

Лекция 9: Тестирование и дефекты

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

21.04.2026

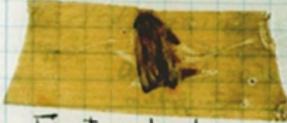
Тестирование

- ▶ Любая программа содержит ошибки
- ▶ Если программа не содержит ошибок, их содержит алгоритм, который реализует эта программа
- ▶ Если ни программа, ни алгоритм ошибок не содержат, такая программа даром никому не нужна

Ошибки

- ▶ Не соответствие техническому заданию, а не соответствие ожиданиям
- ▶ Процесс тестирования субъективен

Баг

0700		
0800	Auton started	
1000	" stopped - auton ✓	$\begin{cases} 1.2700 & 9.037847025 \\ 9.037846995 & \text{connect} \end{cases}$
	13°C (033) MP-MC	1.2700 9.037846995 4.615925059(-2)
033	PRO.2 2.130476415 connect 2.130676415	
	Relys 6-2 in 033 failed special speed test in relay	<i>Relying 2145 Relay 3370</i>
	(Relys changed)	
1100	Started Cosine Tape (Sine check)	
1525	Started Multi Adder Test.	
1545		Relay #70 Panel F (moth) in relay.
1600	First actual case of bug being found. Auton just started.	
1700	Closed down.	

© <https://education.nationalgeographic.org/resource/worlds-first-computer-bug/>

Цель тестирования

- ▶ Тестирование — процесс поиска ошибок
 - ▶ Тест, не выявивший ошибку — впустую потраченное время
 - ▶ Не совсем правда, есть регрессионные тесты
- ▶ Тестирование не может доказать, что ошибок в программе нет
 - ▶ Субъективность ошибок
 - ▶ Огромное количество входных данных
 - ▶ Программа, складывающая два целых числа — сотни лет на полный тест
 - ▶ Огромное количество путей исполнения
 - ▶ 1979 год, около 20 строк кода, сто триллионов путей исполнений
- ▶ Формальная верификация

Виды тестирования

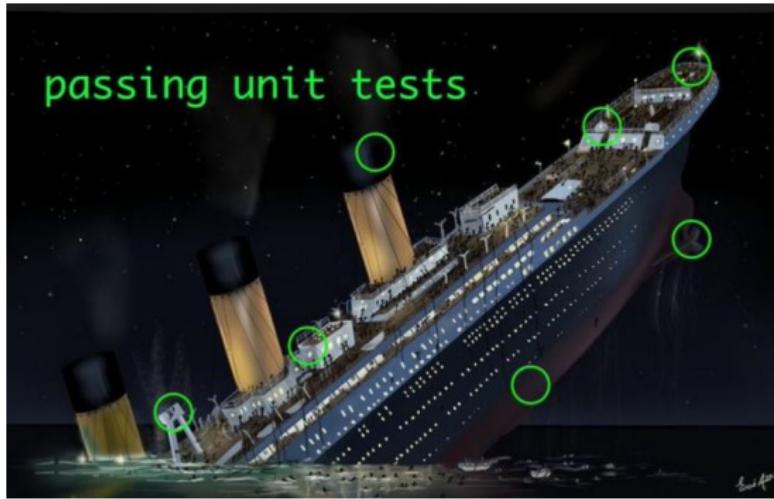
Классификация по тому, что тестируется

- ▶ Функциональное тестирование
- ▶ Тестирование производительности
 - ▶ Нагрузочное
 - ▶ Стress-тестирование
 - ▶ Тестирование стабильности
 - ▶ Тестирование конфигурации
- ▶ Тестирование пользовательского интерфейса
- ▶ Тестирование удобства использования
- ▶ Тестирование безопасности
- ▶ Тестирование локализации
- ▶ Тестирование совместимости

Виды тестирования

Классификация по масштабности тестирования

- ▶ Модульное
- ▶ Интеграционное
- ▶ Системное
 - ▶ В т.ч. тестирование пользовательского интерфейса



Виды тестирования

По этапу жизненного цикла

- ▶ Смоук-тестирование
- ▶ Регрессионное тестирование
- ▶ Альфа-тестирование
- ▶ Бета-тестирование
- ▶ Релиз-кандидат

Виды тестирования

По знанию о системе

- ▶ Тестирование «чёрного ящика»
- ▶ Тестирование «белого ящика»
- ▶ Тестирование «серого ящика»
- ▶ Исследовательское тестирование

