

 jsirex 15 мая 2013 в 20:15

Ежедневная работа с Git

Системы управления версиями, Git

Tutorial

Я совсем не долго изучаю и использую git практически везде, где только можно. Однако, за это время я успел многому научиться и хочу поделиться своим опытом с сообществом.

Я постараюсь донести основные идеи, показать как эта VCS помогает разрабатывать проект. Надеюсь, что после прочтения вы сможете ответить на вопросы:

- можно ли git «подстроить» под тот процесс разработки, который мне нужен?
- будет ли менеджер и заказчик удовлетворён этим процессом?
- будет ли легко работать разработчикам?
- смогут ли новички быстро включиться в процесс?
- можно ли процесс относительно легко и быстро изменить?

Конечно, я попытаюсь рассказать обо всём по-порядку, начиная с основ. Поэтому, эта статья будет крайне полезна тем, кто только начинает или хочет разобраться с git. Более опытные читатели, возможно, найдут для себя что-то новое, укажут на ошибки или поделятся советом.

Вместо плана

Очень часто, для того чтобы с чем-то начать я изучаю целую кучу материалов, а это — разные люди, разные компании, разные подходы. Всё это требует много времени на анализ и на понимание того, подойдёт ли что-нибудь мне? Позже, когда приходит понимание, что универсальное решение отсутствует, появляются совершенно другие требования к системе контроля версий и к разработке.

Итак, выделяю основные шаги:

- Окружение
- Перестаём бояться экспериментировать
- Строим репозитории
- Начало GIT
- Включаемся в проект
- Типичные сценарии при работе над проектом

Окружение

Для работы нам нужно:

1. Git
2. Консоль
3. Человек по ту сторону монитора, который сумеет это всё поставить под свою любимую ось

На текущий момент моё окружение это Debian + KDE + Git + Bash + GitK + KDiff3.

Если вы обнаружили на своём компьютере Windows, то у вас скорее всего будет Windows + msysgit (git-bash) + TortoiseGit и т.д.

Если вы открываете консоль, пишете `git` и получаете вот это:

[справка git](#)

Значит вы готовы.

Перестаём бояться экспериментировать

Наверняка, большинство команд уже где-то подсмотрено, какие-то статьи прочитаны, вы хотите приступить но боитесь ввести не ту команду или что-то поломать. А может ещё ничего и не изучено. Тогда просто помните вот это:

Вы можете делать всё что угодно, выполнять любые команды, ставить эксперименты, удалять, менять. Главное не делать `git push`. Только эта команда передаёт изменения в другой репозиторий. Только так можно что-то сломать.

Строго говоря, даже неудачный `git push` можно исправить.

Поэтому, спокойно можете клонировать любой репозиторий и начать изучение.

Строим репозитории

В первую очередь нужно понять что такое git-репозиторий? Ответ очень прост: это набор файлов. Папка `.git`. Важно понимать, что это только набор файлов и ничего больше. Раз 20 наблюдал проблему у коллег с авторизацией в github/gitlab. Думая, что это часть git-системы, они пытались искать проблему в конфигурации git, вызывать какие-то git-команды.

А если это просто файлы, то к ним нужно как-то получить доступ, иметь возможность оттуда читать и туда писать? Да! Я называю это «транспортом». Это может и некорректно, но мне так было удобно запомнить. Более правильный вариант: «Протокол передачи данных». Самые распространённые варианты:

1. FILE — мы имеем прямой доступ к файлам репозитория.
2. SSH — мы имеем доступ к файлам на сервере через ssh.
3. HTTP(S) — используем http в качестве приёма/передачи.

Вариантов намного больше. Не важно какой транспорт будет использован, важно чтобы был доступ на чтение или чтение/запись к файлам. Поэтому, если вы никак не можете клонировать репозиторий с github, и нет в логах никаких подсказок, возможно у вас проблема с транспортом.

В частности, при клонировании вот так:

```
git clone git@github.com:user/repo.git
```

урл «превращается» в

```
git clone ssh://git@github.com:user/repo.git
```

Т.е. используется SSH и проблемы нужно искать в нём. Как правило, это неправильно настроенный или не найденный ssh-ключ. Гуглить надо в сторону «SSH Auth Key git» или, если совсем по взрослому, проверить, что же происходит:

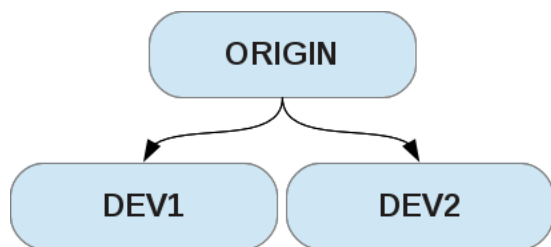
```
ssh -vvv git@github.com
```

Какие протоколы поддерживаются поможет справка (раздел GIT URLS):

```
git clone --help
```

Репозиторий можно клонировать, но для начала поиграемся со своими:

1. Придумаем свой удалённый репозиторий
2. Сделаем два клона с него, от имени разработчиков (dev1 и dev2)



Кроме самого репозитория есть ещё и **workspace**, где хранятся файлы с которыми вы работаете. Именно в этой папке лежит сам репозиторий (папка `.git`). На серверах рабочие файлы не нужны, поэтому там хранятся только голые репозитории (bare-repo).

Сделаем себе один (будет нашим главным тестовым репозиторием):

```
$ mkdir git-habr #создадим папку, чтоб не мусорить
$ cd git-habr
$ git init --bare origin
Initialized empty Git repository in /home/sirex/proj/git-habr/origin/
```

Теперь клонируем его от имени разработчиков. Тут есть только один нюанс, которого не будет при работе с сервером: git, понимая, что репозитории локальные и находятся на одном разделе, будет создавать ссылки, а не делать полную копию. А нам для изучения нужна полная копия. Для этого можно воспользоваться ключом `--no-hardlinks` или явно указать протокол:

```
$ git clone --no-hardlinks origin dev1
Cloning into 'dev1'...
warning: You appear to have cloned an empty repository.
done.
$ git clone --no-hardlinks origin dev2
Cloning into 'dev2'...

warning: You appear to have cloned an empty repository.

done.
```

Итог: у нас есть 3 репозитория. Там ничего нет, зато они готовы к работе.

Начало GIT

Скандалы! Интриги! Расследования!

- Git не хранит папки
- Git не хранит файлы
- Ревизии (Revision) не имеют порядкового номера
- Редакции (правки, commits) могут идти не по-порядку
- В Git нет веток* (с небольшой оговоркой)

Можно дальше продолжить список, но и этого уже достаточно, чтобы задать вполне закономерные вопросы:

Как это всё работает?

Как это всё можно понять и запомнить?

Для этого нужно заглянуть под капот. Рассмотрим всё в общих чертах.

Git. Почти под капотом

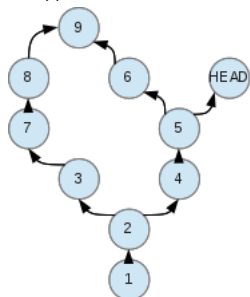
Git сохраняет в commit содержимое всех файлов (делает слепки содержимого каждого файла и сохраняет в objects). Если файл не менялся, то будет использован старый object. Таким образом, в commit в виде новых объектов попадут только **изменённые файлы**, что позволит хорошо экономить место на диске и даст возможность быстро переключиться на любой commit.

Это позволяет понять, почему работают вот такие вот забавные штуки:

```
$ git init /tmp/test
Initialized empty Git repository in /tmp/test/.git/
$ cd /tmp/test
$ cp ~/debian.iso .      # iso весит 168 метров
$ du -sh .git            #считаем размер папки .git
92K      .git
$ git add debian.iso
$ git commit -m "Added iso"
[master (root-commit) 0fcc821] added iso
 1 file changed, 0 insertions(+), 0 deletions(-)
 create mode 100644 debian.iso
$ du -sh .git            #опять считаем
163M     .git
# Добавилось. Копируем файлы под другим именем (но то же содержание)
$ cp debian.iso debian2.iso
$ cp debian.iso debian3.iso
$ git add debian2.iso debian3.iso
$ git commit -m "Copied iso"
[master f700ab5] copied iso
 2 files changed, 0 insertions(+), 0 deletions(-)
 create mode 100644 debian2.iso
 create mode 100644 debian3.iso
$ du -sh .git            #опять считаем
163M     .git            #место почти не изменилось. Это всё тот же объект, просто у него разные имена.
```

Да, не стоит хранить «тяжёлые» файлы, бинарники и прочее без явной необходимости. Они там останутся навсегда и будут в каждом клоне репозитория.

Каждый коммит может иметь несколько коммитов-предков и несколько дочерних-коммитов:



Мы можем переходить (восстанавливать любое состояние) в любую точку этого дерева, а точнее, графа. Для этого используется `git checkout`:

```
git checkout <commit>
```

Каждое слияние двух и более коммитов в один — это merge (объединение двух и более наборов изменений).
Каждое разветвление — это появление нескольких вариантов изменений.

Кстати, тут хочется отметить, что нельзя сделать тэг на файл/папку, на часть проекта и т.д. Состояние восстанавливается только целиком.
Поэтому, рекомендуется держать проекты в отдельном репозитории, а не складывать Project1, Project2 и т.д. просто в корень.

Теперь к веткам. Выше я написал:

В Git нет веток* (*с небольшой оговоркой*)

Получается, что так и есть: у нас есть много коммитов, которые образуют граф. Выбираем любой путь от parent-commit к любому child-commit и получаем состояние проекта на этот коммит. Чтобы коммит «запомнить» можно создать на него именованный указатель.
Такой именованный указатель и есть ветка (branch). Так же и с тэгом (tag). `HEAD` работает по такому же принципу — показывает, где мы есть сейчас. Новые коммиты являются продолжением текущей ветки (туда же куда и смотрит HEAD).

Указатели можно свободно перемещать на любой коммит, если это не tag. Tag для того и сделан, чтобы раз и навсегда запомнить коммит и никуда не двигаться. Но его можно удалить.
Вот, пожалуй, и всё, что нужно знать из теории на первое время при работе с git. Остальные вещи должны показаться теперь более понятными.

Терминология

index — область зафиксированных изменений, т.е. всё то, что вы подготовили к сохранению в репозиторий.

commit — изменения, отправленные в репозиторий.

HEAD — указатель на commit, в котором мы находимся.

master — имя ветки по-умолчанию, это тоже указатель на определённый коммит

origin — имя удалённого репозитория по умолчанию (можно дать другое)

checkout — взять из репозитория какое-либо его состояние.

