

# БИЗНЕС-ТРАНЗАКЦИИ: ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ<sup>1</sup>

**И.В. Артамонов,**

старший преподаватель кафедры информатики и кибернетики  
Байкальского государственного университета экономики и права

Адрес: г. Иркутск, ул. Ленина, д. 11

E-mail: dark@darkis.ru

*В теории сервис-ориентированных систем или при описании взаимодействия гетерогенных вычислительных сред в зарубежной научной литературе и международных стандартах нередко используется термин «бизнес-транзакция». Статья определяет его современное значение, описывает характеристики бизнес-транзакции и особенности, отличающие ее от обычных транзакций теории баз данных, а также отслеживает развитие концепции бизнес-транзакций из моделей расширенных транзакций.*

**Ключевые слова:** бизнес-процесс, бизнес-транзакция, сервис-ориентированная архитектура, веб-служба, ACID, компенсация транзакций, B2B взаимодействие, расширенные транзакции.

## Введение

Последние десятилетия в современной теории менеджмента особую популярность приобрел т.н. процессный подход к управлению компанией. Он ориентируется на построение модели организации, ориентированной на выполнение бизнес-процессов, и пришел на смену функциональному подходу, построенному на принципах узкой специализации и жесткой иерархической структуры [1]. Процессный подход предполагает смещение акцентов от управления отдельными структурными подразделениями к управлению сквозными бизнес-процессами, охватывающими все предприятие и даже выходящими за его пределы. Поэтому в основе подхода лежит

деятельность по выявлению, описанию и исполнению бизнес-процессов компании. Под бизнес-процессом здесь понимается совокупность работ, ориентированных на производство определенной ценности для потребителя на основе входящих ресурсов. В соответствии с процессной моделью предприятия, каждый процесс может быть разделен (декомпозирован) на ряд вложенных бизнес-процессов, и при этом такая декомпозиция может рекурсивно продолжаться до уровня элементарных бизнес-операций [2].

Некоторые бизнес-процессы могут обладать признаками атомарности, т.е. должны быть выполнены полностью или не выполнены вообще. Особенно это важно для деятельности, охватывающей несколько подразделений или взаимодей-

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке проекта «Повышение эффективности информационно-телекоммуникационных систем на основе свободного программного обеспечения (СПО) для бюджетных организаций».

ствующих предприятий, или для таких процессов, как, например, «купля-продажа», где невозможно только частичное выполнение [3]. В работах [3, 4, 5, 6] показано, что такой процесс, исполняемый при поддержке средств автоматизации, принимает черты транзакции в теории баз данных: он состоит из нескольких операций, которые должны быть выполнены все вместе или не выполнены вообще и переводит систему из одного согласованного состояния в другое, поэтому его можно представить как бизнес-транзакцию.

В русскоязычной литературе, например в [7, 8] под бизнес-транзакцией понимается либо некая неделимая операция между сторонами, которая требует исполнения нескольких обычных транзакций, либо воспроизводится классический термин экономики — «транзакция», как минимальной логически осмысленной операции, которая может быть или совершена полностью, или полностью отменена. Однако не рассматривается понятие транзакции с точки зрения процессного управления. Это понятие раскрывается в данной статье на основе исследования современной научной литературы в области теории описания и исполнения бизнес-процессов, а также международных протоколов, стандартов и общепринятых практик в сфере B2B-взаимодействия, сервис-ориентированных систем и технологий интеграции разнородных бизнес-приложений.

### Понятие бизнес-транзакции

Бизнес-транзакция — это согласованное изменение состояния отношений двух и более сторон, где каждая сторона готова к этому изменению и знает, что его согласованно примут все стороны [5]. Из требования обоюдного изменения состояния следует требование атомарности, а, исходя из того, что изменение состояния по масштабу может быть любым — размер бизнес-транзакции не ограничивается. Бизнес-транзакции выполняют функции, являющиеся критическими для бизнес-процесса, например, управление цепочкой поставок, и могут координироваться множеством независимых партнеров, среди которых могут быть крупные отделы или даже отдельные предприятия. Каждый участник транзакции обладает собственным состоянием, которое согласовано с другими участниками. Вместе участники транзакции поддерживают в некотором состоянии общее поле взаимоотношений, которое соответствует распределенным

