



УДК 681.324:002.5

О ВОЗМОЖНОСТЯХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ И ВЕРИФИКАЦИИ ОПИСАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЛОГИКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Н. Н. КУРТОВ*Белгородский
университет кооперации,
экономики
и права**e-mail:**nik.kurtov@yandex.ru*

На примере разработанного алгоритма составления описания внутренней логики информационных процессов анализируются возможности и ограничения автоматизированного формирования и верификации этого описания. Анализ базируется на использовании подобных методов реализации, используемых в программно-инструментальных средствах верификации и редактирования диаграмм потоков данных.

Ключевые слова: верификация, миниспецификации, информационные процессы, диаграммы потоков данных.

Создание и широкое распространение автоматизированных инструментальных средств поддержки процессов моделирования и разработки информационных систем, получивших наименование CASE-средств и систем (Computer Aided Software/System Engineering), способствовало существенному сокращению трудоемкости и повышению качества проектирования не только вследствие автоматизации процессов создания и редактирования многих технологических операций, поддержки целостности метаинформации проекта и согласованности его версий и т.д., но и благодаря возможностям автоматизированного обнаружения (верификации) проектных ошибок. Однако во многих CASE-средствах и системах такие возможности реализованы в далеко недостаточной мере либо не реализованы вообще. Это обусловлено сложностью проблемы верификации, для решения которой используются различные подходы [1, 4, 5] принимаются многолетние международные проекты по разработке «целостного автоматизированного набора инструментов для проверки корректности ПС» [3]. Однако должной реализации эти направления еще не получили.

К числу практически неавтоматизированных процедур в таких системах относится составление описания внутренней логики (миниспецификаций) информационных процессов самых нижних уровней иерархии диаграмм потоков данных (ДПД). Вместе с тем, централизованное хранение в базе данных проекта CASE-системы многочисленных сведений о разрабатываемых моделях в целом и о каждом из их элементов, создает определенные возможности не только автоматизировать многие шаги процедуры создания этих миниспецификаций (МС), но и верифицировать ряд возможных ошибок их составления. Косвенным подтверждением таких возможностей может служить, например, механизм макетирования проектных документов Документатором CASE.Аналитика [2], а также возможности по обнаружению отсутствующих или неиспользуемых (не востребуемых) данных при верификации содержания накопителей (хранилищ) данных.

Рассмотрим такие возможности на примере алгоритма составления текста миниспецификации информационных процессов, выделенного ниже курсивом (для того, чтобы не смешивать его с аргументацией возможностей автоматизированного создания и верификации текста МС в CASE-системах). С аналогичной целью фрагменты формируемого таким образом текста МС будут выделены угловыми (< >) скобками, а условные имена элементов ДПД (наименования процессов, внешних сущностей, потоков и накопителей данных) – фигурными ({}) скобками.

1. Из потоков данных, входящих в рассматриваемый информационный процесс, выбрать такой, который инициирует (стартует, запускает) выполнение данным процессом определенных действий, соответствующих его наименованию и направ-



ленных на выполнение определенных операций с использованием данных, поступивших в описываемый процесс в составе этого входного потока.

Примечание 1а. Если в числе входных потоков данных имеются несколько таких, которые могут инициировать начало выполнения рассматриваемым процессом различных операций, независимых одна от другой, то выбор одного из них в качестве самого первого для начала описания внутренней логики (миниспецификации) принципиального значения не имеет.

2. Указать имя этого входного потока в строке миниспецификации, начинающейся с оператора ЕСЛИ. Например, «ЕСЛИ поступили сведения о платеже» или «ЕСЛИ пришел запрос отчета о продажах» и т.п.

Полная автоматизация выполнения данных пунктов алгоритма невозможна ввиду отсутствия в базе данных проекта (БДП) CASE-системы сведений о составе входных потоков, отвечающих признакам, указанным в данных пунктах. Однако его частичная автоматизация может быть реализована, например, путем двойного щелчка «мыши» по одному из таких потоков. В режиме формирования миниспецификаций данная операция должна завершаться автоматизированным формированием первой строки МС, например, следующего содержания:

<ЕСЛИ поступил {А}>

где А – имя входного потока, удовлетворяющего требованиям, указанным в п. 1.