Простые правки

Есть две вещи которые должны быть у вас под рукой всегда:

1. git status
2. gitk

Если вы сделали что-то не так, запутались, не знаете, что происходит — эти две команды вам помогут.

git status — показывает состояние вашего репозитория (рабочей копии) и где вы находитесь.

gitk — графическая утилита, которая показывает наш граф. В качестве ключей передаём имена веток или --all, чтобы показать все.

Вернёмся к нашим репозиториям, которые создали раньше. Далее обозначу, что один разработчик работает в dev1\$, а второй в dev2\$.

Добавим README.md:

```
dev1$ vim README.md
dev1$ git add README.md
dev1$ git commit -m "Init Project"
[master (root-commit) e30cde5] Init Project
 1 file changed, 4 insertions(+)
 create mode 100644 README.md
dev1$ git status
# On branch master
nothing to commit (working directory clean)
```

Поделимся со всеми. Но поскольку мы клонировали пустой репозиторий, то git по умолчанию не знает в какое место добавить коммит. Он нам это подскажет:

```
dev1$ git push origin
No refs in common and none specified; doing nothing.
Perhaps you should specify a branch such as 'master'.
fatal: The remote end hung up unexpectedly
error: failed to push some refs to '/home/sirex/proj/git-habr/origin'
dev1$ git push origin master
Counting objects: 3, done.
Writing objects: 100% (3/3), 239 bytes, done.
Total 3 (delta 0), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (3/3), done.
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
 * [new branch]      master -> master
```

Второй разработчик может получить эти изменения, сделав pull:

```
dev2$ git pull
remote: Counting objects: 3, done.
remote: Total 3 (delta 0), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (3/3), done.
From /home/sirex/proj/git-habr/origin
 * [new branch]      master -> origin/master
```

Добавим ещё пару изменений:

```
dev1(master)$ vim README.md
dev1(master)$ git commit -m "Change 1" -a
dev1(master)$ vim README.md
dev1(master)$ git commit -m "Change 2" -a
dev1(master)$ vim README.md
dev1(master)$ git commit -m "Change 3" -a
```

Посмотрим, что же мы сделали (запускаем gitk):

[Скрытый текст](#)

До сих пор мы добавляли коммиты в конец (там где *master*). Но мы можем добавить ещё один вариант README.md. Причём делать мы это можем из любой точки. Вот, например, последний коммит нам не нравится и мы пробуем другой вариант. Создадим в предыдущей точке указатель-ветку. Для этого через git log или gitk узнаем commit id. Затем, создадим ветку и переключимся на неё:

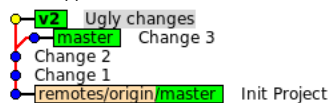
```
dev1(master)$ git branch <branch_name> <commit_id>
# А можно и git branch <branch_name> HEAD~1
# но об этом позже
dev1(master)$ git checkout <branch_name>
```

Для тех, кто любит GUI есть вариант ещё проще: выбрать нужный коммит правой кнопкой мыши -> «create new branch». Если кликнуть по появившейся ветке, там будет пункт «check out this branch». Я назвал ветку «v2».

Сделаем наши тестовые изменения:

```
dev1(v2)$ vim README.md
dev1(v2)$ git commit -m "Ugly changes" -a
[v2 75607a1] Ugly changes
1 file changed, 1 insertion(+), 1 deletion(-)
```

Выглядит это так:



Теперь нам понятно, как создаются ветки из любой точки и как изменяется их история.

Быстрая перемотка

Наверняка, вы уже встречали слова **fast-forward**, **rebase**, **merge** вместе. Настало время разобраться с этими понятиями. Я использую rebase, кто-то только merge. Тем «rebase vs merge» очень много. Авторы часто пытаются убедить, что их метод лучше и удобнее. Мы пойдём другим путём: поймём, что же это такое и как оно работает. Тогда сразу станет ясно, какой вариант использовать в каком случае.

Пока, в пределах одного репозитория, сделаем ветвление: создадим файл, положим в репозиторий, из новой точки создадим два варианта файла и попробуем объединить всё в master:

```
dev1(v2)$ git checkout master
Switched to branch 'master'
Your branch is ahead of 'origin/master' by 3 commits. # Да, мы впереди по сравнению с master в репозитории origin
```

Создадим файл collider.init.sh с таким содержанием:

```
#!/bin/sh

USER=collider

case $1 in
    *)
        echo Unknown Action: $1
    ;;
esac
```

Добавим, закоммитим и начнём разработку в новой ветке:

```
dev1(master)$ git add collider.init.sh
dev1(master)$ git commit -m "Added collider init script"
[master 0c3aa28] Added collider init script
1 file changed, 11 insertions(+)
create mode 100755 collider.init.sh
dev1(master)$ git checkout -b collider/start # пояснение ниже
Switched to a new branch 'collider/start'
dev1(collider/start)$ git checkout -b collider/terminate # пояснение ниже
Switched to a new branch 'collider/terminate'
```

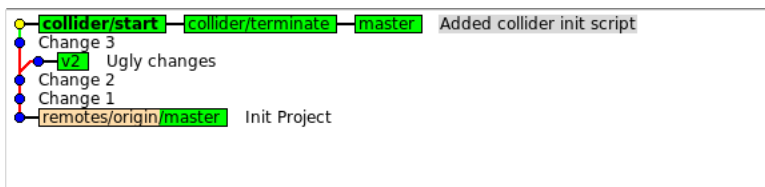
git checkout -b <branch_name> создаёт указатель (ветку) <branch_name> на текущую позицию (текущая позиция отслеживается с помощью специального указателя HEAD) и переключается на него.

Или проще: сделать с текущего места новую ветку и сразу же продолжить с ней.

Обратите внимание, что в имени ветки не запрещено использовать символ '/', однако, надо быть осторожным, т.к. в файловой системе создаётся папка с именем до '/'. Если ветка с таким названием как и папка существует — будет конфликт на уровне файловой системы. Если уже есть ветка *dev*, то нельзя создать *dev/test*.

А если есть *dev/test*, то можно создавать *dev/whatever*, но нельзя просто *dev*.

Итак, создали две ветки *collider/start* и *collider/terminate*. Запутались? **gitk --all** спешит на помощь:



Как видно, мы в одной точке имеем 3 указателя (наши ветки), а изменения в коммите такие:

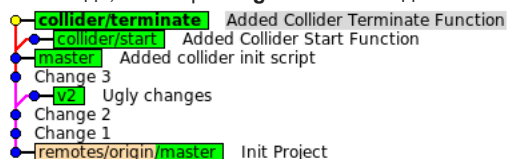
```
@@ -0,0 +1,11 @@
+#!/bin/sh
+
+
+USER=collider
+
+
+case $1 in
+    *)
+        echo Unknown Action: $1
+    ;;
+esac
```

Теперь, в каждой ветке напишем код, который, соответственно, будет запускать и уничтожать наш коллайдер. Последовательность действий приблизительно такая:

```
dev1(collider/start)$ vim collider.init.sh
dev1(collider/start)$ git commit -m "Added Collider Start Function" -a
[collider/start d229fa9] Added Collider Start Function
1 file changed, 9 insertions(+)
dev1(collider/start)$ git checkout collider/terminate
Switched to branch 'collider/terminate'
dev1(collider/terminate)$ vim collider.init.sh
dev1(collider/terminate)$ git commit -m "Added Collider Terminate Function" -a
[collider/terminate 4ea02f5] Added Collider Terminate Function
1 file changed, 9 insertions(+)
```

Сделанные изменения

Как всегда, посмотрим в `gitk --all` что наделали:



Разработка закончена и теперь надо отдать все изменения в `master` (там ведь старый коллайдер, который ничего не может). Объединение двух коммитов, как и говорилось выше — это **merge**. Но давайте подумаем, чем отличается ветка `master` от `collider/start` и как получить их объединен (сумму)? Например, можно взять общие коммиты этих веток, затем прибавить коммиты, относящиеся только к `master`, а затем прибавить коммиты, относящиеся только к `collider/start`. А что у нас? Общие коммиты — есть, только коммиты `master` — нет, только `collider/start` — есть. Т.е. объединение этих веток — это `master` + коммиты от `collider/start`. Но `collider/start` — это `master` + коммиты ветки `collider/start`! Тоже самое! Т.е. делать ничего не надо! Объединение веток — это и есть `collider/start`!

Ещё раз, только на буквах, надеюсь, что будет проще для восприятия:

$master = C1 + C2 + C3$

$collider/start = master + C4 = C1 + C2 + C3 + C4$

$master + collider/start = \text{Общие_коммиты}(master, collider/start) + \text{Только_y}(master) + \text{Только_y}(collider/start) = (C1 + C2 + C3) + (NULL) + (C4) = C1 + C3 + C4$

Когда одна ветка «лежит» на другой, то она уже как бы входит в эту, другую ветку, и результатом объединения будет вторая ветка. Мы просто перематываем историю вперёд от старых коммитов к новым. Вот эта перематка (объединение, при котором делать ничего не надо) и получила название `fast-forward`.

Почему `fast-forward` — это хорошо?

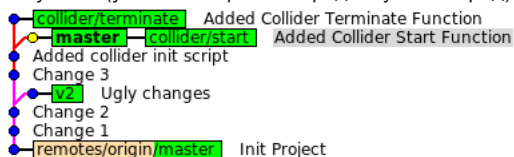
1. При слиянии ничего делать не надо
2. Автоматическое объединение, причём гарантированное
3. Конфликты не возможны и никогда не возникнут
4. История остаётся линейной (как будто объединения и не было), что часто проще для восприятия на больших проектах
5. Новых коммитов не появляется

Как быстро узнать, что fast-forward возможен? Для этого достаточно посмотреть в gitk на две ветки, которые нужно объединить и ответить на од вопрос: существует ли прямой путь от ветки А к В, если двигаться только вверх (от нижней к верхней). Если да — то будет fast-forward.

В теории понятно, пробуем на практике, забираем изменения в *master*:

```
dev1(collider/terminate)$ git checkout master
Switched to branch 'master'
Your branch is ahead of 'origin/master' by 4 commits.
dev1(master)$ git merge collider/start
Updating 0c3aa28..d229fa9
Fast-forward # то что надо
 collider.init.sh |    9 ++++++++
 1 file changed, 9 insertions(+)
```

Результат (указатель просто передвинулся вперёд):



Объединение

Теперь забираем изменения из *collider/terminate*. Но, тот, кто дочитал до сюда (дочитал ведь, да?!) заметит, что прямого пути нет и так красиво мы уже не отделаемся. Попробуем git попросить fast-forward:

```
dev1(master)$ git merge --ff-only collider/terminate
fatal: Not possible to fast-forward, aborting.
```

Что и следовало ожидать. Делаем просто merge:

```
dev1(master)$ git merge collider/terminate
Auto-merging collider.init.sh
CONFLICT (content): Merge conflict in collider.init.sh
Automatic merge failed; fix conflicts and then commit the result.
```

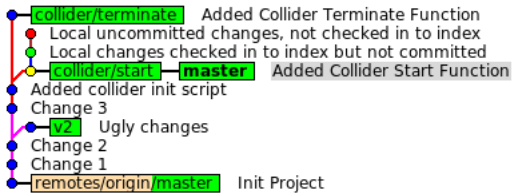
Я даже рад, что у нас возник конфликт. Обычно, в этом момент некоторые теряются, лезут гуглить и спрашивают, что делать. Для начала:

Конфликт возникает при попытке объединить два и более коммита, в которых в одной и той же строчке были сделаны изменения. И теперь git не знает что делать: то ли взять первый вариант, то ли второй, то ли старый оставить, то ли всё убрать.

