

**Использованные литературы**

1. Аллаев К.Р. Энергетика нуждается в Стратегии. Экономическое обозрение №-6, 2018
2. <http://www.undp.uz.registry@undp.org>
- 3 Аллаев К. Р. Энергоэффективность и возобновляемые источники энергии. Т. ТГТУ. Проблемы энерго — и ресурсосбережения. Спецвыпуск. Труды Международной конференции «Современные научно-технические решения эффективного использования возобновляемых источников энергии», 2011.
- 4.Янсон Р.А. Ветроустановки: учеб. пособие по курсам «Ветроэнергетика», «Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников энергии»/Под ред. М.И. Осипова.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007.-36 с.
- 5.Безруких П.П. Научно-техническое и методологическое обоснование ресурсов и направлений использования возобновляемых источников энергии: дис. на соискание ученой степени д-ра техн. наук: 05.14.08/Безруких Павел Павлович.- М., 2003.- 268 с.
- 6.Голубенко Н.С. О зависимости скорости ветра от высоты с учетом рельефа местности [Электронный ресурс] / Голубенко Н.С. и др. -2005. Режим доступа: <http://wind.dp.ua/download/o.zavisimosti.skorosti.vetra.ot.vysoty.doc>. (Дата обращения 15.06. 2017)
- 7.Мейтин М. Фотовольтика – материалы, технологии, перспективы // Мейтин М.// Электроника: наука, технология, бизнес. – 2010. № 6. – С.40 -46.
- 8.Виссарионов В.И. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов/ Под ред. В.И. Виссарионова. – М., Издательский дом МЭИ, 2008. – 317 с.
9. Бутузов В.В. Расчетные значения интенсивности солнечной радиации для проектирования гелиоустановок / В.В.Бутузов// Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – 2016. - №11(79) – С.75 – 80.
10. Жураева К.К., Рустомова А.Р. Применение альтернативных источников энергии на железнодорожном транспорте. - ИИновации тех.решений в транспорте.V Всероссийская научная –техническая конференция для молодых ученых...сб статей, г.Пенза, 2019г. С. 256-259
- 11.Сафаров А.М., Назирова З.Г., Жураева К.К. Увеличение энергетической эффективности систем электроснабжения нетяговых потребителей.- I межд.науч.- практическая конф. «Актуальные проблемы внедрения иннов. техники и технологии на предприятиях» Фергана, 2019г. С. 149-152.

**РАЗВИТИЕ КУЛЬТУРЫ РАБОТЫ С ИНФОРМАЦИЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ***Людченко Станислав***АННОТАЦИЯ**

На многих промышленных предприятиях на низком уровне находится культура работы с информацией: не организованы аналитические хранилища, специалисты не обеспечены современными инструментами анализа данных. В работе были рассмотрены шаги развития культуры и преимущества, которые получает предприятие, вставшее на этот путь. Проведено сравнение скорости доступа к информации в различных структурах её хранения. Представлен простой механизм преобразования данных в схему «Звезда».

**Ключевые слова:** OLAP, OLTP, схема «Звезда», структурно-независимая схема данных, Business intelligence.

**1. Введение**

Не смотря на современное развитие технологий анализа данных, работа многих специалистов на среднестатистическом промышленном предприятии включает такие этапы как выгрузка данных в плоскую таблицу и формирование отчета с использованием табличных процессоров. Во многих случаях выгрузки выполняются непосредственно из транзакционных систем, ориентированных на запись, и потому занимают продолжительное время. Манипулирование большими массивами данных в табличных процессорах также сопряжено длительным ожиданием их обработки. Таким образом, теряются ценные часы работы специалистов, призванных анализировать данные и делать на их основе важные для бизнеса выводы.

Для оценки зрелости культуры работы с информацией на предприятии, можно условно выделить 3 этапа дорожной карты развития:

1. Существует только транзакционная база данных, все отчеты формируются непосредственно из нее. Специалисты предварительно выгружают данные в плоскую таблицу и выполняют с ней необходимые аналитические запросы в табличных процессорах.

2. На предприятии организовано аналитическое хранилище данных, но сценарий работы специалистов остается неизменным.