Тестирование требований

- ▶ Однозначность
 - ▶ слова «обычно», «как правило», «иногда», «необязательно» и т.п.
 - ▶ субъективные оценочные суждения: «удобно», «быстро», «гибко» и т.п.
- ▶ Атомарность (без предлогов и/или)
- ▶ Чёткий критерий приёмки (acceptance criteria)
- ▶ Отсутствие избыточных и противоречивых требований
- ▶ Мотивация каждой роли
- ▶ Не предполагает конкретного способа реализации

Критерии INVEST

- ▶ I — Independent, независимое от остальных
- ▶ N — Negotiable, то есть его можно обсудить и изменить
- ▶ V — Valuable, имеющее ценность для пользователя
- ▶ E — Estimable, трудоёмкость его реализации можно оценить
- ▶ S — Small, его можно реализовать в разумные сроки (один спринт или одну итерацию разработки)
- ▶ T — Testable, можно протестировать его выполнение

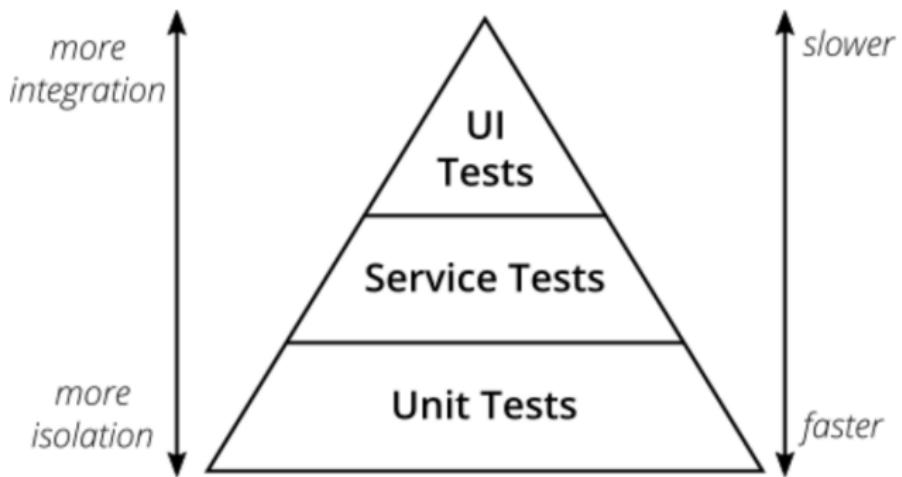
Критерии приёмки

- ▶ Чёткие
- ▶ Контекст-действие
- ▶ Однозначно документирующие поведение системы
- ▶ Добросовестные

Тестирование архитектуры

- ▶ Аккуратность декомпозиции
 - ▶ Dependency Inversion
 - ▶ Слои
 - ▶ Микросервисы
 - ▶ Опасайтесь «микросервисного монолита»
- ▶ Простота
- ▶ Наблюдаемость
 - ▶ Возможность развернуть окружение
 - ▶ Быстрая обратная связь
 - ▶ Логирование
 - ▶ Поддержанное инструментами, например ElasticSearch и Kibana
 - ▶ Трассируемость
 - ▶ Метрики

Пирамида тестирования



© <https://martinfowler.com/articles/practical-test-pyramid.html>

Тестовые сценарии, свойства

- ▶ Идентификатор и название
- ▶ Предварительные шаги
- ▶ Тестовые шаги
 - ▶ Действие — ожидаемый результат
- ▶ Итоговый ожидаемый результат
- ▶ Шаги по восстановлению окружения
- ▶ Конфигурация
- ▶ Тэги
- ▶ Зависимости

Тесты, терминология

- ▶ Сьюты
- ▶ Проекты
- ▶ Тестовые прогоны
 - ▶ Статус
 - ▶ Результаты по каждому шагу
- ▶ Тест-планы
 - ▶ Отобранные тестовые сценарии
 - ▶ Календарные сроки
 - ▶ Ответственные

Пример тестового сценария

Что делаем	Что происходит
Вводим <i>adder</i> и жмём на <i>Enter</i>	Экран мигает, внизу появляется знак вопроса
Нажимаем 2	За знаком вопроса появляется цифра 2
Нажимаем <i>Enter</i>	В следующей строке появляется знак вопроса
Нажимаем 3	За вторым знаком вопроса появляется цифра 3
Нажимаем <i>Enter</i>	В третьей строке появляется 5, несколькими строками ниже — ещё один знак вопроса

