

Экзаменационная программа
по дисциплине «**Технология программирования**»
для студентов группы 121-МКо
Института точных наук и информационных технологий
ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина»,
2021–2022 учебный год, 3 семестр

Макаров П. А.

Сыктывкар, 2021

1 Перечень теоретических вопросов

Введение. Основные понятия и определения

1. Представление чисел в позиционных системах счисления.
Основные позиционные системы счисления: двоичная, восьмеричная, десятичная и шестнадцатеричная. Запись отрицательных чисел в двоичном коде. Числа с плавающей точкой. Стандарт IEEE 754.
2. Принципы фон Неймана.
3. Структурная схема вычислительной машины.
4. Понятие алгоритма и способы его описания.
Этапы решения задач на ВМ. Свойства алгоритмов. Словесный и графический способы описания алгоритмов.

Язык программирования С

5. Особенности языка Си.
Достоинства и особенности языка. Парадигмы программирования. Трансляция программ на Си. Препроцессор. Объектный код и компоновка программы. Инструменты разработчика. Стандарты языка.
6. Базовые элементы языка Си.
Алфавит и лексемы языка: идентификаторы, ключевые слова, знаки операций, константы и разделители.
7. Базовые типы данных.
Символьный, целый и вещественные типы. Квалификаторы размера и знака. Класс памяти и тип переменных. Особенности записи констант. Перечисления. Приведение типов.
8. Операции и выражения.
Приоритеты выполнения операций. Унарные, бинарные, трехместная и многоместная операции.

9. Управляющие операторы языка Си.
Составные операторы. Операторы выбора, циклов и перехода.
10. Функции и общая структура программы.
Понятие функции. Возвращаемое значение. Прототипы функций. Список параметров переменной длины. Общая структура программы. Область видимости и область существования переменных.
11. Указатели и массивы.
Указатели и допустимые над ними операции. Статические массивы. Инициализация массивов. Связь массивов и указателей. Указатель на массив и массив указателей. Передача и возврат массивов из функции. Аргументы командной строки. Динамические массивы в Си.
12. Препроцессор языка Си.
Порядок действий и директивы препроцессора. Включение файлов. Макроподстановки. Условная компиляция.
13. Указатели на функции. Сложные декларации. Оператор `typedef`.
14. Структуры и объединения.
Структуры и операции над ними. Структуры со ссылками на себя. Объединения.
15. Работа с файлами.
Структура FILE. Стандартные файловые потоки: `stdin`, `stdout` и `stderr`. Режимы открытия файлов. Чтение/запись символьных и бинарных данных средствами стандартной библиотеки. Позиционирование внутри файла.
16. Низкоуровневый ввод/вывод.
Файловые дескрипторы (`handle`) и системные вызовы. Открытие, создание и закрытие файла. Права доступа. Дублирование дескрипторов. Чтение/запись и позиционирование в файле.

Основы ООП и язык программирования C++

17. Объектно-ориентированное программирование.
18. Совместимость C и C++.
19. Методы, объекты и защита.
20. Переопределение символов стандартных операций.
21. Перегрузка имён функций.
22. Конструктор умолчания. Массивы объектов.
23. Конструкторы преобразования.
24. Ссылки.
25. Модификатор `const`.
26. Константные методы.
27. Деструкторы.
28. Работа с динамической памятью.
29. Конструктор копирования.
30. Временные и анонимные объекты.
31. Значения параметров по умолчанию.
32. Неявные конструкторы.
33. Описание тела метода вне класса. Области видимости.

34. Инициализация членов класса в конструкторе.
35. Описание символов операций вне класса.
36. Дружественные функции и классы.
37. Статические поля и методы.
38. Обработка исключений.

2 Примерные экзаменационные задачи

1. Пусть a_0 и b_0 — положительные вещественные числа. Соотношениями $a_{n+1} = \sqrt{a_n b_n}$; $b_{n+1} = (a_n + b_n)/2$ при $n = 0, 1, 2, \dots$ задаются две бесконечные числовые последовательности $\{a_n\}$ и $\{b_n\}$, которые сходятся к общему пределу $M(a_0, b_0)$, называемому арифметико-геометрическим средним чисел a_0 и b_0 .

Найти приближенное значение $M(a_0, b_0)$ с точностью $\varepsilon > 0$. Поскольку при $a_0 < b_0$: $a_i < b_i$ и, более того, $a_0 < a_1 < \dots < a_i < \dots < b_i < \dots < b_1 < b_0$, то в качестве подходящего критерия прекращения вычислений можно использовать соотношение $|a_i - b_i| < \varepsilon$.

