Системы контроля версий (VCS)

Курс «Разработка ПО систем управления»

Кафедра управления и информатики НИУ «МЭИ»

Весна 2021г.

Проблема: управление кодом

- Написан новый код, проект перестал работать.
  - Как вернуться к прежней версии?
    - Резервные копии, в которых трудно искать и легко запутаться.
  - Как узнать, что именно изменилось (файлы и строки)?
    - Вручную («глазами»), программой `fc` (для каждой пары файлов).
- Двое пишут разные части одной программы.
  - Как проверить, что они не изменили одно и то же?
  - Как совместить изменения?
    - Вручную — сложно, долго, есть риск ошибиться.
- Код пишут несколько человек долгое время.
  - Как обмениваться версиями?
    - Флэшки, почта, «облака» — всё сложно.
  - Как уследить за тем, какие были версии и что менялось?
    - Почта и т. п., файл-журнал — разобщенно, ненадежно, трудоемко.

Решение: система контроля версий

- Написан новый код, проект перестал работать.
  - Как вернуться к прежней версии?
    - Есть перечень версий (история, журнал), можно вернуться к любой.
  - Как узнать, что именно изменилось (файлы и строки)?
    - Можно сравнить версии и представить изменения наглядно.
- Двое пишут разные части одной программы.
  - Как проверить, что они не изменили одно и то же? (См. выше).
  - Как совместить изменения?
    - Автоматически; когда невозможно — будет ясно, что и почему.
- Код пишут несколько человек долгое время.
  - Как обмениваться версиями?
    - Есть общее хранилище всех версий и средства синхронизации.
  - Как уследить за тем, какие были версии и что менялось?
    - У версий есть дата создания, автор, примечания.

Почему нужно специальное решение, а не «облако»?

- Автоматическое ведение истории любых изменений.
- Автоматическая синхронизация.
- Одновременное редактирование в реальном времени.

Разработка программ

- Раздельное редактирование.
- Явное создание пунктов истории:
    - составление набора сохраняемых изменений;
    - комментарии.
- Явное совмещение наборов изменений.

© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Git — конкретная СКВ

- Сам Git — консольная программа.
  - В поставке для Windows работает в Git Bash, более удобном терминале, чем cmd.exe.
  - Многие работают с Git из терминала:
    - Одинаково на любой ОС и любом компьютере.
    - Удобно делиться рецептами, копируя команды.
- TortoiseGit — расширение «Проводника» Windows для работы с Git; есть в лаборатории.
- Отдельные программы: SourceTree, GitG, …
- Внутри IDE: Visual Studio, CLion, QtCreator.

Основные понятия VCS

- **Хранилище (repository,** сокр. **repo),** или **репозитарий,** —
  место хранения всех версий и служебной информации.
- **Версия (revision),** или **ревизия,** —

  состояние всех файлов на определенный момент времени, сохраненное в репозитарии, с дополнительной информацией
- **Коммит (commit;** редко переводится как «слепок») —
  1) синоним версии;
  2) создание новой версии («сделать коммит», «закоммитить»).

- **Рабочая копия (working copy** или **working tree) —**
  текущее состояние файлов проекта, основанное на версии из хранилища (обычно на последней).
- **Индекс (index, staging area)** —
  промежуточный буфер, где хранятся коммиты до попадания в хранилище

© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Основы Git: инициализация

- Будем работать в пустом каталоге project:

```
$ mkdir project
$ cd project
```

- Инициализируем хранилище:

```
$ git init
  Initialized empty Git repository in /tmp/project/.git/
```

Теперь project/ — рабочая копия (пустая).

- Просмотрим содержимое каталога:

```
$ ls –A
  .git/
```

← Это хранилище. Содержимым управляет Git, не следует ничего там менять.

Основы Git: просмотр состояния

$ git status
On branch master

No commits yet ← История не содержит еще коммитов.

nothing to commit (create/copy files and use "git add" to track)

1. В новый (первый) коммит ничего не планируется добавить.
2. В рабочей копии нет ничего, что можно было бы добавить.

© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Основы Git: пустой коммит

Обычно Git не допускает пустых коммитов,
но в данном случае именно это и нужно.

```
$ git commit --allow-empty
  [master (root-commit) 5179fab] начало
```

Хэш коммита — его уникальный идентификатор,
по которому коммит можно найти:

```
$ git show 5179fab
  commit 5179fab9f3344f6963f474da399fc9c1fe76e41a
  Author: Dmitry Kozliuk <Dmitry.Kozliuk@gmail.com>
  Date:   Sun Mar 12 15:12:46 2017 +0300

      начало
```

Берется из настроек Git,
подробнее на ЛР.

© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Основы Git: обычный коммит

$ echo 'первая строка' > file.txt

$ git status

On branch master

Untracked files:

(use "git add <file>..." to include in what will be committed)

file.txt

nothing added to commit but untracked files present (use "git add" to track)

Основы Git: занесение под СКВ

```
$ git add file.txt
```
← Файл добавляется в **индекс (index)** — набор изменений для будущего коммита.