3. Функционирует аналитическое хранилище. Специалисты обучены и обеспечены профессиональными инструментами анализа с возможностью прямого подключения к витринам данных.

Цель данной работы: продемонстрировать преимущества движения по представленной карте развития, дать методические рекомендации по развитию культуры работы с информацией на предприятии.

Основной акцент в работе сделан на оценку скорости доступа к информации, но наибольший эффект от данных мероприятий лежит идеях, возникающих у квалифицированных специалистов, которые не тратят времени и сил на поиск и подготовку информации, а всецело погружены в процесс ее анализа. Данный эффект, к сожалению, заранее оценить невозможно.

## 2. Обзор структур хранения данных

Распространенная практика разработки информационных систем – выделение транзакционной базы данных (OLTP), ориентированной на запись информации, и аналитической базы данных (OLAP), предназначенной для удобного извлечения данных для целей анализа. В сложных ERP системах реализуется специальный уровень витрин данных, ориентированных на анализ [3].

**OLTP (online transaction processing)** - база данных, ориентированная на обработку транзакций в реальном времени. В такой базе данных используются сильно нормализованные структуры

хранения данных, обеспечивающие целостность и скорость записи информации. Как правило, возможности аналитики в OLTP-системах сильно ограничены, для выгрузки данных необходимы сложные запросы с множеством операций соединения.

Традиционные структуры хранения данных для OLTP-систем на основе реляционных баз данных имеют существенный недостаток – низкую гибкость. Для организации хранения дополнительной информации необходимо добавление новых таблиц и колонок для связей с ними в существующих таблицах базы.

Существует класс моделей, которые призваны решить данный недостаток, их называют структурно-независимыми схемами хранения данных. В таких моделях информация структурируется не по столбцам, а по строкам таблиц. Одна из распространенных моделей – Entity-Attribute-Value (EAV), предлагает хранение всей информации в 3-х универсальных таблицах (рисунок 1)

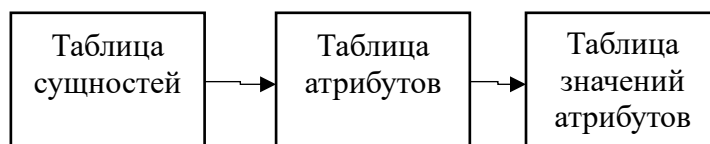


Рисунок 1. Представление данных в схеме EAV

Таблица сущностей содержит объекты предметной области, таблица атрибутов – свойства и характеристики объектов. Таблица значений атрибутов содержит значение атрибута для каждой комбинации сущность-атрибут.

Структурно-независимые схемы хранения данных имеют существенные преимущества для активно развивающихся информационных систем, у которых структура данных подвержена частым изменениям. Подробное описание преимуществ, недостатков и особенностей работы с подобными схемами представлено в работах [4-5]. Пример практического использования EAV представлен в работе [6].

Один из существенных недостатков модели EAV – низкая производительность. За возможность «на лету» менять логическую схему данных приходится платить скоростью их обработки. Такие модели целесообразно применять в условиях неопределённости относительно будущей архитектуры системы. Такая неопределенность сегодня становится характерной для многих информационных систем и разработчики все чаще

используют комбинации данного подхода при проектировании баз данных.

## OLAP (online analytical processing)

Удобство извлечения данных достигается в OLAP за счет денормализации и предварительного агрегирования данных. Предел денормализации данных – плоское представление, когда вся информация хранится в одной таблице и значения атрибутов повторяются в каждой строке. Такое представление используется для построения сводных таблиц в табличных процессорах. Его преимущество в простоте извлечения данных, т.к. фактически данные хранятся в том виде, в который они преобразуются в результате запроса из других структур хранения. Однако, в таком представлении данные занимают больший объем памяти из-за дублирования значений атрибутов. По этой же причине замедляется скорость операций вставки, изменения и чтения данных.

Наибольшее распространение для аналитических хранилищ получили схемы «Звезда» и «Снежинка». Информация в них представляется в виде одной таблицы фактов и нескольких таблиц измерений - рисунок 2.

