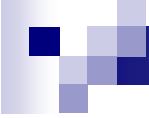



UniTestK: Технология тестирования на основе спецификаций

ИСП РАН

14 декабря 2005



Тестирование операционной Системы: Постановка задачи

- n Тестирование соответствия
 - n Функциональное тестирование
 - n Тестирование интероперабельности
 - n Нагрузочное тестирование
 - n Стрессовое тестирование
 - n Тестирование производительности
- 


Примеры применения UniTestK

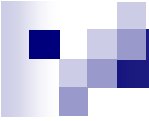
- n Тестирование ядра ОС реального времени - 1994-2000
- n Реализации IPv6 - 2001-2003
 - Microsoft Research IPv6
 - Мобильный IPv6 (в Windows CE 4.1)
 - Октет (Санкт-Петербург)
- n Компиляторы Intel - 2001-2004
- n Стандарт IPMP (MPEG-2, MPEG-21) - 2004
- n Java платформа - 2005
- n Биллинговая системы (ВымпелКом) - 2005
- n POSIX-система реального времени - 2005
- n Simulink оптимизатор (Daimler Chrysler) - 2005
- n Пилотные проекты - 2003 - 3005
 - Блок системы реального времени (ГосНИИАС)
 - Банковская система ведения данных о клиентах (Люксофт)
 - Tiny OS (ОС сенсорных сетей) (Intel/Berkeley Univ.)






Условия применимости UniTestK

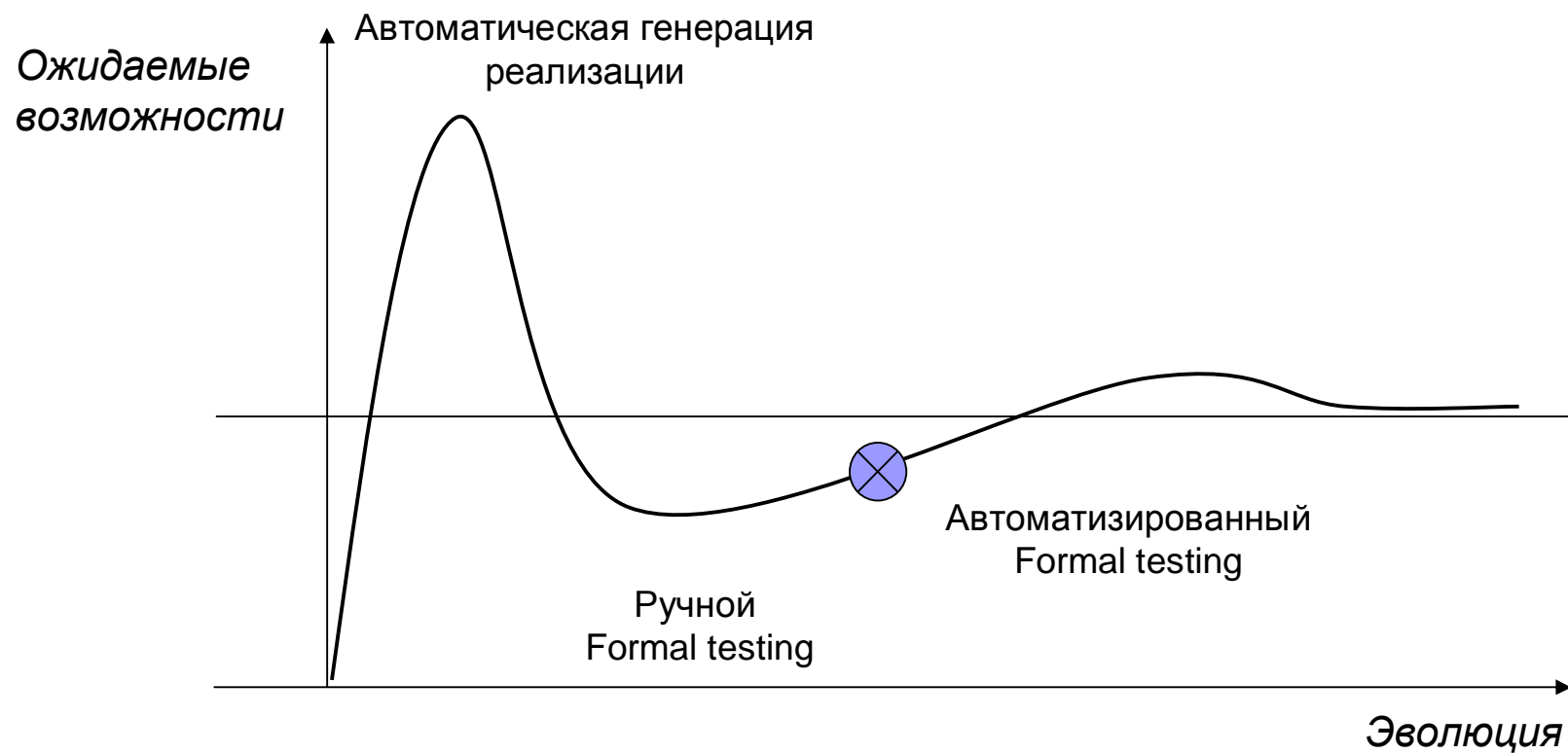
- n Интерфейсы системы достаточно стабильны
 - n Есть потребность в высокой надежности реализации
- n Предполагается развитие системы (и интерфейсов)
 - n Вероятна разработка многих клонов данной системы с аналогичными интерфейсами
- 



