Управление конфигурацией ПО (часть 2)

Алексей Островский

Физико-технический учебно-научный центр НАН Украины

30 апреля 2015 г.

Построение системы

Определение

Построение системы (англ. *system building*) — процесс создания полной исполняемой версии программной системы путем компиляции и связывания (англ. *linking*) компонентов программы, внешних библиотек, файлов конфигурации и т. п.

Входные данные

исходный код;
файлы конфигурации;
файлы данных (напр., локализация);
внешние библиотеки;
компиляторы и другие инструменты;
тесты.

Выходные данные

исполняемые файлы;
документация;
результаты тестирования;
упаковка исполняемых файлов (напр., JAR-архивы при разработке в Java);
развертывание ПО на целевой системе.

Инструменты построения

Требования к инструментам построения:

- Комплексное использование компиляторов (напр., `gcc`) и компоновщиков (напр., `ld`) для создания исполняемого кода, готового к развертыванию.
- Минимизация количества повторных действий: отслеживание изменившихся исходных файлов, чтобы компилировать / компоновать только изменившиеся модули.
- Использование промежуточных артефактов (напр., объектных файлов) для повышения модульности и ускорения построения.
- Отчеты об ошибках: остановка построения при ошибке компиляции или компоновки; возможность быстро локализовать ошибку.

Инструменты построения

Требования к инструментам построения (продолжение):

- Конфигурация построения: возможность задания параметров, влияющих на особенности построения системы (напр., дополнительные опции для компиляторов / компоновщиков; архитектура целевой системы).
- Тестирование: автоматическая прогонка модульных / интеграционных тестов после компоновки для определения корректности поведения системы.
- Интеграция с системой управления версиями: запрос актуальных версий компонентов из хранилища перед началом построения.
- Дополнительные режимы построения для создания документации и других вспомогательных ресурсов.

Классификация инструментов построения

- **Самостоятельные** — инструменты, вызываемые вручную (напр., из командной строки).

  Достоинства: большая гибкость; четкая спецификация действий при построении.

  Недостатки: большой объем конфигурационных файлов.

- **Интегрированные** — утилиты, встроенные в интегрированные среды разработки (IDE).

  NB. Интегрированные инструменты построения часто основаны на самостоятельных (напр., построение в Visual Studio работает на основе MSBuild).

  Достоинства: простота использования; минимальная потребность в конфигурации.

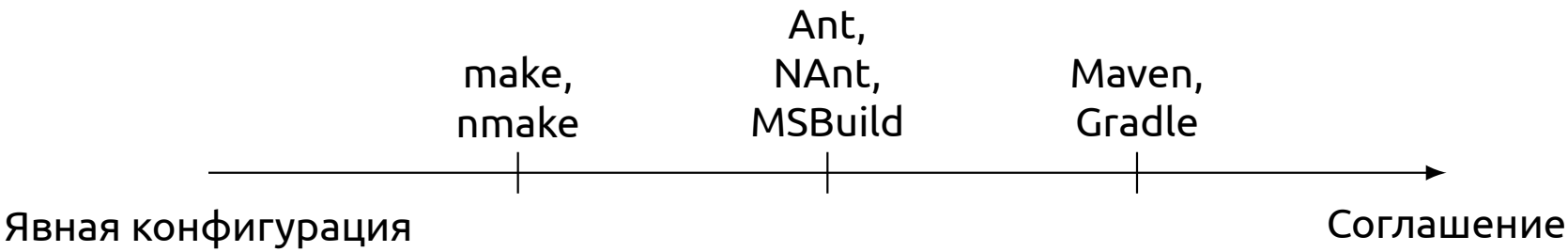
  Недостатки: недостаточная гибкость; потребность в дополнительном ПО для построения системы.

Классификация инструментов построения

Утилита	Язык проекта	Язык конфигурации
make	любой	Makefile
Apache Ant	Java	XML
NAnt	языки .NET	XML
MSBuild	языки .NET, другие	XML
Apache Maven	Java	XML / модель проекта (англ. *Project Object Model*)
Gradle	Java, Groovy, другие	DSL на основе Groovy

Примечание. Большинство инструментов построения в разной степени поддерживают плагины, расширяющие список допустимых действий.

