

# Часть III. Глава 5. Сборка кросс-тулчайна

- [chapter04](#)

## Содержание

- [5.1. Введение](#)
- [5.2. Binutils-2.42 - Проход 1](#)
- [5.3. GCC-13.2.0 - Проход 1](#)
- [5.4. Заголовочные файлы Linux-6.7.4 API](#)
- [5.5. Glibc-2.39](#)
- [5.6. Libstdc++ из GCC-13.2.0](#)

## 5.1. Введение

В этой главе дано описание, как создать кросс-компилятор и связанные с ним инструменты. Несмотря на то, что на данном этапе кросс-компиляция имитируется, принципы его работы те же, что и для настоящего кросс-тулчайна.

Программы, скомпилированные в этой главе, будут установлены в каталог **\$LFS/tools**, чтобы они были отделены от файлов, установленных в следующих главах. Библиотеки, же, устанавливаются на свое постоянное место, поскольку они относятся к системе, которую мы хотим создать.

## 5.2. Binutils-2.42 - Проход 1

Пакет Binutils содержит компоновщик, ассемблер и другие инструменты для работы с объектными файлами.
--

Приблизительное время сборки:	1 SBU
-------------------------------	-------

Требуемое дисковое пространство:	663 MB
----------------------------------	--------

### Примечание



Вернитесь назад и перечитайте примечания в разделе Общие инструкции по компиляции. Понимание информации, помеченной как важная, может впоследствии избавить вас от многих проблем.

Очень важно, чтобы Binutils был скомпилированным первым, потому что и Glibc, и GCC выполняют различные тесты на доступных компоновщике и ассемблере, чтобы определить, какие из их функций следует включить. Переходим в библиотеку `/sources`

```
cd $LFS/sources
```

```
lfs:~$ cd $LFS/sources
lfs:/mnt/lfs/sources$
```

Распаковываем архив и переходим в каталог с его содержимым

```
tar -pxf binutils-2.42.tar.xz
cd binutils-2.42
```

```
lfs:/mnt/lfs/sources$ tar -pxf binutils-2.42.tar.xz
cd binutils-2.42
lfs:/mnt/lfs/sources/binutils-2.42$
```

В документации пакета Binutils рекомендуется выполнять сборку в отдельном каталоге, создадим его:

```
mkdir -v build
cd      build
```

```
lfs:~$ mkdir -v build
cd      build
mkdir: created directory 'build'
lfs:~/build$
```

### Примечание



Для того, чтобы значения SBU, перечисленные в остальной части книги, были вам полезны, измерьте время, необходимое для сборки этого пакета, начиная с настройки и заканчивая установкой. Чтобы добиться этого, оберните команды сборки командой **time { ./configure ... && make && make install; }**.

Теперь подготовьте Binutils к компиляции:

```
./configure --prefix=$LFS/tools \
            --with-sysroot=$LFS \
            --target=$LFS_TGT \
            --disable-nls \
            --enable-gprofng=no \
            --disable-werror \
            --enable-default-hash-style=gnu
```

### «Значение параметров настройки:»

- **-prefix=\$LFS/tools**

Указывает сценарию configure подготовить к установке пакет Binutils в каталог \$LFS/tools.

- **-with-sysroot=\$LFS**

Для кросс-компиляции указывает системе сборки искать в \$LFS библиотеки целевой системы, если необходимо.

- **-target=\$LFS\_TGT**

Поскольку название машины в значении переменной LFS\_TGT может отличаться от значения, которое возвращает сценарий config.guess, этот аргумент укажет сценарию configure как настроить систему сборки пакета Binutils для создания кросс-компоновщика.

- **-disable-nls**

Этот параметр отключает интернационализацию, так как i18n не требуется для временных инструментов.

- **-enable-gprofng=no**

Этот параметр отключает сборку gprofng, который не нужен для временного инструментария.

- **-disable-werror**

Этот параметр предотвращает остановку сборки в случае появления предупреждений от компилятора хоста.

