 1, и затем протянуть за нижний правый край ячейки вправо вдоль таблицы, таким способом будут получены средние значения за остальные семестры.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Семестры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
2	Русский язык	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4,8	76%	24%
3	Математика	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4,7		
4	Информатика	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4,7		
5	Английский язык	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4,9		
6	Физкультура	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4,7		
7		5	5	5	4,6	4,4	4,2	5	4,8	5	5			

Maple. Запустите Maple (команда Пуск – Все программы – Maple).

В рабочей области введите

```
plot([[1, 4.6], [2, 5], [3, 5], [4, 4.6], [5, 4.4], [6, 4.2], [7, 5], [8, 4.8],
[9, 5], [10, 5]], style = line);
```



Задача 4. Чему будет равно количество студентов в мире к 2050?

Ясно, что задачу не решить, если не знать, как со временем будет меняться численность студентов, т.е. необходимо иметь функцию, выражающую зависимость количества студентов от времени. Обозначим эту функцию $f(t)$. Но такая функция неизвестна, т.к. количество студентов зависит от многих факторов: необходимости получения высшего профессионального образования, финансовой доступности обучения, качества образования и т.д. Но, обобщив данные, можно указать общий вид функции $f(t)$:

$f(t) = ae^{kt}$, где a , k – коэффициенты.

Эта формула лишь приближенно отражает реальность. Однако слишком большая точность и не нужна. Будет хорошо, если количество студентов будет спрогнозирована с точностью до нескольких миллионов.

Как определить a и k ? Идея состоит в том, что хотя a и k – неизвестны, значение функции $f(t)$ можно получить из статистического справочника. Зная эти данные, можно приближенно подобрать a и k таким образом, чтобы теоретические значения $f(t)$, вычисленные по формуле (1),

не сильно отличались от исходных данных (т.е. максимальное отклонение теоретических результатов от фактических данных не должно быть слишком большим). Каждое из отклонений – это модуль разности двух чисел: фактического и соответствующего теоретического значений $f(t)$. Максимальное отклонение называют погрешностью. Необходимо найти такие a и k , чтобы погрешность была наименьшей.

Итак, математическая модель процесса изменения численности студентов такова. Предполагается, что

- 1) зависимость количества студентов от времени выражается формулой: $f(t)=ae^{kt}$.
- 2) $A=\text{const}$ и $k=\text{const}$ следует считать справедливым лишь для не очень большого промежутка времени (например, 40 лет).
- 3) Значения a и k можно найти с достаточной точностью, минимизировав погрешность.

Исходные данные: примерны, взяты за период с 1960 по 1995г. ($60 \leq t \leq 95$).

Результаты: 1) Значения a и k ; 2) количество студентов в мире к 2050 г. (при $t=100$).

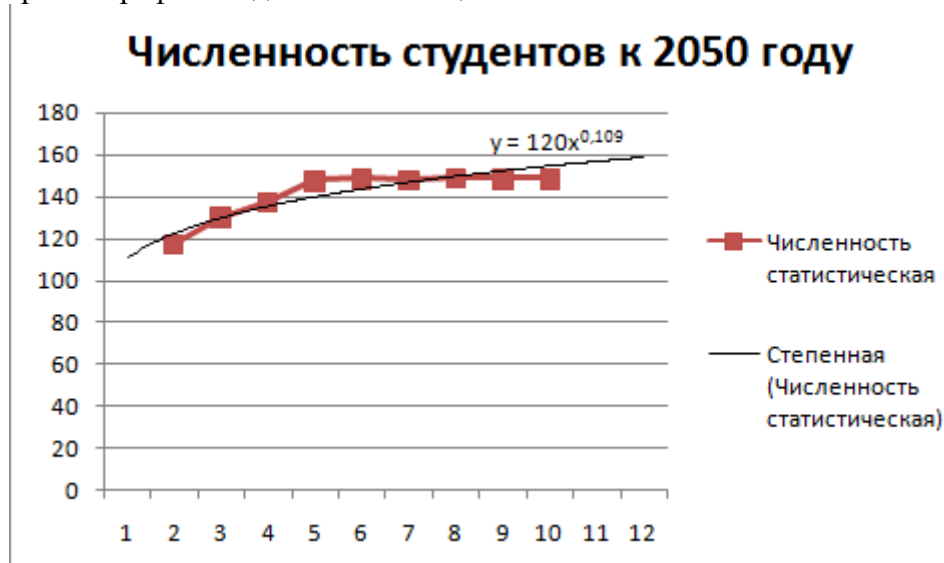
Кроме того, будет установлена связь между исходными данными и результатами: сначала будут найдены a и k , из условия минимума погрешности, а затем при этих a и k вычислено значение $f(100)$. Итак, математическая модель составлена. Использование электронных процессоров освобождает от составления программы.