ограничениям, принятым между сторонами, и, таким образом, бизнес-транзакция является согласованным переходом этих отношений к новому состоянию [4]. Поэтому бизнес-транзакция схожа с обычной транзакцией как семантически, которая представляет собой набор операций, переводящих базу данных из одного устойчивого состояния в другое, так и технически, требуя для своего исполнения определенной среды и протоколов, поддерживаемых всеми участниками. Но при этом многие авторы (например, в [3, 6]) отмечают, что бизнес-транзакции, в отличие от распределенных транзакций СУБД, управляются не только техническими требованиями, такими как координация, согласованность данных, способность к отмене и восстановлению, но и экономическими ограничениями. Например, цель транзакции достигается только тогда, когда все участники пришли к согласованному решению о том, что она закончена, например, проведена окончательная оплата за полностью оказанные товары и услуги.

Так, в описание транзакции входят такие данные:

- ◆ Стороны и исполнители транзакции;
  - ◆ Объекты, над которыми производится транзакция, в т.ч. формы и документы, которые обрабатывает транзакция.
  - ◆ Назначение транзакции (платежей, доставки и пр.);
  - ◆ Ограничения, которые регламентируют любые аспекты транзакции, в т.ч. временные ограничения (максимальное время, в течение которого транзакция может быть активна);
  - ◆ Бизнес-инварианты — ограничения, внешние по отношению к транзакции и ее участникам, которые выражают требования закона, правила торговли и термины контракта, публичные, принятые политики, законы и регулировки, которые применимы для участников транзакции.
  - ◆ Особенности связи и взаимодействия с другими транзакциями;
- К технической группе требований относят различные системные аспекты, связанные с исполнением транзакции и взаимодействием ее с внешней средой. Эти требования затрагивают не только бизнес-транзакции, но среду их исполнения:
- ◆ Поддержка длительных, композитных взаимодействий;
  - ◆ Определение исключительных ситуаций и их последствий, включая последовательности восста-

новления начального состояния;

- ◆ Поддержка компенсируемых и восстанавливаемых транзакций;
- ◆ Использование альтернативных транзакций для выполнения одних и тех же функций;
- ◆ Возможность согласования и взаимодействия с другими транзакциями;
- ◆ Возможность поддержки различных моделей безопасности транзакций: целостности, конфиденциальность, неотказуемости и пр.;
- ◆ Возможность осуществления аудита, мониторинга и ведения журнала исполнения транзакций.

Ввиду этих требований бизнес-транзакции могут реализовываться как средствами интеграции информационных систем, так и технологиями, обеспечивающими коммуникацию разобщенных и слабосвязанных систем (например, с помощью технологий веб-служб [3, 6, 9, 10, 11, 12]).

#### Свойства бизнес-транзакций

Область управления транзакциями в СУБД хорошо изучена и строго формализована, и поэтому с начала 90-х годов, с момента появления программных средств, автоматизирующих выполнение бизнес-процессов, предпринимались неоднократные попытки отобразить модели транзакций баз данных к бизнес-транзакциям (как, например в [13], [14],[15]). Обычная транзакция в СУБД характеризуется четырьмя классическими свойствами, называемых ACID (англ. Atomicity, Consistency, Isolation, Durability): атомарности, согласованности, изолированности, длительности (прочности). Атомарность предполагает, что транзакция должна быть выполнена полностью, или не выполнена вообще. Согласованность гарантирует, что транзакция переводит систему из одного согласованного состояния в другое. Свойства изолированности означает, что результаты выполнения транзакции не зависят от параллельно выполняющихся других транзакций и эти результаты не будут использоваться другими, пока она не будет завершена. Свойство долговечности определяет, что изменения, произведенные транзакцией, не могут быть потеряны. Традиционные транзакционные системы при выполнении распределенных транзакций для синхронизации чаще всего используют т.н. двухфазный протокол фиксации или его модификации. В течение первой фазы протокола участники производят необходимые действия и блокировки, а на второй

