

Задания к работе №2 по Фундаментальным алгоритмам.

Все задания реализуются на языке программирования C (стандарт C99 и выше).

Реализованные в заданиях приложения не должны завершаться аварийно.

Во всех заданиях запрещено использование глобальных переменных (включая *errno*).

Во всех заданиях запрещено использование оператора безусловного перехода (*goto*).

Во всех заданиях запрещено пользоваться функциями, позволяющими завершить выполнение приложения из произвольной точки выполнения, вне контекста исполнения функции *main*.

Во всех заданиях при реализации необходимо разделять контексты работы с данными (поиск, сортировка, добавление/удаление, модификация и т. п.) и отправка данных в поток вывода / выгрузка данных из потока ввода.

Во всех заданиях все параметры функций и вводимые (с консоли, файла, командной строки) пользователем данные должны подвергаться валидации в соответствии с типом валидируемых данных, если не сказано обратное; валидация должна зависеть от типа данных и логики применения этих данных для выполнения целевой подзадачи. При передаче аргументов приложению в командную строку, их количество также должно валидироваться.

Во всех заданиях необходимо контролировать ситуации с невозможностью [пере]выделения памяти; во всех заданиях необходимо корректно освобождать всю выделенную динамическую память.

Все ошибки, связанные с операциями открытия файла, должны быть обработаны; все открытые файлы должны быть закрыты.

Во всех заданиях запрещено использование глобальных переменных.

Во всех заданиях при реализации функций необходимо обеспечить возможность обработки ошибок различных типов на уровне вызывающего кода при помощи возврата целевых результатов функции через параметры функции и возврата из функции значения (либо типа *int*, либо перечислимого типа (*enum*)), репрезентирующего статус-код функции, в целях обработки последнего в вызывающем коде через оператор *switch/case* либо через управляющие конструкции языка *if/else if/else*. Возвращаемые статус-коды функций необходимо продумать самостоятельно так, чтобы были покрыты всевозможные ошибки времени выполнения функций.

Во всех заданиях сравнение (на предмет эквивалентности или отношения порядка) вещественных чисел на уровне функции должно использовать значение эпсилон, которое является параметром этой функции.

Во всех заданиях при реализации функций необходимо максимально ограничивать возможность модификации (если она не подразумевается) передаваемых в функцию параметров (используйте ключевое слово *const*).

1 Через аргументы командной строки программе подаются флаг (первым аргументом), строка (вторым аргументом); и (только для флага -с) целое число типа *unsigned int* и далее произвольное количество строк. Флаг определяет действие, которое необходимо выполнить над переданными строками:

- ✓ • -l подсчёт длины переданной строки, переданной вторым аргументом;
- ✓ • -r получить новую строку, являющуюся перевёрнутой (reversed) переданной вторым аргументом строкой;
- ✓ • -u получить новую строку, идентичную переданной вторым аргументом, при этом каждый символ, стоящий на **нечётной** позиции (первый символ строки находится на позиции 0), должен быть преобразован **в верхний регистр**;
- ✗ • -n получить из символов переданной вторым аргументом строки новую строку так, чтобы в начале строки находились символы цифр в исходном порядке, затем символы букв в исходном порядке, а в самом конце – все остальные символы, также в исходном порядке;
- -s получить новую строку, являющуюся конкатенацией второй, четвёртой, пятой и т. д. переданных в командную строку строк; строки конкатенируются в псевдослучайном порядке; для засеивания генератора псевдослучайных чисел функцией *srand* используйте **seed** равный числу, переданному в командную строку **третьим аргументом**.

Для каждого флага необходимо реализовать соответствующую ему собственную функцию, выполняющую действие. Созданные функциями строки должны располагаться в выделенной из динамической кучи памяти. При реализации функций запрещено использование функций из заголовочного файла *string.h*. Протестируйте работу реализованных функций.

- 2
1. Реализуйте функцию с переменным числом аргументов, вычисляющую среднее геометрическое переданных ей чисел вещественного типа. Количество (значение типа *int*) переданных вещественных чисел задаётся в качестве последнего обязательного параметра функции.
 2. Реализуйте рекурсивную функцию возведения вещественного числа в целую степень. При реализации используйте алгоритм быстрого возведения в степень. Протестируйте работу реализованных функций.