- **-enable-default-hash-style=gnu**

По умолчанию компоновщик генерирует как хеш-таблицу в стиле GNU, так и классическую хеш-таблицу ELF для общих библиотек и динамически связанных исполняемых файлов. Хеш-таблицы необходимы только для динамического компоновщика, выполняющего поиск символов. В LFS динамический компоновщик (предоставляемый пакетом Glibc) всегда будет использовать хеш-таблицу в стиле GNU, к которой запросы выполняются быстрее. Так что классическая хеш-таблица ELF совершенно бесполезна. Этот параметр указывает компоновщику по умолчанию генерировать только хеш-таблицу в стиле GNU, поэтому мы можем избежать траты времени на создание классической хеш-таблицы ELF при сборке пакетов или не тратить дисковое пространство для ее хранения.

Скомпилируйте пакет:

```
make
```

Установите пакет:

```
make install
```

Воспользуемся примечанием и обернем перечисленные команды сборки командой **time**: **time { ./configure ... && make && make install; }**.

```
time { ./configure --prefix=$LFS/tools \
        --with-sysroot=$LFS \
        --target=$LFS_TGT \
        --disable-nls \
        --enable-gprofng=no \
        --disable-werror \
        --enable-default-hash-style=gnu && make && make install; }
```

```
lfs:/mnt/lfs/sources/binutils-2.42/build$ time { ./configure --prefix=$LFS/tools \
        --with-sysroot=$LFS \
        --target=$LFS_TGT \
        --disable-nls \
        --enable-gprofng=no \
        --disable-werror \
        --enable-default-hash-style=gnu && make && make install; }
```

Итоговый отчет с указанием примерного времени сборки

Last update: 2024/07/12 software:linux\_server:lfs-example:chapter05 https://repo.wwoss.ru/doku.php?id=software:linux\_server:lfs-example:chapter05&rev=1720806030 20:40

```
ay-tree.h ../../libiberty/include/timeval-utils.h; do \
    /usr/bin/install -c -m 644 $h ${thd}; \
done; \
fi
make[3]: Entering directory '/mnt/lfs/sources/binutils-2.42/build/libiberty/testsuite'
make[3]: Nothing to be done for 'install'.
make[3]: Leaving directory '/mnt/lfs/sources/binutils-2.42/build/libiberty/testsuite'
make[2]: Leaving directory '/mnt/lfs/sources/binutils-2.42/build/libiberty'
make[1]: Nothing to be done for 'install-target'.
make[1]: Leaving directory '/mnt/lfs/sources/binutils-2.42/build'

real    2m6.422s
user    1m41.992s
sys     0m27.623s
lfs:/mnt/lfs/sources/binutils-2.42/build$
```

Перейдем в каталог sources и удалим более не нужный разорхивированный каталог binutils-2.42

```
cd ../../..
rm -Rf binutils-2.42
```

```
lfs:/mnt/lfs/sources/binutils-2.42/build$ cd ../../..
rm -Rf binutils-2.42
lfs:/mnt/lfs/sources$
```

Подробная информация об этом пакете находится в [Разделе 8.19.2, «Содержимое пакета Binutils.»](#)

## 5.3. GCC-13.2.0 - Проход 1

Пакет GCC содержит коллекцию компиляторов GNU, которая включает компиляторы C и C++.	
Приблизительное время сборки:	3.8 SBU
Требуемое дисковое пространство:	4.1 GB

### Примечание



В этой главе часто возникают недоразумения, хотя применяются те же процедуры, что и в любой другой главе, следуйте инструкции которую получили ранее ([Инструкции по сборке пакетов](#)). Сначала распакуйте пакет gcc-13.2.0 из архива, а затем перейдите в созданный каталог. Только после этого следует приступить к приведенным ниже инструкциям.

```
tar -xf ../../mpfr-4.2.1.tar.xz
mv -v mpfr-4.2.1 mpfr
tar -xf ../../gmp-6.3.0.tar.xz
mv -v gmp-6.3.0 gmp
tar -xf ../../mpc-1.3.1.tar.gz
mv -v mpc-1.3.1 mpc
```

На хостах x86\_64 измените имя каталога по умолчанию для 64-битных библиотек на «lib»:

```
case $(uname -m) in
x86_64)
    sed -e '/m64=/s/lib64/lib/' \
        -i.orig gcc/config/i386/t-linux64
```

```
;;
esac
```