Создайте таблицу «Количество студентов в мире к 2050 году (в тыс. чел)»:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Коэффициенты			Численность	Численность	Погрешнос	Пояснение
2	a	k	Год	статистическая	теоретическая	ть	Годы
3	120	1,1091	0	117,5			0-1960
4			10	130,1			10-1970
5			20	137,6			20-1980
6			30	147,4			30-1990
7			31	148,5			31-1991
8			32	147,7			32-1992
9			33	148,7			33-1993
10			34	148,4			34-1994
11			35	148,3			35-1995
12			40				40-2010
13			90				90-2050
14						Максимум:	

Подберите значения коэффициентов a , k :

- Постройте график по данным таблицы:



- Аппроксимируйте полученную кривую:
- Выделите линию графика;
- Выполните команду меню Макет – Линия тренда - Дополнительные параметры линии тренда;
- Установите флажок - Показывать уравнение на диаграмме (щелчок по линии тренда, формат линии, параметры, выберите тип графика степенной или экспоненциальный, нажмите Заккрыть.
- Занесите полученные значения коэффициентов $a=120,86$ и $k=0,1091$ в ячейки A3 и B3.

Вычислите теоретическую численность по формуле: $f(t)=a \cdot e^{kt}$, где e – основание натурального логарифма:

- В ячейку E3 занести формулу $=A\$3*EXP(\$B\$3*C3)$ и скопируйте ее в ячейки E4:E11.

Вычислите погрешность. Погрешность – это модуль разности теоретических и фактических значений функции $f(t)$.

- В ячейку F3 занесите формулу $=ABS(E3-D3)$ и скопируйте ее в ячейки F4:F11.
- Вычислите максимальную погрешность.
- В ячейку F15 введите функцию определения максимального из чисел этого столбца $=МАКС(F3:F13)$.

Таблица имеет вид:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Коэффициенты		Год	Численность статистическая	Численность теоретическая	Погрешность	Пояснение
2	a	k					Годы
3	120	0,1091	0	117,5	120	2,5	0 – 1960
4			10	130,1	357,2699801	227,1699801	10 – 1970
5			20	137,6	1063,681989	926,0819891	20 – 1980
6			30	147,4	3166,847026	3019,447026	30 – 1990
7			31	148,5	3531,901745	3383,401745	31 – 1991
8			32	147,7	3939,037735	3791,337735	32 – 1992
9			33	148,7	4393,105867	4244,405867	33 – 1993
10			34	148,4	4899,516191	4751,116191	34 – 1994
11			35	148,3	5464,302394	5316,002394	35 – 1995
12			40				40 – 2010
13			90				90 – 2050
14						Максимум:	
15						5316,002394	

Подберите значения коэффициентов a , k более точно.

- Выполните команду Сервис – Поиск решения (если этого пункта нет, загрузите его через команду Данные-Поиск решения.
 - Сделать необходимые настройки в окне Поиск решения.
- В поле Установить целевую ячейку укажите абсолютный адрес ячейки F15 (в ней максимальная погрешность).
- Установите переключатель на минимальное значение
 - В поле Изменяя ячейки укажите абсолютный адрес диапазона A3:B3 (В этом поле задаются адреса ячеек, значения которых будут варьироваться в процессе поиска решения, т.е. адреса ячеек со значениями a , k)
 - Нажмите Выполнить.

Поиск решения

Установить целевую ячейку: 

Равной: ☐ максимальному значению ☐ значению: ☐ минимальному значению

Изменяя ячейки: 

Ограничения:

- После появления окна Результаты поиска решения нажмите ОК.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Коэффициенты			Численность	Численность		Пояснение
2	a	k	Год	статистическая	теоретическая	Погрешность	Годы
3	119,793	0,00649	0	117,5	119,793353	2,293352956	0 – 1960
4			10	130,1	127,8315336	2,268466443	10 – 1970
5			20	137,6	136,4090792	1,190920796	20 – 1980
6			30	147,4	145,5621815	1,837818497	30 – 1990
7			31	148,5	146,5106123	1,989387672	31 – 1991
8			32	147,7	147,4652228	0,234777213	32 – 1992
9			33	148,7	148,4260531	0,273946856	33 – 1993
10			34	148,4	149,3931439	0,993143927	34 – 1994
11			35	148,3	150,3665359	2,066535925	35 – 1995
12			40				40 – 2010
13			90				90 – 2050
14						Максимум:	
15						2,293352956	

Произведите вычисления и спрогнозируйте количество студентов в мире к 2050 г. Для этого:

- В E15 скопируйте формулу из E13. В ячейке E15 появится искомое число.

