

А. В. Б р е ш е н к о в

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАнных НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ТАБЛИЧНОГО ВИДА

Дана постановка задачи разработки модели методики проектирования реляционных баз данных на основе использования информации табличного вида. Разработана операторная модель преобразования информации табличного вида к реляционной базе данных.

Постановка задачи разработки модели методики. Цель работы — разработка методов проектирования реляционных баз данных (РБД) на основе использования информации табличного вида (ИТВ). Методы решения частных задач преобразования ИТВ в РБД, как правило, связаны между собой и выполняются в логической последовательности, а взаимосвязанные методы, выполняемые в логической последовательности, составляют методику.

В рассматриваемом случае методика — это не только совокупность методов. Отдельные элементы методики (методы) решения частных задач преобразования ИТВ в РБД могут быть использованы для решения конкретных задач. Кроме того, большинству из методов соответствуют частные методики использования их компонентов. Так например, метод нормализации реляционных таблиц включает в себя методы приведения таблиц к четырем нормальным формам и соответственно методику их использования,

В связи с этим не очевидно, в какой последовательности решать поставленные проблемы — сначала разработать методы, а затем предложить методику их использования или наоборот — разработать методику проектирования РБД на основе ИТВ, абстрагируясь от детализации методов, а затем разработать методы в рамках предложенной методики. Оба подхода имеют свои преимущества и недостатки.

Преимущества первого подхода: методы разработаны, и при создании методики речь идет о конкретных, существующих средствах; характеристики методов и соответствующих средств к моменту разработки методики известны и максимально полно могут быть учтены и отражены в методике; состоятельность и количественные характеристики методики могут быть оценены на основе использования реализованных методов.

Недостатки первого подхода: состав необходимых средств и даже методов после их разработки и реализации может оказаться неполным

для обеспечения эффективной методики преобразования ИТВ в РБД; взаимосвязь методов, алгоритмов и средств между собой к моменту их реализации может оказаться неочевидной; последовательность и правильность применения методов для обеспечения эффективного решения проблемы проектирования РБД на основе ИТВ может оказаться недостаточно определенной.

Преимущества второго подхода: анализ проблемы создания системы на ранних этапах ее разработки позволит определить состав не только основных методов и средств, но и вспомогательных средств, которые необходимы для реализации полноценной методики; выявление необходимых связей между методами и средствами на ранних этапах разработки системы позволит свести к минимуму трудоемкость решения этой задачи впоследствии; определение последовательности и правил применения методов и средств, ориентированных на преобразование ИТВ в РБД на ранних этапах разработки системы, позволит свести к минимуму трудоемкость решения этой задачи впоследствии; оценка качественных характеристик человеко-машинной системы до ее реализации позволит исключить принципиальные ошибки в проекте системы; предварительная оценка временных характеристик системы до ее реализации позволит выявить критические места в системе заранее и предпринять необходимые меры.

Недостатки второго подхода: при описании методики проектирования РБД на основе ИТВ о методах, которые задействованы в методике, мало что известно — ведь они еще не разработаны; о характеристиках методов известно мало — необходимые характеристики могут быть получены только на основе экспертных оценок или в результате специальных экспериментов; временные характеристики методов и соответствующих алгоритмов неизвестны и могут быть оценены лишь предположительно.

Из сказанного следует, что большинство достоинств первого подхода к разработке методики проектирования РБД на основе ИТВ, являются недостатками второго подхода и наоборот. В связи с этим оправдано использование обоих подходов. Настоящая работа посвящена разработке первого подхода.

