Семинар #3: git, продвинутый. Практика.

Как сдавать задачи

Для сдачи ДЗ вам нужно создать репозиторий на GitLab (если он ещё не создан) под названием `devtools-homework`. Структура репозитория должна иметь вид:

```
├── seminar3_advanced_git/
│   ├── 01.sh
│   ├── 02.sh
│   ├── 03.sh
│   └── ...
└── ...
```

Для каждой задачи, если не сказано иное, нужно создать 1 файл решения с расширением `.sh`. Для каждой подзадачи нужно прописать все команды, которые исполняются в ходе выполнения этой подзадачи. Оформлять файл решения нужно в следующем формате:

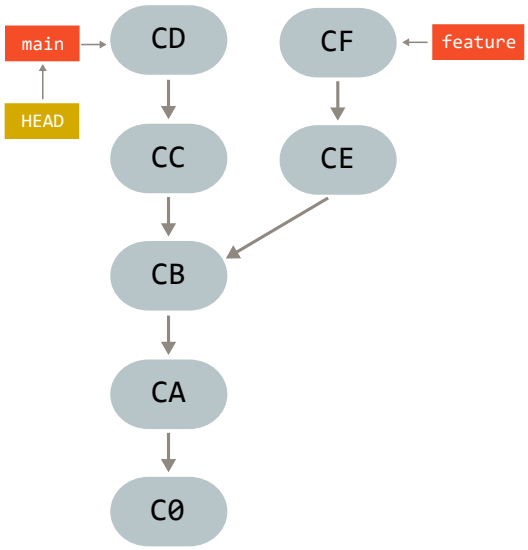
```
# Subtask a
git merge feature
# Конфликт, разрешаю вручную
git add имена файлов
git merge --continue
# Открылся редактор, ввожу:
# This is my merge commit!

# Subtask b
git reset --hard HEAD~2
# Открываю reflog и ищу нужный коммит
git reset --hard 24e1f51
...
```

Если в задаче встречается вопрос или требование, то на это нужно ответить в комментариях (`#`) файла решения.

Задача 1. Диапазоны

Подготовка: генерация репозитория

Для решения этой задачи вам понадобится сгенерировать репозиторий с помощью скрипта `create_two_branch_repo.sh`, который можно найти в папке: `seminar3_advanced_git/practice/scripts`. Для этого нужно проделать следующие шаги:



1. Скачайте скрипт к себе на компьютер
2. Сделайте скрипт исполняемым:

   ```
   $ chmod +x ./create_two_branch_repo.sh
   ```

3. Запустите его:

   ```
   $ ./create_two_branch_repo.sh test
   ```

4. В результате сгенерируется директория `test` с репозиторием. Зайдите в эту директорию и выполните:

   ```
   $ git log --oneline --all --graph
   ```

   чтобы убедиться, что граф репозитория совпадает с тем, что изображено на рисунке.

Подзадачи

Важно! В файле решения, в комментариях, выпишите результат выполнения всех команд этой задачи. Это важно, так как хэши коммитов в вашем репозитории могут отличаться (так как репозиторий генерируется скриптом), и я не смогу проверить задание, не зная хешей коммитов в вашем репозитории.

Также, во всех подзадачах это задачи нужно выполнить задание без явного перечисления все коммитов. В реальных проектах в одной ветке могут быть тысячи коммитов и перечислить их всех не получится.

a. **Хэши всех коммитов**
Выполните команду, которая будет печатать для каждого коммита в репозитории только его сокращённый хэш и его сообщение в следующем формате.

```
Hash: 5b58166, message: "CF: add fox in animals.txt"
Hash: 5838367, message: "CD: add dog in animals.txt"
Hash: b25757f, message: "CE: add emu in animals.txt"
Hash: 7e58924, message: "CC: add cat in animals.txt"
Hash: 6f928eb, message: "CB: add bat in animals.txt"
Hash: a353350, message: "CA: add axolotl in animals.txt"
Hash: eca0dc3, message: "C0: initial commit"
```

b. **Диапазон коммитов, достижимых от одной ветки**
Выполните команду, которая будет печатать хэши всех коммитов, достижимых от ветки `feature`.