Постройте на одной диаграмме совмещенные графики роста численности населения на основе статистических и теоретических данных:

- Выделите на построенном графике линию тренда и удалите ее. (Очистить из контекстно-зависимого меню)
- Добавьте в уже построенную диаграмму теоретические данные:
 - Выделите блок E5:E15.
 - Переместите (с помощью мыши) данные на диаграмму.
 - В появившемся окне сделайте настройку (если это необходимо).
 - Оформите диаграмму: название, подписи осей, легенду.

Проанализировав данные таблицы и графики, сделайте вывод об адекватности предложенной математической модели, позволяющей смоделировать рост количества студентов к 2050 году.

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

Контрольные вопросы:

1. Перечислите способы представления моделей.
2. Дайте определение понятию "моделирование".
3. Перечислите основные этапы моделирования.
4. В чем суть компьютерного эксперимента.
5. В чём заключается анализ результатов моделирования.
6. В каких областях может быть использован вычислительный эксперимент.

Задачи:

1. К компании, предоставляющей Интернет, в первый месяц было подключено 200 абонентов. Во второй месяц число абонентов увеличилось в 3 раза, в третий – 4 раза. С третьего месяца по седьмой месяц количество пользователей увеличивалось на 25%. В оставшуюся половину года каждый месяц процент увеличения числа абонентов был на 4% максимального прироста, который составлял 25%.

Найдите количество подключаемых пользователей в каждом месяце и их общее число за год работы компании (воспользоваться возможностями MS Excel). Построить график прироста абонентов за год (воспользоваться возможностями Maple).

2. Определите численность населения России к 2040 г. Используйте статистические данные, взятые из сети Интернет. Постройте математическую модель и проведите компьютерный эксперимент, используя любое прикладное программное средство.

Сохраните полученные результаты выполнения заданий в своей папке.

Сдайте отчет о проделанной работе преподавателю.

Рекомендуемая литература:

Основная литература:

1. Черпаков И. В. Теоретические основы информатики: учебник и практикум для вузов / И. В. Черпаков. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 353 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8562-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511750>.

2. Стариченко Б. Е. Теоретические основы информатики. Учебник для вузов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 400 с.

3. Теоретические основы информатики: учебник / Р.Ю. Царев, А.Н. Пупков, В.В. Самарин и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 176 с. : табл., схем., ил. - Библиогр.: с. 140. - ISBN 978-5-7638-3192-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435850>.

Дополнительная литература:

1. Лазарева Т. И. Теоретические основы информатики : учебное пособие / Т. И. Лазарева, И. В. Мартынова, И. К. Ракова ; под редакцией И. К. Раковой. — Санкт-Петербург: БГТУ

«Военмех» им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 178 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157070>.

2. Грошев А. С. Информатика / А.С. Грошев. - М. Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 159 с.

3. Губарев, В.В. Введение в теоретическую информатику: учебное пособие / В.В. Губарев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск: НГТУ, 2014. - Ч. 2. - 472 с. : табл., граф., схем., ил. - Библиогр.: с. 452-457. - ISBN 978-5-7782-2778-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438338>.

Методическая литература:

1. Теоретические основы информатики: учебно-методическое пособие: Направление 050100.62 – Педагогическое образование. Профиль подготовки «Информатика и информационные технологии в образовании». Бакалавриат / сост. Н. А. Поддубная, Т. А. Куликова; Сев.-Кав. федер. ун-т. - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 118 с., экземпляров неограничено.

2. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Теоретические основы информатики» (электронный ресурс).

3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теоретические основы информатики» (электронный ресурс).

