



*Квартиры.*  
— Q1



Microsoft

# Microsoft® SQL Server® 2012

High-Performance T-SQL  
Using Window Functions



Itzik Ben-Gan



# Microsoft® SQL Server® 2012

Высокопроизводительный код T-SQL  
Оконные функции



Ицик Бен-Ган

 РУССКАЯ РЕДАКЦИЯ



2013

**УДК 004.65 + 004.438 Т-SQL**

**ББК 32.973.26-018**

**Б46**

**Бен-Ган, И.**

Б46 Microsoft SQL Server 2012. Высокопроизводительный код T-SQL. Оконные функции. : Пер. с англ. — М. : Издательство «Русская редакция» ; СПб. : БХВ-Петербург, 2013. — 256 стр. : ил.

ISBN 978-5-7502-0416-8 («Русская редакция»)

ISBN 978-5-9775-0901-5 («БХВ-Петербург»)

Эта книга — подробное руководство по применению оконных функций в SQL Server, а также в стандарте SQL, в том числе по использованию элементов, которые пока не реализованы в SQL Server. Здесь описаны принципы работы с окнами в SQL Server и работа различных оконных функций (ранжирования, аналитики, агрегирования и смещения), а также функции упорядоченных наборов. Подробно освещен вопрос оптимизации оконных функций в SQL Server 2012 для достижения максимальной производительности. Отдельная глава посвящена тщательному анализу примеров практического применения оконных функций.

Книга состоит из пяти глав; адресована разработчикам для SQL Server и администраторам баз данных, а также всем, кому необходимо создавать запросы и разрабатывать код с использованием T-SQL.

**УДК 004.65 + 004.438 Т-SQL**

**ББК 32.973.26-018**

Microsoft, а также содержание списка, расположенного по адресу: <http://www.microsoft.com/about/legal/en/us/IntellectualProperty/Trademarks/EN-US.aspx> являются товарными знаками или охраняемыми товарными знаками корпорации Microsoft в США и/или других странах. Все другие товарные знаки являются собственностью соответствующих фирм.

Все адреса, названия компаний, организаций и продуктов, а также имена лиц, используемые в примерах, вымышлены и не имеют никакого отношения к реальным компаниям, организациям, продуктам и лицам.

© 2012, Translation Russian Edition Publishers.

Authorized Russian translation of the English edition of Microsoft® SQL Server® 2012 High-Performance T-SQL Using Window Functions, ISBN 978-0-7356-5836-3 © Itzik Ben-Gan.

This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to publish and sell the same.

© 2012, перевод ООО «Издательство «Русская редакция».

Авторизованный перевод с английского на русский язык произведения Microsoft® SQL Server® 2012 High-Performance T-SQL Using Window Functions, ISBN 978-0-7356-5836-3 © Itzik Ben-Gan.

Этот перевод оригинального издания публикуется и продается с разрешения O'Reilly Media, Inc., которая владеет или распоряжается всеми правами на его публикацию и продажу.

© 2013, оформление и подготовка к изданию, ООО «Издательство «Русская редакция», издательство «БХВ-Петербург».

ISBN 978-0-7356-5836-3 (англ.)

ISBN 978-5-7502-0416-8 («Русская редакция»)

ISBN 978-5-9775-0901-5 («БХВ-Петербург»)

# Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	<b>IX</b>
<b>Об этой книге</b> .....	<b>XI</b>
<b>Благодарности</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Техническая поддержка</b> .....	<b>XV</b>
<b>Глава 1. Окна в SQL Server</b> .....	<b>1</b>
Основы оконных функций .....	2
Описание оконных функций .....	2
Два типа программирования: наборы и курсоры с итеративным проходом .....	6
Недостатки альтернатив оконным функциям .....	12
Краткий обзор решений с использованием оконных функций.....	17
Элементы оконных функций.....	22
Секционирование .....	22
Упорядочение.....	24
Кадрирование.....	25
Элементы запросов, поддерживающие оконные функции .....	26
Логическая обработка запросов .....	26
Предложения, поддерживающие оконные функции .....	28
В обход ограничений.....	31
Возможность создания дополнительных фильтров .....	34
Повторное использование определений окон .....	34
Резюме .....	36
<b>Глава 2. Более подробные сведения об оконных функциях</b> .....	<b>37</b>
Оконные функции агрегирования.....	37
Оконные функции агрегирования.....	37
Поддерживаемые элементы .....	38
Дополнительные варианты фильтрации .....	54