c. **Разность множеств коммитов двух веток**
Пусть S_{main} – это множество всех коммитов, достижимых от ветки `main`, а $S_{feature}$ – это множество всех коммитов, достижимых от ветки `feature`. Выполните команду, которая будет печатать хэши всех коммитов, принадлежащих $S_{feature} \setminus S_{main}$. То есть нужно напечатать хэши всех коммитов, достижимых из ветки `feature`, но не достижимых из ветки `main`. Решите эту подзадачу двумя способами:

   (a) Используя синтаксис с двумя точками

   (b) Используя синтаксис исключения коммитов с символом $\wedge$

d. **Симметрическая разность множеств коммитов двух веток**
Выполните команду, которая будет печатать хэши всех коммитов, принадлежащих симметрической разности двух множеств: $S_{main} \triangle S_{feature}$.

e. **Последние коммиты**
Используйте диапазон, чтобы напечатать хэши последних трёх коммитов в ветке `main`.

f. **Общий предок двух веток**
Выполните команду, которая будет печатать хэш ближайшего общего предка веток `main` и `feature`.

g. **Разница между двумя коммитами**
Выведите разницу между коммитами `main` и `main~`, используя команду:

```
$ git diff main main~
```

Объясните, что означает каждая строка данного вывода.

h. **Разница между ветками**
Выведите разницу между ветками `main` и `feature`. Обратите внимание, что синтаксис перечисления коммитов через две/три точки имеет другое значение в команде `git diff` по сравнению со всеми другими командами `git`. Решите эту задачу двумя способами:

   (a) Передав `git diff` имена веток через аргументы.

   (b) Используя синтаксис `git diff A..B` (две точки).

i. **Разница между веткой и общим предком**
Выведите разницу между веткой `feature` и общим предком этой ветки с веткой `main`. Решите эту задачу двумя способами:

   (a) Используя команду `git merge-base`.

   (b) Используя синтаксис `git diff A...B` (три точки).

Задача 2. Типы слияния

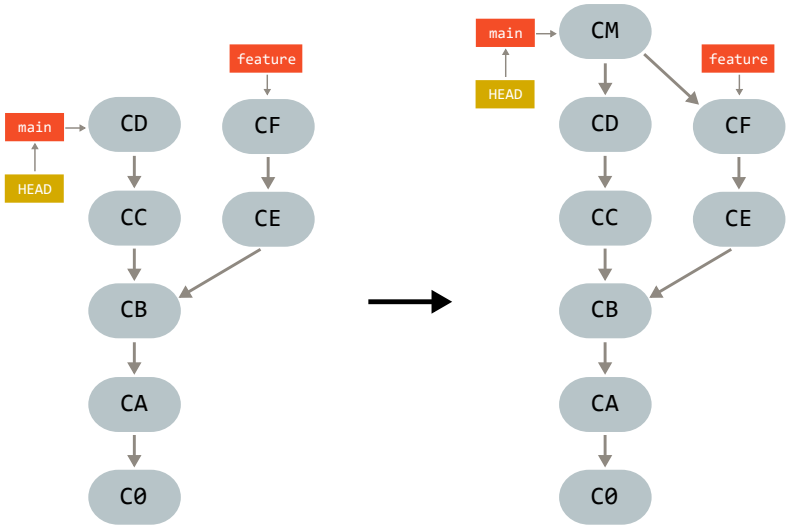
a. **Трехстороннее слияние (слияние по умолчанию)**
Самый распространённый тип слияния, при котором git ищет общего предка двух веток и смотрит на:

(A) Общий предок (`merge-base`)

(B) Текущая ветка (`HEAD`)

(C) Сливаемая ветка (`feature`)

