

# Методологии ИТ-консалтинга

*Калянов Георгий Николаевич*

профессор, доктор технических наук

зав. кафедрой “Системный анализ и управление ИТ”

зав. лабораторией Института проблем управления РАН

[Kalyanov@mail.ru](mailto:Kalyanov@mail.ru)

<http://www.kalyanov.by.ru>

# Лекция №15

## Тестирование бизнес-процессов

- На практике обнаружение и локализация ошибок в бизнес-процессе осуществляется во время его функционирования в реальных экономических условиях, что может привести и, как правило, приводит к плачевным результатам.
- Поэтому актуальной является задача выявления ошибок на стадиях планирования (проектирования) и создания бизнес-процесса, т.е. до того, как он начнет реально функционировать.

# Подобие бизнес-процессов и компьютерных программ:

---

- в основе обеих объектов лежит понятие алгоритма;
- оба объекта имеют одинаковые этапы жизненного цикла;
- оба объекта могут выполняться как последовательно, так и параллельно;
- оба объекта адекватно моделируются с использованием графовых моделей.

# Тестирование

- В общем случае тестирование представляет собой набор процедур и действий, предназначенных для демонстрации корректной работы объекта в заданных режимах и внешних условиях.
- Цель тестирования - выявить наличие ошибок или убедительно продемонстрировать их отсутствие, что возможно лишь в отдельных тривиальных случаях.

# План тестирования должен содержать:

---

- формулировку целей тестирования;
- критерии качества тестирования, позволяющие оценить его результаты;
- стратегию проведения тестирования, обеспечивающую достижение заданных критериев качества;
- потребности в ресурсах для достижения заданного критерия качества при выбранной стратегии.

- Для целей тестирования объект удобно представлять в виде ориентированного графа  $G = (N, E)$ , где  $N = (N_1, N_2, \dots, N_m)$  - множество узлов (вершин), соответствующих функционалу объекта;  $E = (E_1, E_2, \dots, E_n)$  - множество ребер (дуг), соответствующих передачам управления между функциями.
- Путем (маршрутом) называется последовательность вершин и дуг  $P = (N_1, E_{1,2}, N_2, E_{2,3}, \dots, E_{k-1,k}, N_k)$ , где каждая дуга  $E_{i,i+1}$  выходит из  $N_i$  и входит в  $N_{i+1}$ , причем  $N_1$  не обязательно начальный узел.
- Ветвью называется путь  $P$ , в котором  $N_1$  - либо начальный узел, либо узел ветвления,  $N_k$  - либо узел ветвления, либо завершающий узел, все остальные  $N_i$  не являются узлами ветвления.

# Полное тестирование всех возможных маршрутов не реально

- Поэтому на практике применяются критерии выбора тестов, не гарантирующие полной проверки программы.
- Общим требованием к этим критериям является достижение лишь определенной степени полноты покрытия объекта или его компонент.
- Как правило, эти критерии устанавливают требование по крайней мере однократной проверки всех функций (критерий C0), всех его ветвей (критерий C1), либо всех подпутей специального вида.
- Самым распространенным критерием тестирования является критерий, требующий по крайней мере однократной проверки каждой из ветвей объекта (критерий C1).
- Так, например, тестирование при приемке программного обеспечения для ВВС США производится на основании этого критерия.
- По ряду независимых оценок использование критерия C1 обеспечивает обнаружение от 67% до 90% ошибок (для компьютерных программ).

# Типы бизнес-процессов

---

- планируемые
- спонтанные (пример молокозавода)

# Ошибки в потоках данных

- создание информационных объектов (ИО) и/или их атрибутов, не используемых в дальнейшей деятельности;
  - отсутствие и/или неполнота ИО и/или их атрибутов;
  - дублирование ИО и/или их атрибутов и, как следствие, их несогласованность и противоречивость и др.
- 
- Специфика данных ошибок для бизнес-процесса обуславливается наличием регламентов доступа к атрибутам ИО, запрещающих или ограничивающих доступ при выполнении ряда бизнес-операций. Так, например, такой атрибут сотрудника как его зарплата на ряде предприятий доступен только руководству и сотрудникам бухгалтерии.