фазе фиксируют все изменения. Для гарантии консенсуса двухфазное подтверждение требует наложение блокировок на ресурсы, которые поддаются чтению или изменению, при этом эти ресурсы в зависимости от типа блокировок могут становятся недоступными даже для чтения другими транзакциями и участниками. Однако было показано (например, в [3, 6, 9, 16, 17, 18, 19, 20, 21]), что не все бизнес-транзакции могут удовлетворять ACID-параметрам (или выполнение этих свойств для транзакций может быть вообще не желательно), и в общем случае в перечень отличительных свойств бизнес-транзакций входят:

- Бизнес-транзакции, в отличие от обычных транзакций, могут выполняться в течение продолжительного периода, от нескольких часов до нескольких недель. При этом время выполнения бизнес-транзакции непредсказуемо. Например, запрос информации о наличии авиабилетов и оплата полета может занимать пять минут, работа с онлайн-магазином – час, а сложные бизнес-транзакции, такие как заключение контрактов, могут длиться днями. При этом длительная бизнес-транзакция может быть подвергнута разделению на несколько этапов (как показывают, например, в [4, 22, 9, 17]), функциональность которых можно инкапсулировать в виде подтранзакций, и представить основную транзакцию композитной по своей структуре.

- Одна из основных задач системы управления транзакциями – поддержка их сериализуемости, т.е. последовательного выполнения по заранее определенному плану, что гарантирует выполнение свойства изолированности. Бизнес-транзакции по природе своей могут выполняться как параллельно по отношению к друг другу, так и обладать внутренним параллелизмом на различных стадиях, что может привести к конфликтам изолированности и согласованности системы.

- Бизнес-транзакции распределены в гетерогенной среде. В отличие от обычных транзакций, которые выполняются в рамках единой инфраструктуры поддержки и баз данных, бизнес-транзакции могут пересекать границы предприятий и исполняться в рамках информационных и технических сред с различными свойствами, ограничениями и условиями выполнения. В такой среде невозможно или затруднительно проследить за исполнением определенных ограничений, накладываемых ACID-свойствами.

- Ввиду слабой связанности участников бизнес-транзакции невозможно предсказать их количество и качество работы. Параллельные экземпляры одной и той же транзакции могут задействовать различные группы и составы групп исполнителей для одинаковых операций.

- Некоторые ресурсы, вовлекаемые в бизнес-транзакцию, обладают высокой динамикой. Например, результаты вычислений или коммуникационные ресурсы могут многократно изменяться в течение выполнения даже одной транзакции.

- Результаты многих операций (например, ручных) бизнес-транзакций невозможно автоматически отменить. Для возвращения системы к начальному состоянию могут использоваться специальные компенсирующие действия.

По этим причинам протоколы блокировки (в т.ч. протокол двухфазной фиксации), гарантирующие атомарность, не могут напрямую использоваться, и блокировка может заменяться компенсацией. В этом случае предполагается, что все обновления транзакции – успешные и их фиксация происходит немедленно, однако заранее подготавливаются способы отмены изменений с помощью специальных компенсирующих действий. Каждый вложенный элемент бизнес-транзакции может обладать своей компенсирующей операцией и отмена транзакции в этом случае будет происходить с помощью последовательного запуска всех компенсирующих операций в порядке, обратном выполнению вложенных элементов.

### Типы бизнес-транзакций

Несмотря на то, что многие авторы на сегодняшний день ассоциируют бизнес-транзакции с сервис-ориентированными системами, системами электронной торговли и слабосвязными системами, интегрирующими определенный функционал разнородных ИС, разработка специфических моделей расширенных транзакций, в которых ослаблялись свойства ACID, велась задолго до появления соответствующих идей (например, в [23, 24, 25, 26, 27]). Модели расширенных транзакций устраняли такие проблемы обычных, как ограничение длительности, невозможность вложенности, невозможность частичного сбоя и др. Так, А. Ельмагармид в [23] и М. Прочажка в [15] определяют около 30 моделей расширенных транзакций, среди которых наиболее популярными являются «хроники» (англ. «sagas») [24], вложенные транзакции [28], многоуровневые тран-