Классификация инструментов построения



- **make** — отсутствие каких-либо априорных сведений о структуре программной системы; возможно построение произвольной системы с использованием любых инструментов.
- **Apache Ant** — минимальные сведения о структуре программной системы (проект Java); построение с применением утилит разработки Java (javac, jar, javadoc, …).
- **Apache Maven** — неявное соглашение о структуре программной системы (проект Java с размещением исходного кода в фиксированных директориях), заданные наперед цели построения. Конфигурационные файлы описывают *отступления* от соглашения.

Цели построения

Определение

Цель построения (англ. *build target*) — режим работы инструмента построения, который специфицируется при вызове инструмента (например, как параметр командной строки) и означает проведение действий для создания определенных промежуточных или конечных программных артефактов.

Примеры целей построения:

- компиляция всех исходных файлов;
- *(зависит от предыдущего)* компоновка полученных объектных файлов в единый исполняемый файл;
- создание документации;
- удаление промежуточных артефактов построения (напр., объектных файлов).

Зависимости

Наблюдение

Режим построения может зависеть от успешного выполнения другого режима построения.

Пример: компоновка объектных файлов зависит от компиляции исходного кода.

Организация режимов построения:

- Организация в виде ациклического ориентированного графа: декларации зависимости (ребра) между режимами (вершины); режимы выполняются согласно топологической сортировке.

  Примеры утилит: make, Apache Ant.

- Линейная организация (жизненный цикл): режимы построения выполняются в фиксированном порядке.

  Примеры утилит: Apache Maven.

Make

Определение

Make — утилита для автоматического построения произвольных проектов из исходных файлов, использующая сценарии построения (Makefile).

Поддерживаемые ОС: *NIX; Windows (через Cygwin; nmake — аналог из MS Visual Studio).

Достоинства:

- построение произвольных программных проектов;
- отсутствие необходимости в плагинах для задействования внешних инструментов;
- возможность динамического добавления правил во время построения.

Недостатки:

- большой объем файлов конфигурации, затраты на их создание и поддержку (решается использованием генераторов);
- проблемы переносимости между ОС.

Составляющие Makefile

- **Макросы** — ∼ переменные в языках программирования, подставляются в правила и действия; позволяют конфигурировать построение (напр., используемые компиляторы).

  Синтаксис:

```
1  macro=value # определение
2  $(macro) # использование
```

- **Включения** других конфигурационных файлов Makefile.

  Синтаксис:

```
1  include filename
```

Составляющие Makefile

- **Правила** — *зависимости* (другие режимы построения и файлы), которые влияют на *цель* (режим построения или выходной файл / файлы).
- **Действия** — произвольные команды, выполняемые в оболочке sh для создания выходных файлов.

  Синтаксис:

```
target [target...]: [dependency...]
    command1
    command2
    ...
    commandN
```

Пример Makefile для построения программы на C

```
1  # Декларации макросов.
2  CC=gcc
3  # Первая цель построения (используется по умолчанию).
4  all: main
5
6  # Создание исполняемого файла main на основе объектных файлов.
7  # $@ — встроенный макрос, заменяющийся на текущую цель построения;
8  # $< — встроенный макрос, заменяющийся на первую из зависимостей;
9  # $^ — встроенный макрос, заменяющийся на список зависимостей.
10 main: main.o other.o
11     $(CC) $(LDFLAGS) -o $@ $^
12 # Макросы LDFLAGS (дополнительные опции компоновщика) и CFLAGS (опции компилятора)
13 # не заданы в файле и по умолчанию равны пустой строке.
14 # Их можно переопределить при вызове make: make CFLAGS="-m64" …
15
16 # Создание объектных файлов на основе исходного кода.
17 main.o: main.c main.h
18     $(CC) -c $(CFLAGS) -o $@ $<
19 other.o: other.c main.h
20     $(CC) -c $(CFLAGS) -o $@ $<
```

Дополнительные возможности make

- **Правила на основе суффиксов** (англ. *suffix rules*) — шаблон правил для построения определенного типа файлов (напр., объектных файлов `*.o` на основе исходных файлов `*.c`).
- **Шаблонные правила** (англ. *pattern rules*) — обобщение правил на основе суффиксов с шаблонным видом выходных файлов.
- Использование **подстановочных знаков** (* и ?) в списках зависимостей.
- **Функции** для преобразования макросов.
- **Директивы ветвления** для условного выполнения команд или объявления макросов.
- **Интерпретация кода**, напр., для динамического добавления правил.