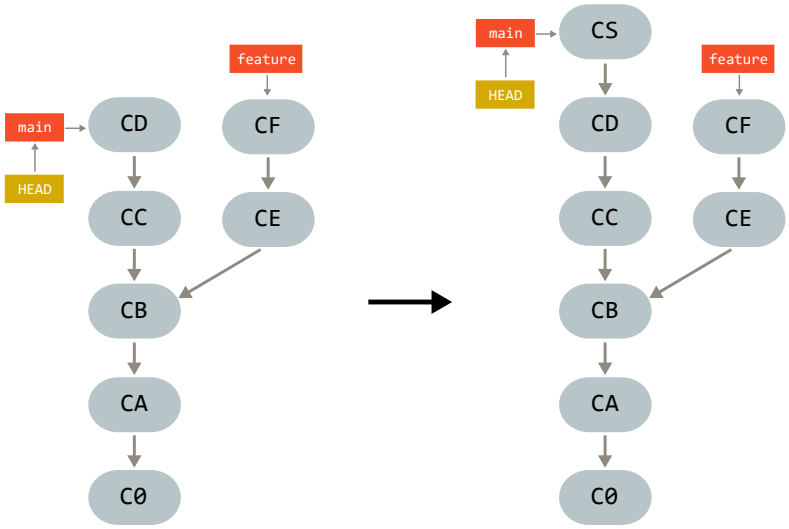
Git попытается объединить изменения из B и C относительно общего предка A. Если строки изменены в обеих ветках, возникает конфликт, который нужно разрешить вручную.



Сгенерируйте новый репозиторий с помощью скрипта `create_two_branch_repo.sh` и сделайте слияние ветки `feature` в ветку `main`, используя трёхстороннее слияние. Что будет содержаться в файле `animals.txt` до разрешения конфликта? Разрешите конфликт и создайте коммит слияния `CM`.

b. **Трехстороннее слияние с опциями `ours` и `theirs`**
Снова создайте репозиторий через `create_two_branch_repo.sh`. Сделайте слияние `feature` в `main`, используя трёхстороннее слияние с опцией `ours`. Снова сгенерируйте новый репозиторий и сделайте слияние, используя опцию `theirs`. Что будет содержаться в `animals.txt` после каждого из слияний?

c. **Squash-слияние (хотя технически это не слияние)**
Squash-слияние – это способ объединить все изменения другой ветки в один коммит текущей ветки.

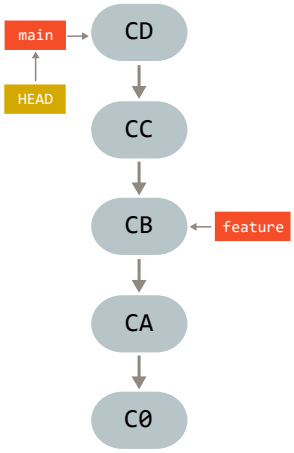


Сгенерируйте новый репозиторий с помощью скрипта `create_two_branch_repo.sh` и сделайте squash-слияние ветки `feature` в ветку `main`.

d. **Сливаемая ветка позади текущей**

Предположим, что ветка `feature` находится позади ветки `main` и мы пытаемся сделать слияние `feature` в `main`:

```
$ git switch main
$ git merge feature
```



Ответь на следующие вопросы:

(a) Будет ли создан новый коммит (коммит слияния) при такой операции?

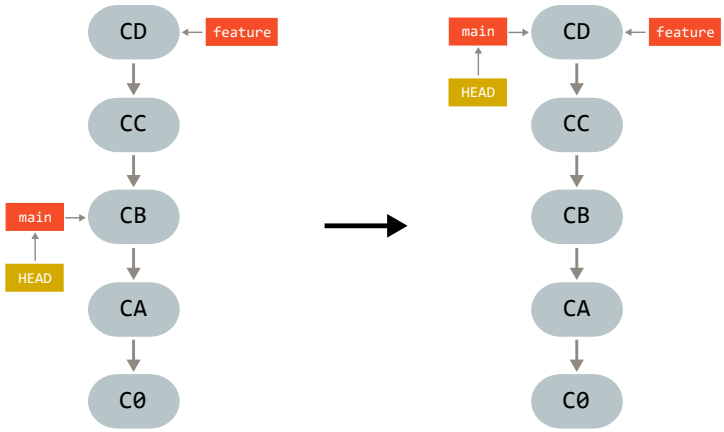
(b) Куда будет указывать ветка `main`?