## VI Оглавление

Ключевое слово DISTINCT в функциях агрегирования.....	56
Вложенные агрегаты.....	59
Функции ранжирования.....	64
Поддерживаемые оконные элементы.....	64
Функция ROW_NUMBER.....	64
Функция NTILE.....	70
Функции RANK и DENSE_RANK.....	74
Аналитические функции.....	75
Поддерживаемые оконные элементы.....	76
Функции распределения рангов.....	76
Функции обратного распределения.....	79
Функции смещения.....	82
Поддерживаемые оконные элементы.....	83
Функции LAG и LEAD.....	83
Функции FIRST_VALUE, LAST_VALUE и NTH_VALUE.....	85
Резюме.....	89
<b>Глава 3. Функции для работы с упорядоченными наборами.....</b>	<b>90</b>
Функции гипотетического набора.....	91
Функция RANK.....	91
Функция DENSE_RANK.....	94
Функция PERCENT_RANK.....	95
Функция CUME_DIST.....	96
Обобщенное решение.....	97
Функции обратного распределения.....	100
Функции смещения.....	105
Конкатенация строк.....	110
Заключение.....	112
<b>Глава 4. Оптимизация оконных функций.....</b>	<b>113</b>
Тестовые данные.....	113
Рекомендации по индексированию.....	116
РОС-индекс.....	116
Обратный просмотр.....	118
Индексы columnstore.....	120
Функции ранжирования.....	121
Функция ROW_NUMBER.....	121
Функция NTILE.....	123
Функции RANK и DENSE_RANK.....	124

Улучшение параллелизма за счет использования APPLY .....	125
Функции агрегирования и смещения .....	129
Без упорядочения и кадрирования .....	129
С упорядочением и кадрированием .....	132
Аналитические функции .....	142
Функции распределения рангов .....	142
Функции обратного распределения .....	143
Резюме .....	146
<b>Глава 5. Решения на основе T-SQL с использованием</b>	
<b>оконных функций .....</b>	<b>148</b>
Вспомогательные виртуальные таблицы чисел .....	148
Последовательности значений даты и времени .....	152
Последовательности ключей .....	154
Обновление столбца с заполнением уникальными значениями .....	154
Получение блока значений последовательности .....	156
Разбиение на страницы .....	159
Удаление дубликатов .....	162
Сведение .....	165
Выбор первых n элементов в группе .....	169
Моды .....	172
Вычисление нарастающих итогов .....	177
Основанное на наборах решение с использованием	
оконных функций .....	180
Основанные на наборах решения с использованием	
вложенных запросов и соединений .....	181
Решения с использованием курсора .....	182
Решения на основе CLR .....	184
Вложенные итерации .....	186
Многострочное обновление с переменными .....	188
Измерение производительности .....	190
Максимальное количество параллельных интервалов .....	192
Традиционное решение на основе наборов .....	194
Решения с использованием курсора .....	197
Решения на основе оконных функций .....	199
Измерение производительности .....	202
Упаковка интервалов .....	203
Традиционное решение на основе наборов .....	206
Решения на основе оконных функций .....	207

## VIII Оглавление

Пробелы и островки.....	217
Пробелы.....	218
Островки.....	220
Медианы.....	227
Условные агрегаты.....	230
Сортировка иерархий.....	232
Резюме.....	237
<b>Об авторе.....</b>	<b>238</b>



# Предисловие

SQL — очень интересный язык программирования. Встречи с клиентами мне все время напоминают двойственную природу этого языка с точки зрения сложности. Многие люди при знакомстве с SQL видят его как простой язык программирования с четырьмя базовыми глаголами: SELECT, INSERT, UPDATE и DELETE. Большинство никогда не идет дальше этого минимума. Небольшая часть осваивает фильтрацию строк в запросе с помощью предложения WHERE и иногда использует JOIN. Однако те, кто поработал больше с SQL и изучил его декларативную, реляционную и основанную на наборах модели, узнают этот богатый язык программирования и будут снова и снова к нему возвращаться за новыми открытиями.