В данном случае речь идет не о полноценной методике, а лишь о ее математической модели. Причем модель должна отражать свойства объекта исследования — методики на ранних этапах ее разработки, позволять выявить концептуальные ошибки в методике, выполнить предварительные оценки ее временных характеристик. Модель должна быть адекватна начальному представлению методики или отражать ее заданные свойства с приемлемой точностью. В связи с этим проведены следующие мероприятия:

- определен состав компонентов методики (методов, алгоритмов, специализированных средств);
- сформированы взаимосвязи между этими компонентами;
- выбран математический аппарат, позволяющий описать методику и исследовать ее характеристики;
- построена адекватная модель методики на основе использования выбранного математического аппарата;
- выполнено исследование динамических свойств методики на основе ее модели;
- созданная модель использована для разработки необходимых методов, алгоритмов и специализированных средств, а также частных и общей методик проектирования РБД на основе ИТВ.

Методика преобразования ИТВ в РБД — это человеко-машинный процесс, поэтому в качестве ее модели оправданно использовать частный случай алгоритмических моделей — имитационные [1]. С точки зрения представления объектов на начальных этапах проектирования методики в ее рамках используются такие понятия, как ИТВ, РБД, разработчик, методы, системы оценок. Причем, эти объекты, как правило, не конкретизируются, а лишь фиксируются факт их наличия, их взаимосвязи, место в системе проектирования, последовательность и правила их использования. Такое представление наиболее близко к системному уровню, а на данном уровне преимущественно применяются модели систем массового обслуживания и сети Петри [1]. На этом основании и с учетом специфики особенностей объекта моделирования в качестве основного математического аппарата для моделирования и предварительного исследования методики преобразования ИТВ в РБД выбран аппарат сетей Петри.

Несмотря на то что большинство объектов методики не предполагается детализировать на ранних этапах разработки, такие объекты, как РБД и ИТВ необходимо рассмотреть более подробно. В связи с этим предложены информационные модели РБД и ИТВ, выполнена оценка их адекватности относительно решаемых задач. В данном случае для анализа адекватности необходимо оценить, представлены ли все принципиальные отличия ИТВ от РБД в их информационных моделях. Это связано с тем, что именно процесс исключения этих различий и представляет собой методику преобразования ИТВ к РБД. Отличия моделей ИТВ от моделей РБД следующие:

- в ИТВ таблицы нереляционные;
- в ИТВ таблицы ненормализованные;
- в таблицах ИТВ отсутствуют ключевые поля;
- таблицы ИТВ не связаны между собой.

Различия моделей ИТВ и РБД закладывают в методику преобразования ИТВ в РБД, определяют необходимый состав методов и средств решения частных задач преобразования.

Автором разработаны модели РБД и ИТВ и доказана их адекватность. Модели позволили построить целевые функции, одна из них имеет вид:

$$((\min(j) \wedge \dots \wedge \min(i) \wedge \dots \wedge \min(t)) \dots \wedge \dots \\ \dots \wedge \dots ((\min(m) \wedge \dots \wedge \min(k) \wedge \dots \wedge \min(r))),$$

где j — число подзаголовков 1-го уровня первого заголовка; t — число подзаголовков 1-го уровня последнего заголовка; m — число подзаголовков 2-го уровня первого подзаголовка заголовка 1-го уровня; r — число подзаголовков 2-го уровня последнего подзаголовка заголовка 1-го уровня.

Другими словами, число подзаголовков 1-го и 2-го уровней нужно минимизировать или совсем от них избавиться. Тогда будет реализована первая нормальная форма — атрибуты реляционной таблицы должны быть атомарными.

Реализована следующая процедура построения модели методики проектирования РБД на основе использования ИТВ.

На первом этапе по аналогии с описанием процесса взаимодействия решающих систем, используя отличительные особенности ИТВ и РБД, в операторной форме описываются отдельные шаги преобразования ИТВ в РБД, формируются связи между ними, определяются правила и порядок их использования [2]. Такое описание разработано в целях выявления основных компонентов разрабатываемой человеко-машинной системы, основных связей между ними, построения модели методики их использования. В дальнейшем оно будет использовано для разработки формальных моделей интерактивных процессов проектирования РБД на основе ИТВ. Под оператором, согласно определению, понимается отображение $OP: X \rightarrow Y$, в котором множества X и Y являются множествами функций с элементами $x(t)$ и $y(t)$. Формально факт преобразования функции $x(t)$ в функцию $y(t)$ посредством выполнения оператора OP записывается следующим образом: $y(t) = OP(x(t))$ [3].