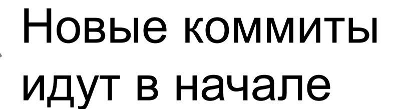
```
$ git status
  On branch master
  Changes to be committed:
    (use "git reset HEAD <file>..." to unstage)

        new file:   file.txt
```
← Git начал отслеживать файл.

```
$ git commit -m 'добавлена первая строка'
  [master 6c81949] добавлена первая строка
   1 file changed, 1 insertion(+)
   create mode 100644 file.txt
```
← Сводная статистика изменений.

© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

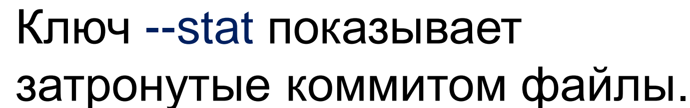
Основы Git: просмотр истории

$ git log --stat



Новые коммиты идут в начале

```
commit 6c81949f524b0ecad60fe02222d9642db0b99120
Author: Dmitry Kozliuk <Dmitry.Kozliuk@gmail.com>
Date:   Sun Mar 12 17:43:18 2017 +0300

    добавлена первая строка

 file.txt | 1 +
 1 file changed, 1 insertion(+)

commit 5179fab9f3344f6963f474da399fc9c1fe76e41a
Author: Dmitry Kozliuk <Dmitry.Kozliuk@gmail.com>
Date:   Sun Mar 12 15:12:46 2017 +0300

    начало
```



Ключ --stat показывает затронутые коммитом файлы.

Можно фильтровать по дате, автору, тексту сообщения, затронутым файлам.

© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Что такое «branch master»?

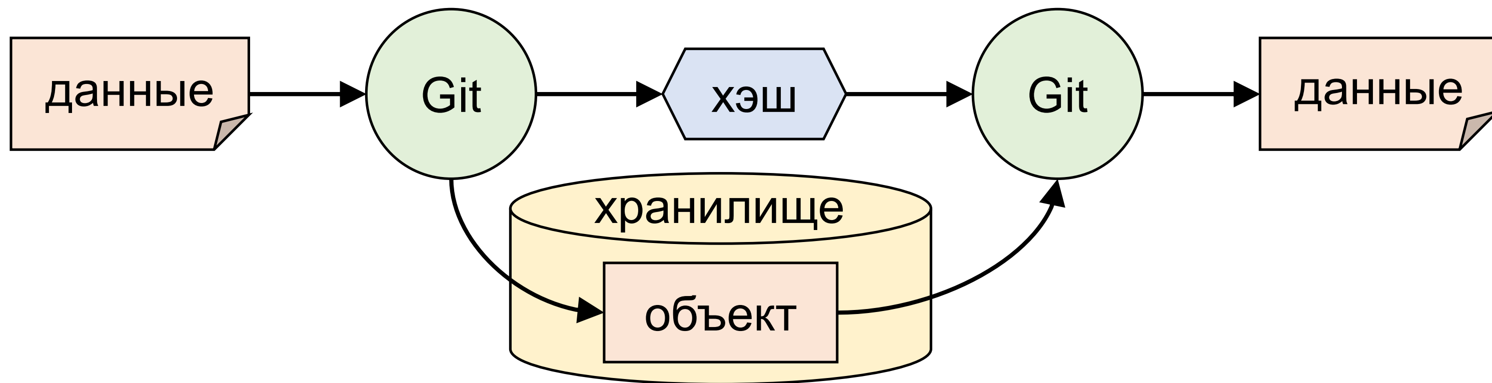
короткий формат вывода — показывать ветки — отрисовывать ветки

```
$ git log --oneline --decorate --graph
* 6c81949 (HEAD -> master) добавлена первая строка
* 5179fab начало
```

- **Ветвь (branch)** — это линейный участок истории.
- Ветвь по умолчанию называется **master.**
- О том, зачем нужны другие ветви
  и как история может быть нелинейной, см. далее.
- В выводе git log отмечен конец ветви.

Устройство Git: объекты и хэши

- Git позволяет сохранить **объект (object)** и получить **хэш (hash),** по которому его затем можно извлечь.
  - Объекты могут быть связаны (объект-коммит и объект-файл).
  - Хэш подобен адресу в C++.

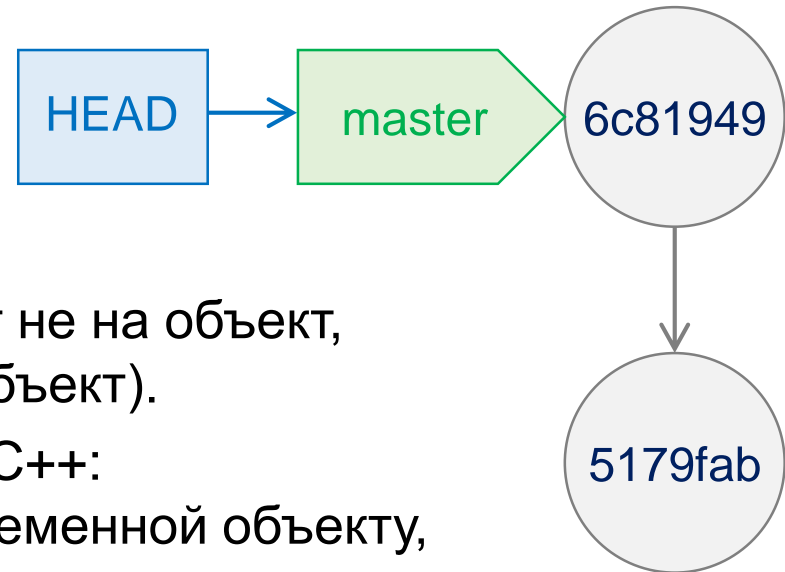


- **Хэш-функция** принимает данные любого размера, а возвращает число фиксированного (SHA1 в Git: 40 символов)
- **Коллизия** — случай, когда для разных данных значения хэш-функции совпадают.
  - Хэш-функция устроена так, что вероятность коллизии мала.

© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Устройство Git: ссылки

- Хэшу можно дать имя (например, master).
  Оно называется **ссылкой (reference,** или **ref).**
- Ссылка подобна переменной в C++: понятное имя для хэша.

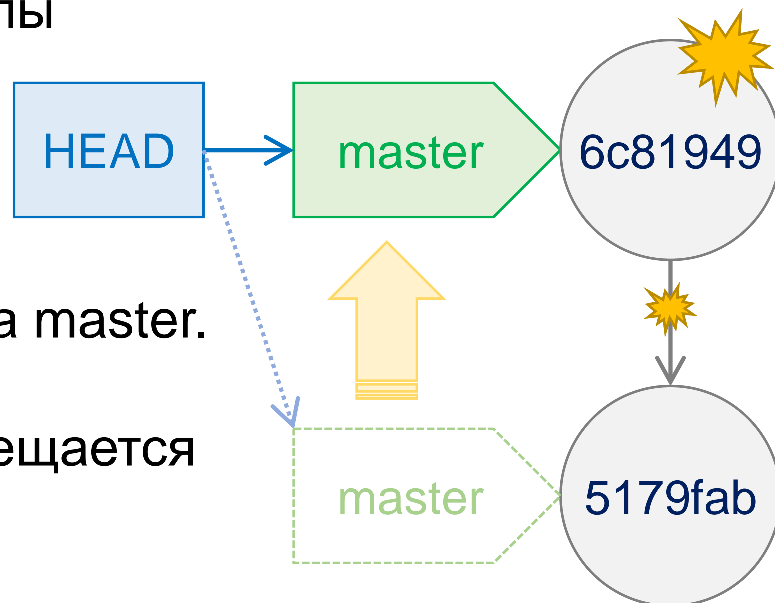


- Особая ссылка **HEAD** указывает не на объект, а на другую ссылку (а та — на объект).
  - HEAD подобна указателю в C++: позволяет обращаться к переменной объекту, не зная его имени.
- master всегда указывает на вершину ветки
- HEAD всегда указывает на коммит, после которого будет добавлен новый коммит (а заодно, меняет состояние рабочей копии). В идеале, HEAD всегда должен указывать на вершину какой-либо ветки.

Устройство Git: операции

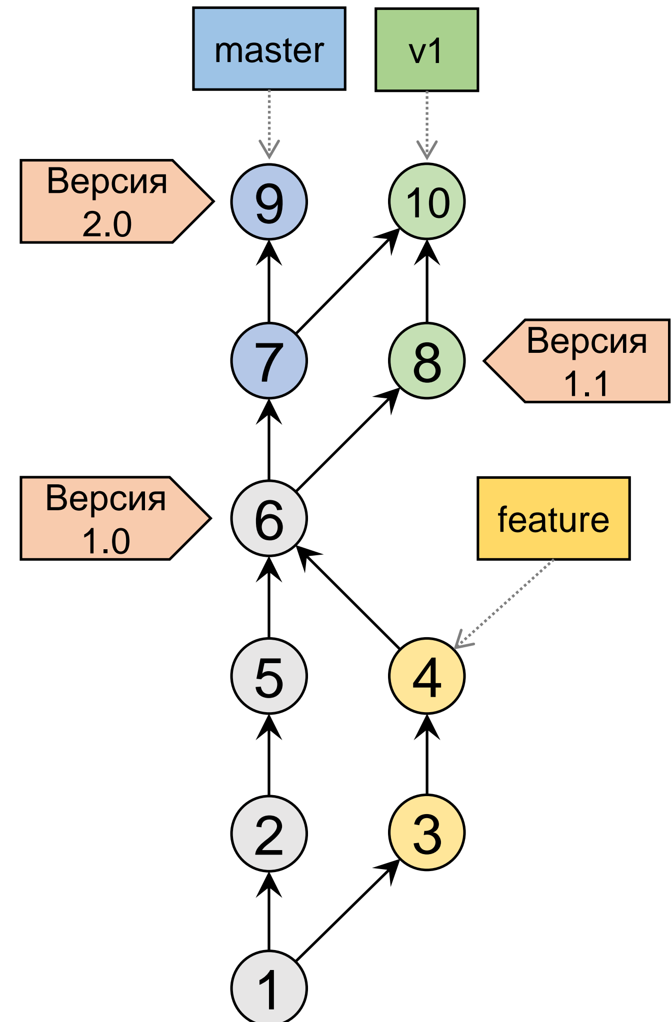
$ git commit

- Создать и связать объекты-файлы и объект-коммит.
- «Передвинуть» ссылку-ветку, на которую указывает HEAD.
- HEAD по-прежнему указывает на master.
- Ветка — ссылка, которая перемещается при коммитах.
- Если до коммита нельзя добраться (по стрелкам) ни от какой ссылки, он «потерян» (невидим).
    - Но доступен по хэшу, пока не сделано git gc.



