

# **АРХИТЕКТУРА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ НЕПРЕРЫВНОГО КОРПОРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ НИЖНИЙ НОВГОРОД»**

**Мельников С. И.<sup>1</sup>**

(Учебно-производственный центр ООО "Газпром энерго",  
Москва)

*Состояние инфраструктуры информационных технологий ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» в настоящее время имеет ряд существенных ограничений и требований к информационной системе, что делает невозможным использование онлайн-доступа к единой базе данных и использование двухфазных транзакций. В данной работе представлена разработка оригинального механизма синхронизации распределенных баз данных на основе метода асинхронной доставки журнала транзакций. Решается прикладная задача обеспечения средства интеграции локальных баз данных, располагающихся в некоторых узлах вычислительной сети для пользователя, работающего на любом узле сети.*

**Ключевые слова:** многоуровневые системы, распределенные системы, базы данных, управление, локальные ресурсы, система сопровождения процесса обучения.

## **1. Введение**

Современные организации, начиная от крупнейших международных корпораций и заканчивая мелкими частными компаниями, функционируют в сложной социально-экономической среде. Масштабные социально-экономические и инновационные изменения, такие как определение человека как главной ценности и основного ресурса организации, новые стратегии и тактики использования человеческого потенциала, совершенствование методов управления персоналом во всех областях работы с людьми, все более четко проявляются во всех отраслях и сферах деятельности на различных уровнях экономики. Одной из локальных задач является развитие собственного персонала, которое

---

<sup>1</sup> Сергей Игоревич Мельников, начальник центра (Serg\_m84@list.ru).

обеспечивает внутренние условия для устойчивого развития компании. С этой целью разрабатываются и внедряются новейшие механизмы управления персоналом, в частности, количественная и качественная укомплектованность кадрами, активизация деятельности вновь принятых сотрудников, рост квалификационного уровня работников, повышение стабильности персонала, рост удовлетворенности сотрудников своим трудом и занимаемой должностью, повышение приверженности и лояльности организации, повышение престижа организации. Таким образом, управление развитием персонала – одна из основных задач работодателя, заинтересованного в динамичном развитии предприятия с постоянным повышением эффективности и качества реализуемых бизнес- и производственно-технологических процессов, ориентированного на принципы делового партнерства и социальной ответственности перед своими работниками.

ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» – крупное газотранспортное предприятие, входящее в структуру ПАО «Газпром», территориально расположено в 16 субъектах европейской части РФ с численностью персонала свыше 11000 человек. Организационно предприятие состоит из Аппарата управления и 25 линейных и специализированных филиалов. Фирменное профессиональное обучение в системе подготовки, переподготовки, обучения вторым (смежным) профессиям и повышения квалификации в ОАО «Газпром» (и соответственно, в ООО «Газпром трансгаз Н.Новгород») носит непрерывный характер и проводится в течении всей трудовой деятельности работников с целью обеспечения соответствие уровня квалификации работников требованиям производства [4, 7]. Анализ бизнес-процесса обучения в ООО «Газпром трансгаз Н. Новгород», проведенный методами системного анализа [6] с целью минимизации затрат и с привлечением предметных специалистов, отвечающих за подготовку кадров предприятия, показал необходимость создания системы управления процессом корпоративного обучения.

Процесс управления обучением, как и любой другой вид организационной деятельности, может быть значительно усовер-

## Технические и программные средства управления



*Рис. 1. Многоуровневая распределенная система управления процессом образования*

шенствован внедрением специализированных автоматизированных систем. Применение программно-технических комплексов при решении большинства типовых задач позволяет повысить качество обучения в совокупности с достижением некоторых иных положительных результатов, например, разгрузка преподавателя от рутинной работы. Очевидно, что внедрение автоматизированных систем в данной сфере нужно проводить весьма осторожно, так как излишняя автоматизация может сделать систему неудобной в работе и недостаточно гибкой [5]. Описываемая схема представляет собой сложный многоуровневый процесс (рис. 1).