Одним из самых фундаментальных расширений языка SQL в Microsoft SQL Server 2005 стало добавление оконных функций с такими синтаксическими конструкциями, как предложение OVER и набор новых функций, известных как функции ранжирования (ROW\_NUMBER, RANK и других). Это добавление позволило решать стандартные проблемы более простым, интуитивно понятным и отличающимся более высокой производительностью способом, чем раньше. Всего несколько лет спустя самым популярным обращением клиентов к Microsoft была просьба расширить поддержку оконных функций — добавить новые функции и, что более важно, добавить реализацию кадров. Под давлением всех этих обращений от самых разных клиентов в Microsoft решили продолжить работу над расширением оконных функций в SQL Server 2012.

Сегодня, разговаривая с клиентами о новой функциональности языка в SQL Server 2012, я всегда рекомендую потратить чуть больше времени на изучение оконных функций и освоить новые измерения, которые эти функции приносят в язык SQL. Я счастлив, что вы читаете эту книгу и тратите свое драгоценное время на изучение этой богатейшей функциональности. Я уверен, что работа с SQL Server 2012 и чтение этой книги позволит вам стать намного более эффективным пользователем SQL Server и решать простые и сложные задачи значительно быстрее.

Пользуйтесь на здоровье!

*Тобиас Тернстрем,  
Ведущий менеджер программ,  
команда разработчиков ядра Microsoft SQL Server*



# Об этой книге

Для меня оконные функции — самая глубокая функциональность как стандартного языка SQL, так и его диалекта для Microsoft SQL Server — T-SQL. Они позволяют выполнять вычисления, используя наборы строк, с удивительной гибкостью, прозрачностью и эффективностью. Структура оконных функций совершенно потрясающая и лишена многих недостатков традиционных решений. Диапазон задач, решаемых с применением оконных функций, огромен, и они стоят того, чтобы потратить время на их изучение. В SQL Server оконные функции впервые появились в версии SQL Server 2005. В SQL Server 2012 поддержка была значительно расширена за счет совершенствования существующих и добавления новых функций. В этой книге рассказывается как о поддержке оконных функций в SQL Server, так и поддержке этих функций в стандарте SQL, в том числе об элементах, которые пока не реализованы в SQL Server.

## Кому адресована эта книга

Эта книга адресована разработчикам SQL Server и администраторам баз данных — всем тем, кому нужно писать запросы и разрабатывать код с использованием T-SQL. Книга предполагает наличие полугодового или годичного опыта написания и отладки запросов на T-SQL.

## Структура книги

В книге рассказывается как о логике работы оконных функций, так и об их оптимизации и практических аспектах их использования. Логике работы и структуре оконных функций посвящены первые три главы. Первая глава объясняет принципы работы с окнами в SQL Server, во второй приводится перечень и описание различных оконных функций, а в третьей рассказывается о функциях упорядоченных наборов. Четвертая глава посвящена оптимизации оконных функций в SQL Server 2012. И, наконец, в пятой и последней главе описываются примеры практического применения оконных функций.

Глава 1 содержит важную информацию о принципах использования окон в стандарте SQL. В ней описывается структура и типы оконных функций, а также элементы определения окон, такие как секционирование, упорядочение и кадрирование. В главе 2 рассказывается о назначении, целях и подроб-

ностях работы различных оконных функций. В ней описаны оконные функции агрегирования, ранжирования, смещения и аналитики.

В главе 3 вы найдете информацию о поддержке стандартом SQL функций упорядоченного набора, в том числе функции гипотетического набора, обратного распределения и других. В главе также рассказывается, как реализовать аналогичные вычисления другими средствами SQL Server.

Глава 4 посвящена оптимизации оконных функций в SQL Server 2012. В ней представлены рекомендации по оптимизации производительности, объясняется, как работает параллелизм и как его улучшить, обсуждается новый итератор Window Spool и другие темы.

В главе 5 представлены примеры практического применения оконных функций для решения самых популярных бизнес-задач.

## Системные требования

Оконные функции являются частью базового ядра Microsoft SQL Server 2012, поэтому все редакции этой СУБД поддерживают оконные функции. Для выполнения кода примеров этой книги нужен сервер SQL Server 2012 (любая редакция) с установленной тестовой базой данных. Если у вас нет полноценного экземпляра SQL Server 2012, можете воспользоваться пробной версией. Подробнее см. сайт <http://www.microsoft.com/sql>. Подробнее о требованиях к оборудованию и ПО см. Электронную документацию по SQL Server по адресу [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms143506\(v=sql.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms143506(v=sql.110).aspx).

