

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАННЫХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

Е.В. Бурляева*, профессор, Н.С. Устинова, аспирант

кафедра Информационных технологий МИТХТ им. М.В. Ломоносова, Москва, 119571 Россия

*Автор для переписки, e-mail: lenbur@ya.ru

Основано построение многомерной модели данных, отражающей требования сотрудников службы управления качеством при производстве модулей электрохимической защиты от коррозии. Построена многомерная модель данных, позволяющая существенно повысить скорость выполнения запросов, связанных с анализом соответствия установленным требованиям произведенных модулей.

Ключевые слова: защита от коррозии, многомерная модель данных.

Введение

Борьба с коррозией металлоконструкций является одной из актуальных задач в области сбережения материальных ресурсов, повышения эффективности производства и качества продукции, улучшения экологической ситуации. Сохранность металлических сооружений, надежность их эксплуатации во многом зависят от эффективной противокоррозионной защиты. Одним из способов защиты от коррозии является электрохимическая защита, основным элементом которой является анодное заземление. В конце прошлого века российскими учеными были разработаны протяженные гибкие анодные заземлители из электропроводной резины [1]. Применение таких заземлителей не требует землеотвода для строительства, а также позволяет значительно повысить надежность и долговечность работы металлоконструкций, исключить закисление почвы, повысить пожаро- и взрывобезопасность, в несколько раз снизить расход электроэнергии на катодную защиту. В настоящее время гибкие анодные заземлители широко применяются для защиты от коррозии трубопроводов, оборудования энергетики, химических производств [2]. Для каждого защищаемого сооружения разрабатывается специальный технический проект, включающий в себя характеристики защитных модулей с учетом типа и конструкции защищаемых сооружений и условий их эксплуатации.

При производстве электродов и модулей анодного заземления выдвигаются высокие требования к качеству продукции. Решение задач в области качества осуществляется путем разработки и внедрения системы менеджмента качества в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 9001-2011 [3]. В работе [4] (см. главу 2) на основе процессного подхода выполнено последовательное построение модели потоков данных, концептуальной модели «сущность-связь» и реляционной логической модели данных. Однако, учет «точек зрения» отдельных категорий пользователей требует построения специализированных моделей, описывающих методы извлечения и анализа данных [5]. Целью работы

является построение многомерной модели данных для сотрудников службы управления качеством, в обязанности которых входит анализ несоответствий продукции, передаваемой заказчику, установленным требованиям: нарушений сроков, номенклатуры и объема поставки, качества продукции, условий доставки.

Анализ реляционной модели данных

Реляционная модель данных, разработанная в [4], приведена на рис. 1. Эта модель находится в 3-й нормальной форме. Некоторые из таблиц описывают объекты предметной области – в реляционной терминологии это таблицы-справочники. Так, к таблицам-справочникам относятся таблицы, содержащие описания заказчиков, поставщиков, сборщиков, модулей. Помимо ключевых полей, позволяющих однозначно идентифицировать строки, такие таблицы содержат поля, описывающие свойства объектов. Например, в таблицу «Заказ» включены поля для хранения даты начала и окончания выполнения заказа.

Для представления связей «многие ко многим» используются таблицы-соответствия. Так, таблица «ЗаказМодуль» позволяет установить, из каких модулей составлен заказ, таблица «Сборка» – какой сборщик собирал какой модуль. Такие таблицы содержат поля – внешние ключи, представляющие собой ссылки на таблицы-справочники. Так, таблица «Сборка» содержит 2 внешних ключа, которые представляют собой ссылки на ключевые поля таблиц «Сборщик» и «Модуль». Помимо ссылочных полей, таблица «Сборка» содержит поля, описывающие параметры сборки, в частности, даты начала и окончания сборки, отметки о выполнении сборки и об оплате.

Использование таблиц-справочников и таблиц-соответствий позволяет устранить функциональные зависимости между данными. Однако в ряде случаев нормализация приводит к усложнению извлечения и анализа данных [6].