Построение с помощью make

```
make && [sudo] make install
```

- **make:** компилирует и компонует составляющие приложения;
- **make install:** устанавливает полученные выполняемые файлы / библиотеки в конечный пункт назначения.

Проблема: Определение конфигурации построения (используемых компиляторов, архитектуры целевой системы, …) средствами make невозможно или чрезвычайно сложно.

Построение с помощью make

```
./configure && make && [sudo] make install
```

- **configure:** пределяет конфигурацию построения и создает файлы, включаемые в основной Makefile.
- **make:** компилирует и компонует составляющие приложения;
- **make install:** устанавливает полученные выполняемые файлы / библиотеки в конечный пункт назначения.

Проблема: Создание сценария конфигурации вручную занимает много усилий.

Построение с помощью make

```
autoconf && ./configure && make && [sudo] make install
```

- **autoconf:** Создает сценарий конфигурации configure на основе списка проверок и т. п.; генерирует сценарии Makefile с помощью шаблонов.
- **configure:** пределяет конфигурацию построения и создает файлы, включаемые в основной Makefile.
- **make:** компилирует и компонует составляющие приложения;
- **make install:** устанавливает полученные выполняемые файлы / библиотеки в конечный пункт назначения.

Apache Ant

Определение

Apache Ant — утилита для автоматического построения проектов, написанных на языке программирования Java.

Поддерживаемые ОС: произвольные (требуется Java Runtime).

Достоинства:

- портируемость (базовые задания не зависят от операционной системы);
- широкие возможности по фильтрации файлов для передачи в команды;
- интеграция с системой тестирования JUnit.

Недостатки:

ограниченность встроенных команд (для расширения требуются внешние плагины).

Формат файлов конфигурации Ant

- **Переменные** (могут подставляться в аргументы команд).

  Синтаксис: `<property name="имя" value="значение" />`

- **Цели построения.**

  Синтаксис:

```
<target name="имя" description="описание"
        depends="зависимости (цели построения)">
команды
</target>
```

- **Команды.**

  Синтаксис: XML-тег с атрибутами и / или внутренними элементами, зависящими от типа команды.

Пример файла конфигурации Ant

```
1  <project name="Test" default="compile">
2    <property name="dir.src" value="src"/>
3    <property name="dir.dest" value="classes"/>
4    <property name="jar" value="test.jar"/>
5    <target name="compile" description="Compile Java sources">
6      <mkdir dir="${dir.dest}"/>
7      <javac srcdir="${dir.src}" destdir="${dir.dest}"/>
8    </target>
9    <target name="jar" depends="compile" description="Create JAR archive">
10     <jar destfile="${jar}">
11       <fileset dir="${dir.dest}" includes="**/*.class"/>
12       <manifest>
13         <attribute name="Main-Class" value="test.Program"/>
14       </manifest>
15     </jar>
16   </target>
17   <target name="clean" description="Remove intermediate files">
18     <delete dir="${dir.dest}"/>
19   <target>
20 </project>
```

Непрерывная интеграция

Определение

Непрерывная интеграция (англ. *continuous integration, CI*) — метод разработки ПО, основанный на частой (несколько раз в день) фиксации всех изменений, вносимых в систему разработчиками.

Автор: Гради Буч (Grady Booch).

Связанные технологии:

- экстремальное программирование (англ. *extreme programming, XP*);
- разработка через тестирование (англ. *test-driven development, TDD*).