Указанная выше система должна обеспечивать информационную поддержку для участников бизнес-процесса в условиях курсового обучения (рис. 2), характеризующегося краткосрочностью, высокой интенсивностью обучения и территориальной удаленностью филиалов Общества [2]. Очевидной является и необходимость функционирования системы в едином информационно-справочном пространстве системы управления человеческими ресурсами ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» в целом.



Рис. 2. Система непрерывного образования

## 2. Характеристика объекта управления. Обоснование разработки системы репликаций

Состояние инфраструктуры информационных технологий ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» в настоящее время имеет следующие характеристики:

- Основная используемая операционная система – Microsoft Windows (в локальном и серверном варианте).
- Пропускная способность каналов связи между Аппаратом управления и филиалами варьируется в широком диапазоне – от 56 кбит/с до нескольких Мбит/с.
- Требования информационной безопасности, содержащиеся в действующей редакции Правил эксплуатации информационно-управляющих систем, и, соответственно, таблицы маршрутизации на коммуникационном оборудовании, запрещают онлайновый доступ к диапазонам IP-адресов «чужого» филиала. Обмен данными между филиалами возможен только через общие информационные ресурсы (почта и файловое хранилище с FTP-протоколом)

с применением при необходимости сертифицированных средств шифрования.

- На предприятии развернута автоматизированная система управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятия (АСУ ПХД), использующая в качестве СУБД Microsoft SQL Server 2005 (2008, 2008R2) Standart Edition. Серверы расположены в филиалах и Аппарате управления.
- ИТ-персонал филиалов имеет различный уровень компетентности, достаточный, однако, для обслуживания программно-аппаратных комплексов, обеспечивающих функционирование АСУ ПХД в штатном режиме.
- На предприятии имеется значительное количество разнородных автоматизированных систем по различным направлениям деятельности, в том числе морально устаревших, базирующихся на «плоских» [10] таблицах (последствия «лоскутной» автоматизации).

Исходя из описания бизнес-процесса, состояния ИТ-инфраструктуры представляется возможным сформулировать ряд требований предъявляемых к разрабатываемой системе:

- Выбор инструментальных средств при реализации проекта определяется наличием лицензий на используемое программное обеспечение.
- Возможность использования существующей ИТ-инфраструктуры и возможность интеграции с эксплуатируемыми информационными системами автоматизации производственно-хозяйственной деятельности предприятия.
- Указанная прикладная система должна обеспечивать введение корпоративных справочников и консолидацию данных на уровне ООО «Газпром трастгаз Нижний Новгород» (рис 3).
- Система должна быть доступна любому пользователю в режиме 7\*24 с учетом его прав и привилегий.



Рис. 3. Централизованное ведение справочников

- Структура клиентских модулей и их функционал должны соответствовать ролям физических участников процесса, предоставляя последним привычную информационную среду в контексте выполняемых ими должностных обязанностей.
- Работа как минимум в сетевой топологии типа «звезда» взаимодействующих баз данных, с условиями работы экземпляра базы данных одновременно в роли подписчика и публикатора.
- Максимальная независимость от редакции используемой СУБД.
- Построение реплик в одной транзакции с модификацией данных с горизонтальным секционированием исходных таблиц, их согласованность с изменением метаданных.
- Восстановление работоспособности при обрыве канала связи, независимость от наличия постоянного канала связи и минимальные требования к пропускной способности канала.
- Возможность реплицировать метаданные.

- Работа в пакетном режиме, по расписанию без участия пользователя.
- Простая настройка, особенно на удаленных узлах сети.

Ограничения, накладываемые текущим состоянием ИТ-инфраструктуры, и требования к информационной системе делают невозможным использование онлайн-доступа к единой базе данных и использование двухфазных транзакций. Система репликаций,строенная в MSSQL, требует как минимум выпуска Enterprise Edition и достаточной квалификации администраторов СУБД в удаленных узлах для настройки, а также накладывает ряд других ограничений.