(c) Куда будет указывать ветка `feature`?

Сгенерировать репозиторий можно с помощью скрипта `create_feature_behind_main.sh`, который можно найти в `seminar3_advanced_git/practice/scripts`.

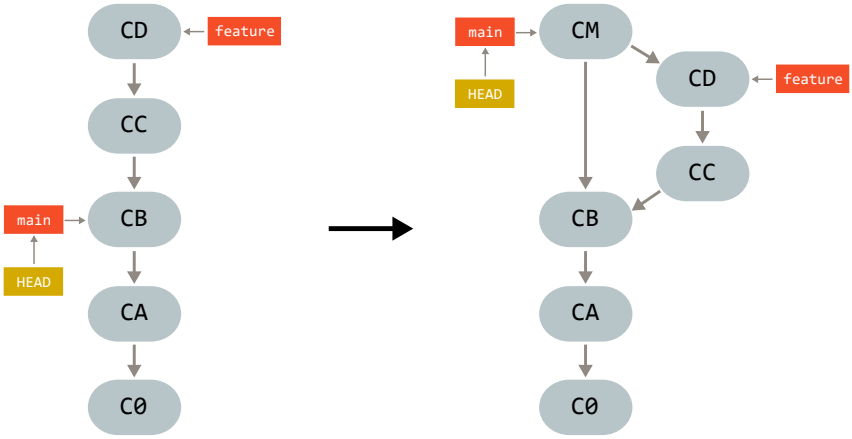
e. **Сливаемая ветка впереди текущей: слияние перемоткой**

Предположим, что ветка `feature` находится впереди ветки `main` и мы хотим сделать слияние перемоткой ветки `feature` в ветку `main`:



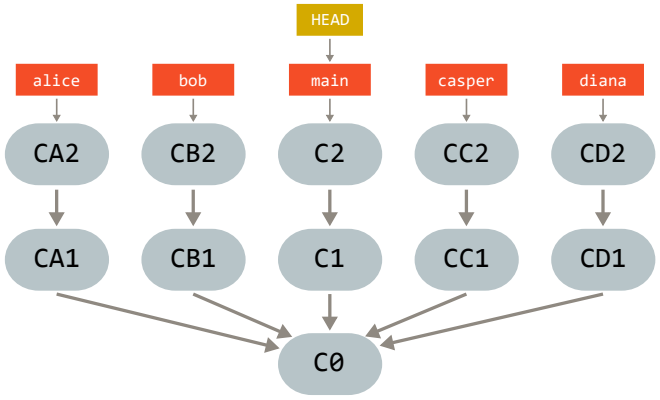
Сгенерируйте репозиторий с помощью скрипта `create_feature_ahead_main.sh` и произведите слияние перемоткой ветки `feature` в ветку `main`.

f. **Сливаемая ветка впереди текущей: слияние без перемотки**



Снова сгенерируйте репозиторий с помощью скрипта `create_feature_ahead_main.sh` и произведите обычное слияние без перемотки ветки `feature` в ветку `main`.

g. **Octopus-слияние**
Git поддерживает слияние сразу нескольких веток одной операцией, но только с условием, что при этом не произойдёт ни одного конфликта. Это так называемое octopus-слияние.



Сгенерируйте репозиторий с помощью скрипта `create_octopus.sh` и произведите слияние веток `alice`, `bob`, `casper` и `diana` в ветку `main`. Распечатайте хэши всех родителей получившегося коммита слияния, используя ^-нотацию и команду `git rev-parse`.