В документации к GCC рекомендуется собирать GCC в отдельном каталоге:

```
mkdir -v build
cd      build
```

Подготовьте GCC к компиляции:

```
./configure \
  --target=$LFS_TGT \
  --prefix=$LFS/tools \
  --with-glibc-version=2.39 \
  --with-sysroot=$LFS \
  --with-newlib \
  --without-headers \
  --enable-default-pie \
  --enable-default-ssp \
  --disable-nls \
  --disable-shared \
  --disable-multilib \
  --disable-threads \
  --disable-libatomic \
  --disable-libgomp \
  --disable-libquadmath \
  --disable-libssp \
  --disable-libvtv \
  --disable-libstdcxx \
  --enable-languages=c,c++
```

### Значение параметров настройки:

- **-with-glibc-version=2.39**

Этот параметр указывает версию Glibc, которая будет использоваться на целевой системе. Он не имеет отношения к libc хост-дистрибутива, потому что все, скомпилированное в этом разделе, будет выполняться в среде chroot, которая изолирована от libc хост-дистрибутива.

- **-with-newlib**

Поскольку работающая библиотека С еще недоступна, это гарантирует, что константа inhibit\_libc будет определена при сборке libgcc. Это предотвращает компиляцию любого кода, требующего поддержки libc.

- **-without-headers**

При создании полного кросс-компилятора GCC требует наличия стандартных заголовков, совместимых с целевой системой. Для наших целей эти заголовки не понадобятся. Этот параметр предотвращает их поиск GCC.

- **-enable-default-pie и -enable-default-ssp**

Эти параметры позволяют GCC по умолчанию компилировать программы с некоторыми функциями усиливающими безопасность (более подробная информация о них приведена в примечание о PIE и SSP в Главе 8). На данном этапе это не является строго обязательным, поскольку компилятор будет создавать только временные исполняемые файлы. Но лучше, чтобы временные пакеты были максимально приближены к тем, что будут в готовой системе LFS.

- **-disable-shared**

Этот параметр заставляет GCC статически связывать свои внутренние библиотеки. Он необходим потому что общие библиотеки требуют Glibc, который еще не установлен в целевой системе.

- **-disable-multilib**

На x86\_64, LFS не поддерживает конфигурацию multilib. Этот аргумент никак не влияет на работу с архитектурой x86.

- **-disable-threads, -disable-libatomic, -disable-libgomp, -disable-libquadmath, -disable-libssp, -disable-libvtv, -disable-libstdc++**

Эти аргументы отключают поддержку расширений для работы с многопоточностью, libatomic, libgomp, libquadmath, libssp, libvtv и стандартной библиотеки C++ соответственно. Эти функции могут не скомпилироваться при сборке кросс-компилятора и не нужны для задач кросс-компиляции временной libc

- **-enable-languages=c,c++**

Этот параметр обеспечивает сборку только компиляторов C и C++. Это единственные языки, которые нужны сейчас.

Скомпилируйте GCC, выполнив:

```
make
```

Установите пакет:

```
make install
```

Во время сборки GCC установил пару внутренних системных заголовочных файлов. Обычно один из файлов limits.h, включает соответствующие системные ограничения **limits.h**, в данном случае **\$LFS/usr/include/limits.h**. Однако во время сборки **GCC \$LFS/usr/include/limits.h** не существует, поэтому только что установленный внутренний заголовочный файл является частичным, автономным файлом и не включает расширенные функции системного файла. Этого достаточно для сборки Glibc, но полный внутренний заголовочный файл понадобится позже. Создайте полную версию внутреннего заголовочного файла с помощью команды, идентичной той, что система сборки GCC использует обычно:



### Примечание



В приведенной ниже команде показан пример подстановки вложенных команд, используя два метода: обратные кавычки и конструкцию `$()`. Его можно было бы переписать, используя один и тот же метод для обеих замен, но сделано так, чтобы продемонстрировать, как их можно использовать одновременно. В целом метод `$()` предпочтительнее.

```
cd ..
cat gcc/limitx.h gcc/glimits.h gcc/limity.h > \
`dirname $($LFS_TGT-gcc -print-libgcc-file-name)`/include/limits.h
```

Подробная информация об этом пакете находится в [Разделе 8.28.2. «Содержимое пакета GCC.»](#)

## 5.4. Заголовочные файлы Linux-6.7.4 API

Заголовочные файлы Linux API (в `linux-6.7.4.tar.xz`) предоставляют API ядра для использования Glibc.