3. Реализуйте функцию с переменным числом аргументов, принимающую в качестве входных параметров подстроку и пути к файлам. Необходимо чтобы для каждого файла функция производила поиск всех вхождений переданной подстроки в содержимом этого файла. При реализации запрещается использование функций `strstr` и `strncmp` из заголовочного файла `string.h`. Продемонстрируйте работу функции, также организуйте наглядный вывод результатов работы функции: для каждого файла, путь к которому передан как параметр Вашей функции, для каждого вхождения подстроки в содержимое файла необходимо вывести номер строки (индексируется с 1) и номер символа в строке файла, начиная с которого найдено вхождение подстроки. В подстроку могут входить любые символы (обратите внимание, что в подстроку также могут входить символы пробела, табуляций, переноса строки, в неограниченном количестве).
4. 1. Реализуйте функцию с переменным числом аргументов, принимающую координаты (вещественного типа, пространство двумерное) вершин многоугольника и определяющую, является ли этот многоугольник выпуклым.
2. Реализуйте функцию с переменным числом аргументов, находящую значение многочлена степени n в заданной точке. Входными параметрами являются точка (вещественного типа), в которой определяется значение многочлена, степень многочлена (целочисленного типа), и его коэффициенты (вещественного типа, от старшей степени до свободного коэффициента в порядке передачи параметров функции слева направо).
3. Реализуйте функцию с переменным числом аргументов, находящую среди переданных строковых представлений целых неотрицательных чисел, заданных в системе счисления с основанием $base$, передаваемым как параметр функции, чисел, являющихся в системе счисления с основанием $base$ числами Капрекара. Продемонстрируйте работу реализованных функций.

5. Реализуйте функции `overfprintf` и `oversprintf`, поведение которых схоже с поведением стандартных функций `fprintf` и `sprintf`, то есть эти функции имеют одинаковый прототип и логику работы, но в ваших функциях помимо стандартных флагов определены следующим образом дополнительные флаги:

- `%Ro` – печать в поток вывода целого числа типа *int*, записанного римскими цифрами;
- `%Zr` – печать в поток вывода цекендорфова представления целого числа типа *unsigned int* (коэффициенты 0 и 1 при числах Фибоначчи должны быть записаны от младшего к старшему слева направо с дополнительной единицей в конце записи, репрезентирующей окончание записи);
- `%Cv` печать целого числа типа *int* в системе счисления с заданным основанием (при обработке флага первым параметром функции, “снимаемым” со стека, является целое число типа *int*, вторым - основание целевой системы счисления в диапазоне [2..36] (при основании системы счисления, не входящем в диапазон, значение основания системы счисления устанавливается равным 10)); символы букв в результирующем строковом представлении целого числа должны быть записаны в нижнем регистре;
- `%CV` – аналогично флагу `%Cv`, при этом символы букв во входном строковом представлении целого числа должны быть записаны в верхнем регистре;
- `%to` – печать в поток вывода результата перевода целого числа, записанного в строковом представлении в системе счисления с заданным основанием в систему счисления с основанием 10 (при обработке флага первым параметром функции, “снимаемым” со стека, является строка, описываемая значением типа *char **, вторым - основание исходной системы счисления в диапазоне [2..36] (при основании системы счисления, не входящем в диапазон, значение основания системы счисления устанавливается равным 10)); символы букв во входном строковом представлении целого числа должны быть записаны в нижнем регистре;
- `%TO` - аналогично флагу `%to`, при этом символы букв во входном строковом представлении целого числа должны быть записаны в верхнем регистре;
- `%mi` – печать дампа памяти (байты значения, записанные в системе счисления с основанием 2, в порядке нахождения в памяти “слева направо”; строковые представления байтов должны сепарироваться одним символом пробела) значения знакового целого 4-байтного числа;
- `%mi` – печать дампа памяти (байты значения, записанные в системе счисления с основанием 2, в порядке нахождения в памяти “слева направо”; строковые представления байтов должны сепарироваться одним символом пробела) значения беззнакового целого 4-байтного числа;
- `%md` – печать дампа памяти (байты значения, записанные в системе счисления с основанием 2, в порядке нахождения в памяти “слева направо”; строковые представления байтов должны сепарироваться одним символом пробела), значения вещественной переменной типа *double*;
- `%mf` – печать дампа памяти (байты значения, записанные в системе счисления с основанием 2, в порядке нахождения в памяти “слева направо”; строковые

представления байтов должны сепарироваться одним символом пробела), значения вещественной переменной типа *float*.

