**Контейнеры**

Контейнеры представляют собой средства инкапсуляции приложения с его зависимостями. контейнер содержит изолированный экземпляр операционной системы (ОС), который можно использовать для запуска приложений.

Преимущества:

* Устранение ошибок, обусловленных изменениями рабочей среды. Теперь нельзя будет сказать “это работает на моем компьютере”.
* Легче чем виртуалка. Можно запускать одновременно десятки контейнеров, и имитировать возможность распределенной системы.

**Состояния контейнера:**

* создан (created) – контейнер инициализирован командой *docker create*, но его работа пока еще не началась.
* перезапуск (restarting)
* активен или работает (running)
* приостановлен (paused)
* остановлен (exited)

**docker run –** команда запускающая контейнер.



Опции:

* **-h, --hostname** – задать хост
* **--name** – задать имя контейнера
* **--rm** – автоматически удалить контейнер после его остановки. Так же будут удалены все связанные с ним ресурсы, такие как файлы системы контейнера.
* **-d**, **--detach** – запустить контейнер в фоновом режиме. (Без этого флага мы попадем в терминал контейнера, и после закрытия этого терминала контейнер остановится.)
* **-v, --volume**  – запуск контейнера с volume.
* --**volumes-from –** монтирует в контейнер тома из указанного контейнера.
* -**p, --publish** – пробросить порты между из контейнера на хостовую машину.  
  
* **-P, --publish-all** – Объявляет все порты, открываемые в контейнере, доступными на хосте. Механизм Docker должен автоматически выбрать свободные порты для перенаправления с хоста в контейнер. Чтобы определить номера портов, назначенные Докером, можно выполнить команду **docker port <container>**
* **-a, --attach –** позволяет присоединиться к выводу контейнера и просматривать его логи в реальном времени.
* -**i, --interactive –** запустить контейнер в интерактивном режиме. В этом режиме вы можете взаимодействовать с командной оболочкой контейнера, вводить команды и получать их вывод. При выходе из терминала (Ctrl+C) контейнер будет остановлен.
* **--restart –** используется для настройки поведения контейнера в случае его аварийной остановки или выхода из строя. Принимает несколько значений:

1. **no** (по умолчанию) – контейнер не будет автоматически перезапущен после остановки или сбоя.
2. **on-failure[:max-retries]** – контейнер будет перезапущен только в случае сбоя. Количество попыток перезапуска можно указать с помощью необязательного аргумента.
3. **always –** контейнер будет автоматически перезапущен, независимо от причины его остановки.
4. **unless-sopped –** контейнер будет автоматически перезапущен, пока его не остановят явно.

Если вы хотите изменить поведение перезапуска уже запущенного контейнера, нужно использовать команду *docker update*.

* **-t, --tty** – используется для выделения псевдо-терминала при запуске контейнера. Это позволяет вам взаимодействовать с командной оболочкой и получать вывод (только вывод) в режиме реального времени. Часто используется с ключом –*interactive*.
* -**e, --env –** определяет переменные среды внутри контейнера
* **--env-file** – используется для передачи переменных среды через заданный файл.
* --**expose** – определяет номер порта или диапазон номеров портов, предназначенных для использования в контейнере, но в действительности не открывает каких-либо портов. Применение этого ключа имеет смысл только в сочетании с ключом *-P*, а также при установке соединения между контейнерами. Имеет аналог в Dockerfile.
* **--link** – используется для связи двух контейнеров и создания сетевого соединения между ними. устарел и не рекомендуется к использованию в новых проектах.
* --**entrypoint –** перезаписать значение *ENTRYPOINT* в Dockerfile.
* -**u, --user –** пользователь, от имени которого выполняются команды. Переопределяет значение *USER* из Dockerfile.
* -**w, --workdir –** устанавливает рабочий каталог в контейнере. Переопределяет значение *WORKDIR* из Dockerfile.

**docker ps –** посмотреть список запущенных контейнеров. В списке отображается ID контейнера; команда, выполняемая внутри контейнера; пробрасываемые порты; docker-образ; время, прошедшее с момента запуска контейнера; статус контейнера; имя контейнера (удобно для чтения).

-**a, --all –** вывести все контейнеры

-**q, --quiet –** вывести только идентификаторы контейнеров. Может быть удобно для передачи с помощью конвейера в другие команды, например docker rm.