В частности, для того, чтобы проверить комплектность заказа, нужно выполнить две ресурсоемкие операции соединения таблиц «Заказ»

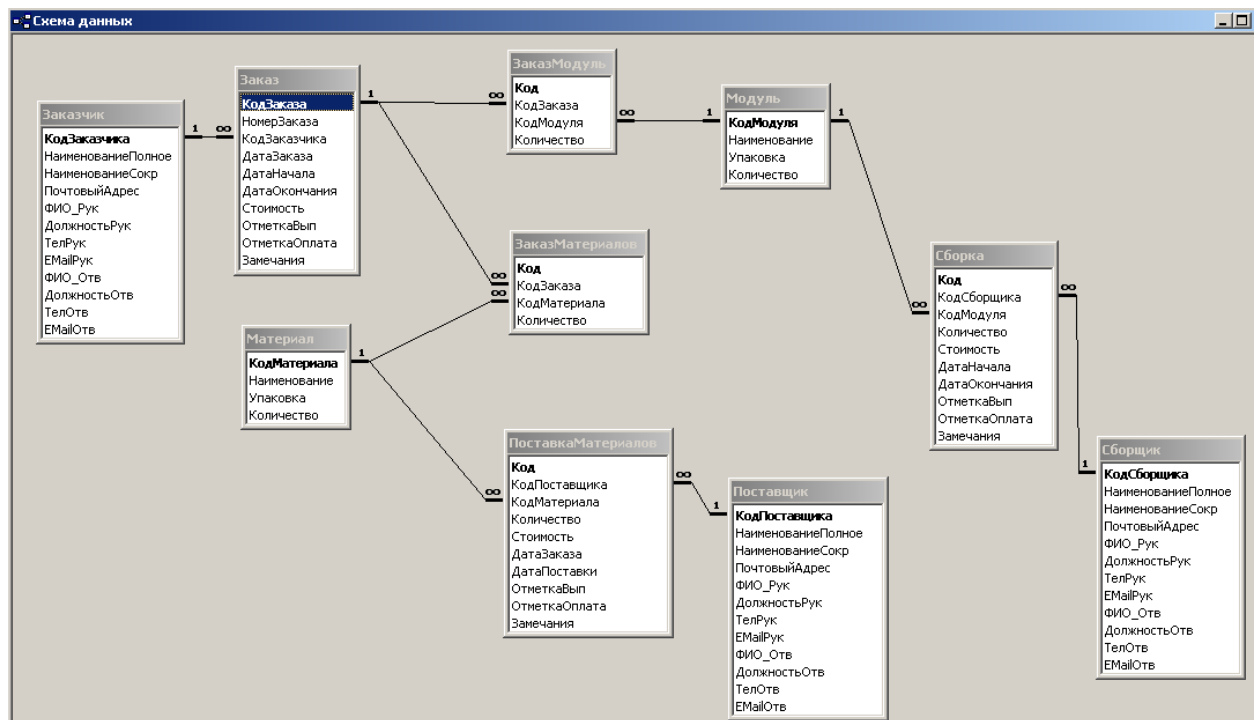


Рис. 1. Реляционная модель данных.

«Модуль» и «ЗаказМодуль». На языке SQL [7] стандартный запрос для проверки комплектности заказа будет выглядеть следующим образом:

```
SELECT Заказ.НомерЗаказа, Модуль. Наименование, Модуль.Упаковка, Заказ Модуль. Количество
```

```
FROM Модуль INNER JOIN (Заказ INNER JOIN
ЗаказМодуль ON Заказ.КодЗаказа = Заказ Модуль.
КодЗаказа) ON Модуль .КодМодуля = Заказ
Модуль.КодМодуля;
```

В этом запросе таблицы «Заказ» и «ЗаказМодуль» соединяются по полю, которое в обеих таблицах имеет одинаковое название «КодЗаказа», затем результирующая таблица соединяется с таблицей «Модуль» по одноименным полям «КодМодуля».

Отметим, что проверка комплектности заказа, наряду с проверкой сроков его выполнения, является одной из рутинных операций, выполняемых сотрудниками службы управления качеством. Для удобства выполнения таких операций при построении модели данных, отражающей требования сотрудников службы управления качеством, вместо классических методов нормализации предлагается использовать технологии многомерного анализа данных.

Краткое описание многомерного подхода к анализу данных

Многомерный подход к описанию данных возник практически одновременно и параллельно с реляционным, но его использование было ограничено возможностями вычислительных ресурсов. Этот подход начал широко применяться начиная с 1990-х годов, когда развитие

вычислительных мощностей, с одной стороны, и возрастание требований к выразительным возможностям баз данных, с другой, привело к появлению технологий хранилищ данных. Основной причиной перехода от технологий баз данных к хранилищам данных являлась необходимость повышения качества принятия решений.