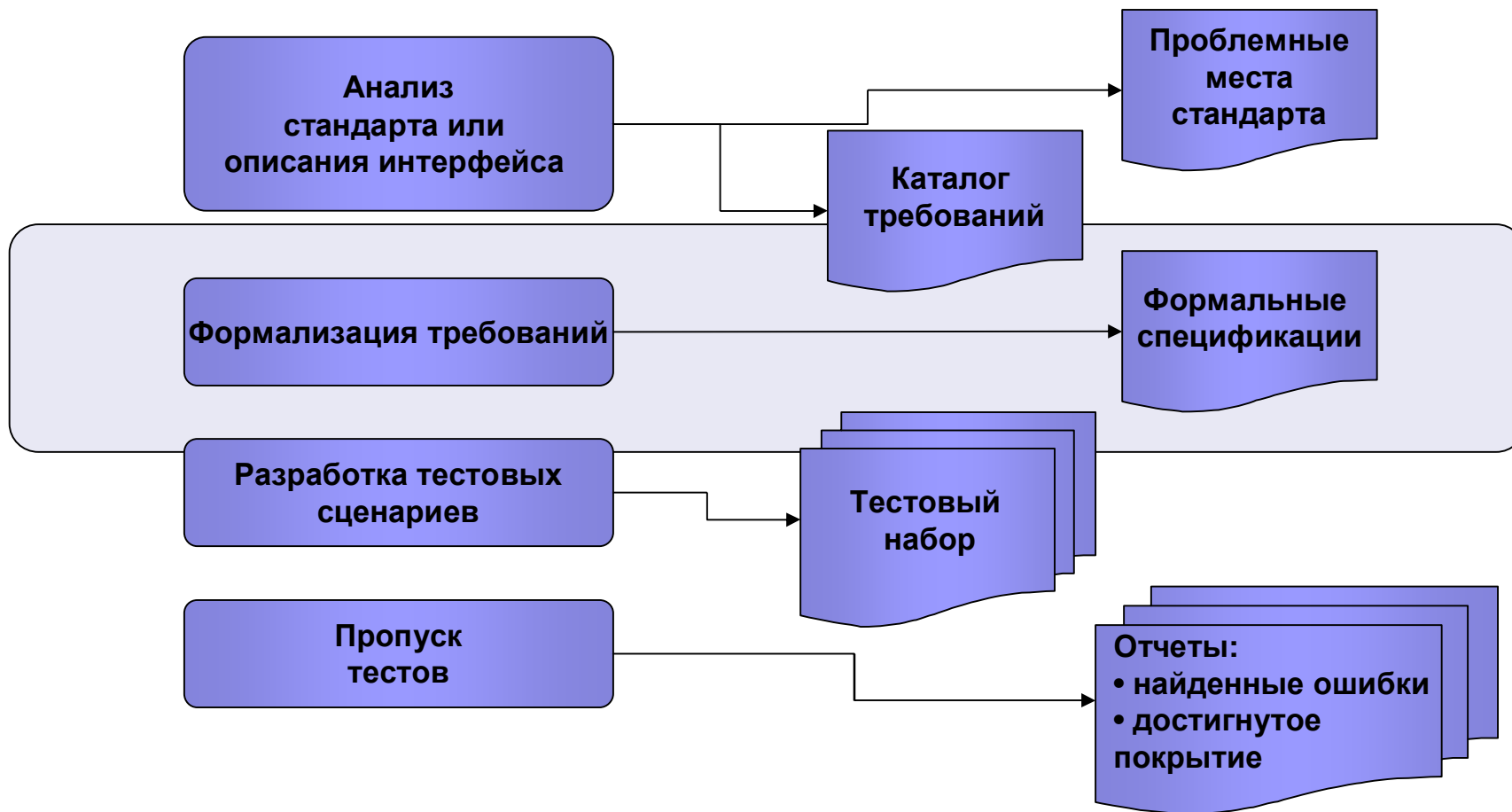
Эволюция трактовки формальных спецификаций

- n Точное, однозначно понимаемое (в том числе, понимаемое и машиной) определение требований к системе
 - n Автоматическая генерация реализации
 - n Доказательство корректности реализации разработанной вручную
 - n Автоматическая генерация тестов для (выборочной) проверки корректности реализации
- 