Как всегда, две самые нужные команды нам спешат помочь:

```
dev1(master)$ git status
# On branch master
# Your branch is ahead of 'origin/master' by 5 commits.
#
# Unmerged paths:
#   (use "git add/rm <file>..." as appropriate to mark resolution)
#
```

```
#      both modified:      collider.init.sh
#
no changes added to commit (use "git add" and/or "git commit -a")
dev1(master)$ gitk --all
```



Мы находимся в *master*, туда же указывает *HEAD*, туда же и добавляются наши коммиты.
Файл выглядит так:

```
#!/bin/sh

USER=collider

<<<<<<< HEAD
do_start(){
    echo -n "Starting collider..."
    sleep 1s
    echo "ok"
    echo "The answer is 42. Please, come back again after 1 billion years."
}

case $1 in
    start)
        do_start
=====
do_terminate() {
    echo -n "Safely terminating collider..."
    sleep 1s
    echo "oops :("
}

case $1 in
    terminate)
        do_terminate
>>>>>>> collider/terminate
;;
*)
    echo Unknown Action: $1
;;
esac
```

Нам нужны оба варианта, но объединять вручную не хотелось бы, правда? Здесь то нам и помогут всякие merge-тулы.
Самый простой способ решить конфликт — это вызвать команду **git mergetool**. Почему-то не все знают про такую команду.
Она делает примерно следующие:

1. Находит и предлагает для использования на выбор diff- или merge-программы
2. Создаёт файл filename.orig (файл как есть до попытки объединить)
3. Создаёт файл filename.base (какой файл был)
4. Создаёт файл filename.remote (как его поменяли в другой ветке)
5. Создаёт файл filename.local (как поменяли его мы)
6. После разрешения конфликтов всё сохраняется в filename

Пробуем:

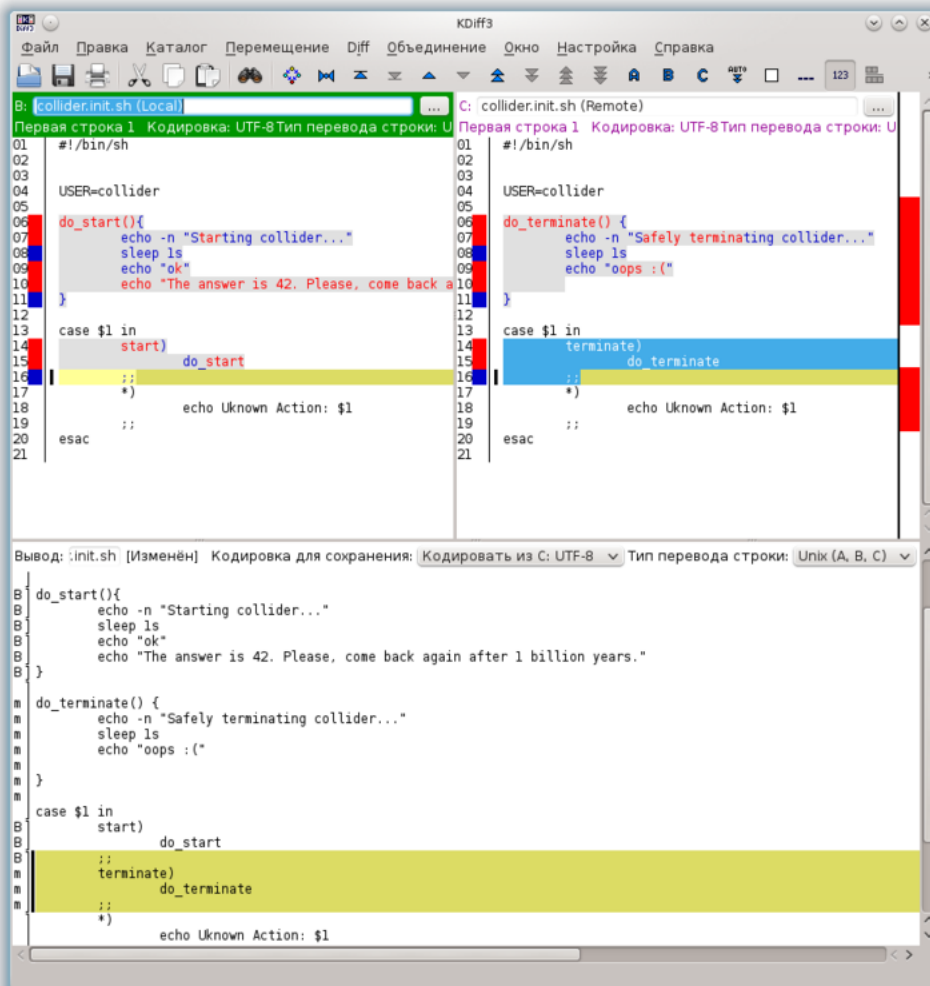
```

dev1(master)$ git mergetool
merge tool candidates: opendiff kdiff3 tkdiff xxdiff meld tortoisemerge gvimdiff diffuse ecmerge p4merge araxis bc3 emerge vi
mdiff
Merging:
collider.init.sh

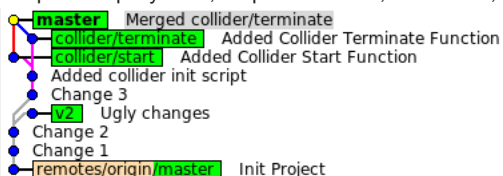
Normal merge conflict for 'collider.init.sh':
  {local}: modified file
  {remote}: modified file
Hit return to start merge resolution tool (kdiff3):

```

Из-за того что изменения были в одних и тех же местах конфликтов получилось много. Поэтому, я брал везде первый вариант, а второй копирую сразу после первого, но с GUI это сделать довольно просто. Вот результат — сверху варианты файла, внизу — объединение (простите за качество):

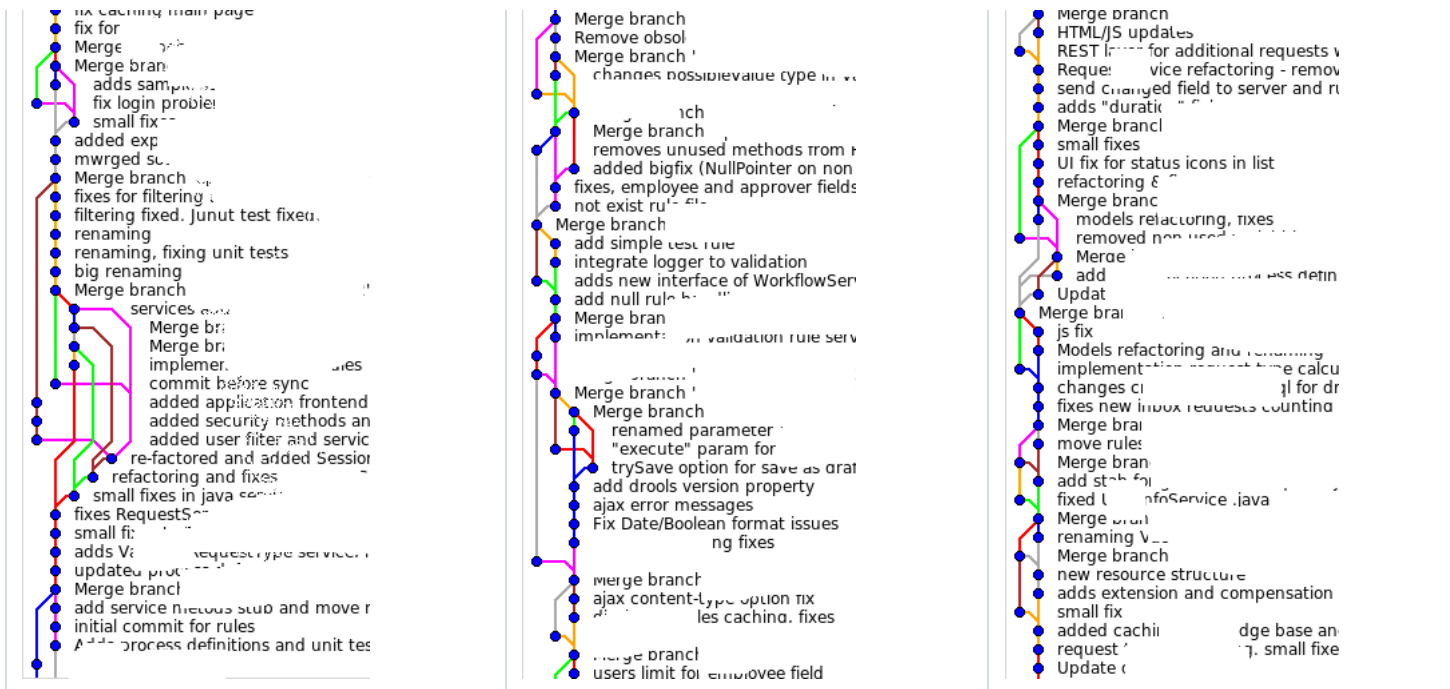


Сохраняем результат, закрываем окно, коммитим, смотрим результат:



Мы создали новый коммит, который является объединением двух других. Fast-forward не произошёл, потому что не было прямого пути для этого история стала выглядеть чуть-чуть запутаннее. Иногда, merge действительно нужен, но излишне запутанная история тоже ни к чему.

Вот пример реального проекта:



Конечно, такое никуда не годится! «Но разработка идёт параллельно и никакого fast-forward не будет» скажете вы? Выход есть!

Перестройка

Что же делать, чтобы история оставалась красивой и прямой? Можно взять нашу ветку и перестроить её на другую ветку! Т.е. указать ветке новое начало и воспроизвести все коммиты один за одним. Этот процесс и называется rebase. Наши коммиты станут продолжением той ветки, на которую мы их перестроим. Тогда история будет простой и линейной. И можно будет сделать fast-forward.

Другими словами: мы повторяем историю изменений с одной ветки на другой, как будто бы мы действительно брали другую ветку и заново проделывали эти же самые изменения.