Задача 3. Работа с репозиторием

Подготовка. Генерация репозитория, который будет использоваться в подзадачах

Репозиторий для этой задачи можно найти по адресу: `mipt-hsse.gitlab.yandexcloud.net/v.biryukov/utils`. Клонируйте этот репозиторий себе:

```
git clone git@mipt-hsse.gitlab.yandexcloud.net:v.biryukov/utils.git
cd utils
```

Подзадачи

a. **Просмотр содержимого репозитория**
Перейдите на все ветки и посмотрите, какие файлы содержатся в их последних коммитах:

```
$ git switch alice
$ git switch bob
$ git switch main
```

Это важно сделать ещё и потому, что при клонировании репозитория создаются только remote-tracking ветки (например, `origin/alice`), тогда как обычные локальные ветки (например, `alice`) отсутствуют. Их можно создать вручную или же они будут созданы автоматически при переключении на них – при условии, что соответствующая remote-tracking ветка существует.

b. **Просмотрите граф коммитов**
Это можно сделать на GitLab во вкладке `Code -> Repository Graph` или у вас на машине, с помощью:

```
$ git log --oneline --all --graph
```

Для вывода на экран, если вывод не помещается на экран полностью, команда `git log` используется программу `less`. Чтобы показать следующую строчку используйте `Enter`. Чтобы выйти из программы `less` просто нажмите клавишу `Q`.

c. **Новый alias**
Добавьте новый `alias` для этой команды, назовите его `lg`. То есть теперь, при вызове:

```
$ git lg
```

Должно печататься то же, что и при вызове

```
$ git log --oneline --all --graph
```

d. **Повторное использование записанного разрешения конфликта**
В процессе работы с большими репозиториями могут возникнуть ситуации, когда один и тот же конфликт приходится разрешать множество раз. Git может самостоятельно разрешать повторяющиеся конфликты, если включить специальную опцию `rerere` (*reuse recorded resolution*). Включите эту опцию локально для данного репозитория.

e. **Слияние с конфликтом**
Слейте ветку `bob` в ветку `main`. Для этого вам нужно перейти в ветку `main` и вызвать:

```
$ git merge bob
```

При этом должен возникнуть конфликт. Разрешите его. Если у вас включена настройка `rerere`, то Git запомнит то, как вы разрешили этот конфликт. В этой и последующих задачах необязательно, чтобы код после слияния был корректным, так как это задание на git, а не на язык программирования. Посмотрите как выглядит граф коммитов после слияния с помощью `git lg`.

f. **Отмена слияния и повторное разрешение конфликта**
Отмените только что выполненное слияние. Затем произведите слияние заново. На этот раз конфликт должен разрешиться автоматические. Вам нужно будет только проверить результат и создать коммит слияния.

g. **Отмена слияния**
Отмените только что выполненное слияние, используя `ORIG_HEAD` или `HEAD@{1}`.

h. **Перебазирование с конфликтом**
Перебазируйте ветку `bob` на ветку `main`. Для этого вам нужно перейти в ветку `bob` и вызвать:

```
$ git rebase main
```

При этом могут возникнуть конфликты. Разрешите их. Посмотрите как выглядит граф коммитов после перебазирования с помощью `git lg`.

i. **Отмена перебазирования**
Отмените только что выполненное перебазирование, используя `ORIG_HEAD` или `HEAD@{1}`.

j. **Копия диапазона коммитов с конфликтом**
Скопируйте из ветки `alice` на ветку `bob` диапазон коммитов от `4d6662c` до `fe2e890`, используя одну команду `git cherry-pick`. При этом могут возникнуть несколько конфликтов. Разрешите их. Посмотрите как выглядит граф коммитов с помощью `git lg`.

k. **Просмотр файлов**
Напишите команды, которые печатают файлы на экран:

- файл `arithmetic.py` из ветки `main`
- файл `arithmetic.py` из коммита `alice~5`

l. **Разница**
Напишите команды, которые печатают на экран разницу (`diff`) между следующими коммитами или отдельными файлами:

- между коммитами `alice` и `alice~5`
- между файлом `integration.py` в ветке `main` и файлом `integration.py` ветки `alice`.
- между файлом `misc.py` коммита `fe2e890` и файлом `arithmetic.py` коммита `765df07`.