Ветки и метки

- **Зачем нужны несколько веток?**
  - Параллельная разработка разных частей программы.
  - Альтернативные варианты развития:
    - экспериментальные наработки;
    - правки в старых версиях.
  - Обычно есть главная ветка (master), или ствол (trunk).
- **Метка (git tag)** — отмеченная версия. Отличие от ветки в том, что тэг не перемещается при добавлении коммитов.



© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Откат изменений

Reset («сбросить»)

a) двигает указатель ветки;
b) перемещает текущую ветвь;
c) сбрасывает рабочую копию к известному состоянию.

Checkout («забрать»)

a) двигает HEAD;
b) меняет текущую ветвь;
c) восстанавливает состояние отдельного файла.

- Сделаны ненужные изменения.
  - Коммита еще не было, нужно вернуться к последнему:

    `$ git reset --hard HEAD`
  - То же самое, но для одного файла:

    `$ git checkout -- file.txt`
  - Коммит был сделан, нужно вернуться к известному:

    `$ git reset --hard 6c81949`
- Сделан негодный коммит; нужно его убрать, но оставить изменения:

  `$ git reset HEAD~1`

Refspec — обозначение коммита относительно ссылки. Здесь: на один коммит назад от HEAD

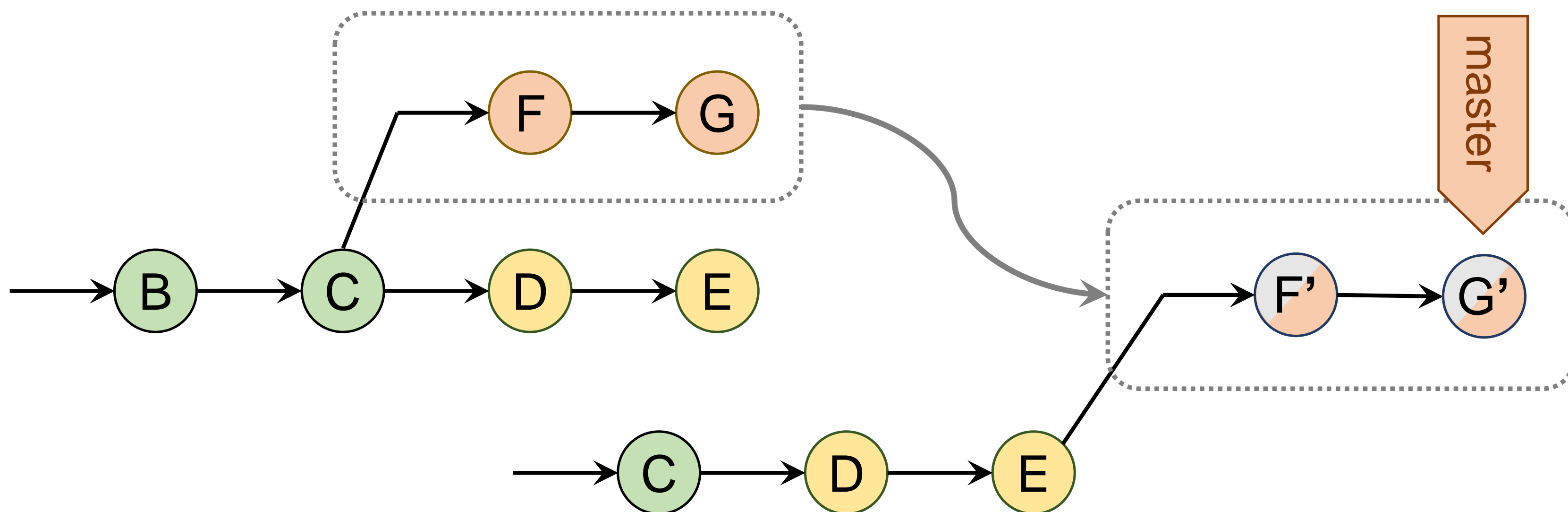
© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Создание веток и откат к ним

- Нужно перейти к известному коммиту, не удаляя имеющиеся.
  1. Создать ветку на нужном коммите:
     $ git branch *имя-ветки* *хэш-коммита*
  2. Переключиться на неё:
     $ git checkout *имя-ветки*
  - Создать и переключиться в одно действие:
     $ git checkout –b *имя-ветки* *хэш-коммита*
  3. Переключиться обратно (если стояли на master):
     $ git checkout master

© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Слияние веток: решение (I)



- История остается линейной, ветвление исчезает.
- История искажается: изменяются коммиты и их порядок.
- Возможны ошибки программиста при переносе коммитов.

Git: перенос ветви

- Текущая ветвь — master. Нужно перенести из master коммиты, которых нет в new_branch, поверх последней.