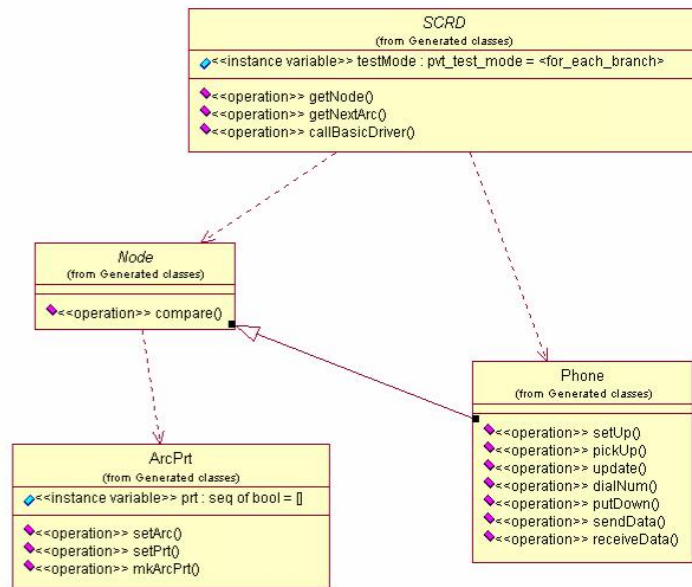
Эволюция (2)



Технологический процесс

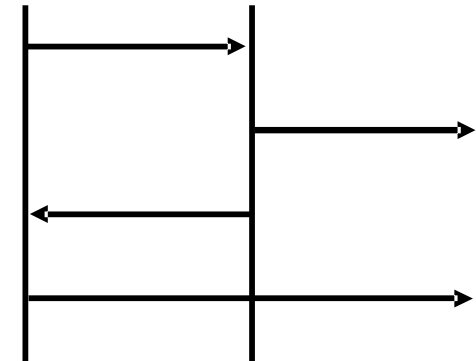


Виды спецификаций

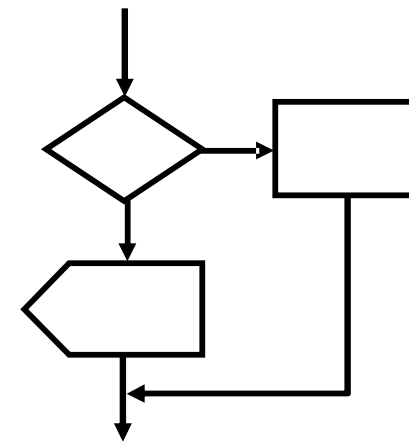


UML

MSC



SDL



Пример: Функция `day_of_week` на языке C

```
int
day_of_week (int tday, int tyear, rc * rc) {

    if( tyear < 0 || tday <= 0 || tday > 366 ||
        ( tday == 366 && is_leap( tyear ) ) ) {
        *rc = nok;
        return 0;
    } else {
        *rc = ok;
        return
            ( days_after_initial_year( tyear, tday )
              + initial_day_of_week )
            % days_in_week;
    }
}
```

«Полуформальная» спецификация

Требования к входным параметрам

И $t_{year} > 0$

И $t_{day} > 0$

И $t_{day} \leq 366$

И

$t_{day} \approx 366$

ИЛИ

t_{year} is a leap year

В случае некорректных входных параметров (**BRANCH "Bad parameters"**):

Результатом функции должен быть 0

И

Код ответа $rc = \text{NOK}$

В случае корректных входных параметров (**BRANCH "OK"**):

Результатом функции должен быть остаток от деления суммы результата функции «number of days after initial year» и константы «weekday of the initial year» на номер дня t_{day} в неделе

И

Код ответа $rc = \text{OK}$

Спецификация на языке RAISE

```
DAY_OF_WEEK : INT >< INT ---> RC >< WEEKDAY
DAY_OF_WEEK( tday, tyear ) as ( post_rc, post_Answer )
post
  if    tyear <= 0 V tday <= 0 V
        tday > 366 V tday = 366
         $\wedge$   $\sim$ a_IS_LEAP( tyear )
  then
    BRANCH( bad_param, "Bad parameters" );
    post_Answer = 0  $\wedge$  post_rc = NOK
  else
    BRANCH( ok, "OK" );
    post_Answer = (a_DAYS_AFTER_INITIAL_YEAR(tyear, tday ) +
                  a_INITIAL_DAY_OF_WEEK ) \
    a_DAYS_IN_WEEK  $\wedge$  post_rc = OK
  end
```