На втором этапе операторная модель используется в качестве исходной формализации для разработки модели методики, построенной на основе аппарата сетей Петри, и формируется соответствующая сеть.

На третьем этапе с помощью аппарата сетей Петри выявляются и исключаются дефекты модели, а следовательно, исключаются дефекты объекта моделирования. В конечном итоге строится сетевая модель

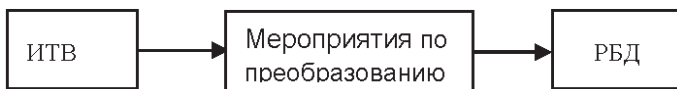


Рис. 1. Схема процесса преобразования ИТВ в РБД

методики, свободная от концептуальных ошибок, а значит, адекватная объекту моделирования (методике).

На четвертом этапе с помощью деревьев достижимости анализируются динамические свойства методики при нулевых задержках срабатывания переходов сети.

Операторная модель преобразования информации табличного вида в реляционные базы данных. На начальном уровне абстрагирования от большинства компонентов человеко-машинной системы схема процесса преобразования ИТВ в РБД показана на рис. 1.

В связи с тем, что, как известно, БД всегда проектируются при активном участии разработчика с применением соответствующих автоматизированных средств, то при проведении мероприятий по преобразованию ИТВ в БД разработчик тем более необходим. В связи с этим схема, приведенная на рис. 1, видоизменяется и принимает вид, показанный на рис. 2.

Такая схема предполагает необходимость человеко-машинных методов и средств, т.е. средств автоматизированного проектирования РБД на основе ИТВ.

В связи с этим необходимо разработать методы и средства, которые позволят разработчику активно участвовать в процессе проектирования РБД на основе ИТВ; автоматически решать все формализуемые задачи проектирования; с наибольшей эффективностью использовать теоретические положения проектирования РБД; с наибольшей эффективностью использовать известные инструментальные средства проектирования РБД.

Введем оператор преобразования ИТВ в РБД — ОП. Результатом применения этого оператора является модель РБД, отвечающая требованиям непротиворечивости, минимальности и целостности. К числу операндов оператора ОП, в первую очередь, относится модель ИТВ.



Рис. 2. Модифицированная схема процесса преобразования ИТВ в РБД

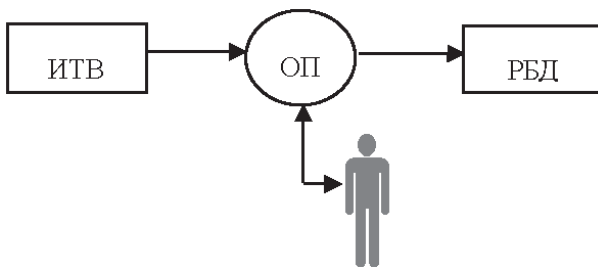


Рис. 3. Операторная модель преобразования ИТВ

Схема преобразования модели ИТВ в модель РБД (или операторная модель преобразования) показана на рис. 3.

В операторной форме преобразование ИТВ к РБД выглядит следующим образом: $РБД = ОП(ИТВ)$.

Между разработчиком и ОП имеется двухсторонняя связь. Это свидетельствует о том, что в качестве второго операнда ОП используется модель поведения разработчика в процессе преобразования ИТВ в РБД. С другой стороны, в качестве результата применения ОП формируется не только модель РБД, но и совокупность данных, позволяющих разработчику принимать решения в соответствии со своей моделью поведения.

Таким образом, для принятия решения разработчиком о применении средств оператора ОП необходима система оценок (СО) качества преобразования ИТВ, а для реализации императив (указаний) необходим набор действий разработчика, который оператор ОП реализует (ОПР), и схема, показанная на рис. 3, примет вид схемы, приведенной на рис. 4.