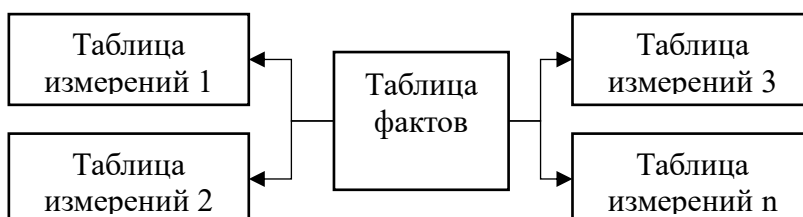


Рисунок 2. Представление данных в схеме «Звезда»

Таблица фактов содержит числовые характеристики (меры) и ссылки на ID каждого из измерений. Таблицы измерений содержат дискретные характеристики фактов. Схема «Снежинка» отличается тем что одна или несколько таблиц измерений могут ссылаться на другие таблицы измерений. Такие схемы имеют множество примеров практического использования [1-3].

### 3. Исходные данные для исследования

В качестве исходных данных для исследования выступает информация о запасах товарно-материальных ценностей одной группы промышленных предприятий. Это предрассчитанные оборотно-сальдовые ведомости

за каждый месяц, по нескольким предприятиям группы. Объем данных за 2019 год составляет 1.9 млн строк, за 2018-2019 – 3.7 млн строк. Данные были преобразованы в две структуры хранения для тестирования скорости доступа к ним. В качестве системы управления базой данных была использована Oracle v.19.

Упрощенная схема хранения данных в соответствии с моделью «Звезда» для тестирования работы с OLAP базой данных представлена на рисунке 3. Таблица фактов содержит информацию об оборотах, остатках на начало и конец каждого периода в натуральных единицах измерения и в стоимостном выражении. Каждая таблица измерений содержит отдельные характеристики.

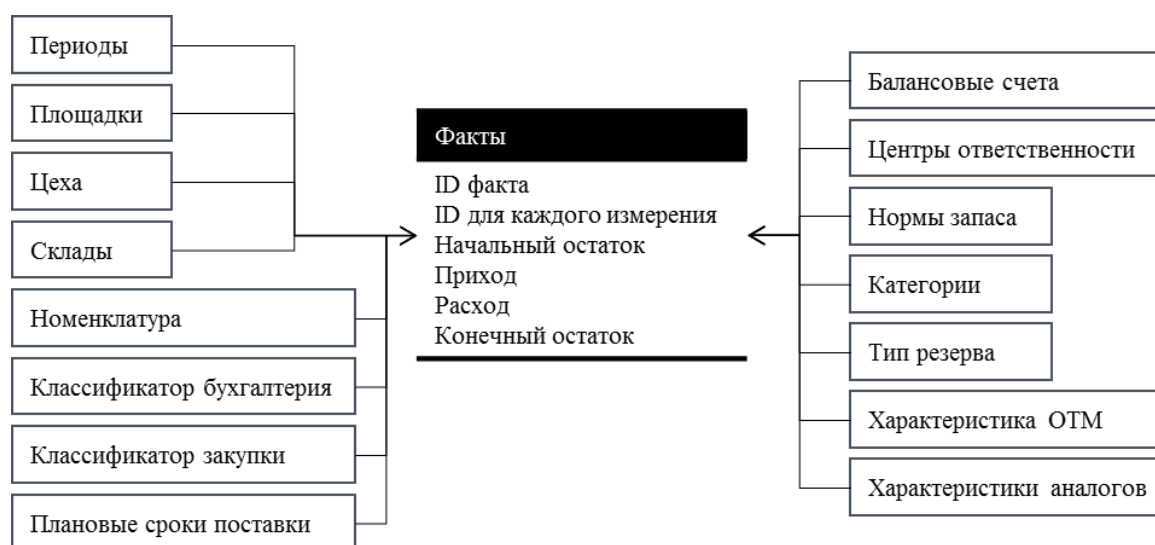


Рисунок 3. Схема хранения данных по модели «Звезда»

Имитация OLTP базы данных для настоящего исследования реализована в структурно-независимой схеме (рисунок 4). Таблица «Объекты», аналогично таблице фактов в схеме «Звезда», содержит меры по запасам. Все связи объектов со значениями атрибутов хранятся в

отдельной таблице «Ссылки на атрибуты». Для каждого типа данных который может иметь атрибут создается отдельная таблица значений. В таблице «Атрибуты» хранятся метаданные – названия атрибутов.