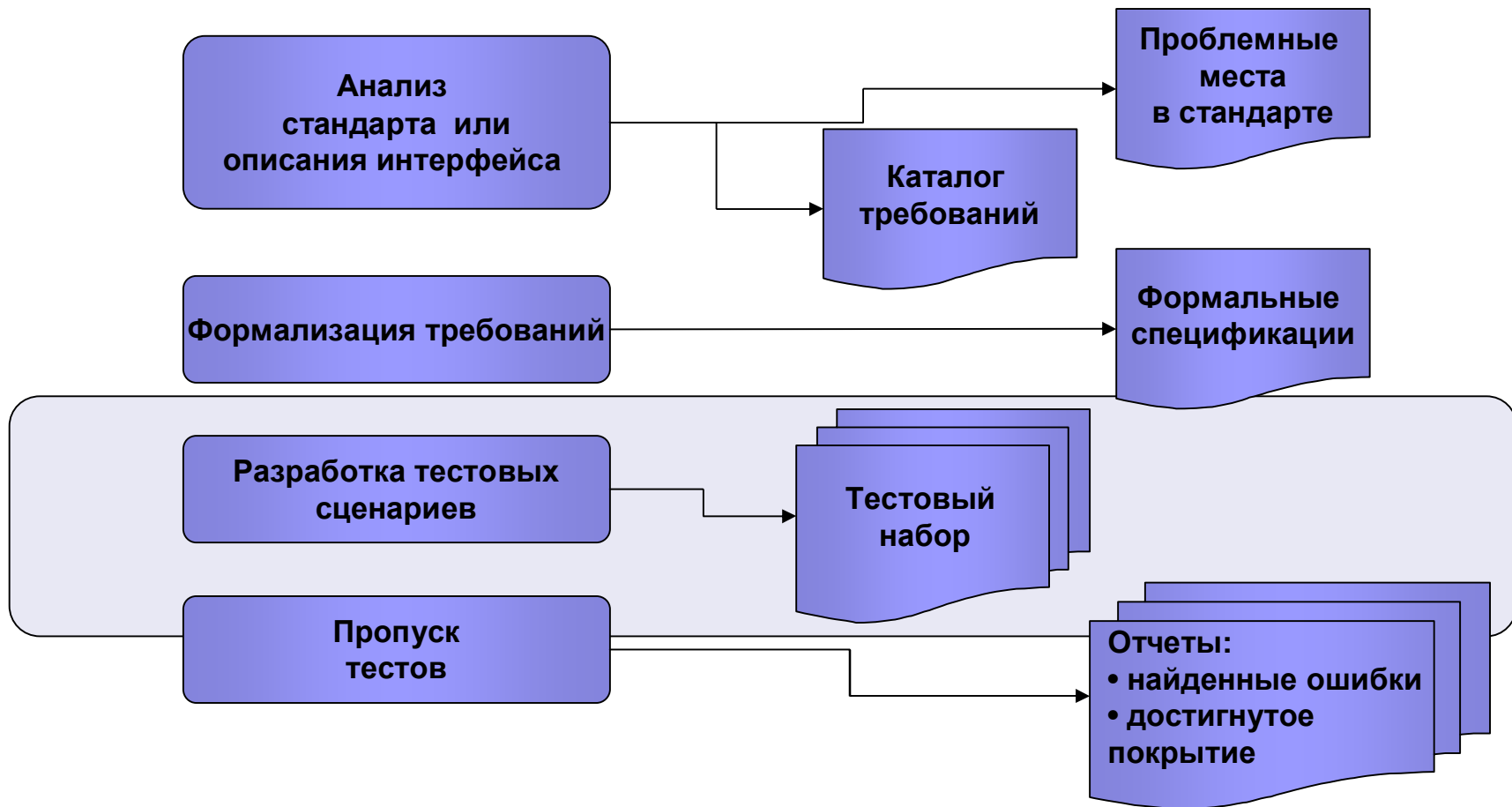
Пример из POSIX.

Спецификация на расширении C

```
specification void* realloc_spec( void *ptr, size_t size) {  
post {  
    if (ptr != NULL) {  
        if (size > 0) {  
            if (realloc_spec != NULL) {  
                // The contents of the object shall remain unchanged up to the lesser of  
                // the new and old sizes.  
                return is_unchanged( old_value, realloc_spec, min(old_size,size) )  
                // Each such allocation shall yield a pointer to an object disjoint from  
                // any other object.  
                && ( (ptr != realloc_spec) => is_disjoint_object(  
remove_Chunk(@memory,ptr), realloc_spec, size ) );  
            } else /* realloc == NULL */ {  
                // If the space cannot be allocated, the object shall remain unchanged.            }  
        }  
    }  
}
```