Выявленные проблемы

- ▶ Нет названия программы на экране, может, мы запустили не то
- ▶ Нет никаких инструкций, пользователь без идей, что делать
- ▶ Непонятно, как выйти

Позитивный сценарий

Ввод	Ожидаемый результат	Замечания
$99 + 99$	198	Пара наибольших допустимых чисел
$-99 + -99$	-198	Отрицательные числа, почему нет?
$99 + -14$	85	Большое первое число может влиять на интерпретацию второго
$-38 + 99$	61	Отрицательное плюс положительное
$56 + 99$	155	Большое второе число может повлиять на интерпретацию первого
$9 + 9$	18	Два наибольших числа из одной цифры
$0 + 0$	0	Программы часто не работают на нулях
$0 + 23$	23	0 — подозрительная штука, его надо проверить и как первое слагаемое,
$-78 + 0$	-78	и как второе

Негативные сценарии

Ввод	Замечания
100 + 100	Поведение сразу за диапазоном допустимых значений
<i>Enter</i> + <i>Enter</i>	Что будет, если данные не вводить вообще
123456 + 0	Введём побольше цифр
1.2 + 5	Вещественные числа, пользователь может решить, что так можно
A + b	Недопустимые символы, что будет?
Ctrl-A, Ctrl-D, F1, Esc	Управляющие клавиши часто источник проблем в консольных программах

Ещё больше тестов!

- ▶ Внутреннее хранение данных — двузначные числа могут хранить в **byte**
 - ▶ 99 + 99, этот случай покрыли
- ▶ Кодовая страница ввода: символы '/', '0', '9' и ':'
 - ▶ Программист может напутать со строгостью неравенства при проверке
 - ▶ Не надо вводить A + b, достаточно граничные символы

Библиотеки модульного тестирования

- ▶ JUnit со товарищи (NUnit, pytest и т.п.)
 - ▶ Инициализация SUT
 - ▶ Выполнение действия
 - ▶ Проверка результатов
- ▶ Библиотеки матчеров: Hamcrest и т.п.
 - ▶ Assert.That(f(), Is.EqualTo(1))
 - ▶ NUnit умеет «из коробки»
- ▶ Библиотеки тестирования, основанного на свойствах: QuickCheck, FsCheck
- ▶ Библиотеки символьного исполнения

Библиотеки тестовых заглушек

- ▶ Mockito, Moq и т.п.

```
LinkedList mockedList = mock(LinkedList.class);
```

```
// or even simpler with Mockito 4.10.0+
```

```
// LinkedList mockedList = mock();
```

```
// stubbing appears before the actual execution
```

```
when(mockedList.get(0)).thenReturn("first");
```

```
// the following prints "first"
```

```
System.out.println(mockedList.get(0));
```

```
// the following prints "null" because get(999) was not stubbed
```

```
System.out.println(mockedList.get(999));
```

Тестирование интерфейсов

- ▶ Пользовательские интерфейсы
 - ▶ Selenium: клик по координатам, запросы к DOM
 - ▶ White (Windows Accessibility API и т.п.)
- ▶ Программные интерфейсы
 - ▶ Postman, Swagger вручную, модульные тесты с запросами
 - ▶ Фаззеры, сканеры безопасности