Приблизительное время сборки:	менее 0.1 SBU
Требуемое дисковое пространство:	1.5 GB

### 5.4.1. Установка заголовочных файлов

Ядро Linux должно предоставлять интерфейс прикладного программирования (API) для использования системной библиотекой C (Glibc в LFS). Это делается путем установки заголовочных файлов C, которые поставляются в архиве с исходным кодом ядра Linux.

Убедитесь, что в пакете нет устаревших файлов:

```
make mrproper
```

Теперь извлеките видимые пользователю заголовочные файлы ядра из исходного кода. Рекомендуемый способ `make «headers_install»` использовать нельзя, так как для этого требуется `rsync`, который может быть недоступен. Заголовочные файлы сначала помещаются в `/usr`, а затем копируются в нужное место.

```
make headers
find usr/include -type f ! -name '*.h' -delete
cp -rv usr/include $LFS/usr
```

### 5.4.2. Содержимое заголовочных файлов Linux API

<b>Установленные заголовочные файлы:</b>	/usr/include/asm/*.h, /usr/include/asm-generic/*.h, /usr/include/drm/*.h, /usr/include/linux/*.h, /usr/include/misc/*.h, /usr/include/mtd/*.h, /usr/include/rdma/*.h, /usr/include/scsi/*.h, /usr/include/sound/*.h, /usr/include/video/*.h, and /usr/include/xen/*.h
--	---

<b>Созданные каталоги:</b>	/usr/include/asm, /usr/include/asm-generic, /usr/include/drm, /usr/include/linux, /usr/include/misc, /usr/include/mtd, /usr/include/rdma, /usr/include/scsi, /usr/include/sound, /usr/include/video, and /usr/include/xen
----------------------------	---

## Краткое описание

/usr/include/asm/*.h	Заголовочные файлы Linux API ASM
/usr/include/asm-generic/*.h	Заголовочные файлы Linux API ASM Generic
/usr/include/drm/*.h	Заголовочные файлы Linux API DRM
/usr/include/linux/*.h	Заголовочные файлы Linux API Linux
/usr/include/misc/*.h	Заголовочные файлы Linux API Miscellaneous
/usr/include/mtd/*.h	Заголовочные файлы API MTD
/usr/include/rdma/*.h	Заголовочные файлы Linux API RDMA
/usr/include/scsi/*.h	Заголовочные файлы Linux API SCSI
/usr/include/sound/*.h	Заголовочные файлы Linux API Sound
/usr/include/video/*.h	Заголовочные файлы Linux API Video
/usr/include/xen/*.h	Заголовочные файлы Linux API Xen

## 5.5. Glibc-2.39

Пакет Glibc содержит основную библиотеку С. Эта библиотека предоставляет основные процедуры для выделения памяти, поиска в каталогах, открытия и закрытия файлов, чтения и записи файлов, обработки строк, сопоставления с образцом, арифметики и так далее	
Приблизительное время сборки:	1.5 SBU
Требуемое дисковое пространство:	846 MB

### 5.5.1. Установка пакета Glibc

Во-первых, создайте символьическую ссылку для соответствия требованиям LSB. Кроме того, для совместимости с x86\_64 создайте символьическую ссылку, необходимую для правильной работы загрузчика динамической библиотеки:

```
case $(uname -m) in
  i?86)  ln -sfv ld-linux.so.2 $LFS/lib/ld-lsb.so.3
  ;;
  x86_64) ln -sfv ../lib/ld-linux-x86-64.so.2 $LFS/lib64
            ln -sfv ../lib/ld-linux-x86-64.so.2 $LFS/lib64/ld-lsb-
x86-64.so.3
  ;;
esac
```



#### Примечание

Приведенная выше команда верна. Команда `ln` имеет несколько вариантов синтаксиса, поэтому обязательно ознакомьтесь с `info coreutils ln` и [ln\(1\)](#), прежде чем сообщать об ошибке.