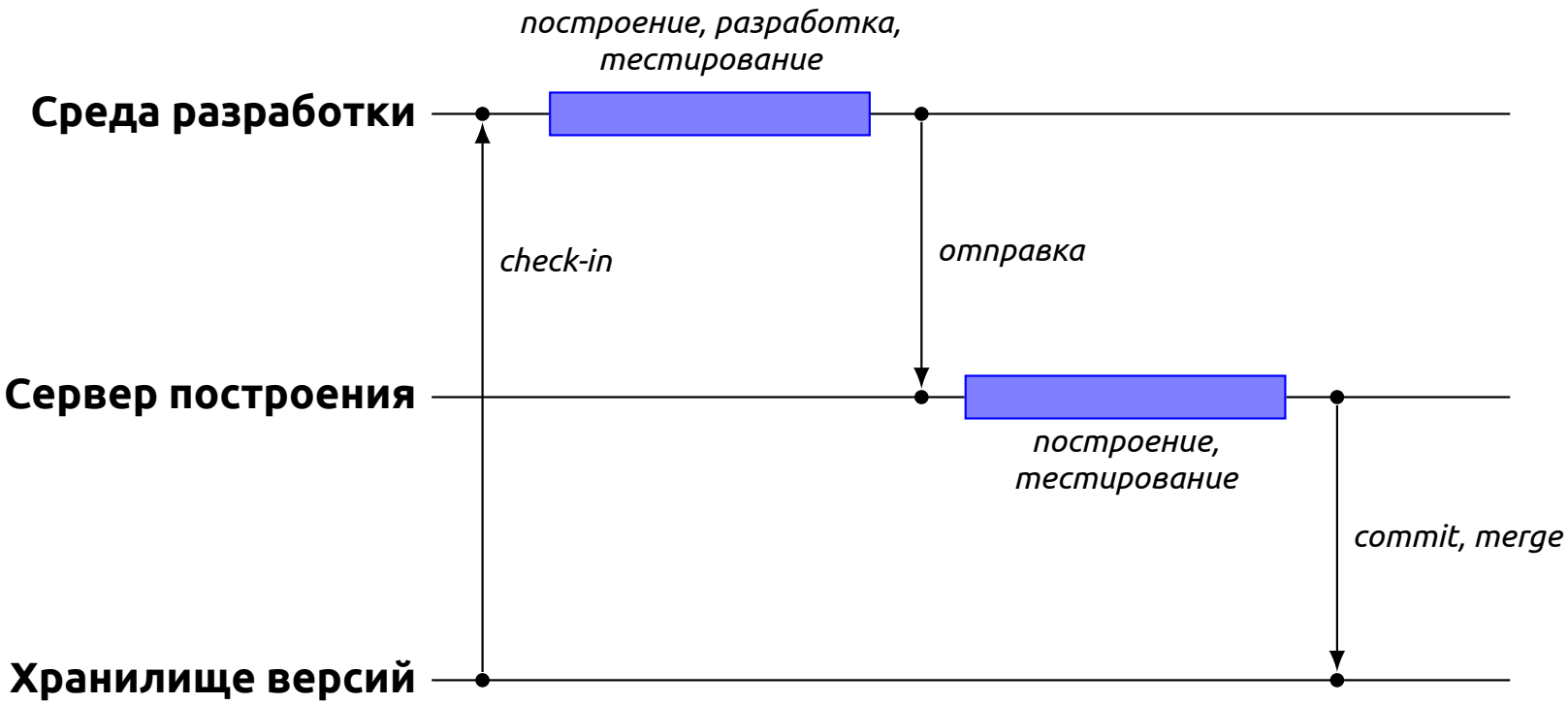
Цели:

- предотвращение проблем интеграции между компонентами программной системы;
- проверка изменений с помощью систем автоматического тестирования.

Принципы непрерывной интеграции

- **Система управления версиями**, охватывающая все артефакты, необходимые для построения проекта;
- **инструменты построения** для автоматического создания промежуточных выпусков;
- **автоматическое тестирование** системы при построении;
- **регулярное фиксирование изменений** (не реже раза в день) с построением проекта после фиксирования;
- **выделенный сервер** для построения / тестирования (копия целевой системы);
- **прозрачность и доступность результатов построения** для разработчиков и заказчиков.

Разработка согласно CI



При разработке согласно CI после внесения изменений в программную систему и успешного построения на компьютере разработчика приложение строится на тестовом сервере.