Для начала отменим последние изменения. Проще всего вернуть указатель *master* назад, на предыдущее состояние. Создавая merge-commit, мы передвинули именно *master*, поэтому именно его нужно вернуть назад, желательно (а в отдельных случаях важно) на тот же самый commit, где был.

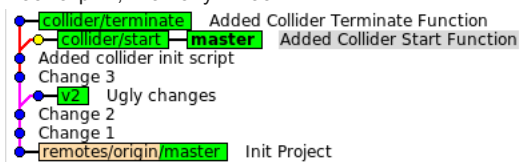
Как результат, наш merge-commit останется без какого-либо указателя и не будет принадлежать ни к одной ветке.

Используя `gitk` или консоль перемещаем наш указатель. Поскольку, ветка *collider/start* уже указывает на наш коммит, нам не нужно искать его и мы можем использовать имя ветки (это будет одно и то же):

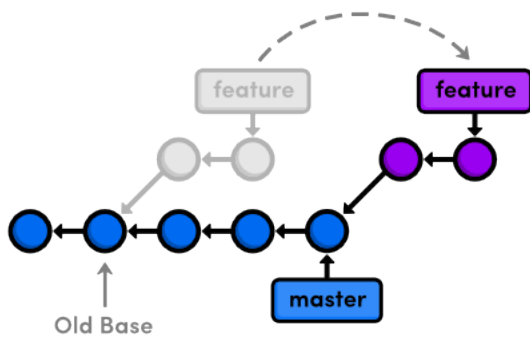
```
dev1(master)$ git reset --hard collider/start
HEAD is now at d229fa9 Added Collider Start Function
```

Что случилось с merge-commit?

Посмотрим, что получилось:



Для того, чтобы перестроить одну ветку на другую, нужно найти их общее начало, потом взять коммиты **перестраиваемой** ветки и, в таком же порядке, применить их на **основную** (base) ветку. Очень наглядная картинка (*feature* перестраивается на *master*):



Важное замечание: после «перестройки» это уже будут новые коммиты. А старые никуда не пропали и не сдвинулись.

Для самопроверки и понимания: можно было бы вообще не отменять merge-commit. А взять ветку *collider/terminate* и перестроить на *collider/start*.

Тогда ветка *collider/terminate* была бы продолжением *collider/start*, а *master* с merge-commit остался бы в стороне. В конце, когда работа была бы готова, *master* просто переустанавливается на нужный коммит (**git checkout master && git reset --hard collider/terminate**). Смысл тот же, просто другой порядок действий. Git очень гибок — как хочу, так и кручу.

В теории разобрались, пробуем на практике. Переключаемся в *collider/terminate* и перестраиваем на тот коммит, куда указывает *master* (или *collider/start*, кому как удобнее). Команда дословно «взять текущую ветку и перестроить её на указанный коммит или ветку»:

```
dev1(master)$ git checkout collider/terminate
Switched to branch 'collider/terminate'
dev1(collider/terminate)$ git rebase -i master # -i означает в интерактивном режиме, т.е. показать git rebase todo list и дать возможность вмешаться в процесс
```

Откроется редактор в котором будет приблизительно следующее:

```
pick 4ea02f5 Added Collider Terminate Function

# Rebase d229fa9..4ea02f5 onto d229fa9
#
# Commands:
# p, pick = use commit
# r, reword = use commit, but edit the commit message
# e, edit = use commit, but stop for amending
# s, squash = use commit, but meld into previous commit
# f, fixup = like "squash", but discard this commit's log message
# x, exec = run command (the rest of the line) using shell
#
# These lines can be re-ordered; they are executed from top to bottom.
#
# If you remove a line here THAT COMMIT WILL BE LOST.
# However, if you remove everything, the rebase will be aborted.
#
```

Если коротко: то в процессе перестройки мы можем изменять комментарии к коммитам, редактировать сами коммиты, объединять их или вовсе пропускать. Т.е. можно переписать историю ветки до неузнаваемости. На данном этапе нам это не нужно, просто закрываем редактор и продолжаем. Как и в прошлый раз, конфликтов нам не избежать:

```
error: could not apply 4ea02f5... Added Collider Terminate Function

When you have resolved this problem run "git rebase --continue".
If you would prefer to skip this patch, instead run "git rebase --skip".
To check out the original branch and stop rebasing run "git rebase --abort".
Could not apply 4ea02f5... Added Collider Terminate Function
dev1((no branch))$ git status
# Not currently on any branch.
```

```
# Unmerged paths:
#   (use "git reset HEAD <file>..." to unstage)
#   (use "git add/rm <file>..." as appropriate to mark resolution)
#
#       both modified:      collider.init.sh
#
no changes added to commit (use "git add" and/or "git commit -a")
```

Решаем конфликты с помощью **git mergetool** и продолжаем «перестройку» — **git rebase --continue**. Git в интерактивном режиме даёт нам возможность изменить и комментарий.

Результат:

```
● collider/terminate Added Collider Terminate Function (edited and rebased)
● collider/start - master Added Collider Start Function
● Added collider init script
● Change 3
● Change 2
● Change 1
● remotes/origin/master Init Project
```

Теперь уже не сложно обновить master и удалить всё ненужное:

```
dev1(collider/terminate)$ git checkout master
Switched to branch 'master'
Your branch is ahead of 'origin/master' by 5 commits.
dev1(master)$ git merge collider/terminate
Updating d229fa9..6661c2e
Fast-forward
 collider.init.sh | 11 ++++++++
 1 file changed, 11 insertions(+)
dev1(master)$ git branch -d collider/start
Deleted branch collider/start (was d229fa9).
dev1(master)$ git branch -d collider/terminate
Deleted branch collider/terminate (was 6661c2e).
```

На данном этапе мы удаляли, редактировали, объединяли правки, а на выходе получили красивую линейную историю изменений:

```
● master Added Collider Terminate Function (edited and rebased)
● Added Collider Start Function
● Added collider init script
● Change 3
● Change 2
● Change 1
● remotes/origin/master Init Project
```

Перерыв

Довольно много информации уже поступило, поэтому нужно остановиться и обдумать всё. На примерах мы познакомились со следующими возможностями git:

- Лёгкое создание репозитория
- Клонирование репозитория
- Git работает только с изменениями
- Один проект/библиотека/плагин — один репозиторий
- Ветки, комментарии, коммиты легко изменяются
- Можно выбрать любое состояние и начать от него новую историю
- Если изменения «лежат на одной прямой» то можно делать fast-forward (перемотка, объединение без конфликтов)

Дальше примеры пойдут по сложнее. Я буду использовать простой скрипт, который будет в файл дописывать случайные строки.

На данном этапе нам не важно, какое содержимое, но было бы очень неплохо иметь много различных коммитов, а не один. Для наглядности.

Скрипт добавляет случайную строчку к файлу и делает git commit. Это повторяется несколько раз:

```
dev1(master)$ for i in `seq 1 2`; do STR=`pwgen -C 20 -B 1`; echo $STR >> trash.txt; git commit -m "Added $STR" trash.txt; done
```

```
[master e64499d] Added rooreoyoivoobiangeix
1 file changed, 1 insertion(+)
[master a3ae806] Added eisahtaexookaifadoow
1 file changed, 1 insertion(+)
```

Передача и приём изменений

Настало время научиться работать с удалёнными репозиториями. В общих чертах, для работы нам нужно уметь:

- добавлять/удалять/изменять информацию о удалённых репозиториях
- получать данные (ветки, тэги, коммиты)
- отправлять свои данные (ветки, тэги, коммиты)

Вот список основных команд, которые будут использоваться:

1. `git remote` — управление удалёнными репозиториями
2. `git fetch` — получить
3. `git pull` — тоже самое что `git fetch + git merge`
4. `git push` — отправить

git remote

Как отмечалось выше, **origin** — это имя репозитория по умолчанию. Имена нужны, т.к. репозитория может быть несколько и их нужно как-то различать. Например, у меня была копия репозитория на флешке и я добавил репозиторий **flash**. Таким образом я мог работать с двумя репозиториями одновременно: **origin** и **flash**.

Имя репозитория используется как префикс к имени ветки, чтоб можно было отличать свою ветку от чужой, например *master* и *origin/master*

Небольшой трюк

В справке по `git remote` достаточно хорошо всё описано. Как и ожидается, там есть команды: `add`, `rm`, `rename`, `show`.

`show` покажет основные настройки репозитория:

```
dev1(master)$ git remote show origin
* remote origin
Fetch URL: /home/sirex/proj/git-habr/origin
Push URL: /home/sirex/proj/git-habr/origin
HEAD branch: master
Remote branch:
  master tracked
Local branch configured for 'git pull':
  master merges with remote master
Local ref configured for 'git push':
  master pushes to master (fast-forwardable)
```

Чтобы добавить существующий репозиторий используем `add`:

```
git remote add backup_repo ssh://user@myserver:backups/myrepo.git # просто пример
git push backup_repo master
```

git fetch

Команда говорит сама за себя: получить изменения.

Стоит отметить, что локально никаких изменений не будет. Git не тронет рабочую копию, не тронет ветки и т.д.

Будут скачены новые коммиты, обновлены только удалённые (remote) ветки и тэги. Это полезно потому, что перед обновлением своего репозитория можно посмотреть все изменения, которые «пришли» к вам.

Ниже есть описание команды push, но сейчас нам нужно передать изменения в origin, чтобы наглядно показать как работает fetch:

```
dev1(master)$ git push origin master
Counting objects: 29, done.
Delta compression using up to 4 threads.
Compressing objects: 100% (21/21), done.
Writing objects: 100% (27/27), 2.44 KiB, done.
Total 27 (delta 6), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (27/27), done.
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
d80e5f1..a3ae806 master -> master
```

Теперь от имени dev2 посмотрим, что есть и получим все изменения:

```
dev2(master)$ git log
commit d80e5f1746856a7228cc27072fa71f1c087d649a
Author: jsirex
Date: Thu Apr 4 04:21:07 2013 +0300

    Init Project
# вообще ничего нет, получаем изменения:
dev2(master)$ git fetch origin
remote: Counting objects: 29, done.
remote: Compressing objects: 100% (21/21), done.
remote: Total 27 (delta 6), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (27/27), done.
From /home/sirex/proj/git-habr/origin
d80e5f1..a3ae806 master -> origin/master
```

Выглядит это так:

- **remotes/origin/master** Added eisahtaexookaifadoow
- Added rooreoyoivoobiangeix
- Added empty trash
- Added Collider Terminate Function (edited and rebased)
- Added Collider Start Function
- Added collider init script
- Change 3
- Change 2
- Change 1
- **master** Init Project

Обратите внимание, что мы находимся в *master*.