## Примеры кода

Исходные тексты примеров, тестовые данные, список опечаток, дополнительные ресурсы и многое другое вы можете загрузить с веб-сайта, посвященного этой книге (<http://www.insidetsql.com>).

На этом веб-сайте перейдите в раздел Books и выберите страницу нужной книги. На странице книги вы найдете ссылку для загрузки сжатого файла с исходными кодами этой книги, в том числе с файлом TSQL2012.sql, который позволяет создать и наполнить данными используемую в это книге базу данных TSQL2012.

# Благодарности

В создании этой книги прямо или косвенно участвовало много людей, и все они заслуживают благодарности и признания.

Спасибо Лилах (Lilach) за то, что вносит смысл во все, что я делаю, за то, что терпит меня и помогает редактировать текст.

Хочу поблагодарить своих родителей Милу и Габи, а также брата Мики и сестру Ину за постоянную поддержку и снисходительное отношение к моему отсутствию.

Благодарю членов команды разработчиков Microsoft SQL Server: Тобиаса Тернстрема (Tobias Ternström), Любора Коллара (Lubor Kollar), Умачандару Джайячандран (Umachandar Jayachandran), Марку Фридману (Marc Friedman), Милану Стойку (Milan Stojic) и многим другим. Я знаю, что это было непросто реализовать поддержку оконных функций в SQL Server. Спасибо за ваши огромные усилия и время, потраченное на встречи со мной и на ответы на мои сообщения электронной почты, на ответы на мои вопросы, а также разъяснения.

Хочу сказать огромное «спасибо» коллективам редакций O'Reilly и MSPress. Кен Джонс (Ken Jones), ты потратил на Ицика больше всего времени из всех, и это было истинное наслаждение работать с тобой. Также спасибо Бену Райяну (Ben Ryan), Кристен Борг (Kristen Borg), Кертису Филипсу (Curtis Philips) и Роджеру Лебланку (Roger LeBlanc).

Благодарю Адама Маканика (Adam Machanic) за то, что согласился быть техническим редактором этой книги. В мире немного людей, которые разбираются в разработке для SQL Server так, как ты. И даже помыслить не мог на эту роль в этой книге кого-то другого.

Спасибо Q2, Q3 и Q4. Как замечательно делиться идеями с людьми, которые понимают SQL так же хорошо, как ты сам, и к тому же являются отличными друзьями и относятся к жизни с радостью и удовольствием. Я чувствую, что могу делиться с ними абсолютно всем, не заботясь о границах и последствиях. Огромное спасибо за критику черновика книги.

Спасибо моей компании SolidQ, которая служит источником вдохновения для меня последние десять лет. Это замечательно работать в компании, которая растет такими темпами. Сотрудники этой компании для меня не просто коллеги, а партнеры, друзья и практически вторая семья. Огромное спасибо Фердандо Дж. Герреро (Fernando G. Guerrero), Дугласу Макдауэллу (Douglas McDowell), Херберту Альберту (Herbert Albert),

#### XIV Благодарности

Дежан Сарка (Dejan Sarka), Джанлука Холцу (Gianluca Hotz), Жеанн Ривз (Jeanne Reeves), Глену Маккоину (Glenn McCoin), Фрицу Лехницу (Fritz Lechnitz), Эрику Ван Сольдту (Eric Van Soldt), Джоель Бадд (Joelle Budd), Йену Тейлору (Jan Taylor), Мерилин Темплтон (Marilyn Templeton), Берри Уокеру (Berry Walker), Альберто Мартину (Alberto Martin), Лорене Хименес (Lorena Jimenez), Рону Толмейджу (Ron Talmage), Энди Келли (Andy Kelly), Рушабу Мета (Rushabh Mehta), Эладио Ринцину (Eladio Rincyn), Эрику Веерману (Erik Veerman), Йохану Ричарду Уеймиру (Johan Richard Waymire), Карлу Рабелеру (Carl Rabeler), Крису Рендаллу (Chris Randall), Олен (Ahlen), Раулю Иллису (Raoul Illyes), Питеру Ларссону (Peter Larsson), Питеру Майерсу (Peter Myers), Полу Терли (Paul Turley) и многим другим.