**--filter –** применить фильтры к выводу контейнеров.

-**s, --size –** показать размеры занимаемого дискового пространства контейнерами.

**docker logs <container>** - вывести логи контейнера.

-**f, --follow –** следить за логами в режиме реального времени.

-**t –** время записи

**docker stop <container> -** остановить контейнер.При этом контейнер безопасно завершит свои текущие задачи, и сохранит все данные перед остановкой.

**docker rm <container> -** удалить контейнер.

**docker rm -v –** удалить контейнер и связанные с ним volumes.

-**f –** позволяет удалить работающие контейнеры.

--**tail –** показывать последние N строк логов.

--**timestamps –** показывать временные сетки в логах.

--**since –** показывать логи, начиная с указанного времени.

**docker attach [OPTIONS] CONTAINER** – позволяет присоединиться к работающему контейнеру для взаимодействия с его командной оболочкой.

Использование комбинации ctrl + c для выхода завершит наблюдаемый процесс и приведет к завершению работы контейнера.

Если контейнер был запущен в фоновом режиме (с ключом *-d*), то attach присоединиться только к стандартному потоку потоку вывода контейнера, и вы не сможете вводить команды в командную оболочку контейнера. В этом случае можно использовать *docker exec*.

**docker exec –** запускает заданную команду внутри контейнера. Позволяет вам запускать интерактивную оболочку, например bash, выполнять сценарии, устанавливать пакеты. Команды можно выполнять как в фоновом, так и в интерактивном режиме.

Запуск интерактивной оболочки в контенере:



Выполнение команды внутри контейнера:



**docker cp -** используется для копирования файлов и директорий между локальной машиной и контейнером Docker.



**docker kill –** посылает сигнал SIGKILL основному процессу контейнера, по которому выполняется немедленное завершение работы контейнера.

**-s –** послать контейнеру другой сигнал.

**docker pause –** приостановить выполнение всех процессов внутри контейнера. Может быть полезна при отладке.

**docker unpause –** продолжить выполнение процессов, после их остановки с помощью pause.

**docker restart –** перезапускает один или несколько контейнеров.

**docker info –** выводит информацию о системе Docker и хосте, на котором она работает, такую как: версия докера; название и версия операционной системы хоста; драйвер хранения, используемый Docker для управления данными контейнеров и образов; драйвер журналирования, используемый для записи логов контейнеров; количество запущенных, приостановленных и остановленных контейнеров; количество образов, сохраненных в вашей среде; количество доступных процессоров на вашей системе; объем доступной памяти на вашей системе; корневой каталог Docker.

**docker help –** справка по заданной команде. Аналогична флагу **–help**.

**docker version** – версия докера.

**docker diff –** показывает изменения в файловой системе контейнера по сравнению с файловой системой образа, который был использован для запуска контейнера. Показывает какие файлы были добавлены, изменены или удалены с момента его создания.

**docker events –** используется для просмотра событий, происходящих в Docker среде в реальном времени. Позволяет отслеживать создание, запуск, остановку и удаление контейнеров и др.

**docker inspect –** команда для получения подробной информации о Docker-объектах, таких как контейнеры, образы, сети и тома. Вернет Jso объект с информацией об указанном объекте, такой как: идентификатор, имя, время создания, конфигурация, сетевые настройки, монтированные тома и др.

**docker port –** список проброшенных портов для заданного контейнера.

**docker top –** предоставляет информацию о процессах, выполняющихся внутри заданного контейнера. В действительности эта команда запускает утилиту Unix **ps** на хосте, и выбирает для вас процессы, выполняющиеся в заданном контейнере.

**docker build –** используется для создания образа на основе Dockerfile. Созданный образ в свою очередь может быть использован для запуска контейнеров.

**docker create –** создает контейнер из заданного образа, но не запускает его. Аргументы команды в основном те же, что для команды *docker run*.

**docker start –** запустить созданный, или остановленный контейнер.

**docker commit –** создает образ из указанного контейнера.

**docker export –** экспортирует содержимое файловой системы контейнера в виде tar-архива. Следует отметить, что все метаданные, такие как объявленные порты, команда CMD, ENTRYPOINT будут потеряны. В экспортируемую файловую систему не включаются какие-либо тома.