### ***3. Механизм синхронизации распределенных баз данных на базе метода асинхронной доставки журнала транзакций***

Описанные в предыдущем разделе ограничения привели к необходимости разработки оригинального механизма синхронизации распределенных баз данных на основе метода асинхронной доставки журнала транзакций, который в настоящее время практически используется и в других вертикально интегрированных системах предприятия. Несмотря на нестрогое соответствие разрабатываемой системы 12 признакам распределенной базы данных [3], при ее построении вполне применимы методы построения распределенных баз данных.

Основная задача систем управления распределенными базами данных состоит в обеспечении средства интеграции локальных баз данных, располагающихся в некоторых узлах вычислительной сети, с тем чтобы пользователь, работающий в любом узле сети, имел доступ ко всем этим базам данных как к единой базе данных [1].

При этом должны обеспечиваться:

- простота использования системы с точки зрения администратора СУБД, включая процедуры диагностики и обмена репликами;

- возможности автономного функционирования при нарушениях связности сети или при административных потребностях.

Очевидно, что построение распределенной базы данных — задача на порядок более сложная, чем разработка локальной базы данных. Для достижения компромисса между трудозатратами на разработку, прозрачность сопровождения и функциональностью системы был искусственно введен ряд ограничений:

- Использование суррогатных ключей из диапазона выделенному каждому филиалу [9].
- Возможность редактирования записи только в месте ее нахождения.
- Шаблоны триггеров для обеспечения тиражирования данных.
- Соглашения об именовании первичных ключей и триггеров.
- Эквивалентность структур данных во всех узлах сети (это ограничение вводится при проектировании СУБД).

Указанные ограничения позволили практически реализовать работоспособную систему синхронизации данных в узлах слабо связанной распределенной сети. С точки зрения реализации система состоит из двух частей – серверной и клиентской.

**Серверная часть состоит из таблиц, содержащих:**

- список подписчиков и публикаторов для текущей базы данных;
- описание тиражируемых таблиц с указанием направления публикации;
- очередь изменений данных и метаданных в виде SQL-операторов (в стандарте ANSI SQL-92 [8]), расположенных в хронологическом порядке, что исключает возникновении коллизий при тиражировании данных;
- автоматически создаваемых триггеров (по шаблонам) на реплицируемых таблицах, обеспечивающих формирование очередей реплик в одной транзакции с модификацией данных и генерацию уникальных устойчивых идентификаторов строк в заданном для БД диапазоне.

**Клиенская часть представляет собой исполняемый модуль подсистемы репликаций, обеспечивающий:**

- работу в пакетном и пользовательском режиме;
- диагностику подсистемы репликаций:
  - считывание очереди изменений из БД и формирование внешнего файла с применением методов компрессии на лету (и при необходимости шифрование данных);
  - чтение входящего файла применимости для текущей БД, полученного по электронной почте или находящегося на FTP, декомпрессия и последовательное выполнение SQL-команд.

Указанный принцип построения системы минимизирует работы по настройке БД на удаленных узлах, так как все объекты сразу включаются в скрипт генерации БД, и она готова принимать DDL-пакеты из агрегированной БД без участия администратора СУБД.

Этот механизм позволяет помещать в очередь DDL-пакеты, выполнять их без участия администратора удаленной базы данных и контролировать их выполнения на удаленных БД, что исключает ситуацию рассогласованности операторов манипулирования данными со структурой базы данных.

#### **4. Заключение**

Таким образом, в работе представлен новый механизм синхронизации распределенных баз данных на основе метода асинхронной доставки журнала транзакций, который позволяет обойти ограничения, имеющиеся в ИТ-инфраструктуре, внедренной в систему управления ресурсами ООО "Газпром трансгаз Нижний Новгород". Описан результат работы в виде серверной и внешней части системы и приводится описание архитектуры взаимодействия на разных уровнях.

Дальнейшее развитие системы репликаций планируется производить по следующим направлениям:

- Реализация механизмов принудительной доставки снимков таблиц с учетом диапазонов первичных ключей, что позволит повысить производительность системы при первичном заполнении корпоративных справочников.
- Реализация механизмов онлайн-синхронизации между узлами, обладающими высокоскоростными каналами связи, что позволит сделать процесс репликации практически синхронным.