Преимущества и недостатки CI

Преимущества:

- быстрая локализация дефектов интеграции;
- более равномерное распределение внесения изменений в систему;
- постоянная доступность актуальной рабочей версии программной системы для тестирования, демонстрирования или выпуска;
- возможность быстрого отката дефектного кода без существенной потери функциональности.

Недостатки:

- необходимость устройства выделенного сервера тестирования с параметрами, сходными с целевой системой;
- для больших систем построение может занимать много времени.

Выпуски ПО

Определение

Выпуск ПО (англ. *software release*) — версия программной системы, предназначенная для использования вне отдела разработки.

Аспекты управления выпусками:

- идентифицируемость — определение версий исходных файлов, инструментов, среды, задействованных в построении системы;
- повторяемость — возможность повторного построения системы ($\Rightarrow$ сохранение версий исходных файлов и т. п.);
- согласованность — автоматизация создания выпусков и их составляющих (напр., программ установки ПО).

Состав выпуска

Обязательные элементы:

- выполняемый код (двоичные выполняемые файлы, библиотеки, сценарии, …)

или

- исходные файлы для построения программы в среде пользователя.

Необязательные элементы:

- программа установки;
- файлы конфигурации;
- файлы данных (напр., локализация сообщений, используемых в программе);
- электронная и печатная документация.

Жизненный цикл выпусков ПО

Технические (внутренние) выпуски:

- рабочий выпуск (англ. *development release, pre-alpha, nightly build*) — для использования разработчиками: создания архитектуры, проектирования и кодирования компонентов системы и т. п.;
- альфа-выпуск (англ. *alpha release*) — для тестирования по методу белого ящика;
- бета-выпуск (англ. *beta release*) — для тестирования по методу черного ящика;
- кандидат (англ. *release candidate, RC*) — бета-выпуск, в котором устранено большинство дефектов, потенциально готовый для публичного использования.

Публичные выпуски:

- RTM (release to manufacturing) — выпуск, предназначенный для распространения и развертывания на системах потребителей.

Планирование выпусков

Факторы, влияющие на расписание выпусков:

- обнаруженные дефекты, требующие исправление в виде отдельного выпуска или патча;
- изменение среды выполнения (напр., новая версия операционной системы или используемых внешних библиотек);
- законы эволюции ПО:
  - необходимость добавления новой функциональности (в т. ч. для успешной конкуренции);
  - исправление ошибок, связанных с новыми функциями;
- расписание, составленное отделом маркетинга;
- требования заказчика.

Нумерация версий ПО

Цели:

- идентификация выпусков;
- определение совместимости API различных выпусков;
- определение совместимости между программами и зависимостей в репозиториях приложений;
- маркетинг.

Схемы нумерации:

- целые числа (1, 2, 3, …);
- десятичные дроби (1.0, 1.01, 1.1, 1.2, …);
- последовательность чисел (1.0.0, 1.0.1, 1.0.2, 1.1.0, …);
- даты;
- произвольные строки.

Семантическая нумерация

Формат версии: `major.minor[.patch[-suffix]]`

- **major** — главная версия, целое неотрицательное число, увеличивающееся при внесении значительных изменений (напр., несовместимых модификаций API);