Многомерный анализ данных предоставляет пользователю — специалисту в предметной области широкие возможности моделирования данных в соответствии со сложившимся у него представлением о проблеме, снижая тем самым вероятность ошибочной интерпретации полученных результатов [8]. Поскольку многомерная модель отображает информацию так, как удобно пользователю, значительно упрощаются процедуры поиска и визуализации запрашиваемых данных, представления различных срезов информации, а также процедура задания алгоритма анализа данных. А в силу того, что данные хранятся в многомерной базе данных, выполнение подобных операций характеризуется гораздо более высокой скоростью и стабильной производительностью (по сравнению с базами данных любой другой структуры). Таким образом, многомерные хранилища данных являются предметно-ориентированными и оптимизированы для выполнения сложных аналитических запросов. В отличие от систем, ориентированных на оперативное получение данных, в хранилищах, как правило, содержатся данные, накопленные за достаточно большие промежутки времени.

Многомерная модель данных существенно отличается от реляционной. Целью создания

реляционной модели является обеспечение целостности и эффективности ввода данных. Многомерная модель данных ориентирована, прежде всего, на выполнение сложных запросов к базе данных. При многомерном подходе используется схема данных «звезда», которая обеспечивает высокую скорость выполнения запроса посредством денормализации данных. Поскольку невозможно создать универсальную структуру данных, обеспечивающую высокую производительность при выполнении любого аналитического запроса, схема строится так, чтобы обеспечить наивысшую производительность при выполнении группы наиболее часто

используемых или наиболее важных запросов. Схема «звезда» содержит центральную таблицу, называемую таблицей фактов, и окружающие ее таблицы, называемые таблицами измерений, соединенные с таблицей факта радиальными связями. Первичные ключи таблиц измерений являются внешними ключами таблицы фактов. Таблицы измерений являются аналогами таблиц-справочников реляционной модели данных. Общий вид многомерной модели данных, построенной по схеме типа «звезда», показан на рис. 2. Если хотя бы одно измерение содержится в нескольких связанных таблицах, такая схема хранилища данных носит название «снежинка».

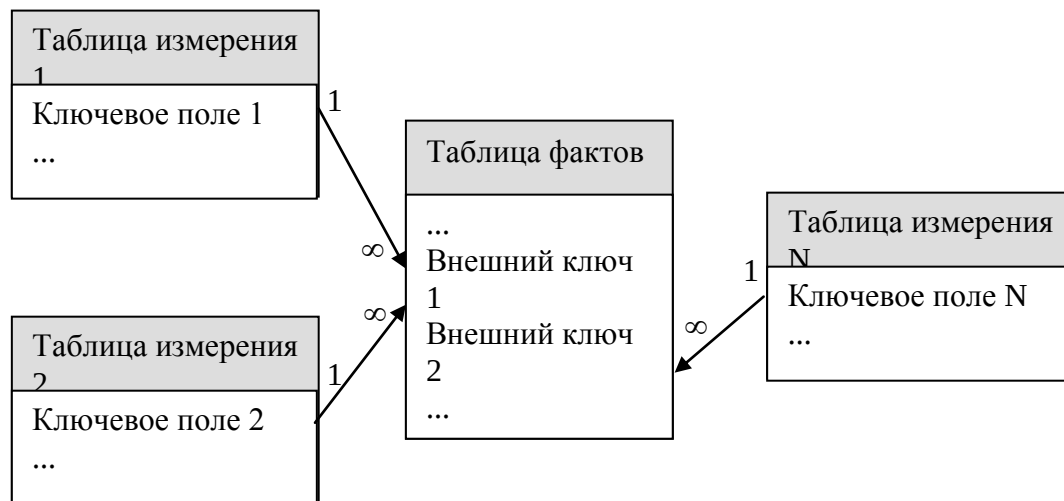


Рис. 2. Многомерная модель данных, построенная по схеме типа «звезда».

Для реализации многомерного подхода к анализу данных в настоящее время используются OLAP-технологии (On-Line Analytical Processing). OLAP-технологии представляют собой совокупность концепций, принципов и требований, предназначенных для сбора, хранения и аналитической обработки многомерных данных [9]. Эти технологии лежат в основе специализированных программных продуктов, облегчающих пользователям доступ к данным. Среди коммерческих продуктов можно выделить: Microsoft Analysis Services [10], Oracle OLAP [11], IBM Cognos [12], MicroStrategy Analytics Desktop [13]. Существует несколько продуктов с открытым кодом, например, Mondrian [14].

Рассмотрим далее построение многомерной модели типа «снежинка» для хранения данных, описывающих производство модулей электрохимической защиты от коррозии.