**docker import –** создает образ из архивного файла, содержащего файловую систему, созданного командой *docker export*. Архив может быть задан путем к файлу или в форме URL, а также передан в стандартный поток ввода STDIN.

**docker save –** сохраняет образы или репозитории в tar-архив. Образы можно задавать по идентификаторам или в форме *repository:tag*. Если задано только имя репозитория, то в архив будут сохранены все образы из этого репозитория.

**docker load –** загружает репозиторий из архива. Репозиторий может содержать несколько образов и тегов. В отличии от команды *docker import*, в загружаемые образы включены метаданные и история.

**docker tag –** связывает имя репозитория и тега с заданным образом.

**docker history –** выводит информацию о каждом уровне в образе.

**docker images –** выводит список локальных образов.

**docker rmi –** удаляет заданный образ или несколько образов.

**Образ Docker –** файл или шаблон для запуска контейнера. Он включает в себя исполняемые файлы, зависимости, конфигурацию и другие компоненты. Образы являются неизменяемыми и версионируются. После изменения образа создается его новая версия. Это позволяет управлять версиями приложений, и легко воспроизводить окружение в любой момент времени.

**Контекст создания образа –** набор локальных файлов и каталогов, к которым можно обращаться из инструкций ADD или COPY в Dockerfile (может быть и пустым). Указывается как аргумент команды build.

Эти файлы и каталоги передаются в демон Docker как часть процесса создания. Чтобы не получить задержек, не добавляйте в контекст большие каталоги с кучей файлов.

В качестве контекста можно указывать git-репозиторий.



По умолчанию Docker ищет файл Dockerfile в корневом каталоге контекста.

-**f –** указать расположение Dockerfile в контексте.



**.dockerignore –** файл работает аналогично .gitignore. Все файлы, указанные в .dockerignore будут проигнорированы при передаче контекста.

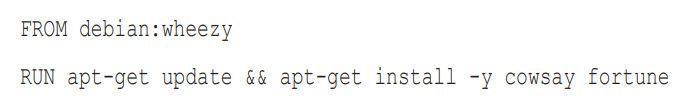
**Dockerfile –** текстовый файл, содержащий набор операций, которые используются для создания Docker-образа.

Инструкции:

**FROM образ –** определяет базовый образ ОС. Обязательна для Dockerfile.

**RUN –** определяет команду, выполняемую в командной оболочке **во время сборки** образа. Может быть использована для установки зависимостей, выполнения сценариев, копирования файлов.

Каждая инструкция RUN создает новый слой в образе, поэтому рекомендуется объединять их в одну строку с помощью &&.



**ENTRY-POINT –** позволяет определить выполняемый файл ли команду, которай будет вызываться при запуске контейнера. В эту выполняемую программу передаются как аргументы любые инструкции *CMD* и аргументы команды *docker run*, записанные после имени образа.



**CMD –** Определяет аргументы по умолчанию для ENTRYPOINT или указывает команду, которая будет выполняться при запуске контейнера, если не определен ENTRYPOINT. CMD может быть переопределен при запуске контейнера с помощью *docker run* с аргументами.

**COPY –** скопировать файл из файловой системы хоста (вашего компьютера) в цифровую систему образа. Первый аргумент определяет файл на вашем компьютере, а второй – целевой путь. Можно использовать шаблонные символы для копирования нескольких фалов или каталогов. Нельзя копировать файлы, находящиеся вне контекста создания.

**ADD –** как и COPY может копировать файл(директорию) из контекста в образ. Помимо этого может автоматически распаковывать архивы и копировать файлы из удаленных URL.

**ENV –** определяет переменные среды внутри образа. На эти переменные можно ссылаться в следующих инструкциях Dockerfile, или во время работы контейнера.



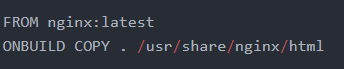
**EXPOSE –** используется для указания портов, которые контейнер будет слушать во время его выполнения. Это необходимо для того, чтобы внешние сервисы или другие контейнеры могли установить соединение с приложением, работающим внутри контейнера.

EXPOSE не выполняет фактического проброса портов, для этого необходимо использовать опцию **-p** при запуске контейнера с помощью *docker run*.