Примечание 1б. В число входных потоков данных, с упоминания наименований которых начинается описание миниспецификации (в соответствии с пунктом 1 и примечанием 1а), не должны входить потоки данных, которые могут поступать в описываемый процесс из других информационных процессов, внешних сущностей или накопителей (хранилищ) данных только в ответ на запрос, формируемый этим же процессом.

Выполнение данного условия может быть однозначно (автоматически) реализовано верификатором для последнего из элементов ДПД, перечисленных в данном примечании. При этом возможны два варианта такой реализации:

1) в режиме (в процессе) верификации МС выдать сообщение типа <ОШИБКА: входной поток данных {А}, не может инициировать выполнение действий данным процессом, т.к. поступает из накопителя (хранилища) данных>;

2) выдать аналогичное сообщение-предупреждение в режиме (в процессе) такого (полу-) автоматизированного составления текста МС.

2а. Если для выполнения рассматриваемым процессом каких-либо операций недостаточно поступления на его вход только одного потока, имя которого уже указано в строке миниспецификации, начинающейся с оператора ЕСЛИ, а необходимо наличие дополнительных данных, содержащихся в других входных потоках, очередность (последовательность) поступления которых в данный процесс не имеет значения, то перечислить наименования таких дополнительных входных потоков данных в этой же строке в произвольном порядке с использованием оператора И.

На данный пункт алгоритма распространяется комментарий к пункту 1, за исключением его последнего предложения, в котором вместо <ЕСЛИ поступил {А}>, в текст МС в той же или в новой строке следует ввести:

<И {В} И {С}>

где В и С – имена входных потоков, удовлетворяющих требованиям, указанным в пункте 2а, процедура автоматизированного ввода которых в текст МС может быть аналогична описанной в комментарии к пункту 1.

2б. Если же для выполнения процессом определенных действий необходима определенная очередность поступления тех или иных входных потоков, которые поступают в данный процесс из других процессов либо внешних сущностей без специальных запросов, формируемых данным процессом, то для каждого из этих входных потоков данных необходимо использовать отдельные операторы ЕСЛИ, которые называют «вложенными ЕСЛИ», после каждого из которых указывается имя одного из дополнительных входных потоков данных. Каждый из таких вложенных опера-



торов ЕСЛИ должен записываться с новой строки с отступом вправо на 4-6 символов от первого символа оператора ЕСЛИ, записанного в предыдущей строке миниспецификации.

На данный пункт алгоритма распространяется комментарий к пункту 1, за исключением его последнего предложения, вместо которого следует автоматически реализовать условия, отмеченные в пункте 2б. Технология практической реализации данного (как и 1-го) пункта, технических трудностей не вызывает.

3. С новой строки, начинающейся под первым символом самого последнего из предыдущих операторов ЕСЛИ, указать оператор ТО, после которого сформулировать действия (операции), которые должен выполнить данный процесс после воздействия (поступления на его вход) потоков данных, имена которых указаны в предыдущей строке (или строках) после оператора (операторов) ЕСЛИ. А далее, в той же или новой строке, после оператора И указать: кому или куда должен быть отправлен результат выполнения данного действия (операции), имя которого необходимо указать в виде имени одного или нескольких выходных потоков данных. Например, «ТО сформировать документ... И направить его в ...», «ТО сформировать Платежное поручение И направить его в Банк», «ТО рассчитать ... И направить результаты расчета в процесс... И в БД1» и т.п.

Возможности автоматизации данного пункта существенно ограничены отсутствием в БДП сведений о конкретных операциях информационных процессов по формированию выходных потоков данных в случаях выполнения условий, перечисленных после соответствующих операторов ЕСЛИ. Тем не менее, поскольку описание этих операций в любом случае должно быть завершено строкой, указывающей наименование результата данной операции и направления его перемещения из данного процесса в виде одного или нескольких выходных потоков данных, то для автоматизированного формирования такой завершающей строки достаточно щелкнуть мышью по соответствующему выходному потоку (или потокам), после чего CASE-система может автоматически сгенерировать строку:

< И направить{D} в {X} (и {E} в {Y}) >

где D и E – имена указанных выходных потоков данных;

X и Y – имена внешних сущностей, накопителей данных или других информационных процессов, в которые направлены указанные выходные потоки данных.