Что можно сделать:

`git checkout origin/master` — переключиться на удалённый master, чтобы «пощупать» его. При этом нельзя эту ветку редактировать, но можн создать свою локальную и работать с ней.

`git merge origin/master` — объединить новые изменения со своими. Т.к. у нас локальных изменений не было, то merge превратится в fast-forward:

```
dev2(master)$ git merge origin/master
Updating d80e5f1..a3ae806
Fast-forward
 README.md      | 2 ++
 collider.init.sh | 31 +++++
 trash.txt      | 2 ++
 3 files changed, 35 insertions(+)
 create mode 100755 collider.init.sh
 create mode 100644 trash.txt
```

Если в `origin` появятся новые ветки, само собой `fetch` их тоже скачает. Также можно попросить **fetch** обновить только конкретную ветку, а не все. **Важный момент:** когда кто-то удаляет ветку из `origin`, у вас локально всё равно остаётся запись о ней. Например, вы продолжаете видеть `origin/deleted/branch`, хотя её уже нет. Чтобы эти записи удалить используйте `git fetch origin --prune`.

git pull

`git pull` тоже самое что и `git fetch + git merge`. Разумеется, что изменения будут объединяться с соответствующими ветками: *master* с *origin/master*, *feature* с *origin/feature*. Ветки объединяются не по имени, как кто-то может подумать, а за счёт *upstream tracking branch*. Когда мы делаем `checkout` любой ветки для работы, `git` делает приблизительно следующее:

1. смотрит есть ли уже такая ветка локально и если есть берёт её
2. если ветки нет, смотрит есть ли она удалённо *origin/<branch_name>*
3. если есть, создаёт локально *<branch_name>* там же, где и *origin/<branch_name>* и «связывает» эти ветки (`branch <branch_name> now is tracking remote origin/<branch_name>`)

В файле `.git/config` можно это увидеть:

```
[branch "master"]
  remote = origin
  merge = refs/heads/master
```

В 95% случаев, вам не нужно менять это поведение.

Если были локальные изменения, то `git pull` автоматически объединит их с удалённой веткой и будет `merge-commit`, а не `fast-forward`. Пока мы что-то разрабатывали код устарел и неплохо было бы сначала обновиться, применить все свои изменения уже поверх нового кода и только потом отдать результат. Или пока продолжить локально. И чтоб история не смешивалась. Вот это и помогает делать `rebase`.

Чтобы `git` по умолчанию использовал `rebase`, а не `merge`, можно его попросить:

```
git config branch.<branch_name>.rebase true
```

git push

`git push origin` — передать изменения. При этом все отслеживаемые (tracking) ветки будут переданы. Чтобы передать определённую ветку, нужно явно указать имя: `git push origin branch_name`.

На данном этапе могут возникнуть вопросы:

- как мне передать определённые изменения?
- как мне удалить ветку?
- как мне создать новую ветку с определённого коммита?
- и т.д.

На все вопросы может ответить расширенный вариант использования команды:

```
git push origin <локальный_коммит_или_указатель>:<имя_ветки_в_origin>
```

Примеры:

```
git push origin d80e5f1:old_master # удалённо будет создана или обновлена ветка old_master. будет указывать на коммит d80e5f1
git push origin my_local_feature:new_feature/with_nice_name # создать или обновить ветку new_feature/with_nice_name моей my_local_feature
git push origin :dead_feature # буквально передать "ничего" в dead_feature. Т.е. ветка dead_feature смотрит в никуда. Это удалит ветку
```

Важно: когда вы обновляете ветку, предполагается, что вы сначала забрали все последние изменения и только потом пытаетесь передать всё обратно. `Git` предполагает, что история останется линейной, ваши изменения продолжают текущие (fast-forward). В противном случае вы

получите:rejected! non fast-forward push!.

Иногда, когда вы точно знаете, что делаете, это необходимо. Обойти это можно так:

```
git push origin master --force # когда вы точно понимаете, что делаете
```

Включаемся в проект

К этому моменту уже более-менее понятно, как работает push, pull. Более смутно представляется в чём разница между merge и rebase. Совсем непонятно зачем это нужно и как применять.

Когда кого-нибудь спрашивают:

— Зачем нужна система контроля версий?

Чаще всего в ответе можно услышать:

— Эта система помогает хранить все изменения в проекте, чтобы ничего не потерялось и всегда можно было «откатиться назад».

А теперь задайте себе вопрос: «как часто приходится откатываться назад?» Часто ли вам нужно хранить больше, чем последнее состояние проекта? Честный ответ будет: «очень редко». Я этот вопрос поднимаю, чтобы выделить гораздо более важную роль системы контроля версий в проекте:

Система контроля версий позволяет вести совместную работу над проектом более, чем одному разработчику.

То, на сколько вам удобно работать с проектом совместно с другими разработчиками и то, на сколько система контроля версий вам помогает в этом — самое важное.

Используете %VCS_NAME%? Удобно? Не ограничивает процесс разработки и легко адаптируется под требования? Быстро? Значит эта %VCS_NAME% подходит для вашего проекта лучше всего. Пожалуй, вам не нужно ничего менять.

Типичные сценарии при работе над проектом

Теперь поговорим о типичных сценариях работы над проектом с точки зрения кода. А это:

- Выпуск релизов (release)
- Исправление ошибок (bug fixing)
- Срочные исправления (hotfix)
- Разработка нескольких фич одновременно (features development)
- Выпуск определённых фич или выпуск по готовности

Чтобы добиться такого процесса, нужно чётко определиться где и что будет храниться. Т.к. ветки легковесные (т.е. не тратят ресурсов, места и т., под все задачи можно создать отдельные ветки. Это является хорошей практикой. Такой подход даёт возможность легко оперировать наборами изменений, включать их в различные ветки или полностью исключать неудачные варианты.

В *master* обычно хранится последняя выпущенная версия и он обновляется только от релиза к релизу. Не будет лишним сделать и tag с указанием версии, т.к. *master* может обновиться.

Нам понадобится ещё одна ветка для основной разработки, та самая в которую будет всё сливаться и которая будет продолжением *master*. Её будут тестировать и по готовности, во время релиза, все изменения будут сливать в *master*. Назовём эту ветку *dev*.

Если нам нужно выпустить hotfix, мы можем вернуться к состоянию *master* или к определённому тэгу, создать там ветку *hotfix/version* и начать работу по исправлению критических изменений. Это не затрагивает проект и текущую разработку.

Для разработки фич удобно будет использовать ветки *feature/<feature_name>*. Начинать эту ветку лучше с самых последних изменений и периодически «подтягивать» изменения из *dev* к себе. Чтобы сохранить историю простой и линейной, ветку лучше перестраивать на *dev* (`git rebase dev`).

Исправление мелких багов может идти напрямую в *dev*. Но даже для мелких багов или изменений рекомендуется создавать локально временные ветки. Их не надо отправлять в глобальный репозиторий. Это только ваши временные ветки. Такой подход даст много возможностей:

- Вы можете работать над несколькими задачами. Застряли на одном баге, переключились в dev, создали новую ветку и исправляете другой, потом обратно к первому. Обновились, бросили всё и начали делать третий.
- Проблема стала критичной на продакшене — перестроили (rebase) ветку с исправлением на *master* или определённый *hotfix* и выпустили новую версию только с одним исправлением.
- Таким же образом можно перенести работу на другие ветки, например на *feature*-ветки
- Перед тем как отправить изменения, ветку можно немного причесать, убрав оттуда лишние коммиты, исправив комментарии и т.д.

Исправление багов

Создадим ветку *dev* и рассмотрим типичный сценарий исправления багов.

```
dev1(master)$ git status
# On branch master
nothing to commit (working directory clean)
dev1(master)$ git checkout -b dev
Switched to a new branch 'dev'
dev1(dev)$ git push origin dev
Total 0 (delta 0), reused 0 (delta 0)
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
 * [new branch]      dev -> dev
```

И второй разработчик «забирает» новую ветку к себе:

```
dev2(master)$ git pull
From /home/sirex/proj/git-habr/origin
 * [new branch]      dev      -> origin/dev
Already up-to-date.
```

Пусть 2 разработчика ведут работу каждый над своим багом и делают несколько коммитов (пусть вас не смущает, что я таким некрасивым способом генерирую множество случайных коммитов):

```
dev1(dev)$ for i in `seq 1 10`; do STR=`pwgen -C 20 -B 1`; echo $STR >> trash.txt; git commit -m "Added $STR" trash.txt; done
[dev 0f019d0] Added ahvaisaigiegheweezee
 1 file changed, 1 insertion(+)
[dev c715f87] Added eizohshochohseesauge
 1 file changed, 1 insertion(+)
[dev 9b9672c] Added aitaquerahshiqueeph
 1 file changed, 1 insertion(+)
[dev 43dad98] Added zaesooneighufooshiph
 1 file changed, 1 insertion(+)
[dev 9da2de3] Added aebaevohneejaefochoo
 1 file changed, 1 insertion(+)
[dev e93f93e] Added rohmohpheinugogaigoo
 1 file changed, 1 insertion(+)
[dev 54ba433] Added giehaokeequokeichaip
 1 file changed, 1 insertion(+)
[dev 05f72db] Added hacohphaiquoomohxahb
 1 file changed, 1 insertion(+)
[dev 8c03e0d] Added eejucihaewuosonguek
 1 file changed, 1 insertion(+)
[dev cf21377] Added aecahjaokeiphieriequ
 1 file changed, 1 insertion(+)
```

```
dev2(master)$ for i in `seq 1 6`; do STR=`pwgen -C 20 -B 1`; echo $STR >> trash.txt; git commit -m "Added $STR" trash.txt; done
[master 1781a2f] Added mafitahshohfaijahney
 1 file changed, 1 insertion(+)
[master 7df3851] Added ucutepoquiquoophowah
```

```
1 file changed, 1 insertion(+)
[master 75e7b2b] Added aomahcaashooneefoavo
1 file changed, 1 insertion(+)
[master d4dea7e] Added iexaephiecaivezohwoo
1 file changed, 1 insertion(+)
[master 1459fdb] Added quiegheemoighaethaex
1 file changed, 1 insertion(+)
[master 1a949e9] Added evipheichaichesahme
1 file changed, 1 insertion(+)
```

Когда работа закончена, передаём изменения в репозиторий. Dev1:

```
dev1(dev)$ git push origin dev
Counting objects: 32, done.
Delta compression using up to 4 threads.
Compressing objects: 100% (30/30), done.
Writing objects: 100% (30/30), 2.41 KiB, done.
Total 30 (delta 19), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (30/30), done.
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
a3ae806..cf21377 dev -> dev
```

Второй разработчик:

```
dev2(master)$ git push origin dev
error: src refspec dev does not match any.
error: failed to push some refs to '/home/sirex/proj/git-habr/origin'
```

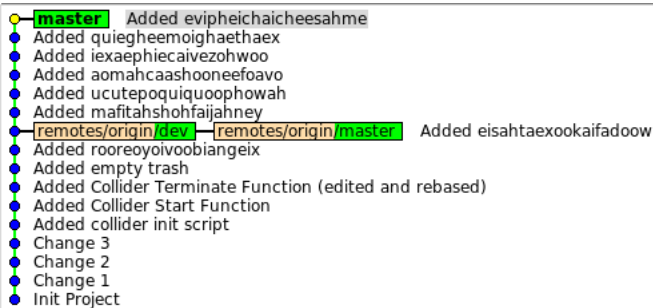
Что произошло? Во-первых мы хоть и сделали `pull`, но забыли переключиться на `dev`. А работать стали в `master`.