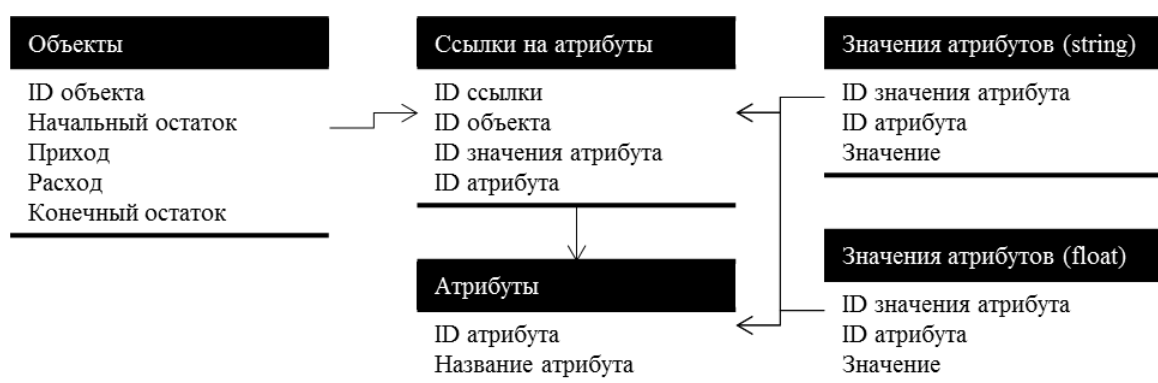


Рисунок 4. Структурно-независимая схема данных

### 4. Оценка скорости выгрузки данных в плоскую таблицу

Как отмечалось ранее, во многих сценариях работы аналитика присутствует подготовительный этап выгрузки данных в плоскую таблицу. Формат

выгрузки, как правило – текстовый файл с разделителями (например формат csv) или файл используемого табличного процессора (например MS Excel). Этот этап часто занимает продолжительное время. Иногда, из-за

возможностей информационной системы, выгрузку приходится делать по частям и склеивать в дальнейшем в общий файл. Часто требуется преобразование результатов выгрузки в формат пригодный для анализа. Специалист, выполнивший всю эту работу, уже чувствует себя уставшим, а к выполнению самой важной задачи он еще даже не приступил.

Если на предприятии имеется только OLTP база данных, первым шагом к развитию культуры

работы с информацией будет создание OLAP хранилища. Это позволит ускорить процесс выгрузки данных. Результаты тестирования выгрузки в плоскую таблицу представлены на рисунке 5. Фактическая скорость выполнения запросов сильно зависит от технических характеристик сервера. В связи с этим, в качестве меры скорости выполнения запросов взята оценка затрат ресурсов процессора, рассчитанная стоимостным оптимизатором базы данных.