4. В новой строке, начинающейся с той же позиции, что и первые символы самых последних операторов ЕСЛИ и ТО, разместить оператор КОНЕЦ ЕСЛИ.

4а. Для ситуаций, описанных в подпунктах 2а и 2б, в следующей новой строке разместить новый оператор КОНЕЦ ЕСЛИ, первый символ которого должен совпадать с расположением первого символа оператора ЕСЛИ, предшествующего упомянутому последним, и т.д. до аналогичного размещения в новой строке оператора КОНЕЦ ЕСЛИ, соответствующего самому первому оператору ЕСЛИ в данном фрагменте миниспецификации.

Для автоматизированной реализации этих пунктов достаточно выбрать в панели инструментов заранее заготовленную иконку (значок, пиктограмму) и щелкнуть по ней столько раз, сколько раз упоминались предыдущие операторы ЕСЛИ. При этом в отличие от неавтоматизированного варианта составления текста МС, можно легко обеспечить размещение первых символов операторов КОНЕЦ ЕСЛИ строго под первыми символами соответствующих им операторов ЕСЛИ.

4б. Если же помимо сведений, полученных из одного либо нескольких входных потоков данных, для выполнения процессом необходимой операции требуются также и другие сведения, которые не приходят в данный процесс без специального запроса на них, формируемого описываемым процессом, то прежде чем начинать описание таких операций или действий в строке, начинающейся с оператора ТО, следует указать операцию направления такого запроса. Например, «ТО направить запрос сведений о клиенте в БД2» или «ТО запросить данные о наличии товара на складе».



Примечание 4б1. Выходные потоки, отображающие такие запросы в накопители данных на ДПД при этом могут не указываться, чтобы не загромождать диаграмму «лишними» потоками данных. Однако запросы в другие (не пассивные) компоненты ДПД, формируемые описываемым процессом, например, во внешние сущности или в другие процессы, показывать в виде потоков данных с именем «Запрос ...» необходимо.

Поскольку на ДПД указанные запросы уже представлены в виде выходных потоков данных, направленных к соответствующим элементам ДПД, то для автоматизации данных пунктов достаточно указать (щелкнуть) «мышью» соответствующие потоки, после чего CASE-система может автоматически сформировать соответствующие строки миниспецификации, начинающиеся с операторов ТО и последующим указанием имен запросов, и завершающихся указанием имен внешних сущностей, накопителей данных или других информационных процессов, в которые направлены указанные выходные потоки данных.

4в. С новой строки, начинающейся с нового оператора ЕСЛИ, записанного со смещением вправо относительно последнего оператора ТО, указать результат запроса, отображаемый на ДПД в виде входного потока данных, предназначенного для изображения ответа на запрос.

4в1. При этом, для случая, когда результат запроса окажется положительным, т.е. запрашиваемые сведения имеются в наличии и поступают в данный процесс, после констатации данного факта в виде вложенного ЕСЛИ (например, «ЕСЛИ сведения о клиенте в БД2 имеются» или «ЕСЛИ данные о необходимом товаре из БД1 поступили») выполнить пункт 3 настоящих рекомендаций.

Автоматизация выполнения данного пункта и подпункта алгоритма может быть выполнена путем формирования строки МС, отражающей положительный результат запроса (см. подпункт 4в1). Для этого достаточно щелкнуть мышью входной поток, отражающий результат запроса, и сформировать строку типа:

<ЕСЛИ запрашиваемые данные из {X} (и {Y}) поступили>

Остальные возможности и ограничения автоматизированного формирования следующей строки МС, начинающейся с оператора <ТО ...>, а также строки типа

< И направить {D} в {X} (и {E} в {Y}) >

совпадают с описанными в комментарии к пункту 3.

4в2. Если же результат запроса окажется отрицательным, т.е. запрашиваемых сведений в наличии не окажется, то возможны, как минимум, два варианта дальнейших действий описываемого процесса:

Направить из этого процесса выходной поток в сторону получателя, ожидающего результат выполнения операции данным процессом, с извещением об отсутствии сведений, необходимых для выполнения заданной операции;

Не направлять никуда никаких сообщений, извещений и ответов.