2. Напишите программу определяющую количество «счастливых билетов». Счастливым считается полученный в общественном транспорте билет, в шестизначном номере которого сумма первых трёх цифр совпадает с суммой трёх последних.
3. Вычислить сумму $1 - 1/2 + 1/3 - 1/4 + \dots + 1/9\,999 - 1/10\,000$ следующими способами:

(а) последовательно слева направо;

(б) последовательно справа налево;

(с) последовательно слева направо вычисляются $1 + 1/3 + 1/5 + \dots + 1/9\,999$ и $1/2 + 1/4 + \dots + 1/10\,000$, затем второе значение вычитается из первого;

(д) последовательно справа налево вычисляются $1 + 1/3 + 1/5 + \dots + 1/9\,999$ и $1/2 + 1/4 + \dots + 1/10\,000$, затем второе значение вычитается из первого.

4. Вычислить корни вещественных чисел $x = 2.0, 3.0, \dots, 100.0$. Распечатать значения x , $\sqrt[n]{x}$, количество итераций, необходимых для вычисления корня с заданной точностью $\varepsilon > 0$.

Для $x > 0$ величина $\sqrt[n]{x}$ может быть вычислена следующим итерационным методом:

$$x_0 = 1; \quad x_{i+1} = \frac{1}{n} \left((n-1)x_i + \frac{x}{x_i^{n-1}} \right), \quad i = 0, 1, 2, \dots$$

Считать, что требуемая точность достигнута, если $|x_{i+1} - x_i| < \varepsilon$.

5. Напишите функцию `long int htol(char* s)`, которая преобразует последовательность шестнадцатеричных цифр, начинающуюся с `0x` или `0X`, в соответствующее десятичное целое типа `long int`.

6. Вычислить с точностью $\varepsilon > 0$ значение «золотого сечения» $\Phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$ как предел последовательности $\{q_i\}$ при $i \rightarrow \infty$

$$q_i = \frac{F_i}{F_{i-1}}, \quad i = 2, 3, \dots,$$

где F_i — числа Фибоначчи, задаваемые рекуррентно: $F_0 = 0$, $F_1 = 1$, $F_i = F_{i-1} + F_{i-2}$, $i \geq 2$, $i \in \mathbb{Z}$.

Считать, что требуемая точность достигнута, если $|q_{i+1} - q_i| < \varepsilon$.

7. Написать рекурсивную функцию вычисления x^n для вещественного x ($x \neq 0$) и целого n :

$$x^n = \begin{cases} 1, & \text{при } n = 0; \\ \frac{1}{x^{|n|}}, & \text{при } n < 0; \\ x \cdot x^{n-1}, & \text{при } n > 0. \end{cases}$$

Протестировать эту функцию на подходящих наборах входных данных.

8. Напишите функцию `int any(char* s1, char* s2)`, которая возвращает либо ту позицию в `s1`, где стоит первый символ, совпавший с любым из символов в `s2`, либо `-1` (если ни один символ из `s1` не совпадает с символами из `s2`). (Стандартная библиотечная функция `strpbrk()` делает то же самое, но выдает не номер позиции символа, а указатель на символ.)

9. Написать функцию `int div11(int x)`, возвращающую `1` если число x делится на `11`, и `0` в обратном случае.

Признак делимости: число делится на `11`, если сумма цифр, которые занимают чётные позиции равна сумме цифр, занимающих нечётные позиции, либо отличается от неё на `11`.

10. Согласно классической теории парамагнетизма намагниченность M идеального газа магнитных диполей с магнитными моментами μ_0 и концентрацией n , находящихся в магнитном поле с напряжённостью H при температуре T , равна:

$$M = \mu_0 n \mathcal{L}\left(\frac{\mu_0 H}{kT}\right),$$

где $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К — постоянная Больцмана, а $\mathcal{L}(x)$ — функция Ланжевена.

Известно, что $\mathcal{L}(x)$ можно представить в виде

$$\mathcal{L}(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{e^x - e^{-x}} - \frac{1}{x}.$$

Написать программу, вычисляющую намагниченность M по введённым пользователем значениям μ_0 , n , H и T .

11. Написать рекурсивную функцию вычисления значения $A(m, n)$ — функции Аккермана для неотрицательных целых чисел n и m :

$$A(m, n) = \begin{cases} n + 1, & m = 0; \\ A(m - 1, 1), & m > 0, n = 0; \\ A(m - 1, A(m, n - 1)), & m > 0, n > 0. \end{cases}$$

С помощью этой функции составить таблицу значений $A(n, m)$ для значений $n \in [0, 5]$ и $m \in [0, 3]$.

12. Найти приближенное значение числа π с точностью $\varepsilon > 0$. Для этого можно использовать представление числа $2/\pi$ в виде произведения корней

$$\sqrt{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}}}} \cdot \dots$$

Вычисления прекращаются, когда два следующих друг за другом приближения для числа π будут отличаться меньше, чем на ε .

13. Период колебаний T математического маятника совершающего колебания в однородном поле силы тяжести на невесомой нерастяжимой нити длины ℓ описывается формулой

$$T = 4\sqrt{\frac{\ell}{g}} \mathcal{K}\left(\sin \frac{\varphi_0}{2}\right),$$

где $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения, φ_0 — начальный угол отклонения маятника от вертикали, а $\mathcal{K}(x)$ — полный эллиптический интеграл первого рода.