**MAINTAINER –** информация об авторе образа (на случай если заходите загрузить образ в реестр). Эта информация будет доступна в выводе команды *docker inspect*.



**ONBUILD –** используется для определения команд, которые будут выполнены автоматически наследующим образом, во время его сборки. Например, вы можете использовать ONBUILD, чтобы автоматически установить зависимости или скопировать файлы в определенные директории.



ONBUILD не выполняет никаких действий при обработке текущего Dockerfile.

**USER –** используется для указания пользователя, под которым будут выполняться команды внутри контейнера. Может указываться имя пользователя или идентификатор UID. По умолчанию выполняется под root.  
Таким образом мы можем настроить права пользователю и избежать выполнения всех команд под root.

**VOLUME –** указать путь, куда будет смонтирован volume. Если такой файл или каталог уже существует в образе, то он копируется в том при запуске контейнера.

Фактическое монтирование выполняется при запуске контейнера используя опцию **-v** или **-mount** при использовании команды docker run.

**WORKDIR –** определяет рабочий каталог для всех последующих инструкций. То есть все команды далее будут выполнены в этом каталоге. Эту инструкцию можно использовать несколько раз. При использовании относительного пути он будет определятся относительно текущего WORKDIR.

**#** - комментарий

В некоторых инструкциях (RUN, CMD, ENTRYPOINT) допускается использование как формата командной оболочки так и формата *exec*.

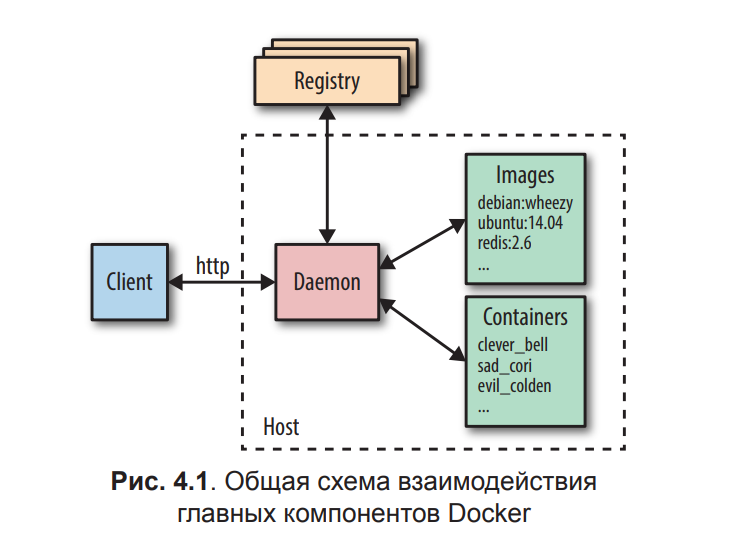
Формат **командной оболочки** – строка произвольной формы, передаваемае интерпретатору /bin/sh.

Формат **exec** принимает JSON-массив, предполагая, что первый элемент массива является именем исполняемого фала, а остальные элементы – параметры. например, *["executable", "param1", "param2"]*.

Используйте формат exec чтобы избежать случайного искажения строк командной оболочкой, или когда образ не содержит bin/sh.

**Архитектура Docker**

* **Docker daemon (**демон Docker**) –** ответственный за создание, запуск и контроль работы контейнеров, и за создание и хранение образов. Запускается командой **docker daemon**, обычно его запускает операционная система.
* **Клиент Docker –** используется для взаимодействия с демоном по протоколу HTTP. Можно без затруднений организовать соединение с удаленными демонами Docker
* **Реестры Docker –** используются для хранения и распространения образов.



**Файловая система**

Docker использует Union File System. Такие файловые системы позволяют подключать несколько файловых систем с наложением друг на друга, причем для пользователя они будут выглядеть как одна файловая система.

Docker поддерживает несколько различных реализаций: UnionFS, включая AUFS, Overlay, devicemapper, BTRFS и ZFS. Реализацию можно посмотреть с помощью команды **docker info** в заголовке **«Storage Driver»**. Файловую систему можно заменить, но это рекомендуется только в тех случаях, когда вы точно знаете, что делаете.