Для отображения 1-й ситуации следует использовать оператор ИНАЧЕ (размещаемый с новой строки, начинающейся с той же позиции, на которой расположены самые последние ЕСЛИ и ТО), после которого формулируются действия, которые следует выполнить при отсутствии необходимых данных, например, «ИНАЧЕ направить ответ об отсутствии данных о клиенте», а в новой строке, начинающейся с той же позиции, что и самые последние ЕСЛИ, ТО и ИНАЧЕ, разместить оператор КОНЕЦ ЕСЛИ.

Для отображения 2-й ситуации, строку с оператором ИНАЧЕ можно опустить и оставить только строку с оператором КОНЕЦ ЕСЛИ, размещенным начиная с той же позиции, что и самые последние ЕСЛИ и ТО.

Как видно из описания действий, которые следует предпринять в случае отрицательного результата запроса, автоматизация формирования данного фрагмента МС сводится к размещению в указанных позициях для первой ситуации двух строк типа:

<ИНАЧЕ направить ответ об отсутствии данных>

<КОНЕЦ ЕСЛИ>

а для второй ситуации – одной строки с оператором <КОНЕЦ ЕСЛИ>.:



5а. Если никакие другие действия после завершения операций, указанных в пунктах 2 – 4 (включая при необходимости подпункты 4а, 4б, 4в1 и 4в2) выполнять описываемым процессом не требуется, то в новой строке необходимо разместить оператор КОНЕЦ ЕСЛИ, первый символ которого должен размещаться в той же позиции, что и первый символ предпоследнего оператора ЕСЛИ, а в следующей новой строке разместить новый оператор КОНЕЦ ЕСЛИ, первый символ которого должен совпадать с расположением первого символа оператора ЕСЛИ, предшествующего упомянутому последним, и т.д. до аналогичного размещения в новой строке оператора КОНЕЦ ЕСЛИ, соответствующего самому первому оператору ЕСЛИ в данном фрагменте миниспецификации.

Автоматическое формирование данного фрагмента МС, как видно из его описания, еще проще, чем предыдущего.

5б. Если же после завершения всех действий, описанных в предыдущих фрагментах миниспецификации, включая безальтернативные, т.е. завершаемые оператором КОНЕЦ ЕСЛИ без предшествующего ему оператора ИНАЧЕ, невыполнение очередного условия, указанного в строке с предыдущим вложенным ЕСЛИ, требует выполнения процессом каких-либо действий, то в новой строке, начинающейся с оператора ИНАЧЕ, необходимо указать эти альтернативные действия, а в новой строке, начинающейся с той же позиции, что и самый последний оператор ИНАЧЕ, разместить оператор КОНЕЦ ЕСЛИ.

Комментарии о возможностях и ограничениях автоматизированного формирования данного фрагмента МС аналогичны комментарию к пункту 3 с единственным отличием: заменой оператора <ТО> на оператор <ИНАЧЕ>.

6. Проверить наличие других (еще не упомянутых в данной миниспецификации) потоков данных, поступление которых на вход данного процесса также инициирует новые действия. Если такие еще есть, то повторять пункты 1 – 5 («а» или «б») столько раз, сколько таких входных потоков или групп взаимодополняющих потоков еще осталось.

Данный пункт алгоритма, как видно из его описания, в особых комментариях не нуждается.

7. Если после завершения описания миниспецификации в ней оказались не упомянутыми еще какие-то входные или выходные потоки данных, то проверить: действительно ли они нужны для выполнения данным процессом его функций.

Если не нужны, то удалить их.

Если же нужны, то дописать миниспецификацию по правилам 1 – 6 с обязательным упоминанием наименований этих потоков.

8. С целью самопроверки логической завершенности описания миниспецификаций отдельных процессов рекомендуется также проверить равенство суммарного количества операторов ЕСЛИ количеству операторов КОНЕЦ ЕСЛИ для каждого специфицируемого процесса и при обнаружении такого неравенства устранить его путем добавления строк с упущенными операторами КОНЕЦ ЕСЛИ, начинающихся с первых позиций соответствующих им операторов ЕСЛИ.