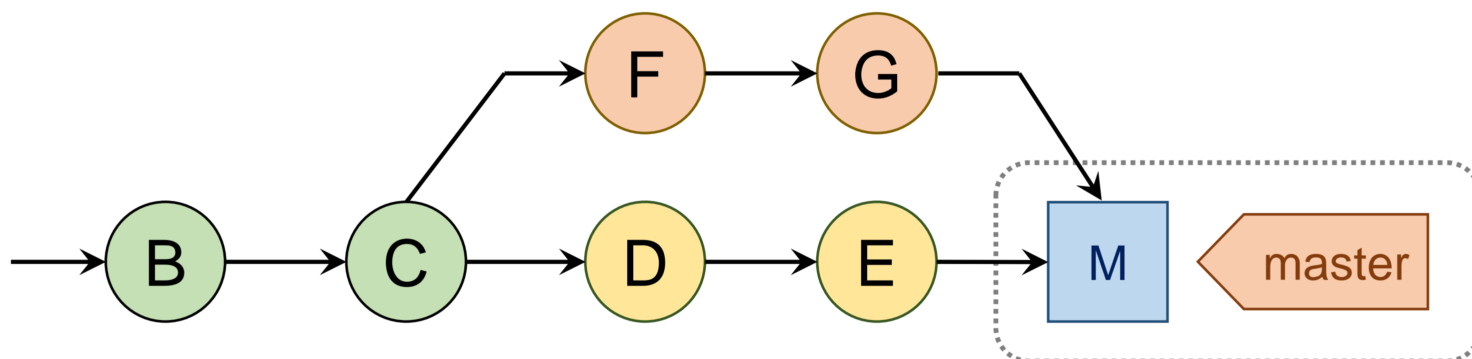
```
$ git rebase new_branch
```

  (вывод зависит от состояния истории)

  - Работает для любых ветвей, не только при обновлении.
  - Возможны конфликты (когда наложить изменения нельзя).

```
$ git rebase --abort
```

Слияние веток: решение (II)



- История становится нелинейной: возникают merge commits (M).
- Если работа велась параллельно, это остается видно.
- Совмещаются только последние версии — меньше риск ошибиться программисту.
- Все версии неприкосновенны.

Git: слияние ветвей

$ git merge new_branch
(вывод зависит от состояния истории)

- Если можно сделать fast-forward, Git так и поступит.
- Если автоматическое слияние возможно,
  Git создаст новый коммит с отдельным сообщением.
- Возможны конфликты.

  $ git merge --abort

  - Или разрешение конфликта вручную, затем:

    $ git add *файл-с-разрешенным-конфликтом*

    $ git commit

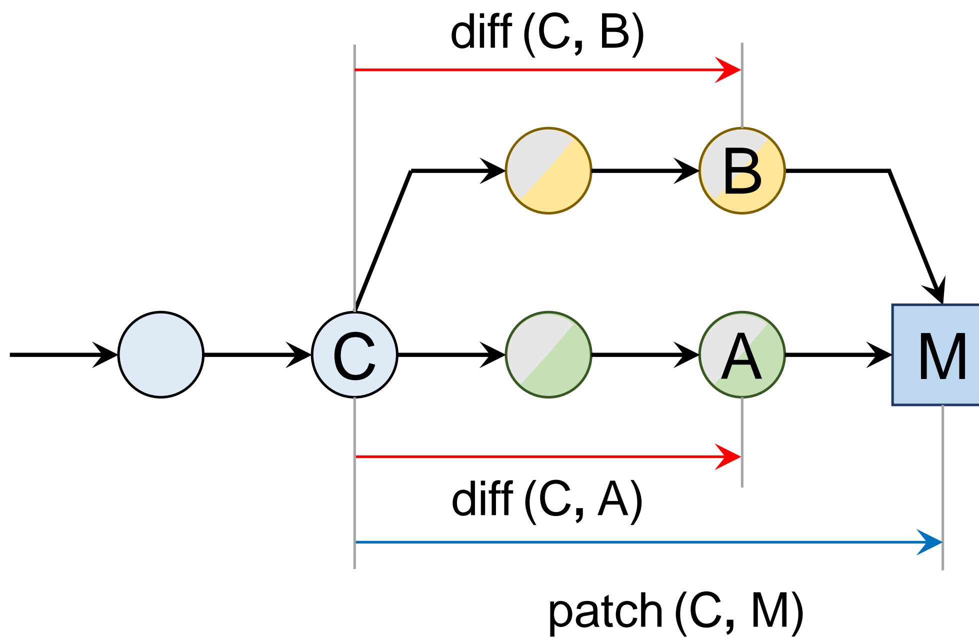
    - Изучается на ЛР.

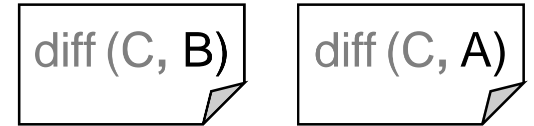
© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Сравнение версий

Просмотр различий между версиями:

$ git diff хэш-или-ветвь-A хэш-или-ветвь-B





Формат unified diff

```
--- a/main.cpp
+++ b/main.cpp

@@ -7,5 +7,6 @@ int main()

    cout << "Enter A and B: ";
    cin  >> a >> b;
    cout << "A + B = " << a + b << '\n'

-        << "A - B = " << a - b << '\n';
+        << "A - B = " << a - b << '\n'
+        << "A / B = " << a / b << '\n';

 }
```

заголовок

Обозначение места изменений в файле.

Измененная функция (для удобства чтения).

Контекст (обычно 3 строки)

Удаленные (-) и добавленные (+) строки.

Понятия VCS

- **Слияние (merge) —**

  объединение двух версий в единую;
  слияние ветвей — объединение их последних версий.