m. **Поиск первого коммита, содержащего ошибку**
Перейдите в ветку `alice` и запустите скрипт `sorting.py`

```
python ./sorting.py
```

Вы увидите, что одна из сортировок работает неправильно, хотя в других ветках эта сортировка работала правильно. Значит в одном из коммитов ветки `alice` была допущена ошибка. Найдите коммит, в котором была допущена ошибка с помощью `git bisect`. Укажите в файле решения хэш коммита, файл и строчку в которой впервые возникает ошибка.

n. **Фрагменты**
Перейдите на ветку `alice` и добавьте изменения. В рабочей папке добавьте комментарии к функциям `add`, `factorial`, `is_prime` и `is_perfect_number` из файла `arithmetic.py`. Комментарии должны выглядеть примерно так:

```
# This function adds two numbers
def add(a: float, b: float) -> float:
    return a + b
```

Добавьте в индекс только изменения, связанные с функциями `add` и `is_prime`. Остальные изменения добавлять не нужно. Создавать новый коммит не нужно. Используйте команду `git add` с опцией `-p`.

o. **Хранилище**
В реальной работе с репозиторием часто возникает следующая ситуация: вы работаете в какой-либо ветке, изменяете файлы, добавляете их в индекс, но пока не готовы делать коммит. В этот момент может возникнуть необходимость переключиться на другую ветку, например, чтобы срочно исправить баг. Если в рабочей директории или в индексе есть изменения которые могут быть перезаписаны при переключении на другую ветку, то Git не позволит выполнить `git switch`. Для решения этой проблемы можно использовать команду `git stash`, которая временно сохраняет изменения. После этого можно переключиться на другую ветку, выполнить нужную работу, а затем вернуться и восстановить сохранённые изменения.

После изменений, сделанных в прошлой подзадаче, попробуйте переключиться на ветку `main`. Произойдёт ошибка, так как есть несохранённые изменения в рабочей директории и в индексе. Используйте `git stash`, чтобы спрятать изменения. Перейдите на ветку `main` и сделайте там любой коммит. Вернитесь на ветку `alice` и восстановите изменения из `stash`. Восстановить изменения нужно таким образом, чтобы те изменения, которые были в индексе, остались в индексе, а те изменения, которые были в рабочей папке, остались в рабочей папке.

p. **Перенос хранилища**
Снова добавьте эти же изменения в `stash`. Перейдите на ветку `bob` и вытащите изменения, сделанные на ветке `alice`, в ветку `bob`. Возможен конфликт. Исправьте конфликт и сделайте коммит с этими изменениями в ветке `bob`.

q. **Новая рабочая директория**
Ещё один способ решения проблемы переключения на другую ветку при незакоммиченных изменениях – это использование нескольких рабочих директорий, которые можно создать с помощью `git worktree`.

Перейдите в ветку `alice` и внесите изменения в рабочую директорию и индекс. После этого вы не сможете переключиться на ветку `bob`, используя `git switch`. Создайте новую рабочую директорию (`worktree`), соответствующую ветке `bob`. Лучше располагать её вне текущей рабочей директории, чтобы она не мешала работе над текущей веткой. Перейдите в новую рабочую директорию. Обратите внимание, что `.git` в этой директории является обычным файлом, а не директорией. Что содержится в этом файле? Сделайте любой коммит в ветке `bob` и вернитесь обратно в первоначальную рабочую директорию.

r. **Сборка мусора**
В этой задаче нужно полностью удалить коммит из локального репозитория. Git обычно пытается оберечь пользователя от удаления коммитов. Даже если вы выполните `git reset --hard` и некоторые коммиты станут недостижимы через ветки, они на самом деле не удалятся и будут доступны ещё какое-то время (по умолчанию 1–2 месяца). На них можно будет перейти, если вы знаете их хэши. Удалить же коммит полностью можно, используя команду для сборки мусора `git gc`.