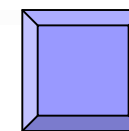
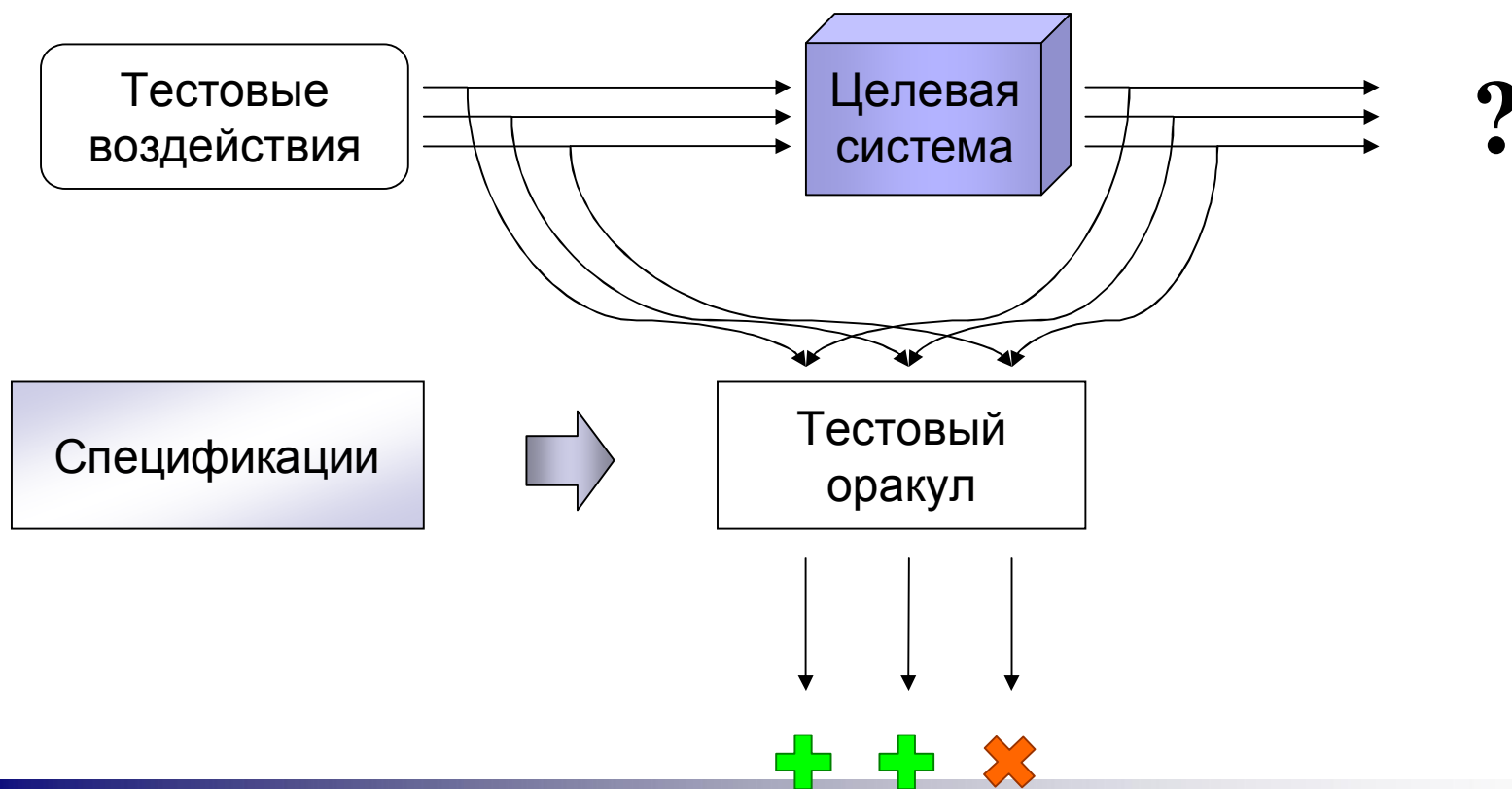
• • •