Образы Докера состоят из нескольких уровней. Каждый уровень представляет собой защищенную от записи файловую систему. Для каждой инструкции в Dockerfile создается свой уровень, который размещается поверх предыдущих уровней. Во время преобразования образа в контейнер (командой docker run или docker create) механизм Docker выбирает нужный образ и добавляет на самом верхнем уровне файловую систему с возможностью записи (одновременно с этим инициализируются разнообразные параметры настройки, такие как IP-адрес, имя, идентификатор и ограничения ресурсов).

**docker history <образ> -** позволяет увидеть набор уровней, формирующих образ.

Поскольку ненужные уровни значительно увеличивают размеры образов (а для файловой системы AUFS установлен строгий лимит, равный 127 уровням), во многих файлах Dockerfile можно обнаружить попытку свести к минимуму количество уровней посредством записи нескольких команд Unix в одной инструкции RUN.

Для **ускорения создания образов** Docker выполняет кэширование каждого уровня. Это позволяет переиспользовать уже созданные и неизмененные слои образа. Инструкции берутся из кэша при соблюдении условий:

* В кэше была обнаружена предыдущая инструкция;
* В кэше имеется уровень, который имеет в точности ту же инструкцию и предшествующий родительский уровень.

docker build **--no-cache –** запретить кэширование.

**ТОМА (VOLUMES)**

**volumes –** это файлы или каталоги, которые монтируются непосредственно на хост (наш комп).

Тома используются для:

* Сохранение данных между запусками контейнера. Полезно для сохранения состояния БД и файлов конфигурации приложения при перезапуске контейнера.
* Обмен данными между контейнерами. Несколько контейнеров могут иметь доступ к общим данным.
* Получение в контейнере доступа к фалам с хоста.

Запустить контейнер с volume:



В этом примере все, что контейнер запишет в указанный каталог, попадет в нашу папку на хостовом компьютере.

**docker volume create <volumeName> -** создать именованный volume. Мы можем управлять именованными томами и использовать их в контейнерах.



**--volumes-from <container> -** использовать тома другого контейнера. Таким образом несколько контейнеров смогут обмениваться данными между томами. Этот способ работает вне зависимости от того, активен ли в текущий момент контейнер, содержащий тома.

Том невозможно удалить, пока существует хотя бы один контейнер, установивший связь с этим томом.

**Связи между контейнерами**

**Соединения (links) –** простейший способ обеспечения обмена информацией между контейнерами на одном хосте. Обмен данными будет происходить во внутренней сети Docker, то есть они останутся невидимыми из сети хоста.

**--link CONTAINER:ALIAS** в команде *docker run* – инициализирует соединение. *CONTAINER* – имя контейнера к которому мы хотим подключиться, *ALIAS* – локальное имя, которое мы используем внутри запускаемого контейнера для обращения к внешнему.



При этом имя и идентификатор контейнера будут добавлены в */etc/hosts* в управляющем контейнере.

Основным недостатком такого соединения является статичность. Несмотря на то, что при перезапуске контейнеров соединения должны сохраняться, они не обновляются, если контейнер-адресат заменен. Кроме того, контейнер адресат должен быть обязательно инициализирован раньше управляющего контейнера, то есть двунаправленное соединение установить невозможно.

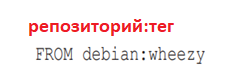
Вообще, этот метод устарел и не рекомендуется к использованию в новых проектах.

**Работа с реестрами**

Есть официальный реестр Docker Hub, в котором хранятся различные образы докера. А есть и частные реестры. Вы можете использовать образы из реестров в качестве каркаса для своих реестров.

Образы хранятся в следующей иерархии:

* **Реестр –** сервис отвечающий за хранение и распространение образов. По умолчанию используется Docker Hub.
* **Репозиторий –** набор взаимосвязанных образов (обычно представляющих различные версии одного приложения или сервиса)
* **Тег –** алфавитно-цифровой идентификатор, присваиваемый образам внутри репозитория.



Если не указывать тег явно, то будет использован тег **latest.** Но лучше использовать явный тег.

**docker pull <образ> -** загрузить образ из репозитория на локальную машину.

**docker push –** загрузить свой образ на Docker Hub. Предварительно нужно создать учетную запись в реестре.

**docker search –** выводит список общедоступных репозиториев из реестра Docker Hub, соответствующих заданному шаблону поиска.