# Проблема

---

- Основной проблемой при планировании процедуры тестирования является проблема выбора критерия (стратегии) тестирования, т.е. задача выделения тех частей объекта, которые необходимо тестировать.
- Известные критерии тестирования программ и соответствующие алгоритмы выбора стратегий тестирования, основанные на анализе графовой модели объекта, не обеспечивают обнаружения рассматриваемых ошибок в потоках данных бизнес-процессов.
- Следовательно, при создании критерия тестирования бизнес-процесса необходимо учитывать не только его структуру управления, но и структуру его потоков данных.

# Модель потоков данных бизнес-процесса

Для целей обнаружения ошибок в потоках данных в качестве управляющего каркаса целесообразно использовать подграф уровня операций графа бизнес-процесса  $G$ . Формально такой подграф описывается как  $G1 (N, E, n0, R1, ER1)$ , где

- $N, E$  и  $n0$  имеют тот же смысл, что и в графе  $G$  (соответственно, множество узлов, множество ребер и начальный узел);
- $R1R$  - множество информационных объектов (подмножество множества ресурсов предприятия);
- $ER1ER$  - множество ребер использования информационных объектов.

С каждым из узлов такого подграфа связаны три типа событий, касающихся обработки информационных объектов:

- определение маски (прав доступа к атрибутам ИО);
- определение ИО при заданной маске;
- использование ИО при заданной маске.

- Определение 1. Под определением маски будем понимать введение или изменение прав доступа к любому ИО или его атрибутам.
- Определение 2. Некоторое определение маски  $dM_i$  называется живым в данной функции бизнес-процесса, если существует маршрут из точки определения маски в данную точку бизнес-процесса, на котором не встречается никакое другое определение маски  $dM_j$ .
- Определение 3. Под определением ИО будем понимать любое изменение его атрибутов при выполнении бизнес-функции или бизнес-операции.
- Определение 4. Определение ИО  $X$  называется живым в некоторой точке (функции/операции)  $\phi$  бизнес-процесса, если существует маршрут из точки определения  $X$  в данную точку бизнес-процесса, вдоль которого ИО  $X$  не переопределяется.

# Модель потоков данных

- Определение 5. Множество всех живых определений всех аргументов функции/операции  $\phi$  называется средой данных функции/операции  $\phi$ .
- Таким образом на первом этапе построения модели потоков данных бизнес-процесса строится среда данных - множество всех тех определений каждого из аргументов бизнес-операции, для которых существует маршрут из точки определения аргумента в точку его использования, на котором не встречается никакое другое определение данного аргумента.