Когда работаете с `git` старайтесь «командовать» как можно конкретнее.

Я хотел передать изменения именно в `dev`. Если бы вместо `git push origin dev` я использовал просто `git push`,

то `git` бы сделал то, что он должен был бы сделать — передал изменения из нашего `master` в `origin/master`. Такую ситуацию можно исправить, но сложнее. Намного проще исправлять всё локально.

Как и говорилось выше, ничего страшного, всё поправимо. Как обычно, посмотрим что наделали `gitk --all`:



У нас вперёд «поехал» `master`, а должен был «поехать» `dev`. Вариантов исправить ситуацию несколько.

Вот можно, например, так:

1. Поскольку, никаких других изменений не было, переключимся на `dev`
2. Объединим все изменения из `master` в `dev`, где они и должны были быть (прямой путь, *fast-forward*, никаких проблем не будет)
3. Правильный `dev` мы запустим, а неправильный `master` «установим» в старую, правильную позицию, где он раньше и был (на `origin/master`)

На первый взгляд, кажется, что здесь много действий и всё как-то сложно. Но, если разобраться, то описание того, что нужно сделать намного больше, чем самой работы. И самое главное, мы уже так делали выше. Приступим к практике:

```

dev2(master)$ git checkout dev # переключаемся
Branch dev set up to track remote branch dev from origin.
Switched to a new branch 'dev'
dev2(dev)$ git merge master # наш fast-forward
Updating a3ae806..1a949e9
Fast-forward
 trash.txt | 6 +++++
 1 file changed, 6 insertions(+)
dev2(dev)$ git checkout master # переключаемся на master чтобы...
Switched to branch 'master'
Your branch is ahead of 'origin/master' by 6 commits.
dev2(master)$ git reset --hard origin/master # ... чтобы сдвинуть его в правильное место
HEAD is now at a3ae806 Added eisahtaexookaifadoow
dev2(master)$ git checkout dev # вернёмся в dev
Switched to branch 'dev'
Your branch is ahead of 'origin/dev' by 6 commits.

```

Посмотрим на результат:

```

● dev Added evipheichaicheesahme
● Added quiegheemoighaethaex
● Added iexaepheicaivezohwoo
● Added aomahcaashooneefoavo
● Added ucutepoquiquoophowah
● Added mafitahshohfajjahney
● master remotes/origin/dev remotes/origin/master Added eisahtaexookaifadoow
● Added rooreoyoivoobiangeix
● Added empty trash
● Added Collider Terminate Function (edited and rebased)
● Added Collider Start Function
● Added collider init script
● Change 3
● Change 2
● Change 1
● Init Project

```

Теперь, всё как положено: наши изменения в `dev` и готовы быть переданы в `origin`.

Передаём:

```

dev2(dev)$ git push origin dev
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
 ! [rejected] dev -> dev (non-fast-forward)
error: failed to push some refs to '/home/sirex/proj/git-habr/origin'
hint: Updates were rejected because the tip of your current branch is behind
hint: its remote counterpart. Merge the remote changes (e.g. 'git pull')
hint: before pushing again.
hint: See the 'Note about fast-forwards' in 'git push --help' for details.

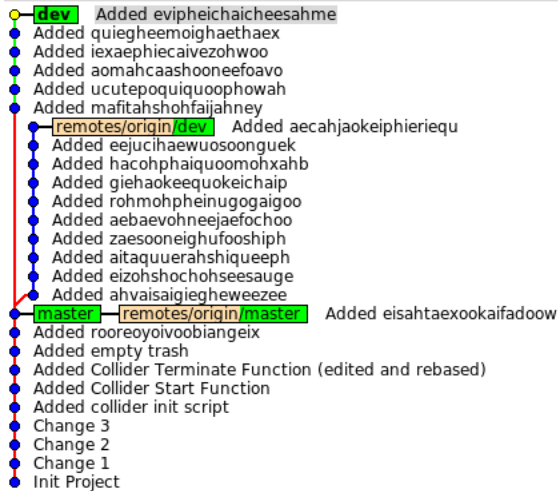
```

Передать не получилось, потому что кто-то другой (`dev1`) обновил репозиторий, передав свои изменения и мы просто «отстали». Нам нужно актуализировать своё состояние, сделав `git pull` или `git fetch`. Т.к. `git pull` сразу будет объединять ветки, я предпочитаю использовать `git fetch` т.к. он даёт мне возможность осмотреться и принять решение позже:

```

dev2(dev)$ git fetch origin
remote: Counting objects: 32, done.
remote: Compressing objects: 100% (30/30), done.
remote: Total 30 (delta 19), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (30/30), done.
From /home/sirex/proj/git-habr/origin
 a3ae806..cf21377 dev -> origin/dev

```



Есть несколько вариантов, чтобы передать наши изменения:

1. Принудительно передать наши изменения, стерев то, что там было: `git push origin dev --force`
2. Продолжить ветку, используя `git merge origin/dev` и потом `git push origin dev` (объединить новые изменения со своими и передать)
3. Перестроить нашу ветку вверх новой, что сохранит последовательность разработки и избавит от лишнего ветвления: `git rebase origin/c` и потом `git push origin dev`.

Наиболее привлекательным является Зий вариант, который мы и попробуем, причём в интерактивном режиме:

```
dev2(dev)$ git rebase -i origin/dev # перестраиваем текущую локальную ветку на origin/dev
```

Нам откроется редактор и даст возможность исправить нашу историю, например, поменять порядок коммитов или объединить несколько. Об эт писалось выше. Я оставляю как есть:

```
pick 1781a2f Added mafitahshohfaijahney
pick 7df3851 Added ucutepoquiquoophowah
pick 75e7b2b Added aomahcaashooneefoavo
pick d4dea7e Added iexaephiecaivezohwoo
pick 1459fdb Added quiegheemoighaethaex
pick 1a949e9 Added evipheichaicheesahme

# Rebase cf21377..1a949e9 onto cf21377
#
# Commands:
# p, pick = use commit
# r, reword = use commit, but edit the commit message
# e, edit = use commit, but stop for amending
# s, squash = use commit, but meld into previous commit
# f, fixup = like "squash", but discard this commit's log message
# x, exec = run command (the rest of the line) using shell
#
# These lines can be re-ordered; they are executed from top to bottom.
#
# If you remove a line here THAT COMMIT WILL BE LOST.
# However, if you remove everything, the rebase will be aborted.
#
```

В процессе перестройки возникнут конфликты. Решаем их через `git mergetool` (или как вам удобнее) и продолжаем перестройку `git rebase --continue`

Т.к. у меня всё время дописываются строчки в один файл, конфликтов не избежать, но на практике в проектах, когда работа над разными частями проекта распределена, конфликтов вообще не будет. Или они будут довольно редкими.

Отсюда можно вывести **пару полезных правил**:

- Каждый коммит должен содержать в себе не более одного логического изменения. Если вы делали фичу и заметили баг в коде, лучше исправить его отдельным коммитом. Позже, при объединении, конфликты будет очень просто решать, т.к. будет видно отдельный коммит с

конфликтом и к чему он относится. Думайте о коммитах, как о кирпичиках, из которых можно построить проект. Каждый кирпич сам по себе логичен и завершён.

- Старайтесь распределять работу так, чтобы она не пересекалась, т.е. не редактировались одни и те же файлы в одних и тех же местах. Если логика какого-то класса будет меняться одновременно в двух ветках, то после объединения какие-то системы, использующие этот класс перестанут работать. А то и вовсе всё перестанет работать.

После того как все конфликты решены, история будет линейной и логичной. Для наглядности я поменял комментарии (интерактивный `rebase` даёт эту возможность):

```
graph TD
    dev --> Rebased evipheichaicheesahme
    Rebased evipheichaicheesahme --> Rebased quiegheemoighaethaex
    Rebased quiegheemoighaethaex --> Rebased iexaepheicaivezohwoo
    Rebased iexaepheicaivezohwoo --> Rebased aomahcaashooneefoavo
    Rebased aomahcaashooneefoavo --> Rebased ucutepoquiquoophowah
    Rebased ucutepoquiquoophowah --> Inserted through rebase mafitahshohfajahney
    Inserted through rebase mafitahshohfajahney --> remotes/origin/dev
    remotes/origin/dev --> Added aecahjaokeiphieriequ
    Added aecahjaokeiphieriequ --> Added eejucihaewuosoonguek
    Added eejucihaewuosoonguek --> Added hacohphaiquoomohxahb
    Added hacohphaiquoomohxahb --> Added giehaokeequekeichaip
    Added giehaokeequekeichaip --> Added rohmohpheinugogaigoo
    Added rohmohpheinugogaigoo --> Added aebaevohneejaefochoo
    Added aebaevohneejaefochoo --> Added zaesooneighufooshiph
    Added zaesooneighufooshiph --> Added aitaquuerahshiqueeph
    Added aitaquuerahshiqueeph --> Added eizohshochohseesauge
    Added eizohshochohseesauge --> Added ahvaisaigiegheeweezee
    Added ahvaisaigiegheeweezee --> master
    master --> remotes/origin/master
    remotes/origin/master --> Added eisahtaexookaifadoow
    Added eisahtaexookaifadoow --> Added rooreoyoivoobiangeix
    Added rooreoyoivoobiangeix --> Added empty trash
    Added empty trash --> Added Collider Terminate Function (edited and rebased)
    Added Collider Terminate Function (edited and rebased) --> Added Collider Start Function
    Added Collider Start Function --> Added collider init script
    Added collider init script --> Change 3
    Change 3 --> Change 2
    Change 2 --> Change 1
    Change 1 --> Init Project
```

Теперь наша ветка продолжает `origin/dev` и мы можем отдать наши изменения: актуальные, адаптированные под новые коммиты:

```
dev2(dev)$ git push origin dev
Counting objects: 20, done.
Delta compression using up to 4 threads.
Compressing objects: 100% (18/18), done.
Writing objects: 100% (18/18), 1.67 KiB, done.
Total 18 (delta 11), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (18/18), done.
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
cf21377..8212c4b dev -> dev
```

Далее история повторяется. Для удобства или в случае работы над несколькими багами, как говорилось выше, удобно перед началом работы создать отдельные ветки из `dev` или `origin/dev`.