Благодарю членов редакции журнала «SQL Server Pro»: Меган Келлер (Megan Keller), Лейвон Питерс (Lavon Peters), Мишель Крокет (Michele Crockett), Майка Оти (Mike Otey) и очень многих других. Мои статьи публикуются в журнале уже больше десяти лет, и я благодарен возможности поделиться своими знаниями с читателями журнала.

Особая благодарность MVP-специалистам по SQL Server Алехандро Меса (Alejandro Mesa), Элланду Соммаркоу (Erland Sommarskog), Аарону Бертрону (Aaron Bertrand), Полу Уайту (Paul White) и многим другим, а также ведущему MVP Саймону Тиену (Simon Tien). Это замечательная программа, и я горжусь участием в ней. Уровень профессионализма этой группы совершенно потрясающий, и мне всегда приятно, когда мы собираемся за пивом для обмена идеями или новостями. Я уверен: в том, что Microsoft решила в SQL Server 2012 реализовать более полную поддержку оконных функций, есть огромная заслуга MVP-специалистов по SQL Server и всего сообщества пользователей SQL Server. Это замечательно, что общими усилиями нам удалось добиться таких заметных и важных результатов.

Наконец, хочу поблагодарить своих слушателей: преподавание SQL дает мне энергию жить. Это моя страсть. Спасибо за возможность реализовывать свое призвание и за замечательные вопросы, которые позволяют открывать новые нюансы.

# Техническая поддержка

Мы постарались сделать все от нас зависящее, чтобы и сама книга, и дополнительные материалы не содержали ошибок. Издательство Microsoft Press постоянно обновляет список исправлений и дополнений к своим книгам и публикует их на странице <http://go.microsoft.com/FWLink/?Linkid=246707>. Если вы обнаружите ошибку, не указанную на этом сайте, можете там же сообщить о ней.

Если все же у вас возникнут вопросы, обращайтесь в издательство Microsoft Press по адресу [mspinput@microsoft.com](mailto:mspinput@microsoft.com).

Учтите, что по указанным почтовым адресам техническая поддержка не предоставляется.

## Нас интересует ваше мнение

Издательство Microsoft Press стремится к полному удовлетворению своих читателей, поэтому нам очень важно ваше мнение. Пожалуйста, сообщите нам свое мнение о книге на сайте <http://www.microsoft.com/learning/booksurvey>.

Опрос очень короткий, и мы внимательно изучаем *каждое* ваше замечание и предложение. Заранее большое вам спасибо за ваши замечания и предложения!

Если вы захотите поделиться своими предложениями, комментариями или идеями, которые возникли в процессе чтения этой книги, а также если у вас есть вопросы, на которые вы не нашли ответов на перечисленных выше сайтах, обращайтесь непосредственно к автору по адресу [itzik@SolidQ.com](mailto:itzik@SolidQ.com).

## Оставайтесь на связи

Давайте не терять друг друга из виду! Мы теперь доступны в Твиттере: <http://twitter.com/MicrosoftPress>.





## Глава 1

# Окна в SQL Server

*Оконными* (window functions) называются функции, которые применяются к наборам строк и определяются посредством предложения OVER. В основном они используются для аналитических задач, позволяя вычислять нарастающие итоги и скользящие средние, определять пробелы и островки в данных, а также выполнять многие другие вычисления. Эти функции основаны на глубоком принципе языка SQL (обоих стандартов — ISO и ANSI) — принципе *работы с окнами* (windowing). Основа этого принципа — возможность выполнять различные вычисления с набором, или *окном*, строк и возвращать одно значение. Оконные функции позволяют решать многие задачи, связанные с запросом данных, позволяя выражать вычисления в рамках наборов намного проще, интуитивно понятнее и эффективнее.

В истории поддержки стандарта оконных функций в Microsoft SQL Server есть две ключевые точки: в SQL Server 2005 была реализована поддержка стандартной функциональности, а в SQL Server 2012 поддержка оконных функций была расширена. Отсутствует поддержка некоторой стандартной функциональности, но с улучшениями в SQL Server 2012, поддержку оконных функций можно считать достаточно обширной. В этой книге я расскажу как о реализации этой функциональности в SQL Server, так и о стандартной функциональности, которая в этом сервере отсутствует. Каждый раз, упоминая новую функциональность, я буду указывать, поддерживается ли она в SQL Server, а также в какой версии появилась эта поддержка.