Перейдите на ветку `bob` и создайте там любой коммит. Запомните хэш этого коммита. После этого полностью удалите этот коммит из локального репозитория. Убедиться, что коммит на самом деле удалён, можно если попытаться переключиться на него: `git reset --hard хэш`. Если коммита не существует, то переключиться не получится.

s. **Фильтрация репозитория**
`git filter-repo` это не команда самого git, а сторонняя программа. Для решения этой подзадачи необходимо установить её. Перед выполнением этой подзадачи на всякий случай скопируйте весь репозиторий.

Напишите команды, используя `git filter-repo`, которые делают следующее:

- переименовывают файл `arithmetic.py` в файл `ar.py` во всех коммитах репозитория
- удаляют файл `sorting.py` во всех коммитах репозитория
- добавляют строку `"#COPYRIGHT"` в начало каждого `.py` файла каждого коммита репозитория

Задача 4. Проблема CRLF и настройка `autocrlf`

Краткая теория

При работе с текстовыми файлами в разных операционных системах может возникнуть проблема, связанная с использованием различных символов перевода строки.

- В операционных системах семейства Unix (Linux, macOS и другие) для перехода на новую строку используется один байт со значением 10 (A в шестнадцатеричной системе). Этот символ исторически называется LF (*Line Feed*).
- В операционных системах семейства Windows для перехода на новую строку используется последовательность из двух байт со значениями 13 (D_{16}) и 10 (A_{16}). Исторически байт со значением 13 носит название CR (*Carriage Return*).

Таким образом, если вы, например, откроете текстовый редактор и запишите туда:

```
aaa
bbb
ccc
```

А затем просмотрите байты этого файла, то, если вы делали это в Linux, вы увидите:

```
$ xxd a.txt
00000000: 6161 610a 6262 620a 6363 630a            aaa.bbb.ccc.
```

Если же вы делали это в Windows, то вы увидите:

```
$ xxd a.txt
00000000: 6161 610d 0a62 6262 0d0a 6363 630d 0a    aaa..bbb..ccc..
```

Эта проблема может проявиться, если разработчики работают с одним репозиторием на разных операционных системах. Например, если в репозитории весь код использует LF окончания строк, а один из разработчиков использует Windows и клонировал репозиторий, сделал одно маленькое изменение в файле, то на самом деле в файле изменится каждая строка, так как в конце каждой строки добавится дополнительный символ CR. Чтобы бороться с этой проблемой в Git можно использовать настройку `core.autocrlf`.

Задача

Предположим, у нас есть три разработчика: Алиса, Боб и Чарли. Мы хотим, чтобы в текстовых файлах использовались следующие окончания:

- В репозиториях, как удалённом, так и локальных, должны использоваться LF-окончания.
- Алиса использует Linux. Когда она создаёт файлы, они всегда имеют окончания LF. Алиса хочет, чтобы при извлечении файлов из репозитория все файлы имели LF-окончания.
- Боб использует Windows. Когда он создаёт файлы, они имеют окончания CRLF. Боб хочет, чтобы при извлечении файлов из репозитория их окончания автоматически конвертировались из LF в CRLF. При добавлении файлов в индекс/репозиторий нужно чтобы окончания всех файлов конвертировались из CRLF в LF.
- Чарли использует Windows. Но он использует текстовый редактор, который создаёт файлы с окончаниями LF. Однако иногда он может использовать другой редактор и создать файлы с окончаниями CRLF. Чарли хочет, чтобы при извлечении файлов из репозитория их окончания не конвертировались. Но при добавлении файлов в индекс/репозиторий нужно, чтобы окончания всех файлов при необходимости конвертировались из CRLF в LF.

Какие настройки `core.autocrlf` должен использовать каждый из разработчиков, чтобы Git производил преобразования окончаний строк подобным образом? Напишите команды, которые устанавливают эти настройки.