- **Конфликт (conflict) —**

  ситуация, когда VCS не может автоматически слить внесённые изменения (т. е. когда были по-разному изменены одни и те же места в файлах).

- **Разность (difference, diff) —**

  построчные различия между файлами (разных версий).

- **Заплатка (patch), патч —**

  файл-инструкция, какие правки нужно внести (по сути, это **diff**).

Модели ветвлений (branching models), или рабочие процессы (workflows)

Договоренность о ветках внутри команды.

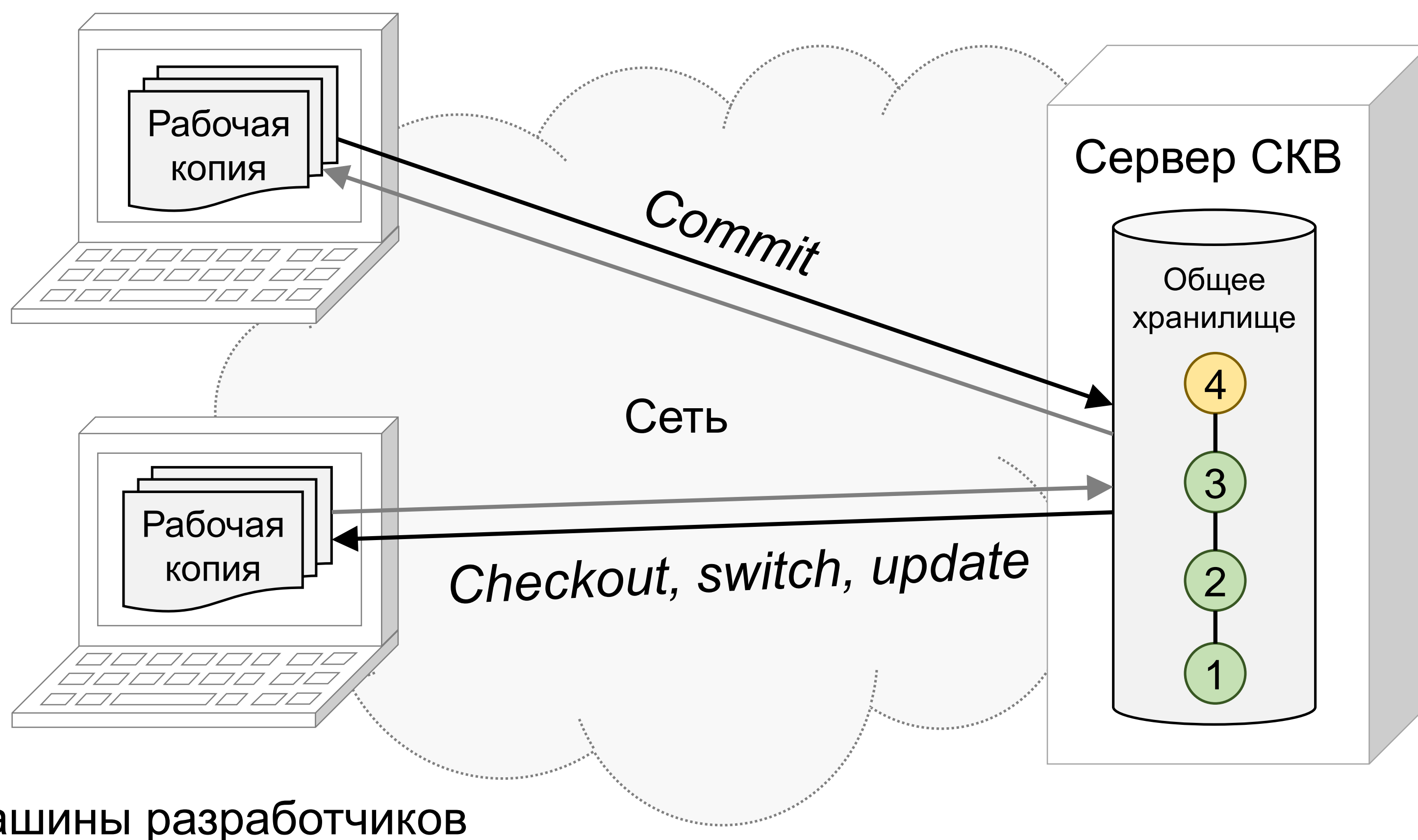
- Кем, когда и зачем создаются?
  a) по одной каждым разработчиком для своих задач
  b) по ветке на задачу,
  c) по ветке на группу связанных задач…
- Что содержат?
  - ветка со стабильным кодом,
  - ветка с нововведениями…
- Кем, когда, куда и по каким критериям сливаются?
  - когда код в ветке протестирован, она сливается в master,
  - раз в неделю master сливается во все ветки…
- Как называются?

© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

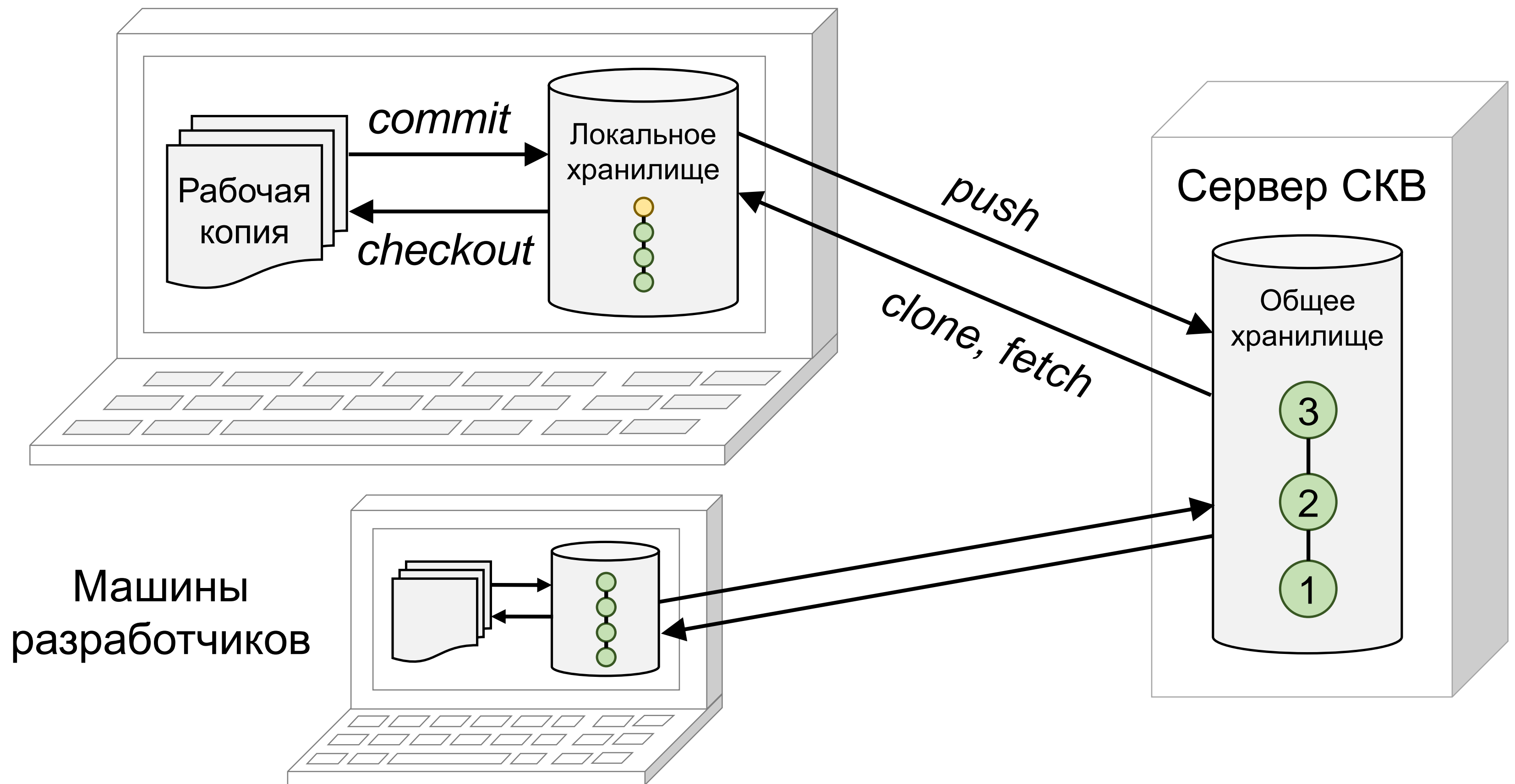
Какими должны быть коммиты?

- **Гранулярность** — насколько крупными должны быть коммиты?
  - Большие сложно оценить, задачи смешаны.
  - Мелкие неудобно читать, теряется контекст.
  - Хорошая идея: размер — одно *логическое* изменение.
- Код в коммитах должен быть компилируемым.
  - Git этого не требует, но иначе неудобно на практике.
- Сообщения должны отражать цель и суть правок.
  - Что именно поменялось, покажет diff.
  - Иногда уместны объемные пояснения.

Общее хранилище: централизованная VCS



Отдельные хранилища: распределенная VCS (DVCS)



Виды систем контроля версий

Централизованные

- Простота использования.
- Вся история — всегда в едином общем хранилище.
- Нужно подключение к сети.
- Резервное копирование нужно только одному хранилищу.
- Удобство разделения прав доступа к хранилищу.
- Почти все изменения навсегда попадают в общее хранилище.

Распределенные

- Двухфазный commit:
  1) запись в локальную историю;
  2) пересылка изменений другим.
- Подключение к сети не нужно.
- Локальные хранилища могут служить резервными копиями.
- Локальное хранилище контролирует его владелец,
  - но общее — администратор.
- **Возможна правка локальной истории перед отправкой на сервер.**

Удаленное хранилище: что это и где его взять?

- Технически:
  1. Сервер с доступом по сети (HTTPS, SSH).
  2. Само хранилище (например, переименованный .git/) без рабочей копии (т. н. **bare repository).**
- Доступ к удаленному хранилищу может быть ограничен администратором на уровне сервера (т. е. в Git это не входит).
- Практические решения *(изучаются на ЛР):*
  - Бесплатные или арендуемые хранилища в интернете: GitHub.com, BitBucket.org, GitLab.com и другие.
  - На собственном сервере:
    - Просто Git и доступ по сети.
    - GitLab, Jira, Gogs, Gitolite, Upsource и другие.
  - Большинство решений имеют также web-интерфейс.