Разработчик на основе СО принимает и выполняет решение ОПР по поводу использования ОП, поэтому логично предположить, что и сам оператор итерационно выполняется на основе анализа СО. Учитывая это и исключая из схемы изображение человека (теперь он представлен СО и ОПР), получаем операторную модель преобразования ИТВ (рис. 5).

На этом этапе представления операторной модели преобразования можно сформулировать основные задачи исследования и разработки.

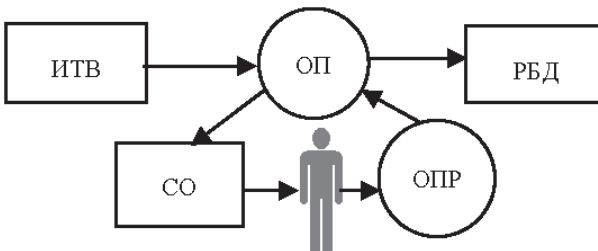


Рис. 4. Модифицированная операторная модель преобразования ИТВ

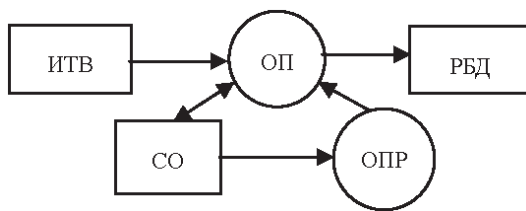


Рис. 5. Операторная модель преобразования ИТВ (вторая модификация)

Необходимо выполнить следующее:

- оценить полноту модели ИТВ относительно достаточности данных для выполнения ОП и ОПР;
- оценить полноту модели РБД относительно достаточности данных для выполнения ОП и ОПР;
- разработать методы и средства выполнения ОП и ОПР;
- разработать СО.

При этом названные мероприятия необходимо проводить в комплексе, так как СО, ОП и ОПР непосредственно зависят от ИТВ и РБД и наоборот.

Сделаем попытку разработки СО, ОП и ОПР моделей ИТВ и РБД.

У ИТВ и РБД одна и та же предметная область. Это может помочь при выполнении ОП в том случае, если одни и те же объекты (таблицы, поля) в рамках модели ИТВ называются одинаково, тем более это поможет при выполнении ОПР.

И в ИТВ и в РБД представлено множество таблиц. Это, в конечном итоге, и определяет возможность реализации ОП и ОПР. Для выполнения ОП и ОПР необходима СО, которая позволит оценить ИТВ, а также результат преобразования РБД. Поэтому модель примет вид, показанный на рис. 6.

Как видно на рисунке, в модель добавился блок СП — система преобразований, назначенных разработчиком. Блок введен в связи с реальным положением дел и в соответствии с правилами операторной формы. Теперь можно записать: $РБД = ОП(ИТВ, СО, СП)$; $СП = ОПР(СО)$.

Для последовательного развертывания операторной модели необходимо рассмотреть все возможные сочетания пунктов несоответствия

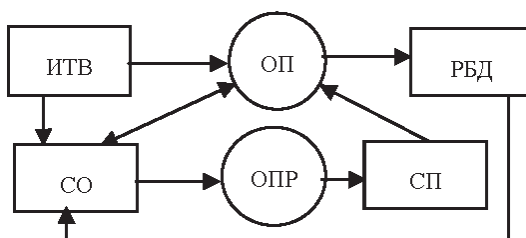


Рис. 6. Операторная модель преобразования ИТВ (третья модификация)

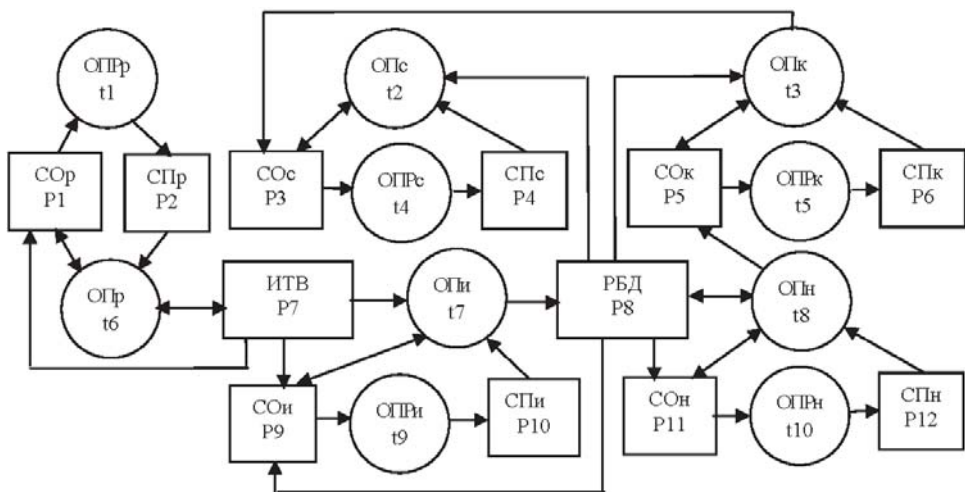


Рис. 7. Окончательная операторная модель преобразования ИТВ в РБД

модели ИТВ и модели РБД: в ИТВ нереляционные таблицы; в ИТВ ненормализованные таблицы; в ИТВ отсутствуют ключевые поля; таблицы ИТВ не связаны между собой. Соответствующие индексы в операторах модели – “р”, “н”, “к”, “с”. Индекс “и” используется для оператора импортирования, который задействован при любом сочетании.

Таким образом, принято 16 вариантов возможных сочетаний несоответствия моделей ИТВ и РБД (детальное рассмотрение вариантов выходит за рамки статьи). Строго говоря, возможных вариантов гораздо больше. Если учесть, что существуют четыре нормальные формы и четыре типа связей между таблицами, два требования к ключевым полям и несколько требований к реляционным таблицам, то приходится отследить как минимум 1 048 576 сочетаний. Это нереально, и поэтому в первом приближении считается, что процессам нормализации, назначению ключевых полей и назначению связей между таблицами соответствует по одному оператору. В результате чего построена операторная модель (рис. 7)

РБД = ОПи (ОПр (ИТВ, СОр, ОПР(СОр)), СОи, ОПРи(СОи), ОПн (РБД, СОн, ОПРн (СОн)), ОПк (РБД, СОк, ОПРк (СОк)), ОПс (РБД, СОс, ОПРс (СОс)),

которая отражает методику проектирования РБД на основе использования ИТВ. С другой стороны, она позволяет сделать заключение о необходимом составе операторов преобразования реализуемых программными средствами (ОП), операторов преобразования, реализуемых разработчиком (ОПр), систем оценки текущего состояния дел в процессе преобразования (СО), систем преобразований, назначаемых разработчиком (СП). Из анализа рис. 7 можно сделать вывод о минимальном составе операторов, которые необходимо реализовать в виде

автоматизированных средств, алгоритмов и методов для обеспечения методики проектирования РБД на основе ИТВ. К ним относятся следующие операторы:

$OP = \{OP_r, OP_i, OP_n, OP_k, OP_c\}$; $OPR = \{OPR_r, OPR_i, OPR_n, OPR_k, OPR_c\}$; $CO = \{CO_r, CO_i, CO_n, CO_k, CO_c\}$; $СП = \{СП_r, СП_i, СП_n, СП_k, СП_c\}$.

Как следует из сказанного ранее об этапах нормализации, для назначения ключевых полей и формирования связей между таблицами, необходимо реализовать еще ряд следующих операторов:

$OP_n = \{OP_{n1}, OP_{n2}, OP_{n3}, OP_{n4}\}$; $OPR_n = \{OPR_{n1}, OPR_{n2}, OPR_{n3}, OPR_{n4}\}$; $CO_n = \{CO_{n1}, CO_{n2}, CO_{n3}, CO_{n4}\}$; $СП_n = \{СП_{n1}, СП_{n2}, СП_{n3}, СП_{n4}\}$; $OP_c = \{OP_{c1}, OP_{c2}, OP_{c3}, OP_{c4}\}$; $OPR_c = \{OPR_{c1}, OPR_{c2}, OPR_{c3}, OPR_{c4}\}$; $CO_c = \{CO_{c1}, CO_{c2}, CO_{c3}, CO_{c4}\}$; $СП_c = \{СП_{c1}, СП_{c2}, СП_{c3}, СП_{c4}\}$.

До разработки операторной модели преобразования ИТВ в РБД методика преобразования представлялась интуитивно. Реализация методов, алгоритмов и средств преобразования ИТВ в РБД на основе интуитивной методики чревата ошибками по трем причинам. Во-первых, последовательность использования разрабатываемых методов должна быть регламентированной, а не произвольной. Во-вторых, взаимосвязь между компонентами системы преобразования при интуитивном представлении методики и ее вербальном описании не очевидна. В третьих, затруднительно в полном объеме определить состав необходимых компонентов системы преобразования.

Построенная операторная модель имеет ценное качество. Она может быть использована для исследования характеристик системы преобразования до ее реализации, для исключения принципиальных ошибок в системе на начальных этапах ее реализации. Для достижения этих целей оправдано использование математического аппарата, который ориентирован на решение названных задач, в частности, аппарата сетей Петри [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н о р е н к о в И. П., М а н и ч е в В. Б. Системы автоматизированного проектирования электронной и вычислительной аппаратуры. – М.: Высш. шк., 1983. – 272 с.
2. Б а л л Г. А. Система понятий для описания приложений интеллекта // Кибернетика. – 1979. – № 2. – С. 109–113.
3. К о р ш у н о в Ю. М. Математические основы кибернетики. – М.: Энергия, 1980. – 424 с.
4. Б р е ш е н к о в А. В. Методы решения задач проектирования реляционных баз данных на основе использования существующей информации табличного вида. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 154 с.

5. Балдин А. В., Брешенков А. В. Анализ проблемы проектирования реляционных баз данных на основе использования информации таблично-го вида и разработка модели методики проектирования. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 150 с.

Статья поступила в редакцию 23.01.2007



Александр Владимирович Брешенков родился в 1955 г., окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1982 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры “Компьютерные системы, комплексы и сети” МГТУ им.Н.Э. Баумана. Автор 70 научных работ в области САПР ЭВМ и баз данных.

A.V. Breshenkov (b. 1955) graduated from the Bauman Moscow Higher Technical School in 1982. D. Sc. (Eng.), assoc. professor of "Computer Systems, Complexes and Networks" department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of 70 publications in the field of systems of automated design and data bases.

УДК 681.323

Ле Куанг Минь, А. С. Романовский

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ОТКАЗОВ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Проанализирована эффективность применения методов активной защиты от отказов в управляющих иерархических вычислительных системах реального времени. Получены выражения для вероятности безотказной работы системы с различными конфигурациями. Даны рекомендации по построению отказоустойчивых вычислительных систем.

При построении централизованных систем управления, связи и сбора информации большое распространение получили иерархические вычислительные системы (ИВС). Системы этого класса широко применяются в качестве управляющих вычислительных комплексов в различных областях техники.

В монографии [1] рассмотрены основы анализа и синтеза отказоустойчивых ВС реального времени на основе активной защиты (АЗ) от отказов, а также теоретические основы, идеи и методы АЗ от отказов модульных ВС. Активная защита необходима для достижения требуемого уровня отказоустойчивости ИВС в условиях незначительного резерва времени и ограниченной эффективности средств обнаружения неисправностей при условии, что объем резервного оборудования не