Некоторые программы, использующие Glibc, применяют несовместимый с FHS каталог /var/db для хранения своих данных времени выполнения. Установите следующий патч, чтобы такие программы хранили свои данные в местах, совместимых с FHS:

```
patch -Np1 -i ./glibc-2.39-fhs-1.patch
```

В документации к Glibc рекомендуется собирать Glibc в отдельном каталоге:

```
mkdir -v build
cd      build
```

Убедитесь, что утилиты ldconfig and sln установлены в /usr/sbin:

```
echo "rootsbindir=/usr/sbin" > configparms
```

Затем подготовьте Glibc к компиляции:

```
./configure \
  --prefix=/usr \
  --host=$LFS_TGT \
  --build=$(./scripts/config.guess) \
  --enable-kernel=4.19 \
  --with-headers=$LFS/usr/include \
  --disable-nscd \
  libc_cv_slibdir=/usr/lib
```

### Значение параметров настройки:

- **-host=\$LFS\_TGT, -build=\$(./scripts/config.guess)**

Комбинация этих опций указывает на то, что система сборки Glibc настраивается на кросс-компиляцию с использованием кросс-компоновщика и кросс-компилятора в \$LFS/tools.

- **-enable-kernel=4.19**

Этот параметр позволяет Glibc выполнять компиляцию библиотеки с поддержкой ядра 4.19 и более поздних версий. Поддержка более старых ядер не включена.

- **-with-headers=\$LFS/usr/include**

Этот аргумент позволяет скомпилировать библиотеку с заголовочными файлами, недавно установленными в каталоге \$LFS/usr/include, таким образом, пакету будет известно, какие функции есть у ядра, чтобы оптимизировать себя.

- **libc\_cv\_slibdir=/usr/lib**

Этот аргумент гарантирует, что библиотека будет установлена в /usr/lib вместо стандартного /lib64 на 64-битных машинах.

- **-disable-nscd**

Параметр отключает сборку демона кэша службы имен, который больше не используется.

На этом этапе может появиться следующее предупреждение:

```
configure: WARNING:  
*** These auxiliary programs are missing or  
*** incompatible versions: msgfmt  
*** some features will be disabled.  
*** Check the INSTALL file for required versions.
```

Отсутствующая или несовместимая программа msgfmt, как правило, безвредна. msgfmt является частью пакета Gettext, который должен предоставлять хост-дистрибутив.



### Примечание

Поступали сообщения о том, что этот пакет может не компилироваться при «параллельной сборке». Если это произойдет, повторно запустите команду make с параметром -j1.

Скомпилируйте пакет:

```
make
```

Установите пакет:



### Важно

Если переменная LFS настроена неправильно, и, несмотря на рекомендации, вы выполняете сборку от имени пользователя root, следующая команда установит только что собранный Glibc в вашу хост-систему, что, скорее всего, сделает её непригодной для использования. Поэтому дважды проверьте, правильность настройки среды и что вы вошли в систему не под учетной записью root, прежде чем запускать следующую команду.

```
make DESTDIR=$LFS install
```

**Значение опции make install:**

- **DESTDIR=\$LFS**

Переменная make DESTDIR используется почти всеми пакетами для определения места установки пакета. Если она не задана, по умолчанию для установки используется корневой каталог (/). Здесь мы указываем, что пакет должен быть установлен в \$LFS, который станет корневым каталогом в [Разделе 7.4. «Вход в окружение Chroot»](#).

Исправьте жестко запрограммированный путь к исполняемому загрузчику в ldd

```
sed '/RTLDLIST=/s@/usr@@g' -i $LFS/usr/bin/ldd
```

### Внимание

На этом этапе необходимо остановиться и убедиться, что основные функции (компиляция и компоновка) нового кросс-тулчайна работают должным образом. Чтобы выполнить проверку работоспособности, выполните следующие команды:

```
echo 'int main(){}' | $LFS_TGT-gcc -xc -  
readelf -l a.out | grep ld-linux
```

Если все работает правильно, ошибок быть не должно и вывод последней команды будет иметь вид:



[Requesting program interpreter: /lib64/ld-linux-x86-64.so.2]

Обратите внимание, что для 32-разрядных машин имя интерпретатора будет /lib/ld-linux.so.2.