Технологический процесс



Тестовые оракулы

Автоматический анализ правильности результатов



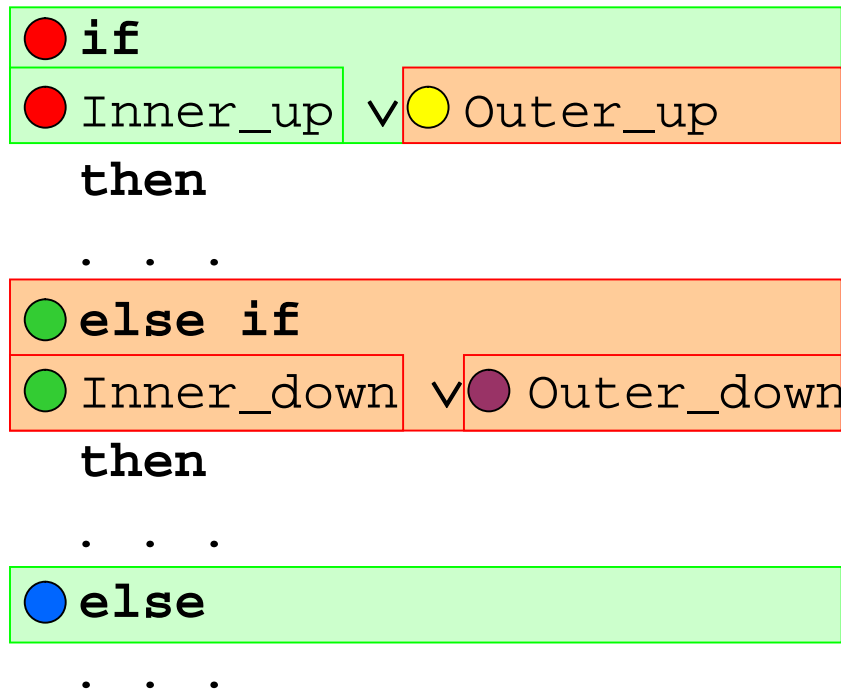
Критерии тестового покрытия

Качество тестирования
измеряется степенью

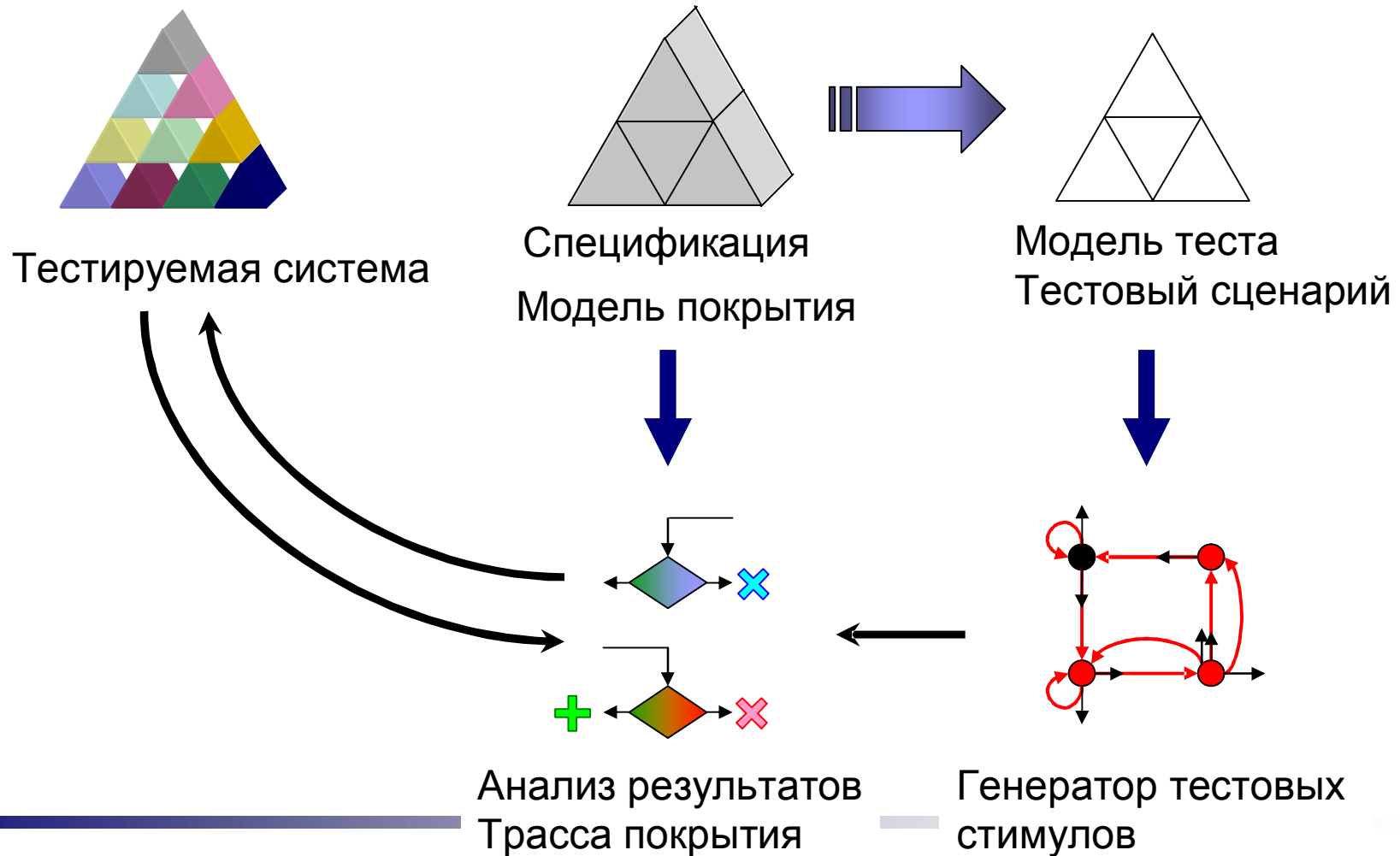
n покрытия тестируемой
системы и

n покрытия логических
ветвей спецификаций
требований

post



Общая схема тестирования





Editing GUI Editing Running Debugging

Explorer [Filesystems]