С момента появления поддержки оконных функций в SQL Server 2005 я обнаружил, что все чаще использую эти функции для совершенствования своих решений. Я методично заменяю старые решения, в которых применяются классические, традиционные конструкции языка, более новыми оконными функциями. А результаты обычно удается получить проще и более эффективно. Это настолько удобно, что в большинстве своих решений, требующих запроса данных, я теперь использую оконные функции. Также стандартные SQL-системы и реляционные системы управления базами данных (РСУБД) все больше движутся в сторону аналитических решений, и оконные функции являются важной частью этой тенденции. Поэтому мне кажется, что оконным функциям принадлежит будущее в области запроса

данных средствами SQL Server, а время, затраченное на их изучение, не пропадет зря.

В этой книге подробно рассказывается об оконных функциях, их оптимизации и о решениях для получения данных на их основе. В этой главе я расскажу о принципах работы оконных функций. Вы узнаете об основах оконных функций, вкратце ознакомитесь с основанными на них решениями, узнаете об элементах спецификации окон, об элементах, поддерживающих оконные функции, а также увидите, как в стандартах предусматривается повторно использовать определения оконных функций.

## Основы оконных функций

Прежде чем знакомиться с особенностями оконных функций, полезно понимать контекст и историю этих функций. В этом разделе вы узнаете о том, откуда взялись эти функции. Здесь рассказывается о разнице между подходами, основанными на наборах и курсорах с итеративным проходом, для решения задач запроса данных и о том, как оконные функции заполняют пробел между этими двумя подходами. Наконец, в этом разделе вы узнаете о недостатках и альтернативах оконных функций и почему эти функции часто предпочтительнее альтернатив. Надо помнить, что хотя оконные функции и эффективно решают многие задачи, в некоторых ситуациях лучше использовать другие варианты. В главе 4 рассказывается о деталях оптимизации оконных функций и объясняется, когда они обеспечивают оптимальное выполнение вычислительных задач, а когда нет.

### Описание оконных функций

Оконная функция применяется к набору строк. *Окно* — стандартный термин SQL, служащий для описания контекста в котором работает функция. Для указания окна в SQL используется предложение OVER. Вот пример запроса:

```
USE TSQL2012;


SELECT orderid, orderdate, val,
       RANK() OVER(ORDER BY val DESC) AS rnk
FROM Sales.OrderValues
ORDER BY rnk;
```

А это сокращенный результат выполнения этого запроса:


orderid	orderdate	val	rnk
10865	2008-02-02 00:00:00.000	16387.50	1
10981	2008-03-27 00:00:00.000	15810.00	2
11030	2008-04-17 00:00:00.000	12615.05	3
10889	2008-02-16 00:00:00.000	11380.00	4
10417	2007-01-16 00:00:00.000	11188.40	5
10817	2008-01-06 00:00:00.000	10952.85	6

10897	2008-02-19	00:00:00.000	10835.24	7
10479	2007-03-19	00:00:00.000	10495.60	8
10540	2007-05-19	00:00:00.000	10191.70	9
10691	2007-10-03	00:00:00.000	10164.80	10

...

 **Примечание** Подробнее о примере базы данных TSQL2012 и сопутствующих материалах см. «Об этой книге».

Предложение `OVER` определяет окно, или точный набор строк по отношению к текущей строке, указание об упорядочении (если нужно) и другие элементы. Отсутствуют элементы, которые ограничивают набор строк в окне — как в данном примере, потому что набор строк окна является окончательным набором для запроса.

 **Примечание** Если быть более точным, то окно представляет собой набор строк, или отношение, предоставляемые как входные данные этапа обработки логического запроса, в котором определено это окно. Но пока такое определение не совсем понятно. Поэтому для упрощения будем говорить об окончательном наборе результатов запроса — более подробное объяснение я дам чуть позже.

Упорядочение естественным образом необходимо для целей ранжирования. В данном примере оно основано на столбце *val* и обеспечивает ранжирование по убыванию.

В примере мы применили функцию `RANK`. Эта функция рассчитывает ранг текущей строки в определенном наборе строк в соответствии с порядком сортировки. При сортировке по убыванию, как в данном случае, ранг строки определяется на единицу больше числа строк в соответствующем наборе, у которых место в сортировке выше, чем у текущей строки. Выберем одну из строк в результатах примера запроса, например с рангом 5. Этот ранг определен как 5, потому что в соответствии с заданным порядком сортировки (по убыванию *val*) в окончательном наборе результатов есть четыре строки, у которых значение атрибута *val* больше текущего значения (11188,40), а ранг определяется, как число этих строк плюс один.