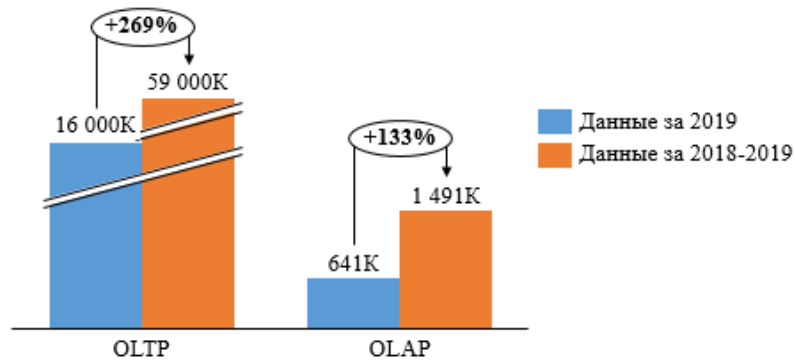


Рисунок 5 Ресурсные затраты сервера на выгрузку данных в плоскую таблицу

Как упоминалось в разделе 2, структурно независимая база данных имеет низкую производительность. По результатам проведенного теста, выгрузка из нее выполняется в 25 раз дольше чем из базы данных структурированной по схеме «Звезда». Также была отмечена плохая масштабируемость: при росте количества строк данных в 1.9 раза, затраты на выгрузку выросли в 2.7 раза. Такая разница в скорости связана с необходимостью выполнения сложной операции PIVOT в SQL запросе. Текст запроса имеет следующий вид:

```
SELECT *
FROM
measure m
LEFT JOIN
(SELECT a.name_attribut, la.id_mesure, v.value
FROM link_attribut la
LEFT JOIN attribut a
ON la.id_attribut=a.id_attribut
LEFT JOIN attr_val_text v
ON la.id_attribut_val= v.id_attr_val_text)
PIVOT
(MAX(value) FOR name_attribut IN
('categories','firm',...))
```

) val\_text

ON m.id\_mesure=val\_text.id\_mesure

-- аналогичное соединение с подзапросом

-- для каждого типа данных

### 5. Извлечение, преобразование и загрузка данных в аналитическое хранилище

Для создания аналитического хранилища используется ETL (extract, transform, load) процесс. Он подробно описан в книге [7]. Существует множество подходов к реализации данного процесса с использованием различных технологий. В данной работе представлен один из наиболее простых вариантов реализации с применением языка SQL запросов. Он был использован для преобразования исходных данных в целевую структуру «Звезда» описанную в разделе 3.

Укрупненная схема ETL процесса представлена на рисунке 6. На первом этапе данные извлекаются из исходных источников и загружаются в промежуточное хранилище в неизменной форме, но в единой структуре. Эта структура имеет вид плоской таблицы. Хранилище реализуется в базе данных с поддержкой SQL.

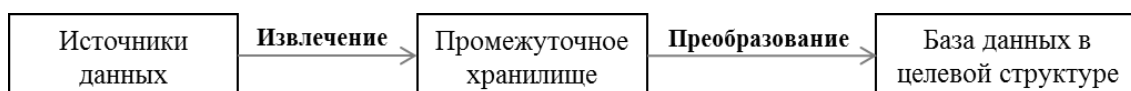


Рисунок 6. Схема ETL процесса

Концептуальная схема промежуточного хранилища представлена на рисунке 7. Ключевую роль в дальнейшей процедуре преобразования играют таблицы связей исходных значений с id измерений целевой структуры. В этих таблицах хранятся все возможные значения каждого

измерения, встречающиеся в исходных данных. Для каждого такого значения присвоен id измерения в целевой структуре. Перед преобразованием данных выполняется запрос и добавление отсутствующих значений в таблицах связей.

Таблицы связей позволяют выполнить очистку данных за счет приведения значений к единому формату. Необходимость этой операции обусловлена наличием в разных источниках разных форм представления одних и тех же измерений (например краткая и полная запись организационно

правовой формы в названиях контрагентов). В редких случаях, если такого преобразования не требуется, вместо отдельных таблиц могут быть использованы таблицы измерений целевой структуры.

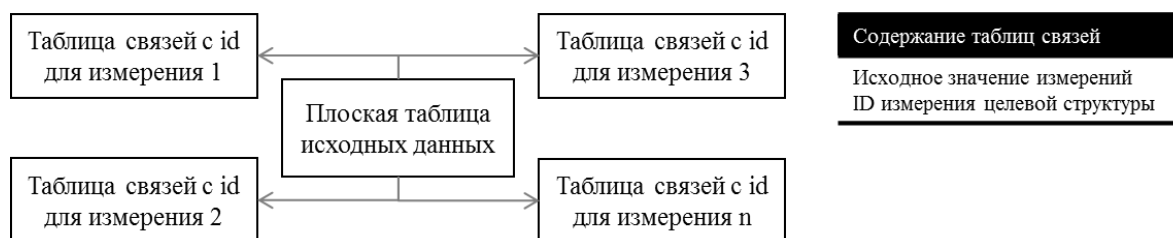


Рисунок 7. Схема промежуточного хранилища

При такой организации промежуточного хранилища, процесс преобразования данных заключается в написании одного SQL запроса для получения готовой к загрузке таблицы фактов. Текст такого запроса имеет следующий вид:

```
SELECT
F.measure_1, F.measure_2, ...
D1.id_dimension, D2.id_dimension, ...
FROM
flattened F
LEFT JOIN dimension_1 D1
ON F.dimension_1_val = D1.dimension_val
LEFT JOIN dimension_2 D2
ON F.dimension_2_val = D2.dimension_val
...
```