Автоматизация выполнения пунктов 7 и 8 также не вызывает никаких технических проблем. Более того, она может составлять часть операций по верификации МС, которая, например, в CASE-Аналитике и многих других CASE-системах отсутствует полностью.

В составе операций автоматизированной верификации могут быть реализованы не только процедуры автоматизированного обнаружения, например, входных или выходных потоков данных, не упомянутых в тексте МС. Верификатор можно использовать также в роли советчика или «консультанта-подсказчика», помогающего не только обнаружить ошибки в миниспецификациях, но и исправить их.

Так, например, в случае обнаружения выходных потоков данных, не упомянутых в тексте МС, верификатор может предложить систему подсказок, алгоритм формирования которых можно представить на языке миниспецификаций в следующем виде:



ЕСЛИ в составе выходных потоков специфицируемого процесса имеется такой, имя которого (В) отсутствует в тексте создаваемой МС;
 ТО проверить необходимость в данном потоке
 ЕСЛИ поток В необходим,
 ТО проверить наличие входных потоков на ДПД, являющихся исходными для получения потока В;
 ЕСЛИ на ДПД имеются такие входные потоки,
 ТО дополнить МС упоминанием потока В в пропущенном месте.
 ИНАЧЕ дополнить ДПД новыми входными потоками и перейти в пункт 6 алгоритма автоматизированного формирования МС.
 КОНЕЦ ЕСЛИ
 ИНАЧЕ удалить поток В
 КОНЕЦ ЕСЛИ

КОНЕЦ ЕСЛИ

Что же касается наличия на ДПД таких входных потоков данных, имена которых не упоминаются в тексте МС, то использование рассмотренного алгоритма формирования текстов МС исключает возможность появления ошибок такого типа благодаря пункту 6.

Таким образом, использование даже частичной автоматизации процесса формирования текстов внутренней логики информационных процессов снижает количество возможных ошибок в тексте МС благодаря принудительному исключению многих возможных неточностей текстового описания и напоминаниям об основных процедурах их последовательного формирования. Реализация такой частичной автоматизации возможна в диалоговом режиме, то есть вопросно-ответным методом, логика и последовательность выполнения которого задается приведенным алгоритмом.

Литература

1. Калянов Г.Н. Консалтинг при автоматизации предприятий. Подходы, методы, средства. Серия «Информационные технологии и проектирование информационных систем». – М.: СИНТЕГ, 1997. – 316 с.
2. Куртов Н.Н. Формирование структуры и автоматизированное создание проектных документов с использованием CASE. Аналитика. // Инновационные технологии в кооперативном образовании как фактор развития экономики: Материалы международной научно-практической конференции 22 – 24 апреля 2009 года. В 7 ч. – Белгород: Кооперативное образование, 2009. – Ч. 3. – С. 35-41.
3. Лаврищева Е.М., Петрухин В.А. Методы и средства инженерии программного обеспечения. – М.: МФТИ (ГУ), 2006. – 304 с.
4. Тюгашев А.А. Автоматизация спецификации, верификации и синтеза управляющих программ реального времени с применением логического и алгебраического подходов / А.А. Тюгашев // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2007. – № 7. – С. 46-51.
5. Тюгашев А.А. Визуальный подход к верификации управляющих программ реального времени / А.А. Тюгашев, А.Ю. Богатов, А.В. Шульдин // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва. – 2012. – №1(32). – С. 219-225.

ABOUT THE POSSIBILITIES OF AUTOMATED FORMATION AND VERIFICATION OF THE DESCRIPTION OF INTERNAL LOGIC OF INFORMATION PROCESSES

N. N. KURTOV

*Belgorod University
of Cooperation, Economics
and Law*

*e-mail:
nik.kurtov@yandex.ru*

On example of the developed algorithm of the automated formation of description of internal logic of information processes, analyzed the possibilities and limitations of such automated creation and verification. This analysis is based on similar implementation methods, which used in software tools for verification and editing of data flow diagrams.

Keywords: verification, mini-specification, informational processes, data flow diagrams.