

Библиотеки и оптимизации

Николай Пономарев

22 сентября 2025 г.



Санкт-Петербургский
государственный университет

Про сдачу домашек

В курсе по Python вас научили пользоваться Git и GitHub

- Каждая домашняя работа оформляется как Pull Request в свой репозиторий
- Добавьте преподавателя в коллабораторы
- Одно задание — один PR
- Следите за оформлением кода, коммитов, комментариев и т.д.

Важно

Начиная с этой домашки в HwProj должна быть ссылка на Pull Request!

Модули

- Способ группировки кода в логически обособленные группы
- В C это реализуется с помощью заголовочных файлов и файлов с реализацией
 - .h и .c
- В отдельный модуль выносятся объявления типов данных и функции, которые делают одно дело
 - Например, разные функции сортировки
 - Или всё для работы с матрицами
- В интерфейсную часть модуля выносится только то, что может использовать другой код
 - Меньше знаешь — крепче спишь
- Функции, используемые только для реализации, пишутся только в .c-файле
 - Например, функция разделения массива для быстрой сортировки или swap

Модули

Заголовочный файл:

```
#pragma once
```

```
// Комментарий к функции 1  
int functionOne(int x, int y);
```

```
// Комментарий к функции 2  
void functionTwo();
```

.c-файл:

```
#include <имя заголовочного файла.h>
```

```
#include <все остальные библиотеки>
```

```
int functionOne(int x, int y)  
{  
    ...  
}
```

```
void functionTwo()  
{  
    ...  
}
```

- Реализации функций в .h-файле писать нельзя
 - Иначе будет беда, если один .h-ник подключат в два .с-шника
- Комментарии обязательны
- `#pragma once` обязательна
- Подключать «свой» заголовочный файл в .с обязательно
- Файлы .h/.с всегда ходят парами, кроме файла с `main`

Как это собрать

См. workdir

```
$ gcc -Wall -Wextra -pedantic main.c -o main
/usr/bin/ld: /tmp/cc4YmGLo.o: in function `main':
main.c:(.text+0x3f): undefined reference to `isPrime'
collect2: error: ld returned 1 exit status
```

Не выйдет! Нужно так:

```
$ gcc -Wall -Wextra -pedantic prime.c -c
$ gcc -Wall -Wextra -pedantic prime.o main.c -o main
```

- Многие задачи решали до вас неоднократно
- Такие готовые решения принято называть «библиотеками»
- Иногда требуется создавать свои библиотеки
- Чаще — достаточно использовать уже готовые

- Многие задачи решали до вас неоднократно
- Такие готовые решения принято называть «библиотеками»
- Иногда требуется создавать свои библиотеки
- Чаще — достаточно использовать уже готовые

Определение

Библиотекой в Си называют набор заголовочных файлов, доступных другим приложениям, и файлов с реализацией объявлений из соответствующего заголовочного файла. Это могут быть как .с-файлы, так и уже прекомпилированные файлы (.lib, .dll, .so).

Стандартные библиотеки в Си

На самом деле Вы использовали уже довольно много разных библиотек:

`stdio.h` `printf`, `scanf`, ...

`stdlib.h` `malloc`, `calloc`, `free`, ...

`math.h` `abs`, `sin`, `cos`, ...

`string.h` `strcmp`, `strcpy`, ...

`stdbool.h` `true`, `false`, ...

...

Тонкости (для Linux)

- В системе библиотеки обычно живут в `/usr/lib`
- Заголовочные файлы в `/usr/include`
- При сборке библиотеки подключаются флагом `-l<название библиотеки>`
- Если библиотека находится по нестандартному пути, используйте флаг `-L <путь>`
- Если её заголовочные файлы находятся по нестандартному пути, используйте флаг `-I <путь>`

Связывание с внешней библиотекой

На примере libcurl

```
$ curl https://raw.githubusercontent.com/curl/curl/master/docs/examples/https.c  
↪ -o https.c  
$ gcc -Wall -Werror -pedantic https.c -o https # ошибка!  
$ gcc -Wall -Werror -pedantic https.c -lcurl -o https
```

Статическая линковка

Способ линковки, при котором библиотеки встраиваются в исполняемый файл

Плюсы:

- Высокая переносимость
- Повышенная безопасность
- Скорость исполнения

Минусы:

- Увеличение размера исполняемого файла
- Сложность управления версиями библиотек

Динамическая линковка

Способ связывания, при котором система загружает библиотеки по ходу исполнения программы

Плюсы:

- Меньший размер исполняемого файла
- «Простота» управления версиями библиотек

Минусы:

- Проблемы с переносимостью
- Временные затраты на поиск и загрузку библиотек по ходу исполнения

Динамическая линковка vs. Статическая линковка

```
$ gcc -Wall -Wextra -pedantic root.c -lm -o root
$ ldd root
linux-vdso.so.1 (0x00007f4e00c64000)
libm.so.6 => /usr/lib/libm.so.6 (0x00007f4e00b16000)
libc.so.6 => /usr/lib/libc.so.6 (0x00007f4e00800000)
/lib64/ld-linux-x86-64.so.2 => /usr/lib64/ld-linux-x86-64.so.2
↳ (0x00007f4e00c66000)
$ du -h root
16K    root

$ gcc -Wall -Wextra -pedantic root.c -lm -o root -static
$ ldd root
not a dynamic executable
$ du -h root
948K   root
```

Компиляторные оптимизации

gcc -O1 -O2 -O3 ...

- раскрытие циклов (избавление от условных переходов)
- замена инструкций (умножение на 2 эквивалентно битовому сдвигу)
- раскрытие внутренних методов (избавление от вызовов подпрограмм)
- использование SSE (одновременная обработка блоков данных)
- ...

gcc -Os — оптимизация по размеру

Compiler Explorer: <https://godbolt.org/>

Домашнее задание

Реализовать приложение, сортирующее поступающий в стандартный поток ввода набор целых чисел (не более 100 штук, это гарантируется). Числа разделены пробелами, последним символом является перенос строки.

Процедура сортировки должна быть реализована на языке ассемблера *достаточно оптимальным образом*. Кодом возврата приложения является количество элементов, участвовавших в сортировке и изменивших свою позицию.

Дополнительные соглашения:

- Чтение поступающих на вход сортируемых элементов необходимо производить с помощью команды `scanf(...)`.
- Файлы с кодом приложения должны иметь расширение `.c`, файл с реализацией сортировки на ассемблере должен иметь расширение `.s`.

Не забудьте приложить инструкцию по сборке!

- C FAQ: «I'm wondering what to put in .c files and what to put in .h files. (What does ".h" mean, anyway?)»
 - <https://c-faq.com/cpp/hfiles.html>
- How to handle dynamic and static libraries in Linux
 - <https://opensource.com/article/20/6/linux-libraries>
 - Статья для тех, кто хочет понять, как создавать библиотеки пригодные для связывания
- Про компоновку, dependency hell и обратную совместимость
 - <https://habr.com/ru/articles/220961/>
 - Про то, к каким побочным эффектам может приводить повсеместное бездумное использование динамической линковки и как их можно лечить