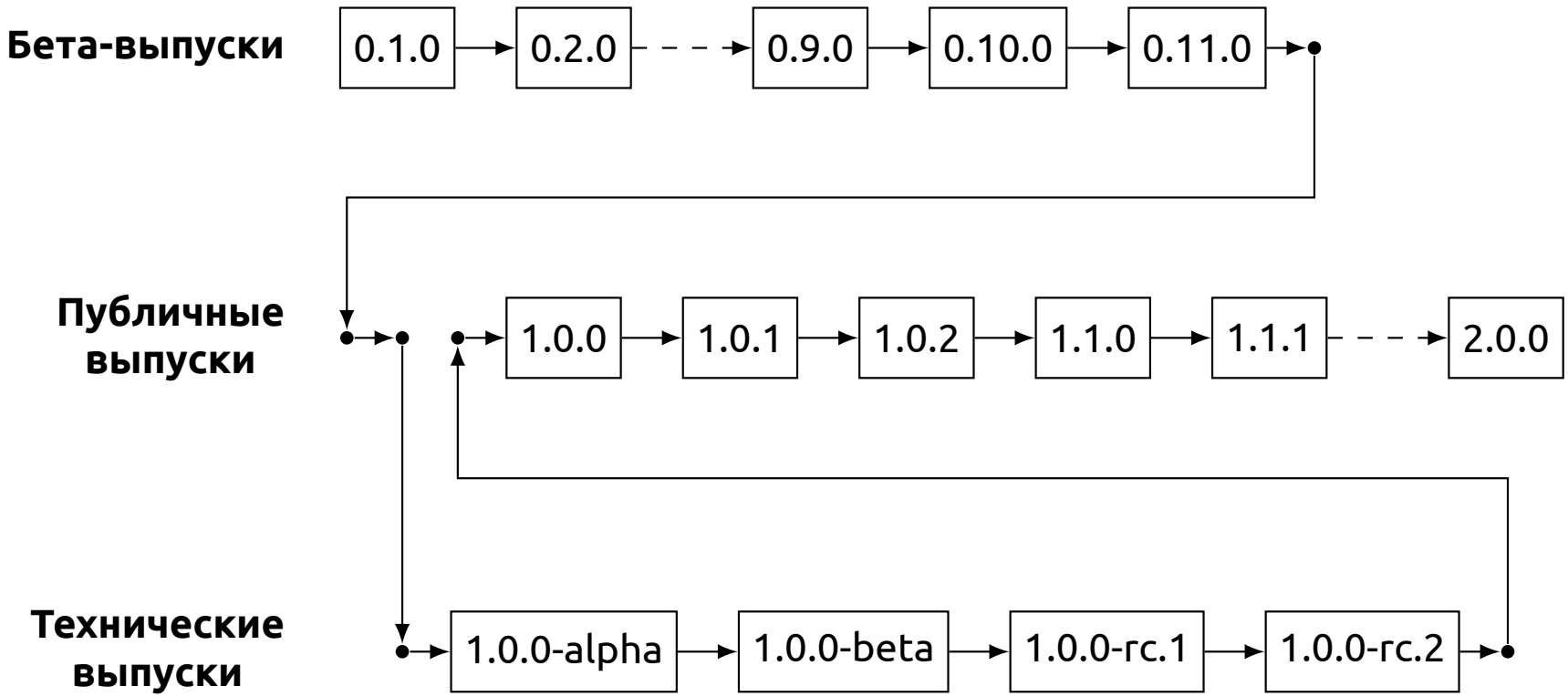
  major = 0 означает бета-выпуск;

- **minor** — второстепенная версия, целое неотрицательное число, увеличивающееся при внесении обратно совместимых изменений;

- **patch** — версия построения, целое неотрицательное число, увеличивающееся при каждом построении системы (напр., при исправлении ошибок). По умолчанию равна нулю.

- **suffix** — алфавитно-цифровая последовательность для обозначения внутренних выпусков, напр., `alpha`, `rc.1`.

Пример нумерации версий ПО



Примечание. Технические выпуски создаются для каждого или почти каждого публичного выпуска ПО; они не показаны на схеме из-за нехватки места.

Выводы

1. Управление версиями ПО связанно с двумя другими аспектами управления конфигурацией — построением программной системы и управлением выпусками.
2. Инструменты автоматического построения ПО различаются областью применения. Наиболее универсальная утилита построения — make — может выполнять построение произвольных проектов. Для Java-проектов одним из популярных средств построения является Apache Ant.
3. Автоматическое построение и управление версиями используются в непрерывной интеграции (*continuous integration*) для устранения ошибок интеграции при коллективной разработке.
4. Выпуски ПО — это версии программной системы, предназначенные для тестирования (технические выпуски) или использования потребителями (публичные выпуски). Для идентификации выпусков используются различные способы нумерации версий, напр., семантическая нумерация (*semantic versioning*).

Материалы

Sommerville, Ian

Software Engineering.

Pearson, 2011. — 790 p.

GNU

GNU Make Manual.

https://www.gnu.org/software/make/manual/make.html

Fowler, Martin

Continuous Integration.

http://martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html

Preston-Werner, Tom

Semantic versioning.

http://semver.org/

Спасибо за внимание!