Если выходные данные отображаются не так, как указано выше, или их вообще нет, значит, что-то сделано неправильно. Разберитесь с проблемой и повторите шаги выше, чтобы исправить ее. Эта проблема должна быть решена, прежде чем вы продолжите.

Как только все будет хорошо, удалите тестовый файл:

```
rm -v a.out
```

### Примечание



Сборка пакетов в следующей главе послужит дополнительной проверкой правильности сборки временного кросс-тулчайна. Если какой-либо пакет, особенно Binutils или GCC, не удается собрать, это указывает на то, что что-то пошло не так с установленными ранее Binutils, GCC, или Glibc.

Подробная информация об этом пакете находится в [Раздел 8.5.3. «Содержимое пакета Glibc.»](#)

## 5.6. Libstdc++ из GCC-13.2.0

Libstdc++ — это стандартная библиотека C++. Она нужна для компиляции кода C++ (часть GCC написана на C++), когда мы собирали [GCC-Проход 1](#), нам пришлось отложить её установку, потому что она зависит от библиотеки Glibc, которой еще не было в целевом каталоге.

Приблизительное время сборки:	0.2 SBU
-------------------------------	---------

Требуемое дисковое пространство:	1.1 GB
----------------------------------	--------

## 5.6.1. Установка библиотеки Libstdc++



### Примечание

Libstdc++ является частью исходников GCC. Сначала вы должны распаковать архив GCC и перейти в каталог gcc-13.2.0.

Создайте отдельный каталог сборки для libstdc++ и перейдите в него:

```
mkdir -v build
cd      build
```

Подготовьте libstdc++ к компиляции:

```
./libstdc++-v3/configure \
  --host=$LFS_TGT \
  --build=$(./config.guess) \
  --prefix=/usr \
  --disable-multilib \
  --disable-nls \
  --disable-libstdcxx-pch \
  --with-gxx-include-dir=/tools/$LFS_TGT/include/c++/13.2.0
```

### Значение параметров настройки:

- **-host=...**

Указывает, что должен использоваться кросс-компилятор, который мы только что собрали, вместо того, который находится в /usr/bin.

- **-disable-libstdcxx-pch**

Этот аргумент предотвращает установку предварительно скомпилированных include-файлов, которые на данном этапе не нужны.

- **-with-gxx-include-dir=/tools/\$LFS\_TGT/include/c++/13.2.0**

Указывает каталог установки для include-файлов. Поскольку libstdc++ является стандартной библиотекой C++ для LFS, этот каталог должен соответствовать местоположению, в котором компилятор C++ (\$LFS\_TGT-g++) будет искать стандартные включаемые файлы C++. При обычной сборке эта информация автоматически передается в Libstdc++ при выполнении configure из каталога верхнего уровня. В нашем случае эта информация должна быть указана явно. Компилятор C++ добавит путь sysroot \$LFS (указанный при сборке GCC Проход 1) к пути поиска include-файлов, поэтому фактически он будет искать в \$LFS/tools/\$LFS\_TGT/include/c++/13.2.0. Комбинация переменной DESTDIR (в приведенной ниже

команде `make install`) и этого аргумента обеспечивает установку заголовочных файлов туда.

Скомпилируйте `Libstdc++`, выполнив:

```
make
```

Установите библиотеку:

```
make DESTDIR=$LFS install
```

Удалите архивные файлы `libtool`, поскольку они потенциально опасны при кросс-компиляции:

```
rm -v $LFS/usr/lib/lib{stdc++,exp,fs},supc++.la
```

Подробная информация об этом пакете находится в [Разделе 8.28.2. «Содержимое пакета GCC.»](#)

From:

<https://repo.wwoss.ru/> - worldwide open-source software

Permanent link:

[https://repo.wwoss.ru/doku.php?id=software:linux\\_server:lfs-example:chapter05&rev=1720806030](https://repo.wwoss.ru/doku.php?id=software:linux_server:lfs-example:chapter05&rev=1720806030)

Last update: 2024/07/12 20:40