Короткий итог: обычное исправление багов может быть осуществлено по следующему простому алгоритму:

1. Исправление в ветке `dev` или отдельной
2. Получение изменений из `origin` (`git fetch origin`)
3. Перестройка изменений на последнюю версию (`git rebase -i origin/dev`)
4. Передача изменений в `origin` (`git push origin dev`)

Feature branch

Бывает так, что нужно сделать какой-то большой кусок работы, который не должен попадать в основную версию пока не будет закончен. Над такими ветками могут работать несколько разработчиков. Очень серьёзный и объёмный баг может рассматриваться с точки зрения процесса работы в `git` как фича — отдельная ветка, над которой работают несколько человек. Сам же процесс точно такой же как и при обычном исправлении багов. Только работа идёт не с `dev`, а с `feature/name` веткой.

Вообще, такие ветки могут быть коротко-живущими (1-2 неделя) и долго-живущими (месяц и более). Разумеется, чем дольше живёт ветка, тем чаще её нужно обновлять, «подтягивая» в неё изменения из основной ветки. Чем больше ветка, тем, вероятно, больше будет накладных расходов по её сопровождению.

Начнём с коротко-живущих (short-live feature branches)

Обычно ветка создаётся с самого последнего кода, в нашем случае с ветки dev:

```
dev1(dev)$ git fetch origin
remote: Counting objects: 20, done.
remote: Compressing objects: 100% (18/18), done.
remote: Total 18 (delta 11), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (18/18), done.
From /home/sirex/proj/git-habr/origin
   cf21377..8212c4b  dev      -> origin/dev
dev1(dev)$ git branch --no-track feature/feature1 origin/dev # сделать ветку feature/feature1 из origin/dev, но не связывать их вместе
dev1(dev)$ git push origin feature/feature1 # отдать ветку в общий репозиторий, чтобы она была доступна другим
Total 0 (delta 0), reused 0 (delta 0)
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
 * [new branch]      feature/feature1 -> feature/feature1
```

Теперь работу на feature1 можно вести в ветке *feature/feature1*. Спустя некоторое время в нашей ветке будет много коммитов, и работа над feature1 будет закончена. При этом в *dev* тоже будет много изменений. И наша задача отдать наши изменения в *dev*.

Выглядеть это будет приблизительно так:

The diagram shows a vertical line of commits. The top commit is labeled 'remotes/origin/dev' and 'Added cahghooxiehiudoobeng'. Below it are several other commits. A branch 'feature/feature1' is shown branching off from 'dev' and containing several commits, including 'Added waupharaebohghohxuix'. The 'feature/feature1' branch is then merged back into 'dev', and the 'dev' branch is updated to the new tip.

Ситуация напоминает предыдущую: две ветки, одну нужно объединить с другой и передать в репозиторий. Единственное отличие, это две публичные (удалённые) ветки, а не локальные. Это требует небольшой коммуникации. Когда работа закончена, один разработчик должен предупредить другого, что он собирается «слить» изменения в *dev* и, например, удалить ветку. Таким образом передавать в эту ветку что-либо будет бессмысленно.

А дальше алгоритм почти такой как и был:

```
git fetch origin # обновиться на всякий
git rebase -i origin/dev # перестраиваемся, теперь история у нас линейная, как будто бы feature1 сделали прямо в dev за одно мгновение. Пишу origin/dev, а не dev потому что после обновления ветка ушла вперёд, а наша локальная осталась на месте
git checkout dev # переключаемся на ветку, куда будем принимать все изменения
git merge feature/feature1 # или даже git reset --hard feature/feature1. Результат должен быть один и тот же. Обязательно убедитесь, что был fast-forward.
```

Картинка, feature1 стала частью dev, то что на и нужно было:

The diagram shows the same vertical line of commits as before. The 'feature/feature1' branch is now merged into 'dev', and the 'dev' branch is updated to the new tip. The 'feature/feature1' branch is no longer shown, indicating it has been merged and is no longer needed.

Делаем push и чистим за собой ненужное:

```
dev1(dev)$ git push origin dev
Counting objects: 11, done.
Delta compression using up to 4 threads.
Compressing objects: 100% (9/9), done.
Writing objects: 100% (9/9), 878 bytes, done.
Total 9 (delta 6), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (9/9), done.
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
   3272f59..e514869  dev -> dev
dev1(dev)$ git push origin :feature/feature1 # удаляем удалённую ветку, если нужно
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
 - [deleted]      feature/feature1
```

```
dev1(dev)$ git branch -d feature/feature1 # удаляем локально
Deleted branch feature/feature1 (was e514869).
```

Долго-живущие ветки (long-live feature branches)

Сложность долго-живущих веток в их поддержке и актуализации. Если делать всё как описано выше то, вероятно быть беде: время идёт, основная ветка меняется, проект меняется, а ваша фича основана на очень старом варианте. Когда настанет время выпустить фичу, она будет настолько выбиваться из проекта, что объединение может быть очень тяжёлым или, даже, невозможным. Именно поэтому, ветку нужно обновлять. Раз dev уходит вперёд, то мы будем просто время от времени перестраивать нашу ветку на dev.

Всё бы хорошо, но только нельзя просто так взять и перестроить публичную ветку: ветка после ребэйза — это уже новый набор коммитов, совершенно другая история. Она не продолжает то, что уже было. Git не примет такие изменения: два разных пути, нет fast-forward'a. Чтобы переписать историю разработчикам нужно договориться.

Кто-то будет переписывать историю и принудительно выкладывать новый вариант, а в этот момент остальные не должны передавать свои изменения в текущую ветку, т.к. она будет перезаписана и всё пропадёт. Когда первый разработчик закончит, все остальные перенесут свои коммиты, которые они успеют сделать во время переписи уже на новую ветку. ~~Кто говорил, что нельзя ребэйзить публичные ветки?~~

Приступим к практике:

```
dev1(dev)$ git checkout -b feature/long
Switched to a new branch 'feature/long'
dev1(feature/long)$ git push origin dev
Everything up-to-date
dev1(feature/long)$ генерируем_много_коммитов
dev1(feature/long)$ git push origin feature/long
Counting objects: 11, done.
Delta compression using up to 4 threads.
Compressing objects: 100% (9/9), done.
Writing objects: 100% (9/9), 807 bytes, done.
Total 9 (delta 6), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (9/9), done.
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
 * [new branch]      feature/long -> feature/long
```

Второй разработчик подключается к работе всё стандартно:

```
dev2(dev)$ git pull
remote: Counting objects: 11, done.
remote: Compressing objects: 100% (9/9), done.
remote: Total 9 (delta 6), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (9/9), done.
From /home/sirex/proj/git-habr/origin
 * [new branch]      feature/long -> origin/feature/long
Already up-to-date.
dev2(dev)$ git checkout feature/long
Branch feature/long set up to track remote branch feature/long from origin.
Switched to a new branch 'feature/long'
dev2(feature/long)$ делаем много коммитов
dev2(feature/long)$ git pull --rebase feature/long # fetch + rebase одной строчкой
dev2(feature/long)$ git push origin feature/long
Counting objects: 11, done.
Delta compression using up to 4 threads.
Compressing objects: 100% (9/9), done.
Writing objects: 100% (9/9), 795 bytes, done.
Total 9 (delta 6), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (9/9), done.
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
 baf4c6b..ce9e58d feature/long -> feature/long
```

Добавим ещё несколько коммитов в основную ветку dev и история будет такая:

```

graph TD
    dev1[dev] --> commit1[Added yaenaimahyeseyuujuhv]
    commit1 --> commit2[Added iegetaixauchcavaiyo]
    commit2 --> commit3[feature/long -> Added eesiepoomiixaezahbei]
    commit3 --> commit4[Added eesheepahguepoozaeng]
    commit4 --> commit5[Added iurushaphechojoocoog]
    commit5 --> commit6[Added aixaexaighahkoosoin]
    commit6 --> commit7[Added geimujeihufeezahcooj]
    commit7 --> commit8[Added wienahbeefigeephuquo]
    commit8 --> commit9[Added waupharaeboghohxuix]
    commit9 --> commit10[Added mophiereenufohquaexo]
    commit10 --> commit11[Added aibeigithineishaxahw]
    commit11 --> commit12[Added cahahooxiehiudoobena]
  
```

Настало время актуализировать *feature/long*, но при этом разработка должна продолжиться отдельно. Пусть перестраивать будет dev1. Тогда он предупреждает dev2 об этом и начинает:

```

dev1(feature/long)$ git fetch origin
dev1(feature/long)$ git rebase -i origin/dev
... решение конфликтов, если есть, и т.д.

```

В это время dev2 продолжает работать, но знает, что ему нельзя делать push, т.к. нужной ветки ещё нет (а текущая будет удалена).

Первый заканчивает rebase и история будет такой:

```

graph TD
    dev2[dev] --> commit1[Added yaenaimahyeseyuujuhv]
    commit1 --> commit2[Added iegetaixauchcavaiyo]
    commit2 --> commit3[feature/long -> Added eesiepoomiixaezahbei]
    commit3 --> commit4[Added eesheepahguepoozaeng]
    commit4 --> commit5[Added iurushaphechojoocoog]
    commit5 --> commit6[Added aixaexaighahkoosoin]
    commit6 --> commit7[Added geimujeihufeezahcooj]
    commit7 --> commit8[Added wienahbeefigeephuquo]
    commit8 --> commit9[Added waupharaeboghohxuix]
    commit9 --> commit10[Added mophiereenufohquaexo]
  
```

Ветка перестроена, а *origin/feature/long* остался там, где и был. Цели мы достигли, теперь нужно поделиться со всеми:

```

dev1(feature/long)$ git push origin feature/long
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
 ! [rejected]        feature/long -> feature/long (non-fast-forward)
error: failed to push some refs to '/home/sirex/proj/git-habr/origin'
hint: Updates were rejected because the tip of your current branch is behind
hint: its remote counterpart. Merge the remote changes (e.g. 'git pull')
hint: before pushing again.
hint: See the 'Note about fast-forwards' in 'git push --help' for details.

```

Git лишний раз напоминает, что что-то не так. Но теперь, мы точно знаем, что мы делаем, и знаем, что так надо:

```

dev1(feature/long)$ git push origin feature/long --force
Counting objects: 20, done.
Delta compression using up to 4 threads.
Compressing objects: 100% (18/18), done.
Writing objects: 100% (18/18), 1.58 KiB, done.
Total 18 (delta 12), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (18/18), done.
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
 + ce9e58d...84c3001 feature/long -> feature/long (forced update)

```

Теперь можно работать дальше предупредив остальных об окончании работ.