закции [26], цепочечные транзакции [27], длительные транзакции [27]. В 90-х развитие идей расширенных транзакций применительно к экономическим информационным системам шло по двум основным направлениям: поддержка выполнения распределенных операций компонентно-ориентированными системами [15] и использование при B2B-взаимодействиях ([5, 14]), особенно – в системах электронной торговли и исполнения цепочек поставок. В последнем случае необходимость стандартизации среды по ведению электронного бизнеса через интернет потребовало создание определенных международных протоколов («бизнес-протоколов»), например, RosettaNet или ebXML [29]. Основная задача этих протоколов – определение стандартных методов обмена данными, поддержка единых условий коммерческих отношений и определения совместных бизнес-процессов. Протоколы определяют различные варианты поведения участников в зависимости от процесса выполнения и определяют порядок, в котором партнеры обмениваются сообщениями или ожидают сообщения с учетом определенного бизнес-контекста. В рамках этих протоколов было дано понятие бизнес-транзакции, как ослабляющей ACID-требования. Однако бизнес-протоколы регламентируют только процессы по организации взаимодействия, не касаясь технической стороны обмена данными. Поэтому впоследствии в дополнение к ним для B2B-систем были разработаны координационные протоколы, описывающие требования к приложениям B2B-систем и различные типы бизнес-транзакций. К таким протоколам относят TIP (Transaction Internet Protocol [30]), BTP (Business Transaction Protocol, [31]), WS-CAF (Web Services Composite Application Framework [32]) и WS-Transaction/WS-Coordination ([34],[35]). Все эти стандарты, за исключением TIP, XML-подобны и были разработаны уже в 2000-х годах, а WS-CAF и WS-Transaction/WS-Coordination ориентированы на использование в сервис-ориентированных и слабосвязанных системах. Проанализировав представленные протоколы, можно выделить три основные модели транзакций, различные по отношению к классическим ACID-свойствам:

- ◆ Атомарные бизнес-транзакции используются для координации процессов, выполняющихся в рамках определенных сред. Это небольшие по масштабу взаимодействия входящие в состав служб, которые действуют для достижения общей цели: каждая служба фиксирует или отменяет всю транзакцию (атомарность). Атомарная транзакция следует ACID-свойствам и гарантирует, что все участ-

ники увидят тот же результат. Этот тип транзакций используется для выполнения ключевых бизнес-операций предприятия и входит в состав длительных транзакций.

◆ Длительные транзакции (или просто бизнес-транзакции) – это действия или группа действий, которые гарантируют выполнение ACID-свойств. Обычно длительные транзакции реализуются по модели «хроник» и в их состав могут входить другие транзакции (некоторые протоколы допускают только атомарные вложенные транзакции). При этом не гарантируется их атомарность, так как может производиться выборочное закрепление результатов вложенных транзакций или выборочный «откат» результатов, т.е. транзакции, входящие в бизнес-транзакцию, не обязательно должны иметь общий результат. Для длительных транзакций предусмотрен механизм как параллельного выполнения вложенных транзакций, так и их динамического вызова или замены на аналог, в случае сбоя другой «под-транзакции».

◆ Транзакции бизнес-процессов – это действие или набор действий, ответственных за выполнение определенной части бизнес-логики приложения. Такие транзакции могут включать и координировать транзакции двух других типов, распределенных по различным бизнес-средам. Каждая транзакция бизнес-процесса (в данном случае В2В-взаимодействие) разделяется на бизнес-задачи, а задача выполняется в рамках отдельной среды. Каждая среда может рекурсивно разделяться на «под-среды», разделяя, таким образом и бизнес-задачи. В качестве среды здесь выступает самостоятельная организационная единица с независимой инфраструктурой поддержки транзакций – отделы/филиалы предприятия или различные предприятия. Таким образом, транзакции бизнес-процессов контролируют выполнение В2В-процессов, пересекающих границы предприятий.