**DOCKER COMPOSE**

**Docker Compose –** инструмент для создания и выполнения приложений, скомпонованных из нескольких Docker-контейнеров. Используется в основном при разработке и тестировании. Позволяет вам описывать структуру приложения в файле YAML и запускать с помощью одной команды.

**docker-compose up –** запускает контейнеры, описанные в файле docker-compose.yml.

-**d –** запустить контейнеры в фоновом режиме. По умолчанию мы будем видеть вывод логов, объединенный из всех контейнеров в один поток.

**docker-compose build** – пересоздание всех образов, созданных из файлов Dockerfile. Команда *up* будет создавать образы, только если они не существовали ранее. Поэтому build нужно использовать при необходимости обновления образов.

**docker-compose ps –** вывод информации о состоянии контейнеров, управляемых Compose.

**docker-compose run<service\_name> <command>**

Пример compose-файла:

version: '2'  
services:  
 artassessment-app:  
 image: artassessment  
 container\_name: 'app'  
 environment:- SPRING\_RABBITMQ\_HOST=rabbitmq  
 - SPRING\_RABBITMQ\_PORT=5672  
 - SPRING\_RABBITMQ\_USERNAME=admin  
 - SPRING\_RABBITMQ\_PASSWORD=admin  
 - SPRING\_RABBITMQ\_QUEUE=mail-queue  
 - SPRING\_RABBITMQ\_EXCHANGE=mail-exchange  
 - SPRING\_RABBITMQ\_ROUTEKEY=mail-routeKey  
 ports:  
 - 8080:8080  
 - 8000:8000  
 artassessment-postgresql:  
 container\_name: 'db'  
 extends:  
 file: postgresql.yml  
 service: artassessment-postgresql  
 keycloak:  
 container\_name: 'keycloak'  
 extends:  
 file: keycloak.yml  
 service: keycloak  
 rabbitmq:  
 container\_name: 'rabbitmq'  
 extends:  
 file: rabbitmq.yml  
 service: rabbitmq

**services –** список создаваемых контейнеров. Далее идет список сервисов: *rtassessment-app*, *artassessment-postgresql*, *keycloak*, *rabbitmq*.

**image –** образ, который используется для запуска контейнера. Здесь мы используем наш локальный образ, собранный командой docker build. Например для бд Postgresql: *image: postgres:10.4*.

**container\_name** – имя контейнера.

**environment** – список переменных окружения и их значений. Можно взять из файла с помощью опции

**ports –** список пробрасываемых портов.

**extends –** используется для наследования конфигурации из другого файла docker-compose.yml.

**file –** файл из которого наследовать конфигурацию.

**service –** имя сервиса, который мы хотим экспортировать из другого файла.

Еще один пример docker-compose для PostgreSQL (всю эту инфу можно было бы объявить и в первом файле, вместо extends):

services:  
 artassessment-postgresql:  
 container\_name: "postgres"  
 build: postgres/  
 volumes:  
 - postgres-volume:/var/lib/postgresql/data  
 restart: unless-stopped  
 networks:  
 - mynet  
 ports:  
 - "5432:5432"  
 env\_file:  
 - .env

networks:  
 mynet:  
 driver: bridge  
  
volumes:  
 postgres-volume:

**build –** указывает путь к папке, в которой хранится Dockerfile для создания образа и запуска контейнера. В простейших случаях для бд может и не быть Dockerfile, тогда образ мы указываем в **image**.

**volumes** – список монтируемых томов. Здесь мы еще задаем ему имя. Это даст нам возможность использовать еще в каком-либо контейнере.

**restart –** настройка перезапуска контейнера в случае возникновения ошибки.

**networks –** список сетей. Сети используются для установления связи между контейнерами.

**driver –** указывает, какой драйвер используется для установки соединения между контейнерами.

**Оркестровка и управление кластером –** при развертывании большого количества контейнеров важно наличие инструментов для контроля и управления всей системой в целом. Каждый новый контейнер должен быть размещен на некотором хосте, его нужно контролировать и обновлять. Система должна правильно реагировать на сбои или изменения нагрузки, перемещая, запуская или останавливая контейнеры.

Основные решения: Kubernetes от Google, Marathon, Fleet от CoreOS (Операционная система, специализирующаяся на запуске контейнеров), Docker Swarm – собственный инструмент Docker.