Посмотрим, как эти изменения отразились на окружающих и на dev2 в частности:

```

dev2(feature/long)$ git fetch origin
remote: Counting objects: 20, done.
remote: Compressing objects: 100% (18/18), done.
remote: Total 18 (delta 12), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (18/18), done.
From /home/sirex/proj/git-habr/origin
 + ce9e58d...84c3001 feature/long -> origin/feature/long (forced update)

```

История разошлась, наши коммиты перестроены, кроме одного. Если бы коммитов вообще не было, т.е. разработчик dev2 читал бы хабр, пока первый работает, то достаточно было бы передвинуть указатель `feature/long` на `origin/feature/long` и продолжить работу. Но у нас есть один коммит, который надо добавить. Тут нам опять поможет `rebase`, вместе с ключом `--onto`:

```
git rebase --onto <на_какую_ветку_перестроить> <с_какого_коммита_или_ветки> <по_какой_коммит_или_имя_ветки>
```

Такой подход позволяет взять только часть (некоторую последовательность коммитов) для перестроения. Бывает полезно, когда нужно перенес несколько последних коммитов.

Вспомним также про запись `HEAD~1`. К указателю можно применить оператор `~N`, чтобы указать на предыдущий N-ый коммит.

`HEAD~1` — это предыдущий, а `HEAD~2` — это предпредыдущий. `HEAD~5` — 5 коммитов назад. Удобно, чтобы не запоминать `id`.

Посмотрим, как теперь нам перестроить только один коммит:

```
git rebase -i --onto origin/feature/long feature/long~1 feature/long
```

Разберём подробнее:

1. мы находимся на `feature/long`, которая полностью отличается от новой, но содержит нужный нам коммит (1, последний)
2. мы командуем перестроить на `origin/feature/long` (новое начало у ветки)
3. сама ветка эта `feature/long`
4. но перестраивать её надо не всю (поиск общего начала и перестройка всех коммитов не нужна, они там уже есть), а только начиная с предыдущего коммита (не включительно). Т.е. с `feature/long~1`

Если бы нам надо было перетянуть 4 коммита, то было бы `feature/long~4`.

```
dev2(feature/long)$ git rebase -i --onto origin/feature/long feature/long~1 feature/long
Successfully rebased and updated refs/heads/feature/long.
```

Осталось продолжить работу.

Есть ещё одна **полезная** команда, которая могла бы пригодиться и в этом случае, и во многих других — `git cherry-pick`.

Находясь в любом месте можно попросить `git` взять любой коммит и применить его в текущем месте. Нужный нам коммит можно было «утащить

```
git reset --hard origin/feature/long && git cherry-pick commit_id # commit_id обязательно нужно запомнить, т.к. после reset о
н будет сам по себе
```

Hotfixes

Hotfixы нужны, т.к. бывают очень критичные баги, которые нужно исправить как можно быстрее. При этом нельзя передать вместе с hotfix-ом последний код, т.к. он не оттестирован и на полное тестирование нет времени. Нужно только это исправление, максимально быстро и

оттестированное. Чтобы это сделать, достаточно взять последний релиз, который был отправлен на продакшен. Это тот, где у вас остался *tag* и *master*. Тэги играют очень важную роль, помогая понять что именно было собрано и куда это попало.

Тэги делаются командой

```
git tag и тоже могут содержать '/' в своём имени.
```

Для выпуска hotfix-а нам нужно:

1. создать ветку hotfix из tag или master
2. сделать исправление (или cherry-pick конкретного коммита, вдруг уже где-то это исправили)
3. сделать тэг
4. выпустить билд
5. и возможно с помощью cherry-pick передать изменения в основную ветку, если его там не было. Чтоб не потерялось.

Превратим наш план в команды git:

```
dev2(feature/long)$ git checkout master
Switched to branch 'master'
dev2(master)$ git tag release/1.0 # тэг для примера, пусть он уже был
dev2(master)$ git checkout -b hotfix/1.0.x
Switched to a new branch 'hotfix/1.0.x'
dev2(hotfix/1.0.x)$ .. исправления и коммиты
dev2(hotfix/1.0.x)$ git push origin hotfix/1.0.x
Counting objects: 5, done.
Delta compression using up to 4 threads.
Compressing objects: 100% (3/3), done.
Writing objects: 100% (3/3), 302 bytes, done.
Total 3 (delta 1), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (3/3), done.
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
 * [new branch]      hotfix/1.0.x -> hotfix/1.0.x
dev2(hotfix/1.0.x)$ git tag release/1.0.1 # делаем тэг
dev2(hotfix/1.0.x)$ git checkout dev # переключаемся в основную ветку
Switched to branch 'dev'
dev2(dev)$ git cherry-pick release/1.0.1 # лень запоминать id, зато есть указатель на нужный нам коммит.
# если были конфликты, то после разрешения наберите git commit
dev2(dev)$ git commit
[dev 9982f7b] Added rahqueiraiheinathia
 1 file changed, 1 insertion(+)
dev2(dev)$ git push origin dev
Counting objects: 5, done.
Delta compression using up to 4 threads.
Compressing objects: 100% (3/3), done.
Writing objects: 100% (3/3), 328 bytes, done.
Total 3 (delta 2), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (3/3), done.
To /home/sirex/proj/git-habr/origin
 b21f8a5..9982f7b  dev -> dev
```

Быстро и просто, не так ли? Если у вас было 2 коммита в *hotfixes*, возможно проще будет сделать 2 раза cherry-pick в *dev*. Но если их было много, можно опять воспользоваться командой `git rebase --into ...` и перестроить целую цепочку коммитов.

Всякие полезности

Git позволяет настраивать `aliases` для различных команд. Это бывает очень удобно и сокращает время набора команд. Приводить здесь примеры не буду, в Интернете их полно, просто поищите.

Перед тем, как отдавать свои изменения их можно перестроить на самих себя, чтобы привести историю в порядок.

Например, в логах может быть такое:

```
9982f7b Finally make test works
b21f8a5 Fixed typo in Test
3eabaab Fixed typo in Test
e514869 Added Test for Foo
b4439a2 Implemented Method for Foo
250adb1 Added class Foo
```

Перестроим сами себя, но начиная с 6 коммитов назад:

```
dev2(dev)$ git rebase -i dev~6 # т.к. нам всё равно отдавать это в origin/dev мы можем перестроить прямо на него
dev2(dev)$ git rebase -i origin/dev
```

Теперь в интерактивном режиме можно объединить (`squash`) первые два коммита в один и последние четыре. Тогда история будет выглядеть так:

```
0f019d0 Added Test for class Foo
a3ae806 Implemented class Foo
```

Такое намного приятнее передавать в общий репозиторий.

Обязательно посмотрите, что умеет `git config` и `git config --global`. Перед тем, как начнёте работать с реальным проектом, неплохо было бы настроить свой `username` и `email`:

```
git config --global user.name sirex
git config --global user.email jsirex@gmail.com
```

На одном проекте у нас велась параллельная разработка очень многих фич. Они все разрабатывались в отдельных ветках, но тестировать их нужно было вместе. При этом на момент выпуска билда для тестирования не было понятно, готовы фичи или нет: могли поменяться требования или найтись серьёзные баги. И стал вопрос: как продолжить работу над всеми фичами не объединяя их в принципе никогда, но объединяя всё перед релизом? Противоречие? Git красиво помогает решить эту проблему и вот как:

1. для выпуска билда была создана отдельная ветка, куда все фичи мержились (`git merge --no-ff`)
2. ветка отдавалась на тестирование
3. разработка продолжалась в своих ветках
4. новые изменения опять объединялись (`git merge --no-ff`)
5. Если тестируемую временную ветку просто удалить, все связанные коммиты с ней исчезнут и история опять распадётся на много отдельных веток. А их потом можно снова пересобрать
6. Когда какая-то фича абсолютна готова к релизу, только её одну можно перестроить на `dev` и протолкнуть в релиз.
7. Операция с остальными, неготовыми ветками, повторяется

Выводы

- Git очень гибкая система, она не лучше, не хуже других. Она просто другая сама по себе.
- Если вы работаете над проектом и используете git, то не будет никакой халявы или магии, что оно само как-то разберётся и сделает то, что вы захотите. Вам **придётся** его выучить.
- Чтобы выучить git и все его команды не надо месяц или два "ходить вокруг, да около". Потратьте пару часов сегодня и пару завтра. Всё будет намного проще.

- Пользуйтесь консольным клиентом. Так вы быстрее запомните команды, будете лучше понимать git, сможете наиболее быстро и точно командовать git'у то, что вы хотите сделать. Не надо гадать, что делает та или иная кнопка в git gui plugin for %YOUR_IDE%, не надо искать нужный пункт меню.
- Договоритесь о процессе разработке в команде. 2 часа, митинг, доска – вот что вам нужно. В конце небольшая памятка на wiki для вновь прибывших или в качестве справки тоже будет не лишней.
- Пишите в своё удовольствие, делайте коммиты так часто, как вам хочется, перестраивайте их, делайте патчи, объединяйте, шарьте историю напрямую с разработчиками – в git всё это очень легко.
- Придумывайте новые процессы, которые вам подходят, которые требует проект – скорее всего git сможет вам помочь этого достичь.

Причемания и апдейты

@ gss рекомендовал посмотреть на Git Extensions.
@ borNfree подсказал ещё один GUI клиент Source Tree.
@ zloylos поделился ссылкой на визуализатор для git
@ olancheg предложил посмотреть на ещё один tutorial для новичков.

PS. Что тут обычно пишут, когда первый пост на хабре? Прошу не судить строго, писал как мог.

Метки: git, git workflow, tutorial

↑ +188 ↓

📖 2680

👁 628k

💬 41



92,0

Карма

0,0

Рейтинг

15

Подписчики

Евгений Артюхов @jsirex

Пользователь

Поделиться публикацией

ПОХОЖИЕ ПУБЛИКАЦИИ

- 19 ноября 2013 в 12:39

Правильные способы исключения файлов в Git

↑ +50

👁 157k

📖 405

💬 68
- 13 ноября 2013 в 02:25

Изменение коммитов в Git

↑ +66

👁 110k

📖 427

💬 21
- 20 мая 2009 в 13:37

Git Workflow

↑ +112

👁 90,6k

📖 614

💬 147

ВАКАНСИИ

Мой круг



Инженер внедрения ПО

АйТиЭм Холдинг · Екатеринбург

от 70 000 Р



Specialist DevOps (Windows)

от 60 000 до 100 000 Р