Filesystems

- D:\JAT\examples\tests
 - ru
 - ispras
 - redverst
 - se
 - java
 - examples
 - account
 - failures
 - model
 - AccountMediator
 - AccountSpecifica
 - AccountTestScer
 - class Account
 - Test Results
 - Mon Aug
 - Mon Aug
 - Mon Aug
 - Mon Aug
 - Thu Aug
 - AccountTestScer
 - AccountTestScer
 - scenario-failures
 - scenario-states
 - scenarios
 - specification-branch
 - specification-disjuncts
 - specification-failures
 - specification-marks
 - specification-predicat
 - specifications
 - AccountTestScenario.1059988829290
 - AccountTestScenario.1059990198649
 - AccountTestScenario.1059990887891
 - index
 - jatt
 - jatt-report
 - intset
 - pqueue
 - queue
 - sqrt

Report Overview
 All Failures
 Specifications Coverage
 Failures
 Branches
 Marks
 Predicates
 Disjuncts
 Scenarios Coverage

Packages Overview

[ru.ispras.redverst.se.java.examples.account.model](#)
[AccountSpecification](#)
[deposit\(int\)](#)
[withdraw\(int\)](#)

| withdraw(int) | | | | | default context | total |
|---------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------------|-------|
| branches | marks | predicates | disjuncts | hits/fails | hits/fails | |
| 100% (2/2) | 83% (5/6) | 83% (5/6) | 83% (5/6) | 59 | 59 | |

| branches | marks | predicates | disjuncts | | | | | | | default context | total | | | |
|----------------------------|---|------------|-----------|----|----|----|----|----|----|-----------------|-------|----|----|-----|
| | | | f1 | f2 | f3 | f4 | f5 | f6 | f7 | | | f8 | f9 | f10 |
| Successful withdrawal | Withdrawal from account with negative balance; Successful withdrawal | predicate1 | + | - | - | - | * | * | * | * | * | * | 5 | 5 |
| | Withdrawal from empty account; Successful withdrawal | predicate2 | + | + | - | * | * | * | * | * | * | * | 3 | 3 |
| | Withdrawal from account with positive balance; Successful withdrawal | predicate3 | + | + | * | - | * | * | * | * | * | * | 41 | 41 |
| Withdrawn sum is too large | Withdrawal from account with negative balance; Withdrawn sum is too large | predicate4 | + | - | + | * | * | * | * | * | * | * | 9 | 9 |
| | Withdrawal from empty account; Withdrawn sum is too large | predicate5 | + | - | + | * | * | * | * | * | * | * | 1 | 1 |
| | Withdrawal from account with positive balance; Withdrawn sum is too large | predicate6 | + | + | * | * | * | * | * | * | * | * | 0 | 0 |

```

specification public int withdraw(int sum)
  reads sum, maximumCredit
  updates balance
{
  pre { return sum > 0; }
  post
  {
    if(balance > 0)
      mark "Withdrawal from account with positive balance";
    else if(balance == 0)
      mark "Withdrawal from empty account";
  }
}
    
```

Forté for Java 4, Community Edition [Project] | J@T Report - D:\JAT\examples\tests\ru\ispras\redverst\se\java\examples\account\model\AccountTestScenario.1062068489519.jatrac...