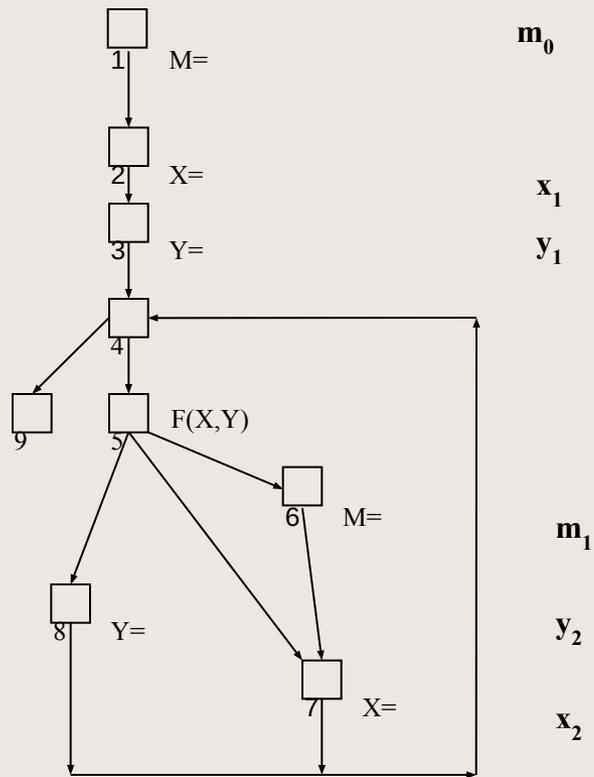
# Модель потоков данных

- Отметим, что в случае бизнес-операции с  $m$  аргументами (при  $m > 1$ ) такая модель является неполной, так как выполнение данной операции в ряде случаев требует одновременного использования  $n$  определений ( $m \geq n > 1$ ) различных атрибутов ИО из среды данных. Этот факт отражается нотацией контекста данных.
- Определение 6. Элементарным контекстом данных операции  $\phi$ , имеющей  $K$  аргументов  $X_1, X_2, \dots, X_K$  называется множество определений ИО из списка аргументов, для которых существует маршрут из входной точки бизнес-процесса в точку  $\phi$ , такой что все определения из  $KД(\phi)$  являются живыми при выполнении операции  $\phi$ .
- Определение 7. Контекстом данных операции  $\phi$  называется множество всех ее элементарных контекстов.
- Таким образом на втором этапе построения модели потоков данных бизнес-процесса строится контекст данных - множество наборов из  $n$  определений различных атрибутов, для которых существует маршрут из точки входа в бизнес-процесс в рассматриваемую точку, на котором все элементы набора принадлежат среде данных (т.е. не переопределяются).

# Модель потоков данных

- Заметим, что элементарный контекст не учитывает порядка выполнения определений ИО, являющихся аргументами операции  $\phi$ . Однако при выполнении бизнес-процесса такой порядок предполагается. Этот факт отражается с помощью нотации упорядоченного контекста данных.
- Определение 8. Упорядоченным элементарным контекстом данных операции  $\phi$ , имеющей  $K$  аргументов  $X_1, X_2, \dots, X_K$  называется последовательность таких определений из элементарного контекста операции  $\phi$   $KД(\phi)$ , что существует маршрут из входной точки бизнес-процесса в точку  $\phi$ , вдоль которого все эти определения выполняются в порядке, предписанном заданной последовательностью, и являются живыми при выполнении операции  $\phi$ .
- Определение 9. Упорядоченным контекстом данных операции  $\phi$  называется множество всех ее упорядоченных элементарных контекстов.
- Таким образом на третьем уровне построения модели вводится упорядоченный контекст данных - множество упорядоченных наборов из  $n$  определений различных атрибутов ИО, для которых существует маршрут из точки входа в бизнес-процесс в рассматриваемую точку, на котором все элементы набора принадлежат среде данных и выполняются в порядке, предписываемом данным набором.

# Пример



- Для данного примера среда данных операции  $\phi=5$  имеет вид:  $СД = \{ x_{10}, x_{20}, x_{21}, y_{10}, y_{20}, y_{21} \}$
- Элементам данного множества, например, соответствуют следующие маршруты, на которых эти элементы (определения ИО) не переопределяются:  $(1,2,3,4,5)$ ,  $(1,2,3,4,5,7,4,5)$ ,  $(1,2,3,4,5,6,7,4,5)$ ,  $(1,2,3,4,5)$ ,  $(1,2,3,4,5,8,4,5)$ ,  $(1,2,3,4,5,6,7,4,5,8,4,5)$ .

- Контекст данных содержит следующие элементарные контексты:  $KД = \{ (x10, y10), (x10, y20), (x20, y10), (x20, y20), (x21, y10), (x21, y20), (x21, y21) \}$
- Элементам данного множества, например, соответствуют следующие маршруты, на которых эти элементы (пары определений ИО) не переопределяются:  $(1,2,3,4,5)$ ,  $(1,2,3,4,5,8,4,5)$ ,  $(1,2,3,4,5,7,4,5)$ ,  $(1,2,3,4,5,7,4,5,8,4,5)$ ,  $(1,2,3,4,5,6,7,4,5)$ ,  $(1,2,3,4,5,8,4,5,6,7,4,5)$ ,  $(1,2,3,4,5,6,7,4,5,8,4,5)$ .

- Упорядоченный контекст данных включает дополнительно к вышеперечисленным элементарным контекстам один следующий упорядоченный элементарный контекст:  $УКД = КД \cup \{ (y_{20}, x_{20}) \}$
- Соответствующий маршрут выглядит следующим образом: (1,2,3,4,5,8,4,5,7,4,5).