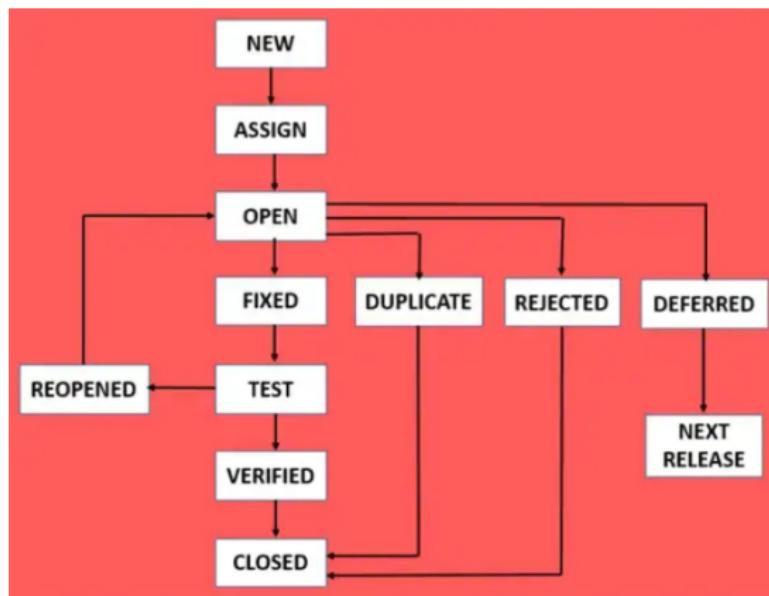
Системы управления тестированием

- ▶ Электронные таблицы, документы и т.п.
- ▶ TestRail
- ▶ Test IT, Xray, Kiwi TCMS, Sitechko
- ▶ TestY

Атрибуты отчёта об ошибке

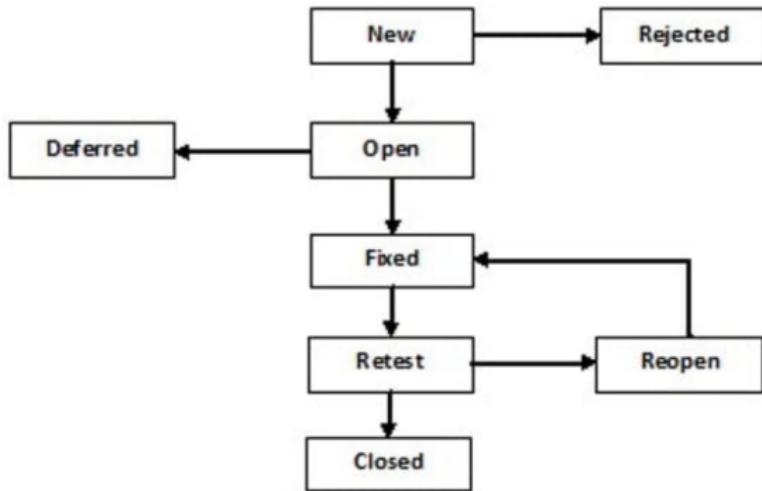
- ▶ Уникальный идентификатор
- ▶ Заголовок
- ▶ Описание дефекта
 - ▶ Контекст — версия, конфигурация и т.п.
 - ▶ Шаги воспроизведения — минимальны и воспроизводимы
 - ▶ Ожидаемый и полученный результаты
 - ▶ Дополнительная информация
- ▶ Серьёзность (блокер, высокая, средняя, низкая, тривиальная)
- ▶ Приоритет
- ▶ Статус
- ▶ Тип (ошибка, улучшение)
- ▶ Автор, ответственный за исправление, ответственный за проверку

Жизненный цикл ошибки



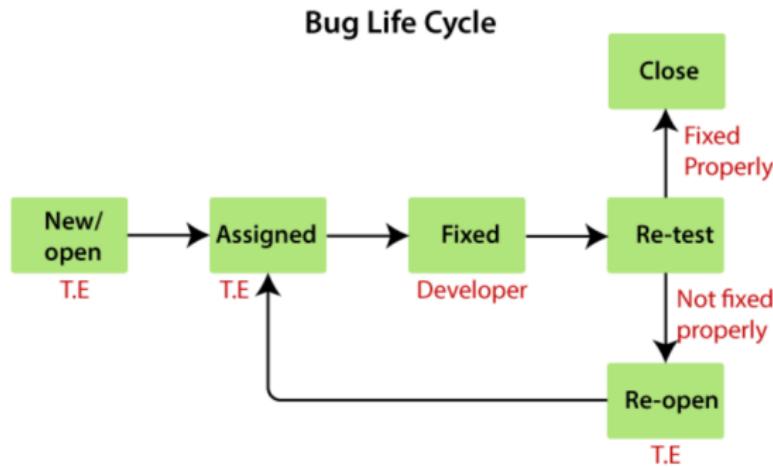
© <https://www.softwaretestingmaterial.com/bug-life-cycle/>

Ещё пример



© <https://www.softwaretestinghelp.com/bug-life-cycle/>

Слишком простой пример



© <https://www.javatpoint.com/software-testing-bug-life-cycle>

Системы отслеживания ошибок

- ▶ Jira
- ▶ GitHub Issues, Gitlab и т.п.
- ▶ Yandex Tracker
- ▶ Microsoft Team Foundation Server
- ▶ Redmine
- ▶ JetBrains Youtrack
- ▶ Bugzilla
- ▶ OpenProject