Но самый важный нюанс заключается в том, что предложение `OVER` определяет окно функции по отношению к текущей строке. Это верно по отношению ко всем строкам набора результатов запроса. Иначе говоря, в каждой строке предложение `OVER` определяет окно независимо от остальных строк. Это очень важная концепция, и требуется определенное время на ее осознание. Освоив ее, вы приблизитесь к настоящему пониманию принципов работы с окнами, а также поймете всю ее глубину. Если пока вам это говорит немного, до времени не беспокойтесь — я вывалил все это скопом перед вами только для затравки.

Поддержка оконных функций в SQL описана в стандарте SQL:1999, где они назвались «OLAP functions». С того времени в каждой новой редакции поддержка оконных функций только укреплялась. Я имею в виду редакции SQL:2003, SQL:2008 и SQL:2011. В последнем стандарте SQL предусмотре-

на очень широкая поддержка оконных функций — нужно ли других доказательств, что в комитете стандартизации верят в них и, по-видимому, стандарт будет расширяться за счет увеличения числа оконных функций и сопутствующей функциональности.



**Примечание** Документы стандартов можно приобрести в организации ISO или ANSI. Например, по следующему URL-адресу можно приобрести документ фонда ANSI с описанием стандарта SQL:2011, в котором описаны конструкции языка: <http://webstore.ansi.org/RecordDetail.aspx?sku=ISO%2fIEC+9075-2%3a2011>.

В стандарте SQL предусмотрена поддержка нескольких типов оконных функции: агрегатные, ранжирующие, аналитические (или распределения) и сдвига. Но надо не забывать, что окна — это принцип, поэтому в следующих редакциях стандарта могут появиться новые типы.

В агрегатных оконных функциях вы найдете привычные функции агрегирования, такие как SUM, COUNT, MIN, MAX и другие, однако вы, скорее всего, привыкли к использованию их в контексте групп запросов. Функция агрегирования должна работать на наборе, который определен групповым запросом или определением окна. В SQL Server 2005 была реализована частичная поддержка оконных функций, а в SQL Server 2012 эта функциональность была расширена.

Реализованы следующие функции ранжирования: RANK, DENSE\_RANK, ROW\_NUMBER и NTILE. В стандарте первая и вторая пары функций относятся к разным категориям, и позже я объясню, почему. Я предпочитаю объединять эту четверку функций в одну категорию для простоты — точно так же, как это делается в официальной документации по SQL Server. В SQL Server 2005 эти четыре функции ранжирования уже обладают полной функциональностью.

К аналитическим функциям относятся PERCENT\_RANK, CUME\_DIST, PERCENTILE\_CONT и PERCENTILE\_DISC. Поддержка этих функций появилась в SQL Server 2012.

К функциям сдвига относятся LAG, LEAD, FIRST\_VALUE, LAST\_VALUE и NTH\_VALUE. Поддержка эти функций также появилась в SQL Server 2012. Поддержки функции NTH\_VALUE в SQL Server нет, и SQL Server 2012 не исключение.

Ниже рассказывается о назначении, целях и особенностях работы различных функций.

При освоении любой новой идеи, устройства или инструмента приходится преодолевать определенный барьер, даже если новика проще в установке и использовании. Новое всегда дается нелегко. Поэтому если вы не знакомы с оконными функциями и анализируете, стоит ли тратить время на их изучение и применение, вот вам несколько аргументов «за»:

- Оконные функции позволяют решать множество задач извлечения данных. Я бы сказал, что эту возможность сложно переоценить. Как я уже говорил, сейчас я использую оконные функции в большинстве ситуаций,

когда нужно запрашивать данные. После рассказа о принципах работы и оптимизации функций в главе 5 показаны примеры практического их применения. Но чтобы вы уже сейчас понимали, как их можно использовать, скажу, что средствами оконных функций можно решать следующие задачи:

- Разбиение на страницы.
  - Устранение дублирования данных.
  - Возвращение первых n строк в каждой группе.
  - Вычисление нарастающих итогов.
  - Выполнение операций в интервалах, например в интервалах упаковки, а также вычисление максимального числа параллельных сеансов.
  - Нахождение пробелов и островков.
  - Вычисление процентилей.
  - Вычисление режима распределения.
  - Иерархии сортировки.
  - Сведение.
  - Определение новизны.
- Я занимаюсь созданием SQL-запросов уже почти двадцать лет и на протяжении последних нескольких лет активно использую оконные функции. Могу сказать, что на освоение оконных функций требуется определенное время, но во многих случаях оконные функции оказываются проще и более «интуитивными», чем обычные методы.
  - Оконные функции хорошо поддаются оптимизации. Почему это происходит, вы узнаете в последующих главах.

### **Декларативный язык и оптимизация**

Вас наверняка удивит, почему в таком декларативном языке, как SQL, где вы просто заявляете, что хотите получить, а не описываете, как получить искомое, две формы одного и того же запроса — одна с оконными функциями, а другая без — дают разную производительность. Как так происходит, что в одной реализации SQL, такой как SQL Server, с собственным диалектом T-SQL, СУБД не всегда «догадывается», что две формы практически идентичны, и не создает одинаковые планы выполнения.

Для этого есть несколько причин. Для начала, оптимизатор SQL Server не идеален. Не поймите меня неправильно — оптимизатор SQL Server это настоящее чудо, если говорить о том, какие сложные задачи он решает. Но в нем невозможно реализовать все возможные правила. Это во-первых, а во-вторых, у оптимизатора есть очень ограниченное время на выполнение оптимизации — он мог бы тратить больше времени на оптимизацию, но надо понимать, что это время должно компенсироваться ускорением выполнения запроса. Иногда ситуация доходит до абсурда: с одной стороны план, не учитывающий все возможные планы, но обеспечивающий выполнение запроса за несколько секунд, создается за несколько миллисекунд,

а с другой — на определение плана, учитывающего все варианты и обеспечивающего сокращение времени выполнения запроса на несколько секунд, может потребоваться год или даже больше. Как видите, с практической точки зрения у оптимизатора очень ограниченное время на оптимизацию. На основании определенных параметров, в числе которых размер используемых в запросе таблиц, SQL Server определяет два значения: первое — стоимость удовлетворительного плана, а другое — максимально возможное время, которое можно потратить на оптимизацию. При достижении любого из этих значений SQL Server использует наилучший определенный на тот момент времени план выполнения.

Структура оконных функций такова, что они часто лучше поддаются оптимизации, чем другие методы решения тех же задач.

Из всего сказанного вы должны вынести следующее: чтобы перейти на использование оконных функций, нужно приложить определенные осознанные усилия, потому что это новая концепция, к которой надо привыкнуть. Но после этого использовать оконные функции становится просто и интуитивно понятно — вспомните о том, каким сложным вам казалось освоение гаджетов, без которых вы сейчас не представляете себе свою жизнь.

## Два типа программирования: наборы и курсоры с итеративным проходом

Часто решения на основе T-SQL для запроса данных делят на два вида: основанные на наборах или на курсорах с итеративным проходом. Разработчики на T-SQL соглашались, что нужно использовать первый подход, но курсоры все еще используются во многих решениях. В связи с этим возникает несколько интересных вопросов. Почему наборы считаются предпочтительнее? И если они рекомендованы к использованию, то почему многие разработчики используют итеративный подход? Что мешает людям использовать рекомендуемый подход?

Чтобы разобраться в этом, нужно понять основы T-SQL, что на самом деле представляет собой основанный на наборах подход. Если это сделать, то вы поймете, что для большинства людей наборы недостаточно интуитивно понятны, а логику итераций понять легче. Все дело в том, что разрыв между итеративным и основанным на наборах типами мышления довольно велик. Его можно сократить, но это непросто. Именно на этом этапе важную роль могут сыграть оконные функции. Я считаю их замечательным инструментом, способным закрыть разрыв между этими двумя подходами и обеспечить более гладкий переход к мышлению в терминах наборов.

Поэтому сначала объясню, что представляет собой основанный на наборах подход к решению задач получения данных средствами T-SQL. T-SQL является диалектом стандартного языка SQL (стандартов как ISO, так и ANSI). SQL основан (или является попыткой реализации) на базе реляционной модели, которая представляет собой математическую модель