Git: загрузка кода в хранилище (1)

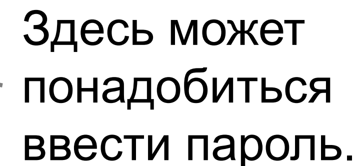
Задача. Есть код под Git и адрес хранилища, куда его нужно отправить.

- Сохранить адрес под именем origin (традиционно):

```
$ git remote add origin https://github.com/user/repo.git
```

- Отправить коммиты ветви master на сервер, указав, что она и на сервере будет называться master:

```
$ git push --set-upstream origin master
Counting objects: 5, done.
Delta compression using up to 8 threads.
Compressing objects: 100% (2/2), done.
Writing objects: 100% (5/5), 462 bytes | 0 bytes/s, done.
Total 5 (delta 0), reused 0 (delta 0)
To https://github.com/user/repo.git
 * [new branch]      master -> master
Branch master set up to track remote branch master from origin.
```



Git: загрузка кода в хранилище (2)

- **Задача.** Сделаны новые коммиты, нужно добавить их в удаленное хранилище.

```
$ git push
Counting objects: 3, done.
Delta compression using up to 8 threads.
Compressing objects: 100% (2/2), done.
Writing objects: 100% (3/3), 325 bytes | 0 bytes/s, done.
Total 3 (delta 0), reused 0 (delta 0)
To https://github.com/user/repo.git
  6c81949..10891c2  master -> master
```

- В соответствующей ветви удаленного хранилища не должно быть коммитов, которых нет локально. (Локальная история должна **опережать** удаленную.)

Git: загрузка кода из хранилища

- Нужно скопировать с сервера всё:

```
$ git clone https://github.com/user/repo.git
Cloning into 'repo'...
remote: Counting objects: 8, done.
remote: Compressing objects: 100% (4/4), done.
remote: Total 8 (delta 0), reused 8 (delta 0), pack-reused 0
Unpacking objects: 100% (8/8), done.
```

Каталог, в который будет загружена рабочая копия и хранилище.

- На сервере (origin) появились коммиты, нужно скачать их в локальное хранилище:
- git fetch origin
  - Для всех веток: git fetch origin --all.
- fetch забирает данные в локальный репозиторий, но не сливает их с какими-либо вашими наработками. Объединение с помощью git merge.
- git pull - одновременно fetch + merge

Основные понятия DVCS

- **Загрузка изменений (fetch) —**

  загрузка наборов изменений (commit-ов) из удаленного хранилища.

- **Обновление, «подтягивание» (pull) —**

  загрузка изменений и немедленное слияние с локальным хранилищем (pull = fetch + merge).

- **Отправка изменений (push) —**

  передача наборов изменений в удаленное хранилище с немедленным слиянием.

  - Если при слиянии возникает конфликт, происходит ошибка.
  - Возможна, но не рекомендуется, **force push** — принудительная перезапись удаленной истории (git push --force).

© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Git Stash

Несохраненные изменения можно спрятать в специальную невидимую, строго локальную область — stash. Например:

- Чтобы скачать последние изменения в процессе написания кода.
- Чтобы временно переключиться на другую ветвь.

- Сохранить изменения в stash:

  $ git stash save *[возможно, примечание]*

- Извлечь изменения из stash в рабочую копию:

  $ git stash pop

- Stash работает как стек (стопка): можно вызвать save несколько раз, pop извлекает последние изменения.

- Можно просматривать элементы stash, удалять их, извлекать не последний.

© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Осталось за рамками

- **Настройки Git** (изучается на ЛР), в т. ч. .gitignore.
- **Staging (Git):**
  - детальный контроль содержимого очередного commit;
  - можно включить в коммит часть файла (hunk).
- **Cherry-pick (Git)** —

  копирование commit-ов между ветвями.
- **Pull/merge requests** —

  запросы администратору (главному разработчику) на слияние ветки в главную. Применяется в открытых проектах и дисциплинированных командах.

© Кафедра УИТ НИУ «МЭИ»

Некоторые VCS и их особенности

- **Subversion (SVN):**
  - одна из старейших, и потому все еще популярна;
  - централизованная.
- **Git:**
  - распределенная, популяризовала этот тип;
  - самая распространенная на сегодня (GitHub, BitBucket).
- **Mercurial (Hg):**
  - распределенная, похожа на Git, но отличается рядом аспектов;
  - широкие возможности по управлению хранилищами.
- **Perforce:**
  - Основана на Git, но требует центрального хранилища;
  - улучшенная работа с файлами не-кода (документы и т. п.);
  - ядро комплексной системы ведения проекта;
  - коммерческая лицензия.
- **CVS:**
  - морально устарела;
  - http://SourceForge.net
  - имела механизм locks: файл мог редактировать только один человек в момент времени.

Ресурсы к лекции

- Scott Chacon, Ben Straub. *Pro Git.*

$ git help <команда>

- Joel Spolsky. *Hg Init: a Mercurial Tutorial.*
- Ben Collins-Sussman et al. *Version Control with Subversion.*
- Хостинги хранилищ:
  - GitHub:
    - самый популярный;
    - больше функций, но только Git;
    - бесплатно — только открытые хранилища.
  - BitBucket:
    - Git, Mercurial;
    - есть бесплатные закрытые хранилища;
- Все ссылки есть на странице курса.