### ***Литература***

1. БРОЙДО В.Л., КРЫЛОВА В.С. *Научные основы организации управления и построения АСУ*. – М.: Высшая школа, 1990.
2. ВОЛКОВ Н.В., СКУДНЯКОВ С.В., СТАРКО М.С., МЕЛЬНИКОВ С.И., ОБУХОВА О.А *Многоуровневая автоматизированная система организации процесса в учебных заведениях курсового профиля* // Презентация учебно-методических разработок системы непрерывного фирменного профессионального образования ОАО «Газпром». – 2008 года. – ОАО «Газпром», Департамент по управлению персоналом.
3. ДЕЙТ К. *Введение в системы баз данных*. – М.: Вильямс, 2005. – 1328 с.
4. ЛАРИР П.А., СКУДНЯКОВ С.В. *Опыт разработки, внедрения и эксплуатации интерактивной диалоговой системы дистанционного обучения «Контакт» в информационном пространстве ООО «Волготрансгаз». Интеграция науки, экономики и образования в решении социально-экономических образовательных проблем* // Сборник научных статей. – М.: Российский университет кооперации, 2007. – 179 с.

5. МЕЛЬНИКОВ С.И. *Синтез модели информационных процессов при разработке инструментальной среды сопровождения учебного процесса обучения в учебных заведениях курсового профиля* // Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления ВСПУ-2014, Москва, 16–19 июня 2014 г. – М.: Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2014. – С. 9424–9434.
6. РАССТРИГИН Л.А. *Адаптация сложных систем*. – Рига: Зинатне, 1981. – 375 с.
7. СКУДНЯКОВ С.В. *Построение модели предметной области Автоматизированной Системы Обучения в системе непрерывного профессионального образования* // Сборник материалов V межрегиональной научно-практической конференции «Современные информационные и телекоммуникационные технологии в образовании, науке и технике». – Арзамас: ОО «Ассоциация ученых г.Арзамаса», 2008.
8. Стандарт ISO/IEC 9075-2:1999. «*Database Language SQL*»
9. ТЕНЦЕР А. *Естественные ключи против искусственных ключей* // 6–20 июля 1999 г., версия 1.1. – URL: <http://www.ibase.ru/natural-keys-versus-artificial-keys-by-tentser/>.
10. *Data Integration Glossary Archived March 20, 2009, at the Wayback Machine* // U.S. Department of Transportation, – August, 2001.

## DISTRIBUTED DATABASES DATA ARCHITECTURE OF CONTINUOUS CORPORATE LEARNING PROCESS CONTROL SYSTEM IN THE LCC GAZPROM TRANSGAZ NIZHNY NOVGOROD

**Sergey Melnikov**, LCC Gazprom energo, Moscow, Chief of Center  
(Serg\_m84@list.ru).

*Abstract: Minimization costs is one of the key tasks in the organization of the corporate training process in a large company, which can be partially solved by the introduction of specialized automated systems. Increasing the automation level here should be carried out very carefully, as excessive automation can make the system uncomfortable and not flexible enough. An information technology infrastructure of LCC Gazprom transgaz Nizhny Novgorod currently has a number of significant limitations and requirements for the information system that makes it impossible to use online access to the unified database and using two-phase transactions. This paper presents the development of an original synchronization mechanism of distributed databases data based on the method of asynchronous delivery of the transaction log. The proposed principle of construction of the system minimizes the work on setting up the database on remote nodes. The application problem of ensuring the integration of the local databases residing in some nodes of the computer network to a user running on any node in the network has been solved. The architecture of interaction at different levels is described.*

**Keywords:** multi-level systems, distributed systems, database, control, local resources, educational process support system.

УДК 004.657+004.652.3

ББК 32.972.5+32.973.5

DOI: <https://doi.org/10.25728/ubs.2019.79.6>

*Статья представлена к публикации  
членом редакционной коллегии Э.Ю. Калимулиной.*

*Поступила в редакцию 17.10.2017.  
Дата опубликования 31.05.2019.*