Построение многомерной модели данных, отражающей требования сотрудников службы управления качеством

В качестве центральной таблицы многомерной модели – таблицы фактов выбрана таблица «Заказ», в которую добавлены некоторые поля таблицы «Модуль». Эта таблица

описывает основные результаты выполнения заказа: были ли соблюдены сроки поставки, объем и номенклатура, отвечали ли модули, входящие в состав заказа, установленным требованиям. Выбор таблицы фактов обусловлен, прежде всего, тем, что анализ несоответствий установленным требованиям выполняется главным образом для всего заказа в целом. Переход к ненормализованной таблице позволяет существенно упростить запрос, обеспечивающий проверку комплектности заказа, так как в многомерной схеме для его выполнения все данные выбираются из одной таблицы «Заказ»:

```

SELECT Заказ. Номер Заказа, Заказ. НаимМодуль,
Заказ. Упаковка, Заказ. Количество
FROM Заказ;
  
```

Таблица «Заказчик» задает измерение, характеризующее результаты взаимодействия с заказчиками продукции, и должна быть дополнена полями, характеризующими удовлетворенность заказчика. Другое измерение связано со сборкой продукции, оно включает в себя таблицы «Сборка» и «Сборщик». По этому измерению, в случае выявления несоответствий, можно определить ответственного за нарушение. Как и в реляционной модели, между

таблицами «Сборщик» и «Сборка» установлена связь «один ко многим»: сборщик может собирать несколько различных модулей, но каждый модуль собирается одним сборщиком. И, наконец, отдельное измерение связано с заказом и поставкой материалов, оно включает в себя таблицу «Поставка», объединяющую таблицы «Заказ Материалов», «Поставка Материалов» и «Материал», и таблицу «Поставщик». Между таблицами «Поставщик» и «По-

ставка» установлена связь «один ко многим». Многомерная модель данных типа «снежинка» представлена на рис. 3. Отметим еще раз, что эта модель не предназначена для поддержки принятия оперативных решений о текущих заказах. Многомерная модель служит для анализа данных об уже выполненных заказах сотрудниками службы управления качеством. Поэтому ряд полей, входящих в структуру реляционной модели, в многомерную модель не включен.