Известно, что $\mathcal{K}(x)$ можно представить в виде ряда

$$\mathcal{K}(x) = \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{1^2}{2^2}x^2 + \frac{1^2 \cdot 3^2}{2^2 \cdot 4^2}x^4 + \frac{1^2 \cdot 3^2 \cdot 5^2}{2^2 \cdot 4^2 \cdot 6^2}x^6 + \dots \right), \quad x^2 < 1.$$

Написать программу, вычисляющую период колебаний T по введённым пользователем значениям ℓ и φ_0 с относительной погрешностью $\delta T = \Delta T/T = 10^{-3}$.

14. Написать игру «горячо-холодно». Компьютер «загадывает» число от 0 до 99. Пользователь пытается его отгадать, а компьютер ему подсказывает: холодно, прохладно, едва тепло, горячо и т. п.

15. Для данного вещественного числа x и натурального n вычислить:

(a) $\sum_{k=1}^n (\sin x)^k$;

(b) $\sum_{k=1}^n \sin(x^k)$;

(c) $\sin x + \sin(\sin x) + \dots + \sin(\sin(\dots \sin(\sin x) \dots))$.

16. В оболочечных моделях ядра для расчета потенциальной энергии спин-орбитального взаимодействия нуклонов часто применяют потенциал Вудса — Саксона:

$$U(r) = -\frac{U_0}{1 + \exp\left(\frac{r - R}{a}\right)},$$

где $U_0 \approx 50$ МэВ — глубина потенциальной ямы, $a \approx 0.5$ фм — постоянная, характеризующая скорость изменения потенциала, а $R = r_0 A^{1/3}$ — радиус ядра, $r_0 \approx 1.3$ фм, A — массовое число.

Значение A передается программе как аргумент при запуске. Требуется вывести график данной функции в графический растровый файл (с расширением `.png`). Изобразить на рисунке координатные оси и масштаб.

17. Необходимо написать программу, выводящую в графический растровый файл (с расширением `.png`) изображение пятиконечной звезды. Пользователь определяет имя файла и цвет контура звезды передавая программе параметры при её запуске.

18. Робот может перемещаться в четырех направлениях («n» — север, «w» — запад, «s» — юг, «e» — восток) и принимать пять цифровых команд: 0 — остановка, 1 — продолжать движение, -1 — движение реверсом, 2 — поворот направо, -2 — поворот налево. Дан символ S — исходное направление робота и целое число N — посланная ему команда. Вывести направление робота после выполнения каждой полученной команды, вплоть до остановки.

19. Задан первый член и разность арифметической прогрессии. Вычислить сумму n членов арифметической прогрессии и значение n -го члена.

20. В физической электронике, при расчете электронных уровней энергии в металлах и полупроводниках, очень важную роль играет распределение Ферми:

$$f(E) = \frac{4\pi\sqrt{(2m)^3}}{h^3} \cdot \frac{\sqrt{E}}{1 + \exp\left(\frac{E - W_F}{kT}\right)},$$

здесь $m = 9.11 \cdot 10^{-28}$ г — масса электрона, $h = 6.62 \cdot 10^{-27}$ эрг·с — постоянная Планка, $k = 1.38 \cdot 10^{-16}$ эрг/К — постоянная Больцмана, T — абсолютная температура и W_F — уровень Ферми.

Пользователь запускает программу с двумя параметрами: температурой T и уровнем Ферми W_F , выраженном в электрон-Вольтах ($1 \text{ эВ} = 1.6 \cdot 10^{-12}$ эрг). Программа должна построить график функции Ферми при данных параметрах и записать его в графический файл (с расширением `.png`). На рисунке указать координатные оси и масштаб.

21. Даны координаты двух различных полей шахматной доски x_1, y_1, x_2, y_2 ($x_{1,2}$ — символы `a-h` или `A-H`, $y_{1,2}$ — целые числа, лежащие в диапазоне 1-8).

Требуется проверить истинность высказывания: «Ферзь за один ход может перейти с одного поля на другое».

Список литературы

- [1] Керниган Б., Ритчи Д. Язык программирования Си.
- [2] Подбельский В. В., Фомин С. С. Программирование на языке Си.
- [3] Богатырёв А. Язык Си в системе UNIX.
- [4] Страуструп Б. Язык программирования C++.
- [5] Подбельский В. В. Язык Си++.
- [6] Столяров А. В. Введение в язык Си++.
- [7] Столяров А. В. Программирование: введение в профессию.
- [8] Брайант Р., О'Халларон Д. Компьютерные системы: архитектура и программирование. Взгляд программиста.
- [9] Кнут Д. Искусство программирования.
- [10] Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы. Построение и анализ.
- [11] Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных.