

## Методика проектирования реляционных баз данных

© А.В. Брешенков

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*Рассмотрена методика проектирования баз данных, в рамках которой разработчик отталкивается от реальных данных, что позволяет формализовать процесс проектирования баз данных.*

**Ключевые слова:** методика, реляционные базы данных, реляционные модели, схемы отношений, реальные данные.

Сегодня трудно переоценить значение информации и информационных систем. Особое место в составе информационных систем принадлежит базам данных (БД). В настоящее время практически во всех областях человеческой деятельности используются БД. При этом потребность в них и в системах управления базами данных (СУБД) постоянно растет.

К числу наиболее распространенных моделей построения БД относятся реляционные модели данных (РМД). Достоинства реляционной модели обусловили проведение исследований в области теории проектирования реляционных БД (РБД), а также практические разработки в области инструментальных средств, ориентированных на их создание. Среди них можно назвать работы Е.Ф. Кодда [1–5], К.Дж. Дейта [6], Д.Г. Мейера [7], Дж. Хансена [8], Дж. Ульмана [9–10], Р.Р. Чена [11], Р. Стивенса, Р. Плю [12], И.А. Харитоновой, В.Д. Михеевой [13], Ю.А. Григорьева, Г.И. Ревункова [14], В.П. Дрибаса [15], Т.С. Карповой [16] и других.

РБД создаются в соответствии с предложенными теоретиками реляционного подхода этапами проектирования, модели РБД строятся в соответствии с требованиями к реляционным моделям данных, реляционные таблицы (РТ) проектируются с учетом требований нормализации. Существующая методология проектирования РБД позволяет разработчику обоснованно назначить ключевые и индексные поля, сформировать связи между таблицами обеспечить безопасность данных и выполнить много полезных мероприятий, по разработке высококачественных программных систем.

Однако даже основоположники РМД, в частности К.Дж. Дейт, признают, что традиционная теория проектирования РБД пока далека от совершенства, а «проектирование БД – это скорее искусство, чем наука» [6]. Более того, он говорит, что формализовать решения проектных задач пока не удастся. Это связано с тем, что проектные решения принимаются исходя из анализа предполагаемых схем отно-

шений без учета реальных данных. Под схемой отношения понимается состав атрибутов отношения. Например, Схема отношения Сотрудник может быть представлена следующим образом: Сотрудник = (Табельный номер, Фамилия, Имя, Отчество, Должность, Ученая степень, ... , Дата вступления в должность). Реальные отношения могут содержать сотни атрибутов.

С одной стороны, не зная содержимого таблиц, а только отталкиваясь от их схемы отношения, далеко не всегда можно сделать правильный и оптимальный выбор ключевых полей, выявить функциональные зависимости, решить вопросы нормализации, обоснованно сформировать связи между таблицами, ведь все эти вопросы решаются неформально на основе предполагаемого содержимого таблиц с данными, которых еще нет. С другой стороны, большая часть информации, в том числе и информация табличного вида (ИТВ), находится вне баз данных и даже вне ЭВМ.

Комплексное использование новых методов решения задач при проектировании РБД на основе использования существующей ИТВ и интерактивное взаимодействие разработчика и средств проектирования, ориентированное на оперативное решение проектных задач, позволит организовать проектирование на качественно новом уровне. Конечно же, не следует отказываться от традиционной методологии проектирования РБД. Возможность принятия концептуальных решений на ранних этапах проектирования БД, которую предоставляет традиционная методологии, – мощный инструмент создания целостных, непротиворечивых и избыточных систем.

Но использование этой методологии в неизменном виде оправданно лишь тогда, когда данных еще нет и, соответственно, нет возможности их анализа и принятия наилучшего решения. Когда же заполненные таблицы уже существуют, просто неразумно не воспользоваться этим фактом и проектировать БД на основе анализа имеющейся информации, что позволит формализовать решение задач проектирования РБД. В связи с этим и возникает проблема теоретических и практических разработок, ориентированных на разработку подхода проектирования РБД на основе существующих и заполненных таблиц ИТВ [17, 18].

Применение методов и автоматизированных средств проектирования РБД с использованием существующих ИТВ позволит, с одной стороны, свести к минимуму недостатки современной теории, которая вынуждена отталкиваться от гипотетических данных, а с другой – в случае необходимости выполнить эффективное преобразование ИТВ в РБД.

Существующие средства импорта данных в БД из других приложений обеспечивают приемлемый результат только тогда, когда исходные таблицы удовлетворяют требованиям к РТ, но они практиче-

ски не позволяют решать задачи нормализации и организации связей между таблицами. Проблема заключается в отсутствии методики и инструментальных средств проектирования РБД на основе существующих ИТВ.

Предмет настоящего исследования – модели, методы, алгоритмы и методики принятия решений в ходе выполнения проектных процедур при разработке РБД на основе ИТВ.

Целью и основными задачами проводимых исследований и разработок являются повышение оперативности и эффективности проектирования целостных, непротиворечивых, неизбыточных РБД путем создания методики проектирования РБД с использованием ИТВ.

В соответствии с поставленной целью решаются следующие задачи:

- системный анализ традиционных методов и моделей, применяемых при проектировании РБД в условиях использования ИТВ;
- разработка моделей ИТВ и РБД, моделей таблиц ИТВ и РТ;
- определение состава методов для обеспечения эффективного решения проблем проектирования РБД на основе ИТВ;
- разработка операторной и сетевой моделей преобразования ИТВ в РБД для формализованного описания методики;
- исследование методики преобразования ИТВ в РБД на основе использования сетевой модели, соответствующей операторной модели;
- разработка метода преобразования таблиц ИТВ в РТ;
- разработка метода назначения ключевых полей в заполненных таблицах ИТВ;
- разработка метода приведения заполненных РТ к нормальным формам;
- разработка метода выявления и формирования всех типов связей между заполненными РТ;
- программная реализация компонентов системы и ее исследование.

Проведенный анализ современной методологии проектирования РБД позволил выделить четыре основных этапа проектирования: формулировка и анализ требований, концептуальное проектирование, датологическое проектирование и физическое проектирование. Кратко рассмотрим эти этапы в рамках разрабатываемой методики.

*Формулировка и анализ требований* связаны с определением сферы применения БД, сбором информации об использовании данных, выделением информационных потоков, определением семантики, экспертированием, формулированием целей разработки. Этот этап заканчивается техническим заданием на БД. При наличии ИТВ техническое задание в значительной степени уже сформулировано: определен состав данных, их семантика, имеются сведения об информационных потоках и использовании данных.

*Концептуальное (инфологическое) проектирование* посвящено построению модели предметной области на основе применения теории РБД с использованием РМД. Именно на этом этапе реляционный подход к проектированию РБД проявляет себя в полной мере. Он позволяет выявлять концептуальные ошибки в проекте РБД, закладывать эффективные решения на ранних этапах ее разработки. Кроме того, именно на этом этапе в наибольшей мере проявляется специфика методики проектирования РБД на основе ИТВ.

*Датологическое проектирование* связано с построением модели данных на основе инфологической модели, причем в качестве модели данных используются сами данные. На этом этапе, как и на предыдущем, проверяется адекватность модели, ее непротиворечивость и расширяемость. В работе [19] показано, что при проектировании РБД на основе ИТВ достигается слияние инфологического и датологического этапов проектирования.

*Физическое проектирование* позволяет привязать датологическую модель к среде хранения. В его процессе осуществляется выбор носителя данных, внутренних форматов их хранения, методов доступа к данным и методов сжатия данных. Этот этап мало связан с моделью данных и практически не зависит от того, использовались ли ИТВ при проектировании РБД или нет.

Далее рассмотрим РМД с учетом разрабатываемой методики. Основное понятие РМД – отношение, представляющее собой подмножество декартового произведения доменов  $D_1, D_2, \dots, D_k$  вида:

$$D = D_1 \times D_2 \times \dots \times D_k,$$

где  $D_1 = (d_{11}, d_{12}, \dots, d_{1i}, \dots, d_{1m1})$ ;  $D_2 = (d_{21}, d_{22}, \dots, d_{2i}, \dots, d_{2m2})$ ;  $D_k = (d_{k1}, d_{k2}, \dots, d_{ki}, \dots, d_{kmn})$ .

Домен – множество элементов, типы которых могут не совпадать.

Отношение  $R: R \subseteq D = D_1 \times D_2 \times \dots \times D_k$ .

Ближайший аналог отношения – таблица. Атрибутам отношения соответствуют заголовки столбцов, а телу – содержимое таблицы. Заголовки называют схемой отношения. Основные свойства отношения следующие:

- каждая строка представляет собой кортеж из  $k$  значений;
- каждый кортеж содержит точно одно значение (соответствующего типа) для каждого атрибута;
- порядок столбцов фиксирован  $(1, 2, \dots, k)$ ;
- порядок строк произволен;
- любые две строки различаются хотя бы одним элементом.

На основе этих требований можно судить о некоторых проблемах представления данных в виде РТ в процессе традиционного инфологического проектирования БД, в частности:

- из-за отсутствия реальных данных неочевиден выбор атрибута или атрибутов, которые обеспечили бы уникальность записей. Этот выбор субъективен и далеко не всегда лучший. Использование ИТВ для назначения соответствующих атрибутов позволяет этот процесс формализовать и добиться наилучшего решения;

- назначение типа для каждого атрибута также субъективно и впоследствии при заполнении таблиц данными может оказаться неверным. Назначение типа атрибутов в ИТВ формализуется, так как основывается не на опыте и интуиции разработчика, а на анализе реальных данных.

Рассмотрим концепцию функциональной зависимости. Пусть  $R$  является отношением, а  $X$  и  $Y$  – произвольными подмножествами множества атрибутов отношения  $R$ . Тогда  $Y$  функционально зависит от  $X$ ,  $X \rightarrow Y$ , когда для любого допустимого значения переменной отношения  $R$  каждое значение множества  $X$  отношения  $R$  связано точно с одним значением множества  $Y$  отношения  $R$ .

Анализ функциональной зависимости и мнений экспертов позволил сделать следующие выводы: единственный способ определения функциональных зависимостей для схемы отношения заключается в том, чтобы внимательно проанализировать семантику атрибутов. В этом смысле зависимости являются фактически высказываниями о реальном мире. Они не могут быть доказаны [6].

Таким образом, при традиционном проектировании РБД выявление функциональных зависимостей – процесс трудоемкий и субъективно зависимый. Вероятность необнаружения всех функциональных зависимостей при анализе «вручную» велика. А невыявленные функциональные зависимости могут сказаться на качественных характеристиках проектируемой РБД, ее целостности, непротиворечивости, избыточности.

Процесс выявления функциональных зависимостей на основе имеющихся данных подлежит формализации, что позволяет свести к минимуму не выявленные функциональные зависимости, существенно ускорить процесс проектирования РБД.

Рассмотрим принципы нормализации отношений в рамках предлагаемого подхода. Нормализация – аппарат ограничений на формирование отношений. Он позволяет устранить дублирование, обеспечивает непротиворечивость хранимых данных, уменьшает затраты на ведение БД. Анализ принципов нормализации и мнений экспертов позволил сделать следующие выводы:

- принципы нормализации при традиционном проектировании РБД являются не более и не менее чем соображениями здравого смысла, записанными в формальном виде;

- попытка формализации процесса выявления и исключения транзитивных и множественных зависимостей на базе анализа только

схемы отношения вряд ли может быть успешной. Это связано с тем, что даже профессиональный разработчик далеко не всегда может сформулировать критерии зависимостей для конкретного отношения, опираясь только на схему отношения. В случае наличия реальных данных в таблицах ИТВ выявление и исключение зависимостей можно автоматизировать и выполнить нормализацию данных в полном объеме.

Рассмотрим вопросы семантического моделирования данных. В процессе семантического моделирования используются понятия сущностей и связей между ними. При отсутствии реальных данных не очевидны участники связей и их типы. Из контекста ИТВ можно автоматически не только выявить реальные связи, но и определить их типы.

Таким образом, в результате анализа положений традиционной теории проектирования РБД сделаны выводы о том, что, несмотря на несомненные достоинства, большинство ее проектных процедур не формализуются, проектные решения субъективны и не гарантируют выбора лучшего варианта. При наличии ИТВ проектные решения базируются на анализе реальных данных, что обеспечивает возможность автоматизированного выбора наилучшего варианта.

ИТВ обладает следующими свойствами:

- в ней могут отсутствовать разделители строк и столбцов; элементы данных могут размещаться в нескольких строках;
- типы данных одноименного столбца могут различаться;
- заголовки ИТВ могут включать подзаголовки и размещаются внутри таблицы.

Анализ мотивов разработки нового подхода к проектированию РБД позволил сделать следующие выводы:

- с точки зрения потребителей ИТВ, мотивами ее преобразования в РБД являются потребность использования преимуществ РБД, необходимость внедрения в существующие реляционные базы данных из ИТВ;
- с точки зрения создателей методов преобразования ИТВ в РБД, мотивами их разработки являются сформулированные в статье отличия ИТВ от РБД.

В [21] введены формализованные понятия РБД и ИТВ.

Укрупненную модель РБД можно представить в следующем виде:

$$T = (T_1, T_2, \dots, T_i, \dots, T_k),$$

где  $T_i$  –  $i$ -я реляционная нормализованная таблица БД;  $k$  – число таблиц в БД.

$$T_i = (K_i, \Pi_{i1}, \Pi_{i2}, \dots, \Pi_{ij}, \dots, \Pi_{in})$$

( $K_i$  – ключевое поле  $i$ -й таблицы;  $\Pi_{ij}$  –  $j$ -е поле  $i$ -й таблицы;  $n$  – число неключевых полей).

Укрупненную модель данных табличного вида можно представить следующим образом:

$$NT = (NT_1, NT_2, \dots, NT_i, \dots, NT_q),$$

где  $q$  – число таблиц в наборе;  $NT_i$  –  $i$ -я нереляционная, ненормализованная таблица набора,

$$NT_1 = (\Pi_{i1}, \Pi_{i2}, \dots, \Pi_{ij}, \dots, \Pi_{in}),$$

( $\Pi_{ij}$  –  $j$ -е поле  $i$ -й таблицы;  $n$  – количество полей в таблице).

По сути, проблема проектирования заключается в преобразовании модели ИТВ в модель РБД. Несмотря на сходство представленной укрупненной модели ИТВ и укрупненной модели РБД, очевидны их существенные различия, в частности  $NT_i$ , в отличие от  $T_i$ , – нереляционные, ненормализованные таблицы, не содержат ключевые поля.

Этих отличий, даже выявленных на базе укрупненных моделей, достаточно для того, чтобы сформулировать проблемы преобразования.

Выполним анализ проблем разработки подхода к проектированию.

1. Проблема приведения таблиц ИТВ к реляционному виду.

1.1.  $R = (A_1, \dots, A_i, \dots, A_k)$ ,  $i = \overline{1, k}$ , где  $k$  – степень отношения  $R$ ;  $A_i$  – атрибут отношения.  $A_i = \{e_{i_1}, \dots, e_{i_j}, \dots, e_{i_n}\}$ ,  $j = \overline{1, n}$ ,  $n$  – мощность отношения;  $e_{i_j}$  –  $j$ -й элемент атрибута  $A_i$ .

Необходимо обеспечить выполнение условия:  $\left( \left| e_{i_j} \right| = 0 \right) \vee \left( \left| e_{i_j} \right| = 1 \right)$ .

1.2. Для всех атрибутов нужно обеспечить выполнение условия:  $T(e_{i_1}) = \dots = T(e_{i_j}) = \dots = T(e_{i_n})$ ,  $j = \overline{1, n}$ ;  $T(e_{i_j})$  – тип  $j$ -го элемента атрибута  $A_i$ .

1.3. Каждый столбец должен иметь уникальное имя:

$$A_1 \neq \dots \neq A_i \neq \dots \neq A_k, i = \overline{1, k},$$

где  $k$  – степень отношения.

1.4. Необходимо исключить дублирование записей.

$$S_1 \neq \dots \neq S_i \neq \dots \neq S_n, i = \overline{1, n},$$

где  $S_i$  –  $i$ -я запись;

$$S_i = (e_{i_1}, \dots, e_{i_j}, \dots, e_{i_k}), j = \overline{1, k}.$$

2. Проблема нормализации заполненных таблиц ИТВ.

$$R = (K_1, \dots, K_m, \dots, K_n, A_1, \dots, A_i, \dots, A_j, \dots, A_k), \quad m = \overline{1, n}, \quad i = \overline{1, k},$$

где  $K_m$  – атрибут, входящий в сложный ключ;  $A_i$  – неключевой атрибут.

Необходимо обеспечить

$$2.1. \left( |A_{i_{j_i}}| = \emptyset \right) \wedge \left( |A_{i_j}| = \emptyset \right).$$

$$2.2. \neg((K_m \rightarrow A_i) \vee \dots \vee (K_m \rightarrow A_j)).$$

$$2.3. \neg((A_i \rightarrow A_j) \vee \dots \vee (A_n \rightarrow A_m)).$$

$$2.4. \neg((A_i \rightarrow A_j) \wedge (A_n \rightarrow A_m)).$$

3. Проблема назначения ключевых полей в таблицах ИТВ.

$$R = (A_1, \dots, A_i, \dots, A_k), \quad i = \overline{1, k},$$

где  $A_i$  – множество атрибутов отношения.

$$A_i = \{e_{i_1}, \dots, e_{i_j}, \dots, e_{i_n}\}, \quad j = \overline{1, n}.$$

Необходимо найти такой атрибут  $A_i$ , чтобы обеспечилась истинность выражения:  $e_{i_1} \neq \dots \neq e_{i_j} \neq \dots \neq e_{i_n}$ .

4. Проблема выявления связей между таблицами ИТВ. Необходимое условие наличия связи между отношениями  $A$  и  $B$

$$(\forall b_{pj})(\overline{b_{pj} \in Z(B_j)})(\overline{Ea_{ri}})(\overline{a_{ri} \in Z(A_i)})(\overline{b_{pj} = a_{ri}}), \\ p = \overline{1, q}, \quad j = \overline{1, k}, \quad r = \overline{1, m}, \quad i = \overline{1, n},$$

где  $q$  – степень отношения  $B$ ;  $k$  – мощность отношения  $B$ ;  $m$  – степень отношения  $A$ ;  $n$  – мощность отношения  $A$ ;  $Z(B_j)$  – значения атрибута  $B_j$ ;  $Z(A_i)$  – значения атрибута  $A_i$ .

В результате анализа применимости современных разработок для решения сформулированных проблем сделаны выводы:

- отдельные положения современной методологии построения реляционных БД могут быть использованы при разработке методов и средств преобразования ИТВ в таблицы РБД. Однако необходима разработка новых методов и методик их использования, учитывающих преимущества наличия реальных данных, а также их специфику;

- существующие практические разработки могут быть использованы для решения отдельных задач преобразования небольших по объему ИТВ в РБД. При этом нужны программные средства, позволяющие решать задачи проектирования РБД на основе ИТВ любых объемов.

Важно отметить, что разрабатываемые методы и методики – человеко-машинные. Это обусловлено тем, что в большинстве случаев



в процессе выполнения манипуляций по проектированию БД разработчику необходимо принимать решения по выбору дальнейшей последовательности действий. Человеко-машинный подход имеет существенную положительную сторону – при проектировании БД используется опыт и творческий потенциал разработчика.

Вопросам человеко-машинного (автоматизированного) проектирования БД посвящен ряд работ, в частности [20–23]. Однако в них речь идет о проектировании БД с нуля, когда таблиц еще нет и, соответственно, они не заполнены. В указанных работах предлагаются методы формального описания предметной области и автоматического построения на основе этих описаний структур таблиц БД и связей между ними. К сожалению, данный подход в рассматриваемом случае практически неприемлем. Описание предметной области на логическом уровне, конечно, возможно. Но автоматизированное построение таблиц, полученное на основе этого описания, скорее всего, не приведет к датологической модели, соответствующей заполняемым таблицам. Правда, не исключено, что удастся разработать и реализовать методы и методики автоматизированного заполнения полученной датологической модели данными из таблиц с информацией. Но это является предметом отдельных исследований и выходит за рамки данной работы.

Однако следует отметить, что имеются общие закономерности автоматизированного проектирования, которые изложены в работах [24–26] и которые, конечно, следует учитывать при разработке специфических автоматизированных методов решения проектных задач в ходе разработки РБД.

Необходимо обратить внимание на то, что актуальной является задача разработки нормативного подхода, в которой методологические знания выступают в форме предписаний и норм, фиксирующих содержание и последовательность определенных видов деятельности.

По результатам данной работы и работ [27–29] сделаны следующие выводы:

- традиционная теория проектирования РБД пока далека от совершенства, а «проектирование БД – это скорее искусство, чем наука» [6];
- в случае, если имеется ИТВ, возможна формализация проектных процедур и получение проектных решений, обладающих лучшими характеристиками;
- методика проектирования РБД на основе существующей ИТВ должна органично сочетаться с проверенной годами традиционной методологией проектирования РБД;
- ИТВ представляет собой информацию, которая интерпретируется заинтересованными в ней людьми двумерными таблицами, а они не удовлетворяют требованиям к РТ;

- с точки зрения потребителей ИТВ, мотивами преобразования ИТВ в РБД являются потребности использования сформулированных преимуществ РБД, а также внедрение в существующие БД данных из ИТВ;

- с точки зрения разработчиков методов преобразования ИТВ в РБД, мотивами их разработки являются сформулированные отличия ИТВ от РБД;

- для проектирования РБД на основе использования заполненных таблиц ИТВ необходимо решить следующие задачи: приведение ИТВ к реляционному виду, а полученных таблиц – к нормальным формам; назначение в заполненных таблицах ключевых полей; выявление и формирование всех типов связей между существующими, заполненными таблицами; объединение и разбиение таблиц;

- современная методология проектирования РБД может быть использована для их проектирования на основе ИТВ только для решения частных задач;

- комплексная методология проектирования РБД на основе ИТВ в настоящее время не разработана;

- современные практические разработки в области экспорта, импорта, репликации, нормализации реляционных таблиц могут быть использованы в процессе проектирования РБД на основе ИТВ только для решения частных задач.

Суть разрабатываемой методики проектирования РБД состоит в автоматизированном приведении таблиц данных, соответствующих предложенной модели ИТВ, к таблицам РБД, отвечающим условиям нормализации и всем другим требованиям к РБД, которые сформулированы в этой и других работах [17–23, 27–29]).

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Codd E.F. Data Base Sublanguage Founded on the relational Calculus. *Proc. 1971 ACM SIGFIDET Workshop on data description, Access and Control.* – San Diego, 1971. nov.
- [2] Codd E.F. A relational model data for larger shared data banks. *Comm; ACM*, 1970, vol. 13, № 6, pp. 377–387.
- [3] Codd E.F. Further normalization of the database relational model, in data base systems. *Prentice Hall*, Endlewood Cliffs, NJ, 1972.
- [4] Codd E.F. Recent Investigations into Relational data Base eystems. *Proc IFIP Congress*. Stockholm, 1974.
- [5] Codd E.F. *The Relational Model for database Management Version 2*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1990.
- [6] Дейт К., Дж. *Введение в системы баз данных*. 8-е изд. Москва, Вильямс, 2005, 1328 с.
- [7] Мейер Д. *Теория реляционных баз данных*. Москва, Мир, 1987, 608 с.
- [8] Хансен Г., Хансен Дж. *Базы данных: разработка и управление*. Москва, Бином, 1999, 699 с.

- [9] Ульман Дж. *Основы систем баз данных*. Москва, Финансы и статистика, 1983, 334 с.
- [10] Ульман Д., Уидом Д. *Введение в системы баз данных*. Москва, Лори, 2000, 319 с.
- [11] Чен Ч., Ли Р. *Математическая логика и автоматическое доказательство теорем*. Москва, Наука, 1983, 360 с.
- [12] Стивенс Р., Плю Р. *SQL.*; пер с англ. Москва, Бином, 1998, 400 с.
- [13] Харитоновна И.А., Михеева В.Д. *Microsoft Access 2000*. Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2001, 819 с.
- [14] Григорьев Ю.А., Ревунков Г.И. *Банки данных: учебник для вузов*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002, 320 с.
- [15] Дрибас В.П. *Реляционные модели баз данных*. Минск, Изд-во БГУ, 1982, 192 с.
- [16] Карпова Т.С. *Базы данных: модели, разработка, реализация*. Санкт-Петербург, Питер, 2001, 304 с.
- [17] Брешенков А.В. Проектирование таблиц в Access 2002, *Инженерное образование*, 2004, № 9, 20 с.
- [18] Григорьев Е.А. *Представление идентифицируемых сложных объектов в реляционной базе данных. Открытые системы*, 2000, № 1–2.
- [19] Брешенков А.В., Балдин А.В. *Анализ проблемы проектирования реляционных баз данных на основе использования информации табличного вида и разработка модели методики проектирования*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007, 150 с.
- [20] Брешенков А.В. *Разработка и исследование метода проектирования регистровых структур в интерактивном режиме*. Дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 1988, 192 с.
- [21] Брешенков А.В. *Интерактивный анализ регистровых структур. Тез. докл. Всесоюзной школы-семинара «Разработка и применение в народном хозяйстве ЕС ЭВМ /ЕС ЭВМ-85/»*. Кишинев, 1985, с. 17–19.
- [22] Брешенков А.В., Голубкин В.Н., Тимофеев В.В., Просуков Е.А. *Методика интерактивного проектирования устройств ЭВМ на функциональном уровне. Тез. докл. Всесоюзной школы-семинара «Разработка и внедрение в народное хозяйство систем автоматизированного проектирования ЭВМ и БИС»*. Москва, 1985, с. 22, 23.
- [23] Брешенков А.В., Голубкин В.Н., Тимофеев В.В. *Интерактивные средства проектирования регистровых структур. Межвузовский сб. науч. тр. «Вычислительная техника в автоматизированных системах контроля и управления»*. Пенза, 1988, с. 48–50.
- [24] Норенков И.П. *Разработка систем автоматизированного проектирования: учебник для вузов*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1994, 207 с.
- [25] Норенков И.П. *Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов*. 2-е изд., перераб. и доп. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002, 336 с.
- [26] Норенков И.П., Маничев В.Б. *Системы автоматизированного проектирования электронной и вычислительной аппаратуры*. Москва, Высш. шк., 1983, 272 с.
- [27] Брешенков А.В. *Неформальная постановка проблемы преобразования информации табличного вида в файлы баз данных. Сб. трудов АУ МВД России «Актуальные вопросы технологий в деятельности органов внутренних дел»*. Москва, 2004, с. 55–70.

- [28] Брешенков А.В. *Проектирование баз данных на основе информации табличного вида*: учеб. пособие для вузов. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007, 200 с.
- [29] Брешенков А.В. *Методы решения задач проектирования реляционных баз данных на основе использования существующей информации табличного вида*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007, 154 с.

Статья поступила в редакцию 24.06.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Брешенков А.В. Методика проектирования реляционных баз данных. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 11. URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/1065.html>

**Брешенков Александр Владимирович** родился в 1955 г., окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1982 г. Д-р техн. наук, профессор кафедры «Компьютерные системы и сети» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор 130 научных работ в области САПР ЭВМ и баз данных. e-mail: [breshenkov@rambler.ru](mailto:breshenkov@rambler.ru)