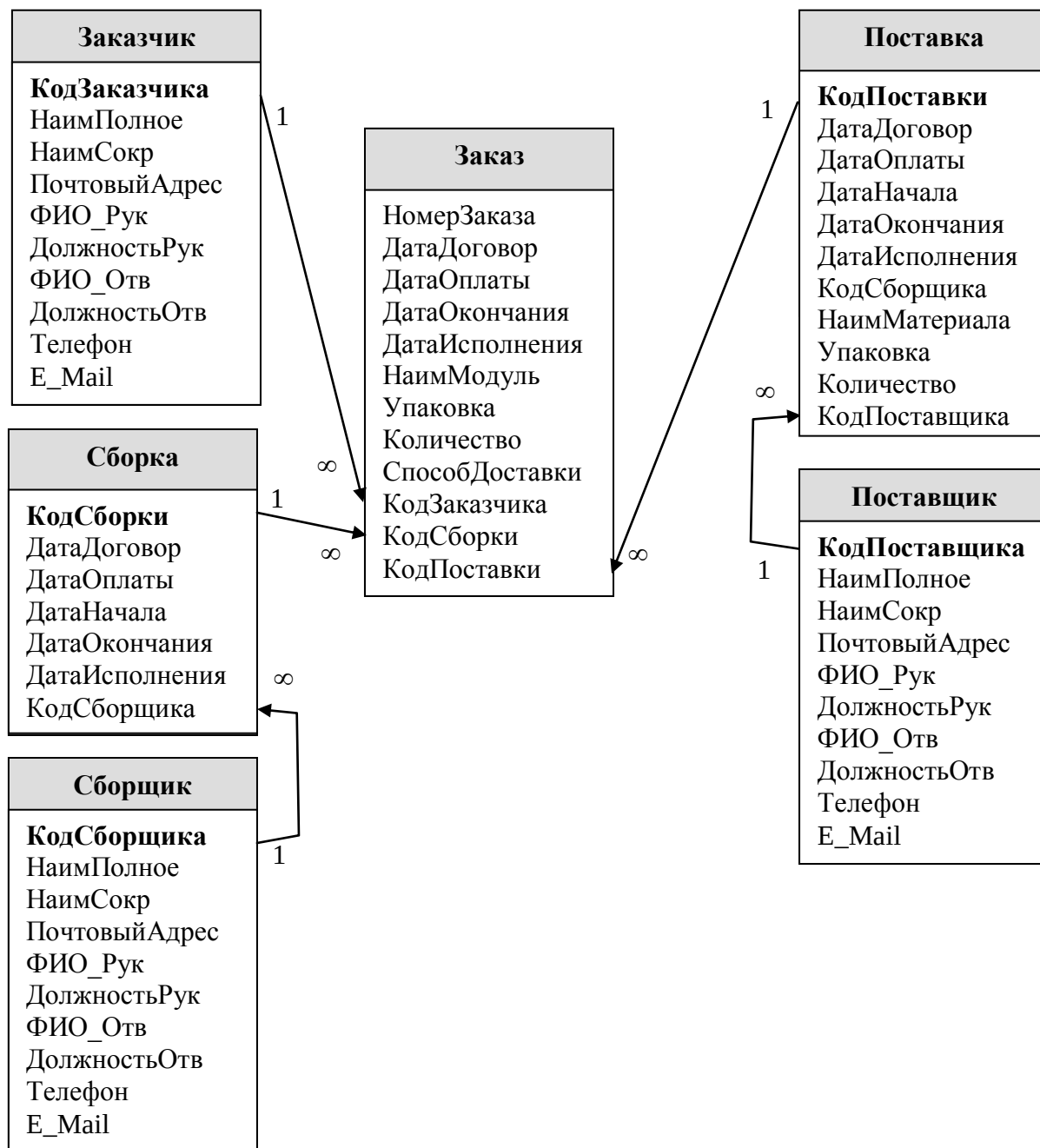


Рис. 3. Многомерная модель данных.

Заключение

В статье рассмотрено построение многомерной модели данных для сотрудников службы управления качеством при производстве модулей электрохимической защиты от коррозии. Показано, что для этой категории пользователей базы

данных наиболее важными являются запросы, связанные с анализом сроков, номенклатуры, объемов, качества и условий поставки защитных модулей. Построенная многомерная модель данных позволяет существенно повысить скорость выполнения подобных запросов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Платонова Е. Г., Корнюшко В. Ф., Отченашев О. П., Смирнов Ю. П. Эластомерные электроды рукавного типа // Известия Волгоградского гос. техн. ун-та. 2010. Вып. 7. № 2 (62). С.167–170.
2. Тоболжанов Б.Р., Платонова Е.Г. Повышение эффективности электрохимзащиты стальных резервуаров // Трубопроводный транспорт нефти. 2009. № 12. С. 13–14.
3. ГОСТ ISO 9001-2011 Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2012. 36 с.
4. Бурляева Е.В., Колыбанов К.Ю., Панова С.А. Информационная поддержка систем принятия решений на производственных предприятиях химического профиля. М.: Издательство МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2013. 196 с.
5. Маклаков С.В., Туманов В.Е. Проектирование реляционных хранилищ данных. М.: Диалог-МИФИ, 2007. 333 с.
6. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 336 с.
7. Грофф Дж., Вайнберг П. SQL : Полное руководство / пер. с англ. Киев: Издательская группа BHV, 2001. 816 с.
8. Архипенков С., Голубев Д., Максименко О. Хранилища данных. От концепции до внедрения. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. 528 с.
9. Кудрявцев Ю.А. OLAP-технологии: обзор решаемых задач и исследований // Бизнес-информатика. 2008. № 1. С. 66–70.
10. Интернет-источник <http://www.microsoft.com/sqlserver/ru/ru/solutions-technologies/data-warehousing/analysis-services.aspx#>
11. Интернет-источник <http://www.oracle.com/ru/products/database/options/olap/overview/index.html>
12. Интернет-источник http://www.ibm-cognos.ru/products/ibm_cognos_bi_bussiness_intelligence.html
13. Интернет-источник <http://www.microstrategy.com/uk/free/desktop>
14. Интернет-источник <http://community.pentaho.com/projects/mondrian/>

MODELING OF DATA IN THE PRODUCTION OF MODULES FOR ELECTROCHEMICAL ANTICORROSION PROTECTION

E.V. Burlyaeva[@], N.S. Ustinova

M.V. Lomonosov Moscow State University of Fine Chemical Technologies, Moscow, 119571 Russia

[@]Corresponding author e-mail: lenbur@ya.ru

Anode grounding modules provide electrochemical protection against corrosion of metal constructions. Multi-dimensional data model for the point of view of quality management department employee is provided and discussed. The purpose of multi-dimensional data model is to increase most popular query execution speed. It aggregates the history data. Multi-dimensional data model is derived from relational model by denormalization.

Keywords: *protection from corrosion, multi-dimensional data model.*