Продемонстрируйте работу реализованных функций.

6. Реализуйте функции *overfscanf* и *oversscanf*, поведение которых схоже с поведением стандартных функций *fscanf* и *sscanf* соответственно, то есть эти функции имеют одинаковый прототип и логику работы, но в ваших функциях помимо стандартных флагов добавляются дополнительные флаги:

- *%Ro* – считывание из потока ввода целого числа типа *int*, записанного римскими цифрами;
- *%Zr* – считывание из потока ввода целого числа типа *unsigned int*, записанного в виде цекендорфова представления (коэффициенты 0 и 1 при числах Фибоначчи должны быть записаны от младшего к старшему слева направо с дополнительной единицей в конце записи, репрезентирующей окончание записи);
- *%Cv* считывание из потока ввода целого числа типа *int*, записанного в системе счисления с заданным основанием (при обработке флага первым параметром функции, “снимаемым” со стека, является адрес места в памяти типа *int **, куда необходимо записать считанное значение, вторым - основание системы счисления (в которой записано число, находящееся в потоке ввода) в диапазоне *[2..36]* (при основании системы счисления, не входящем в диапазон, значение основания системы счисления устанавливается равным 10)); символы букв во входном строковом представлении целого числа должны быть записаны в нижнем регистре;
- *%CV* – аналогично флагу *%Cv*, при этом символы букв во входном строковом представлении целого числа должны быть записаны в верхнем регистре;

Валидация данных, находящихся во входном потоке, не требуется.

Продемонстрируйте работу реализованных функций.

7. Реализуйте функцию, которая находит корень уравнения одной переменной методом дихотомии. Аргументами функции являются границы интервала, на котором находится корень; точность (эпсилон), с которой корень необходимо найти, а также указатель на функцию, связанной с уравнением от одной переменной. Продемонстрируйте работу функции на разных значениях интервалов и точности, для различных уравнений.

8. Реализуйте функцию с переменным числом аргументов, вычисляющую сумму переданных целых неотрицательных чисел в заданной системе счисления с основанием [2..36]. Параметрами функции являются основание системы счисления, в которой производится суммирование, количество переданных чисел, строковые представления чисел в заданной системе счисления. Десятичное представление переданных чисел может быть слишком велико и не поместиться во встроенные типы данных; для решения возникшей проблемы также реализуйте функцию «сложения в столбик» двух чисел в заданной системе счисления, для её использования при реализации основной функции. Результирующее число не должно содержать ведущих нулей. Продемонстрируйте работу функции.

9. Реализуйте функцию с переменным числом аргументов, определяющую для каждой из переданных десятичных дробей (в виде значения вещественного типа в диапазоне (0; 1)), имеет ли она в системе счисления с переданным как параметр функции основанием конечное представление. Продемонстрируйте работу функции.

10. Реализуйте функцию с переменным числом аргументов, находящую переразложение многочлена со степенями значения x по степеням значения $(x - a)$. Входными аргументами этой функции являются точность ε , значение a (вещественного типа), указатель на место в памяти, по которому должен быть записан указатель на динамически выделенную в функции коллекцию коэффициентов результирующего многочлена, степень многочлена (целочисленного типа) и его коэффициенты (вещественного типа), передаваемые как список аргументов переменной длины. То есть, если задан многочлен $f(x)$, то необходимо найти коэффициенты g_0, g_1, \dots, g_n такие что:

$$f(x) = f_0 + f_1x + f_2x^2 + \dots + f_nx^n = g_0 + g_1(x - a) + g_2(x - a)^2 + \dots + g_n(x - a)^n.$$

Продемонстрируйте работу функции.