#### 6. Прямое подключение к источнику данных

Кроме высоких трудозатрат на выгрузку данных, эта операция сопряжена еще одним существенным недостатком для предприятия – децентрализация информации. Специалисты разных подразделений делают выгрузки в разное

время. Часто информация корректируется – на нее накладываются определенные ограничения, необходимые по мнению пользователя. Формат данных не защищен и позволяет это сделать. Каждая выгрузка становится локальным источником правды для конкретного подразделения, на ее основе формируется отчетность, делаются выводы. Агрегированный результат, построенный на такой выгрузке, может быть передан на следующий этап для построения отчетности более высокого уровня. И на этом этапе также могут быть наложены свои ограничения.

Ключ к решению данной проблемы – обеспечение прямого подключения пользователей к аналитическому хранилищу данных. Это позволит обеспечить единый источник правды для всей аналитики предприятия. Существует целый класс систем, позволяющий это организовать, они называются business intelligence (сокращённо BI). Список BI-вендоров по оценке компании Gartner за 2019 год представлены на рисунке 8.



Рисунок 8. Магический квадрант Gartner по бизнес-аналитике

Из-за существенной разницы в технологии обработки данных очень сложно сопоставить скорость работы в табличном процессоре и в современной BI-системе. Табличный процессор загружает данные, представленные в плоском виде, в оперативную память компьютера пользователя и работает с ней используя ресурсы процессора пользователя. Это накладывает ограничения на объем информации для анализа и предъявляет высокие требования к персональному компьютеру, на котором выполняется анализ.

BI-система, при прямом подключении к базе данных, взаимодействует с ней с использованием SQL-запросов. Она формирует запрос, который

возвращает только необходимую информацию в агрегированном виде. Таким образом, основная работа по обработке данных выполняется на сервере, который обладает значительно большими ресурсами, чем компьютер пользователя. Это снимает ограничения на объем анализируемой информации.

Структуры данных, которые используют системы, также имеют принципиальные различия в скорости доступа. Для оценки этой скорости была проведена имитация работы с информационной панелью, представленной на рисунке 9, для данных представленных в плоском виде и в схеме «Звезда».