Задача 5. Файл `.gitattributes`

Краткая теория

Использование `core.autocrlf` для решении проблемы CRLF имеет ряд недостатков:

- **Некоторые файлы должны всегда иметь CRLF-окончания строк**
  В частности, файлы с расширениями `.bat`, `.cmd` и `.ps1` являются скриптами оболочек Windows и должны всегда иметь CRLF-окончания, иначе эти скрипты могут выдать ошибку при запуске. Даже если эти файлы находятся в Linux, они в теории могут быть скопированы на Windows в обход Git.

- **Бинарные файлы не должны изменяться при добавлении или извлечении из репозитория**
  При включённой настройке `autocrlf` Git при добавлении файла сканирует его и заменяем все пары байт CRLF на один байт LF. Такую операцию Git должен производить только с текстовыми файлами, но не с бинарными. Если Git изменит байты бинарном файле, то он повредит этот файл.

  Как определить, какой файл является текстовым, а какой бинарным? В общем случае по расширению это сделать нельзя, так как любое расширение может использоваться как для текстового, так и для бинарного файла. Поэтому Git анализирует содержимое файла и применяет эвристики, например ищет байты, которые обычно не встречаются в текстовых файлах. Обычно Git достаточно точно определяет бинарность файла, но не абсолютно точно. На самом деле на 100% определить, является ли файл текстовым или бинарным, невозможно.

- **Необходимо настраивать настройку `autocrlf` отдельно для каждого разработчика**
  Если кто-то из разработчиков забудет настроить `autocrlf`, то он может случайно добавить в множество файлов с неправильными окончаниями.

Более надёжный способ решения проблемы — использовать файл `.gitattributes`, где можно явно указать, какие файлы должны иметь CRLF, а какие LF. В файле `.gitattributes` можно указать не только, какие окончания строк использовать для конкретных файлов, но и задать ряд других атрибутов. В частности можно указать, являются ли те или иные файлы текстовыми или бинарными, что используется не только при преобразовании окончаний строк, но и при нахождении разницы между файлами (текстовые файлы сравниваются построчно, для бинарных файлов просто отображается факт различия) или при слиянии (текстовые сливаются построчно, бинарные ни сливаются).

Задача

Предположим, что вы разрабатываете большой проект на языке Java, в котором в дополнение к языку Java используются язык Python, а также скрипты оболочек разных операционных систем. Создайте файл `.gitattributes`, который бы устанавливал следующие атрибуты:

- Файлы с расширениями `.java`, `.gradle`, `.py`, `.sh`, `.xml`, `.json`, `.yml` и `.txt` должны распознаваться как текстовые. При добавлении таких файлов в репозиторий, если в них обнаружатся окончания CRLF, они должны преобразовываться в окончания LF. При извлечении таких файлов из репозитория, окончания строк должны оставаться в формате LF.

- Файлы с расширениями `.bat`, `.cmd` и `.ps1` должны распознаваться как текстовые. При добавлении таких файлов в репозиторий, если в них обнаружатся окончания CRLF, они должны преобразовываться в окончания LF. При извлечении таких файлов из репозитория, окончания строк должны преобразовываться в формат CRLF.

- Файлы с расширениями `.class`, `.jar`, `.pyc`, `.png`, `.jpg` должны распознаваться как бинарные.

- Все остальные файлы должны распознаваться автоматически с помощью эвристик Git.

Задача 6. Хуки

Напишите pre-commit хук, который будет проверять, что все файлы имеют расширение `.txt`. Проверьте работу этого хука, закоммитив файл с другим расширением.

Задача 7. Низкоуровневые команды Git

В этом задании нельзя использовать команды, которые мы изучали прежде (кроме `git init`). Можно использовать только следующие низкоуровневые команды:

- git init
- git hash-object
- git cat-file
- git ls-files
- git mktree
- git commit-tree
- git update-ref
- git ls-tree
- git rev-list

А также команды для проверки результатов:

- git status
- git log
- git show
- git diff

Создайте репозиторий, состоящий из 3-х коммитов и 2-х веток, используя только эти команды.

Задача 8. Ещё более низкоуровневый git

Решите предыдущую задачу вообще без использования команд git. Можно только использовать команды для проверки результатов:

- git status
- git log
- git show
- git diff