Интернет-ресурсы:

1. Теоретические основы информатики – http://s_kirg.kup.edu54.ru/p122aa1.html

2. Теоретические основы информатики в образовательном учреждении - <http://www.kspu.ru/upload/documents/2015/10/19/71da327648fc882ccefc7530c24077b1/proektnaya-deyatelnost-v-obrazovatelnom-uchrezhdenii.pdf>

3. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования РФ - <https://minobrnauki.gov.ru/>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине

«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ»

для студентов направления подготовки

44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль):

«Информатика и математика»

Ставрополь 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	78
2. Цель и задачи самостоятельной работы	79
3. Технологическая карта самостоятельной работы студента	79
4. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом	80
4.1. Методические рекомендации по работе с учебной литературой	80
4.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям	81
4.3. Методические рекомендации по самопроверке знаний	82
4.4. Методические рекомендации по написанию научных текстов (докладов, рефератов, эссе, научных статей и т.д.)	83
4.5. Методические рекомендации по выполнению исследовательских проектов	87
4.6. Методические рекомендации по подготовке к экзаменам и зачетам	89
5. Контроль самостоятельной работы студентов	90
6. Список литературы для выполнения СРС	91

1. Общие положения

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание докладов;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;
- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин;
- выполнение выпускной квалификационной работы и др.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Самостоятельная работа по дисциплине **«Теоретические основы информатики»** направлена на формирование следующих **компетенций**:

Индекс	Формулировка:
ПК-3	Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов

ПК-10	Способен использовать математический аппарат, методологию программирования и современные компьютерные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации
ПК-12	Способен использовать современные цифровые технологии, специализированное программное обеспечение, методы искусственного интеллекта и машинного обучения в профессиональной деятельности

2. Цель и задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС совпадает с целью обучения студента – формирование набора профессиональных и специальных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки «Педагогическое образование».

При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

3. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе (астр.)		
			СРС	Контактная работа с преподавателям	Всего
2 семестр					
ПК-3, ПК-10, ПК-12	Самостоятельное изучение литературы и источников	Собеседование	18	2	20
ПК-3, ПК-10, ПК-12	Подготовка к лабораторным	Защита ЛР	18	2	20

	занятиям				
ПК-3, ПК-10, ПК-12	Написание реферата/доклада	Защита доклада	11	1	12
ПК-3, ПК-10, ПК-12	Подготовка индивидуального проекта	Защита проекта	18	2	20
Итого за 1 семестр			67	7	72

4. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом

4.1. Методические рекомендации по работе с учебной литературой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при прочитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста:**

- информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора,

ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

4.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям

Для того чтобы практические и лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

4.3. Методические рекомендации по самопроверке знаний

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, провести самопроверку усвоенных знаний, ответив на контрольные вопросы по изученной теме.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Вопросы для собеседования

Базовый уровень

1. Информатика как наука и как вид практической деятельности.
2. Общая структура современной информатики.
3. Основные понятия теоретической информатики.
4. Информация и её роль в современном обществе.
5. Информация и данные.
6. Качественные характеристики информации.
7. Формы представления и виды информации.
8. Подходы к определению количества информации.
9. Общая характеристика мер информации.
10. Единицы измерения и представления информации.
11. Единицы хранения данных.
12. Объемный способ измерения информации.
13. Вероятностный подход к измерению количества информации.
14. Энтропия и информация. Формулы Шеннона и Хартли.
15. Понятие о кодировании информации в ЭВМ.
16. Понятие кода и кодирования информации.
17. Представление числовой информации в ЭВМ. Системы счисления.
18. Представление чисел в различных системах счисления.
19. Перевод чисел из одной системы счисления в другую.
20. Арифметические операции над числами в различных системах счисления.
21. Представление и обработка в компьютере целых чисел без знака и со знаком.
22. Кодирование текста. Кодовые таблицы.
23. Кодирование графической информации в ЭВМ.
24. Кодирование звуковой информации в ЭВМ.
25. Понятие алгоритма. Свойства алгоритма.
26. Исполнитель алгоритма. Способы представления алгоритмов.
27. Представление чисел в различных системах счисления.
28. Перевод целых чисел из одной системы счисления в другую.

29. Перевод дробных чисел из одной системы счисления в другую.
30. Перевод произвольных чисел из одной системы счисления в другую.