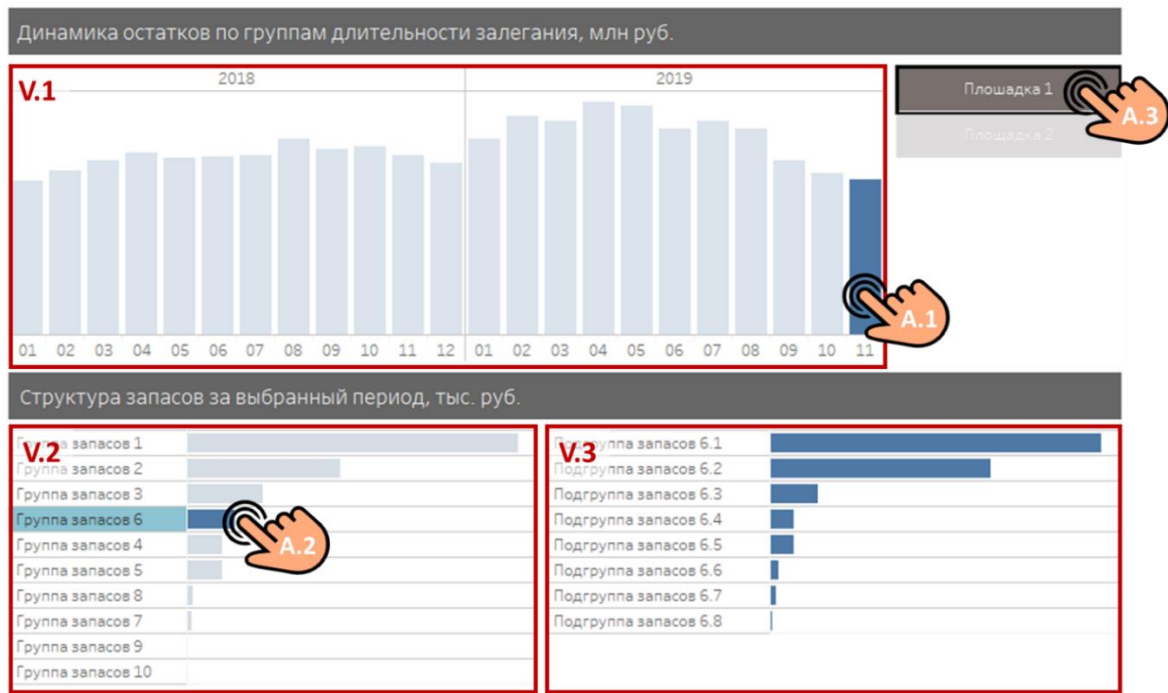


Рисунок 9 Информационная панель для имитации процесса анализа данных

На информационной панели присутствуют 3 визуализации – динамика запасов, структуры по группам ТМЦ и подгруппам ТМЦ. В момент открытия панели отображается только визуализация с динамикой, остальные становятся доступны после выполнения активных действий. Последовательно применяются 3 активных действия: выбор периода (A.1 – фильтрует визуализацию V.2), выпор группы ТМЦ (A.2 –

фильтрует визуализацию V.3 + фильтр A.1 для V.3), выбор площадки (A.3 – применяется для всех визуализаций с сохранением предыдущих фильтров).

Результаты тестирования скорости выполнения аналитических запросов представлены на рисунке 10. Данные представленные в схеме «Звезда» извлекаются в 7.3 раза быстрее чем в случае с плоской таблицей.

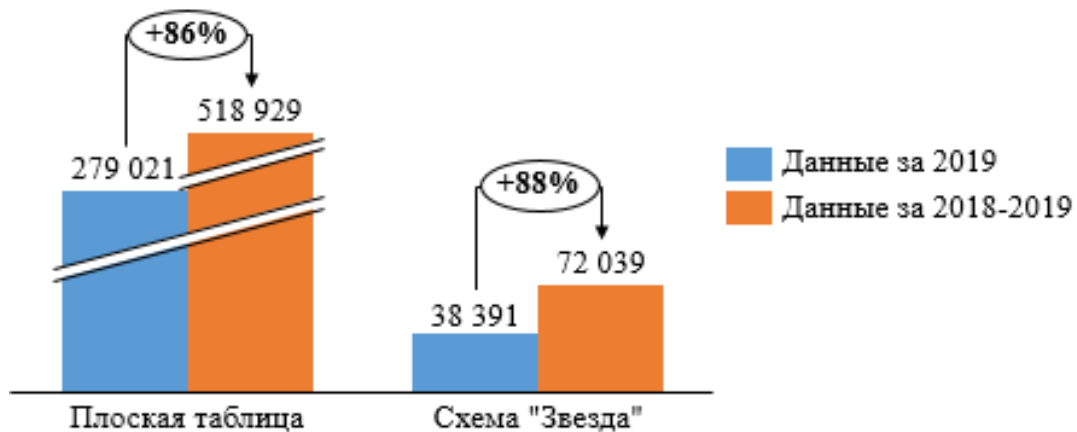


Рисунок 10 Ресурсные затраты сервера на выполнение аналитических запросов

При анализе планов выполнения аналитических запросов к базам данных различной структуры, было отмечено, что самая затратная операция – полный просмотр таблицы, в которой содержится расчетная мера для агрегации. Эта операция неизменно выполняется в каждом из запросов. Различия в скорости выполнения связано с двумя причинами. Первая – размер таблицы с мерами в схеме звезда в 3.6 раза меньше чем в плоском представлении, так как она содержит

только числовые индексы. Из-за меньшего размера она быстрее считывается с диска.

Вторая причина – вычислительные затраты на операцию сравнения строк выше чем в случае с числами. В плоском представлении данных, эти операции выполняются для каждой строки. Для схемы звезда сравнение текстовых строк выполняется по таблицам измерений, и количество таких операций равно количеству уникальных значений измерения. После поиска числового индекса, для каждой строки таблицы с мерами,

выполняется уже значительно более простая операция сравнения чисел.

### 7. Заключение

Сложно переоценить преимущества, которые получает предприятие, вставшее на путь развития культуры работы с информацией. Создание аналитического хранилища позволяет более чем в 25 раз увеличить скорость выгрузки данных из системы. Внедрение BI инструментов снимает ограничения на объем анализируемой информации и позволяет организовать единый источник данных для всех уровней отчетности.

### 8. Список литературы

[1] Толдыкина Е. В., Кудинов А. В. Разработка архитектуры и программных средств витрин данных для предприятия нефтегазовой отрасли // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2009. – Т. 315. – №. 5.

[2] Жучков Д. В. Применение технологии хранилищ данных в территориальных органах управления здравоохранением // Материалы IV

Всероссийской конференции молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. – Красноярск: ИВМ СО РАН. – 2003.

[3] Матвиенко Е. Н. Решение аналитических задач с использованием SAP Hana // Математика и информационные технологии в нефтегазовом комплексе. – 2014. – №. 1.

[4] Rogozov Yu. I. and dr. Подход к реализации БД со статической структурой на основе модели данных EAV // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2010. – Т. 103. – №. 2.

[5] <https://oracle-patches.com/db/3207-альтернативные-модели-данных-и-подходы>

[6] Янников И. М. и др. База данных средств физической защиты потенциально опасных объектов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2017. – Т. 15. – №. 1. – С. 122-125.

[7] Паклин Н. Б., Орешков В. И. Консолидация данных — ключевые понятия // Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. – 2009.

УДК 621.193.722

## ОПТИМИЗАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ НИОБИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ГАЗОТЕМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.70.538](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.70.538)

*Москвитина<sup>1</sup> Л.В.,*

*канд.техн.наук,*

*Москвитин<sup>1</sup> С.Г.,*

*канд.геол.-минер. наук,*

*Васильев<sup>2</sup> С.В.*

*Институт физико-технических проблем Севера*

*им. В.П. Ларионова СО РАН<sup>1</sup>,*

*Институт проблем нефти и газа СОРАН<sup>2</sup>*

*677007, г. Якутск, Россия.*

### АННОТАЦИЯ

В связи с разработкой инновационного федерального проекта по разработке Томторского ниобий-редкоземельного месторождения Якутии актуальны технологии потребления ниобия и РЗМ на внутреннем рынке России. Проведено исследование оптимизации содержания ниобия в качестве модификатора с целью повышения износостойкости фрикционного покрытия и сбалансированности трения в паре: модифицированное покрытие – металлическое контртело. Рассмотрены содержания ниобия в шихте порошковых проволок от 0,1 до 5% масс. Рентгеноспектральным анализом и сканирующей растровой электронной микроскопией изучены составы и структуры износостойких покрытий.

Трибологические исследования показали, что содержание в порошковой проволоке ниобия от 1% до 5% обеспечивает высокую износостойкость и в то же время потери массы образцов и контртел сбалансированы, что обусловлено измельчением микроструктуры и повышением однородности микромеханических свойств.

### ABSTRACT

In this work, the compositions of the charge of experimental flux-cored wires for the technology of electric arc metallization are developed. As modifying additives selected powders of niobium Nb content in the charge flux-cored wire is 0,1%, 0,3%, 1% and 5% by weight. X-ray spectral analysis and scanning scanning electron microscopy studied the composition and structure of wear-resistant coatings.

Tribological studies have shown that the wear of the samples is reduced by an order of magnitude, starting with the addition of 0.3% niobium. When the content of niobium powder wire 1% and 5% wear resistance remains high, but the mass loss of samples and counterbody are balanced, due to the grinding of the microstructure and increased uniformity of the micromechanical properties.

**Ключевые слова:** электродуговая металлизация, модификатор, износостойкое покрытие, микротвердость, износ, шероховатость, ниобий, карбиды, бориды.