# Критерии тестирования

- Критерий 1 требует, чтобы каждый элемент среды данных тестируемой бизнес-операции был проверен по крайней мере однажды.
  - Критерий 2 требует, чтобы каждый элемент контекста данных тестируемой бизнес-операции был проверен по крайней мере однажды.
  - Критерий 3 требует, чтобы каждый элемент упорядоченного контекста данных тестируемой бизнес-операции был проверен по крайней мере однажды.
- 
- Критерий 1' требует, чтобы каждый элемент среды данных каждой бизнес-операции был проверен по крайней мере однажды.
  - Критерий 2' требует, чтобы каждый элемент контекста данных каждой бизнес-операции был проверен по крайней мере однажды.
  - Критерий 3' требует, чтобы каждый элемент упорядоченного контекста данных каждой бизнес-операции был проверен по крайней мере однажды.

# Количество маршрутов

Бизнес-процесс	Критерий	Критерий $C_1$
Перевозки	31	29
Ремонты и техническое обслуживание	78	75
Обеспечение безопасности движения	12	12
Материально-техническое снабжение	68	61

# Теорема о вложении критериев

- Для удобства исследования предложенных критериев пронумеруем их следующим образом:  $C_2$  - критерий 1',  $C_3$  - критерий 2',  $C_4$  - критерий 3'. Известные критерии тестирования компьютерных программ, требующие проверки каждой ветви или каждого функционального узла (оператора) графа по крайней мере однажды, обозначим традиционно  $C_1$  и  $C_0$  [3], соответственно.
- Пусть  $MВ$  - множество, элементами которого являются все возможные подмножества множества маршрутов в некотором бизнес-процессе  $В$ . Тот факт, что некоторое  $M_k \in MВ$  удовлетворяет требованиям некоторого критерия тестирования  $C_i$ , обозначим следующим образом:  $M_k \leftrightarrow C_i$ .
- Будем говорить, что некоторый ИО является определенным в бизнес-процессе, если на каждом использующим его маршруте по крайней мере одному из его атрибутов присваивается некоторое значение. Тогда для бизнес-процессов, в которых отсутствуют неопределенные и неиспользуемые ИО справедлива следующая теорема иерархии критериев:
- Теорема. Любое множество маршрутов  $M_k \in MВ$ , удовлетворяющее требованиям критерия  $C_i$  для  $1 \leq i \leq 4$ , также удовлетворяет и требованиям любого из критериев  $C_j$  при  $1 \leq j < i$ .

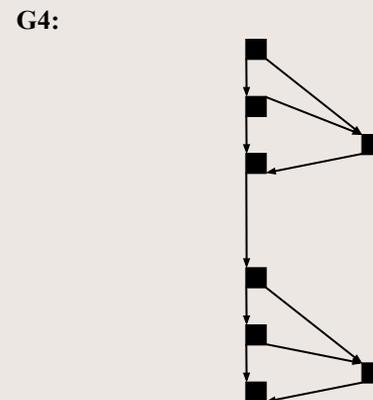
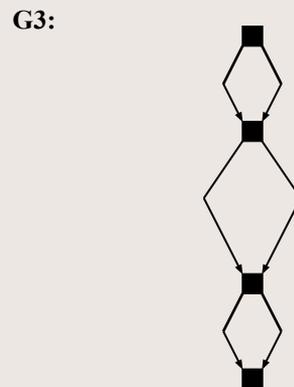
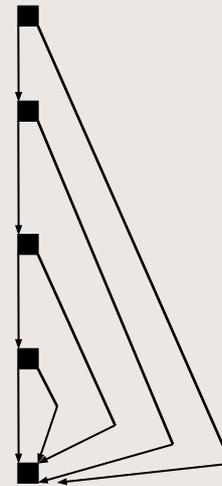
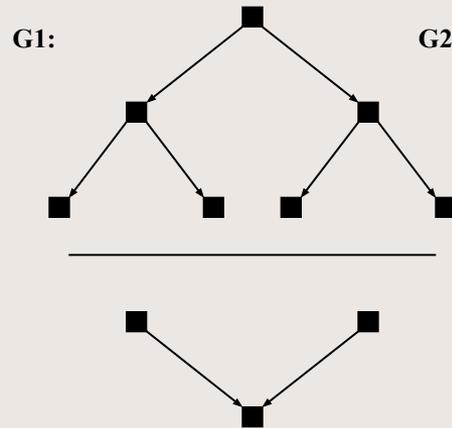
# Что обеспечивает такое преимущество