Повышенный уровень

1. Кодирование графической информации в ЭВМ.
2. Векторное и растровое представление графической информации.
3. Цветовые модели RGB и CMYK. Квантование цвета.
4. Кодирование звуковой информации в ЭВМ.
5. Меры сложности алгоритма. Верхние и нижние границы сложности.
6. Средневзвешенный анализ сложности алгоритма.
7. Классы сложности алгоритмов.
8. Способы отыскания функции сложности алгоритма на основе анализа текста алгоритма.
9. Понятие сложности алгоритма.
10. Понятие эффективности алгоритма.
11. Асимптотическая сложность алгоритма.
12. Меры сложности алгоритма.
13. Верхние и нижние границы сложности алгоритма.
14. Основные методы оценки сложности алгоритма.
15. Функция сложности алгоритма. Построение функции сложности по управляющему графу.
16. Сложность задачи.
17. Моделирование как метод решения прикладных задач.
18. Понятие модели и моделирования.
19. Этапы моделирования информационных процессов.
20. Дискретный характер ЭВМ.
21. Информационное моделирование. Связи между объектами.
22. Компьютерное математическое моделирование.
23. Этапы и цели компьютерного математического моделирования.
24. Классификация математических моделей.
25. Основные понятия теории сетей и графов. Основные определения. Способы задания графов. Изоморфизм, гомеоморфизм.

4.4. Методические рекомендации по написанию научных текстов (докладов, рефератов, эссе, научных статей и т.д.)

Перед тем, как приступить к написанию научного текста, важно разобраться, какова истинная цель вашего научного текста - это поможет вам разумно распределить свои силы и время.

Во-первых, сначала нужно определиться с идеей научного текста, а для этого необходимо научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.

Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте

себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т. п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).

Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

Реферат (доклад) - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов.

Реферат не должна составляться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в реферате должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки реферата студентом.

Выполнение реферата начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания реферата. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать работу.

Рабочий вариант текста реферата предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки реферат сдается на кафедру для его оценивания руководителем.

Требования к написанию реферата

Написание 1 реферата является обязательным условием выполнения плана СРС по любой дисциплине профессионального цикла.

Тема реферата может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Реферат должен быть написан научным языком.

Объем реферата должен составлять 20-25 стр.

Структура реферата:

– Введение (не более 3-4 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить область исследования, объект исследования, основные цели и задачи исследования.

– Основная часть состоит из 2-3 разделов. В них раскрывается суть исследуемой проблемы, проводится обзор мировой литературы и источников Интернет по предмету

исследования, в котором дается характеристика степени разработанности проблемы и авторская аналитическая оценка основных теоретических подходов к ее решению. Изложение материала не должно ограничиваться лишь описательным подходом к раскрытию выбранной темы. Оно также должно содержать собственное видение рассматриваемой проблемы и изложение собственной точки зрения на возможные пути ее решения.

– Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются достигнутые при изучении проблемы цели, перспективы развития исследуемого вопроса

– Список использованной литературы (не меньше 10 источников), в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет и ссылки на ресурсы сети Интернет.

– Приложение (при необходимости).

Требования к оформлению:

- текст с одной стороны листа;
- шрифт Times New Roman;
- кегль шрифта 14;
- межстрочное расстояние 1,5;
- поля: сверху 2,5 см, снизу – 2,5 см, слева - 3 см, справа 1,5 см;
- реферат должен быть представлен в сброшюрованном виде.

Порядок защиты реферата:

Защита реферата проводится на практических занятиях, после окончания работы студента над ним и исправления всех недочетов, выявленных преподавателем в ходе консультаций. На защиту реферата отводится 5-7 минут времени, в ходе которого студент должен показать свободное владение материалом по заявленной теме. При защите реферата приветствуется использование мультимедиа-презентации.

Оценка реферата

Реферат оценивается по следующим критериям:

- соблюдение требований к его оформлению;
- необходимость и достаточность для раскрытия темы приведенной в тексте реферата информации;
- умение студента свободно излагать основные идеи, отраженные в реферате;
- способность студента понять суть задаваемых преподавателем и сокурсниками вопросов и сформулировать точные ответы на них.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если в докладе студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует для написания доклада современные научные материалы; анализирует полученную информацию; проявляет самостоятельность при написании доклада.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если качество выполнения доклада достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы по теме доклада.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если материал доклада излагается частично, но пробелы не носят существенного характера, студент допускает неточности и ошибки при защите доклада, дает недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не подготовил доклад или допустил существенные ошибки. Студент неуверенно излагает материал доклада, не отвечает на вопросы преподавателя.

Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Темы докладов

Базовый уровень

1. Информация и её роль в современном обществе.
2. Подходы к определению количества информации.
3. Модели передачи и переработки информации.
4. Математические модели информационных процессов.
5. Модели организации вычислительного процесса в информационной системе. Системы массового обслуживания.
6. Теория кодирования Шеннона.
7. Кодирование различных типов информации в ЭВМ.
8. Разделимые и префиксные коды.
9. Методы построения оптимальных кодов.
10. Подходы к оценке сложности алгоритма.
11. Полиномиальные алгоритмы.
12. Основные методы разработки эффективных алгоритмов (метод балансировки, динамическое программирование, изменение представления данных).
13. Сложность задачи.
14. Математические модели, использующие информацию для принятия решений в условиях конфликта.
15. Элементы теории игр в задачах моделирования.
16. Направления исследований и разработок в области искусственного интеллекта.
17. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах.
18. Приближенные комбинаторные алгоритмы, оценка их точности.
19. Конечные автоматы.
20. Детерминированные функции. Задание детерминированных функций при помощи деревьев, вес функций

Повышенный уровень

1. Преобразование автоматными функциями периодических последовательностей.
2. Реализация автоматных функций.
3. Общая характеристика задач распознавания и их типы.
4. Математическая теория распознавания образов.
5. Алгебраический подход к задаче распознавания.
6. Комбинаторно-логические процедуры распознавания.
7. Алгоритмы распознавания, основанные на вычислении оценок.
8. Структурные методы распознавания.

9. Распознавание и обработка изображений.
10. Математические аспекты кибернетики.
11. Автоматическое регулирование.
12. Программное управление и управление с обратной связью.
13. Методы прогнозирования.
14. Теория принятия решений.
15. Диалоговые системы оптимизации и имитации.

4.5. Методические рекомендации по выполнению исследовательских проектов

Исследовательская проектная работа – это групповая работа, для выполнения которой необходим выбор и приложение научной методики к поставленной задаче, получение собственного теоретического или экспериментального материала, на основании которого необходимо провести анализ и сделать выводы об исследуемом явлении. Выполнение проекта – это всегда коллективная, творческая практическая работа, предназначенная для получения определенного продукта или научно-технического результата. Такая работа подразумевает четкое, однозначное формирование поставленной задачи, определение сроков выполнения намеченного, определение требований к разрабатываемому объекту.

Выполнение 1 группового проекта является обязательным условием выполнения самостоятельной работы по любой дисциплине профессионального цикла. Тема проектного задания может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Требования по выполнению и оформлению проекта (индивидуального творческого задания)

При выполнении проекта приветствуется работа в группе (2-3 человека). Проект – это исследовательская работа, в ходе которой студенты должны продемонстрировать владение навыками научного исследования, умения проводить анализ, обобщать информацию, делать выводы, предлагать свои решения проблемы, рассматриваемой в проекте.

При подготовке материалов проекта студенты должны продемонстрировать владение современными методами компьютерной обработки данных.

Критерии оценки работы участника проекта.

Для каждого из участников проекта оцениваются:

- профессиональные теоретические знания в соответствующей области;
- умение работать со справочной и научной литературой, осуществлять поиск необходимой информации в Интернет;
- умение работать с техническими средствами;
- умение пользоваться соответствующими выполняемому проекту информационными технологиями;
- умение готовить материалы проекта для презентации: составлять и редактировать тексты, формировать презентацию проекта;
- умение работать в команде;
- умение публично представлять результаты собственной деятельности;
- коммуникабельность, инициативность, творческие способности.

Критерии выставления оценки участникам проекта

Оценка	Профессиональные компетенции	Компетенции, связанные с использованием соответствующих выполняемому проекту технических	Иные универсальные компетенции (коммуникабельность, инициативность, умение работать	Отчетность
--------	------------------------------	--	---	------------