File Edit View Project Build Debug Versio

Editing GUI Editing Running Debugging

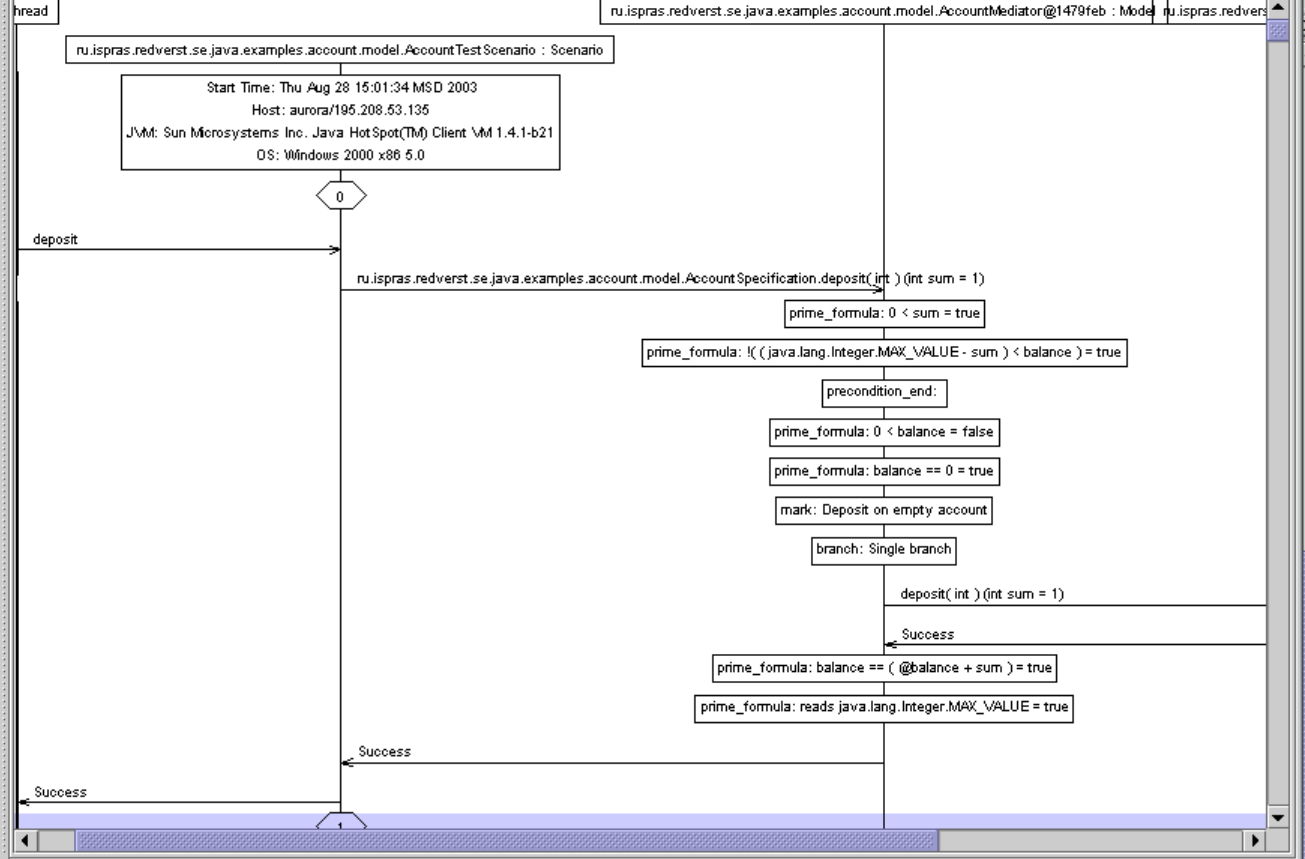
Explorer [Filesystems]

- D:\JAT\examples\tests
 - ru
 - ispras
 - redverst
 - se
 - java
 - examples

Trace View Play Window

75% [Navigation icons] Speed: 0 [Slider] Frame: 16 of 2447

XML Structure MSC FSM Model

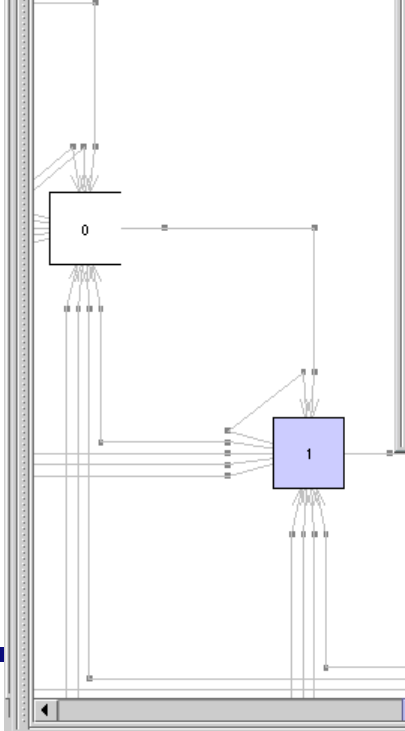


J@T Report - D:\JAT\examples\tests\ru\

Trace View Play Window

75% [Navigation icons]

XML Structure MSC FSM Model





Контакты

n Сайт Института

<http://www.ispras.ru>

n Сайт проектов UniTeSk

<http://unitesk.ispras.ru>

n Электронный адрес

Петренко Александр Константинович

petrenko@ispras.ru

n Телефон: (095) 912-5317 доб. 4404





Спасибо!



Литература

- n В.В.Кулямин, А.К.Петренко, А.С.Косачев, И.Б.Бурдонов. Подход UniTesK к разработке тестов. *Программирование*, т. 29, № 6, 2003, стр. 25-43.
 - n Е.Н.Бритвина, С.Г.Грошев, А.Монахов, А.К.Петренко, О.Л.Петренко. Тестирование на основе моделей// «Открытые системы», Москва, № 9, 2003, стр. 41-47 стр.
 - n <http://unitesk.ispras.ru/papers>
- 