- Учет в моделях потоков данных различных определений ИО и их одновременного использования, а также порядка выполнения этих определений, что позволяет обнаруживать более тонкие ошибки при обработке данных в бизнес-процессе за счет выделения более сложных маршрутов тестирования.
- Учет в моделях потоков данных определений маски, моделирующей права и уровни доступа к ИО, что обеспечивает более тщательное тестирование и обнаружение широкого класса наиболее типичных для бизнес-процесса ошибок.

# Следствие из теоремы

- Будем говорить, что некоторый критерий  $C_i$  не хуже критерия  $C_j$  для некоторого бизнес-процесса  $B$ , если  $\forall M_k \in MB: M_k \leftrightarrow C_i \Rightarrow M_k \leftrightarrow C_j$ . Если при этом  $\exists M_k \in MB: M_k \leftrightarrow C_i \wedge \neg M_k \leftrightarrow C_j$ , то будем говорить, что критерий  $C_i$  лучше критерия  $C_j$ . Будем говорить, что  $C_i$  эквивалентен  $C_j$ , если  $C_i$  не хуже  $C_j$ , а  $C_j$  не хуже  $C_i$ .
- Следствие 1. Для бизнес-процессов, удовлетворяющих условиям теоремы, критерий  $C_i$  не хуже  $C_j$  при  $0 \leq j < i \leq 4$ .

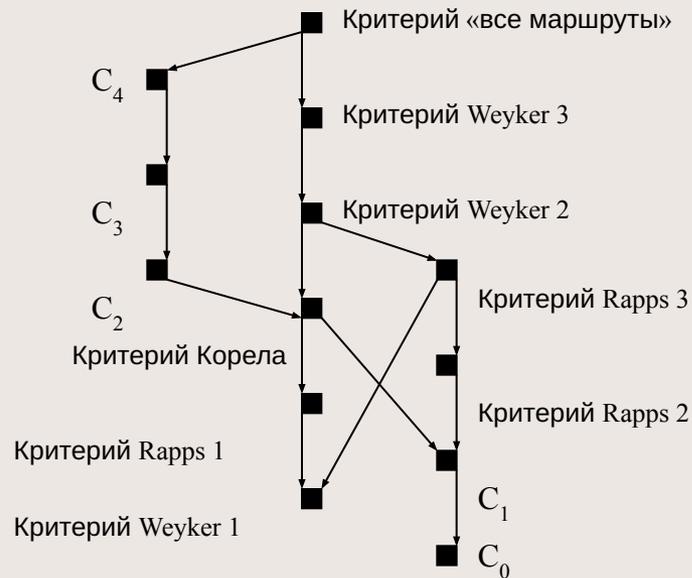
# Ациклические бизнес-процессы (60% от общего числа)



# Следствия из теоремы

- Следствие 2. Для бизнес-процессов, представленных графом  $G1$ , все критерии тестирования  $C_i$  для  $0 \leq i \leq 4$  эквивалентны.
- Следствие 3. Для бизнес-процессов, представленных графом  $G2$ , все критерии тестирования  $C_i$  для  $1 \leq i \leq 4$  эквивалентны и лучше критерия  $C_0$ .
- Следствие 4. Для бизнес-процессов, представленных графами  $G3$  и  $G4$ , любой из критериев тестирования  $C_i$  при  $i = 2, 3, 4$  лучше любого из критериев  $C_j$  при  $j = 0, 1$ .

# Граф частичного упорядочивания критериев тестирования на основе операции «не хуже»



Таким образом, предложенные критерии тестирования позволяют:

- обеспечить обнаружение специфических для бизнес-процессов ошибок в потоках данных, связанных с их обработкой под различными масками, обеспечивающими регламенты доступа;
- обеспечить выявление всех тех ошибок, обнаружение которых может производиться с помощью традиционных критериев, основанных на анализе программных графов и применяемых к бизнес-процессам.