		средств и информационных технологий	в «команде», управленческие навыки и т.д.)	
«Отлично»	Работа выполнена на высоком профессиональном уровне. Представленный материал в основном фактически верен, допускаются негрубые фактические неточности. Студент свободно отвечает на вопросы, связанные с проектом.	Технические средства и информационные технологии освоены и использованы для реализации проекта полностью	Студент проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, навыки работы в коллективе, организационные способности.	Проект представлен полностью и в срок.
«Хорошо»	Работа выполнена на достаточно высоком профессиональном уровне. Допущено до 4–5 фактических ошибок. Студент отвечает на вопросы, связанные с проектом, но недостаточно полно.	Обнаруживаются некоторые ошибки в использовании соответствующих технических средств и информационных технологий	Студент достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи.	Проект представлен достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками.
«Удовлетворительно»	Уровень недостаточно высок. Допущено до 8 фактических ошибок. Студент может ответить лишь на некоторые из заданных вопросов, связанных с проектом.	Обнаруживает недостаточное владение навыками работы с техническими средствами и соответствующим и информационным и технологиями	Студент выполнил большую часть возложенной на него работы.	Проект сдан со значительным опозданием (более недели) и не полностью
«Неудовлетворительно»	Работа не выполнена или выполнена на низком уровне. Допущено более 8 фактических ошибок. Ответы на связанные с проектом вопросы обнаруживают непонимание предмета и отсутствие ориентации в материале проекта.	Навыков работы с техническими средствами нет, информационные технологии не освоены	Студент практически не работал, не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные не существенные поручения в групповом проекте.	Проект не сдан.

Студенты должны: защитить проект в режиме презентации, предъявить файлы выполненного проекта, уметь рассказать о технологиях, использованных ими при выполнении проекта, дать оценку работы каждого члена группы (*если проект групповой*).

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным **55**. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Темы индивидуальных проектов

Базовый уровень

1. Проект «Меры информации»
2. Проект «Методы повышения верности передачи информации»
3. Проект «Обеспечение достоверности и сохранности информации в автоматизированных системах»
4. Проект «Различные подходы к определению количества информации»
5. Проект «Кодирование информации с помощью знаковых систем»
6. Проект «Алфавитное неравномерное двоичное кодирование»
7. Проект «Префиксный код»
8. Проект «Код Хаффмана»
9. Проект «Равномерное алфавитное двоичное кодирование»

Повышенный уровень

1. Проект «Байтовый код»
2. Проект «Алфавитное кодирование с неравной длительностью элементарных сигналов»
3. Проект «Код Морзе»
4. Проект «Блочное двоичное кодирование»
5. Проект «Основные методы моделирования»
6. Проект «Диалоговые системы оптимизации и имитации»

4.6. Методические рекомендации по подготовке к экзаменам и зачетам

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет,

систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий, особенно по математике - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам:

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).

- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.

- Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.

- Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше продемонстрировать свои познания (точнее – ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).

- Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

5. Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы проводится преподавателем в аудитории.

Предусмотрены следующие виды контроля: собеседование, оценка реферата, оценка презентации, оценка участия в круглом столе, оценка выполнения проекта.

Подробные критерии оценивания компетенций приведены в Фонде оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации.

6. Список литературы для выполнения СРС

Основная литература:

1. Теоретические основы информатики : учебник / Р.Ю. Царев, А.Н. Пупков, В.В. Самарин и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 176 с. : табл., схем., ил. - Библиогр.: с. 140. - ISBN 978-5-7638-3192-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435850>.

2. Губарев, В.В. Введение в теоретическую информатику : учебное пособие / В.В. Губарев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - Ч. 2. - 472 с. : табл., граф., схем., ил. - Библиогр.: с. 452-457. - ISBN 978-5-7782-2778-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438338>.

3. Информатика : учебное пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; сост. И.П. Хвостова. - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 178 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459050>.

Дополнительная литература:

1. Грошев, А. С. Информатика / А.С. Грошев. - М.|Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 159 с. - ISBN 978-5-4475-5063-9, экземпляров неограничено.

2. Волкова, В. Н. Теоретические основы информатики: Учебное пособие по дисциплине «Теоретические основы информатики» / В.Н. Волкова; А.В. Логинова. - Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2011. - 160 с., экземпляров неограничено.

Методическая литература:

1. Теоретические основы информатики: учебно-методическое пособие: Направление 050100.62 – Педагогическое образование. Профиль подготовки «Информатика и информационные технологии в образовании». Бакалавриат / сост. Н. А. Поддубная, Т. А. Куликова; Сев.-Кав. федер. ун-т. - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 118 с., экземпляров неограничено.

Интернет-ресурсы:

1. Теоретические основы информатики – http://s_kirg.kup.edu54.ru/p122aa1.html

2. Теоретические основы информатики в образовательном учреждении - <http://www.kspu.ru/upload/documents/2015/10/19/71da327648fc882ccefc7530c24077b1/proektnaya-deyatelnost-v-obrazovatelnom-uchrezhdenii.pdf>

3. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования РФ - <https://minobrnauki.gov.ru/>