### Заключение

Понятие транзакции в современной теории управления бизнес-процессами более широкое, чем в теории баз данных и программной инженерии, так как представляет собой не явно описанную операцию с четко определенными свойствами, а сложную многогранную композицию ограничений, функциональных и нефункциональных требований, описывающую и управляющую взаимодействием сторон экономических отношений. Имея некоторое сходство с классическими транзакциями баз дан-

ных, бизнес-транзакция существенно отличается от них отношением к ACID-свойствам, поддержка которых из-за природы транзакций зачастую нежелательна и часто, ввиду различных ограничений, невозможна. Это не позволяет использовать для выполнения транзакций такие стандартные алгоритмы и протоколы, как алгоритмы обеспечения изолированности или атомарности, и требует как развития новых подходов теории транзакций, так и новых моделей их построения. Так, для организации выполнения бизнес-транзакций используется две группы протоколов и стандартов, где первая группа обеспечивает организационную поддержку, а вторая – техническую, благодаря чему теория расширенных транзакций, ослабляющая ACID-свойства и разработанная еще в 80-х годах, успешно применяется для поддержки современных В2В-систем и технологий взаимодействия разнородных ИС, распределенных даже по сети интернет. Анализ этих стандартов позволил выявить три взаимосвязанных модели бизнес-транзакций, в совокупности обеспечивающих как полноценную поддержку ACID-свойств, так и исполнение бизнес-процессов. ■

### Литература

1. Грекул В.И., Денищенко Г.Н., Коровкина Н.Л. Проектирование информационных систем. М.: ИНТУИТ, 2005.
2. Титоренко Г.А. Информационные системы в экономике / Под ред. Г.А.Титоренко. М.: Юнити-Дана, 2008.
3. Papazoglou M.P. Web Services and Business Transactions // World Wide Web: Internet and Web Information Systems. 2003. No. 6. P. 49–91.
4. Little M. Transactions and Web Services // Communications of the ACM. 2003. No. 10. P. 49–54.
5. Naugen B., Fletcher T. Multi-Party Electronic Business Transactions [электронный ресурс]. URL: <http://logisticalsoftware.com/MultiPartyBusinessTransactions.PDF>.
6. Papazoglou M.P., Kratz B. Web services technology in support of business transactions [электронный ресурс]. URL: <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=69154>.
7. Бизнес транзакции (business transaction) в процессах автоматизации компаний [электронный ресурс]. URL: <http://4pll.com/301015.html>.
8. Свистунов А.Н. Построение распределенных систем на Java [электронный ресурс]. URL: <http://www.intuit.ru/department/pl/distrsysjava/14/>.

9. Sun C., Aiello M. Requirements and Evaluation of Protocols and Tools for Transaction Management in Service Centric Systems [электронный ресурс]. URL: <http://www.cs.rug.nl/~aiellom/publications/refs07.pdf>.
10. Wang Y., Weihai Y. Adaptable Transaction Processing in the Web Services Domain [электронный ресурс]. URL: <http://www.nik.no/2004/bidrag/Wang.pdf>
11. Schmit B. Towards Transactional Web Services [электронный ресурс]. URL: <http://www.infosys.tuwien.ac.at/Staff/sd/papers/Towards%20Transactional%20Web%20Services.pdf>.
12. Doreen T. An analysis of transactions in service-centric systems [электронный ресурс]. URL: <http://www.cs.rug.nl/~aiellom/tesi/tuheirwe.pdf>.
13. Коннолли Т., Бегг К. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. М.: Изд. дом «Вильямс», 2003.
14. Advanced Transaction Models in Workflow Contexts / G.Alonso, D.Agrawal, A.El Abbadi, M.Kamath, R.Gunthor, C.Mohan [электронный ресурс]. URL: <https://www.almaden.ibm.com/u/mohan/ICDE96.pdf>.
15. Prochazka M. Advanced Transactions in Component-Based Software Architectures [электронный ресурс]. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.17.5812&rep=rep1&type=pdf>
16. Gray J. The transaction concept: virtues and limitations [электронный ресурс]. URL: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1286846>.
17. Pipeline-based approach for long transaction processing in web service environments / F.Tang, I.You, L.Li, C.Wang, Z.Cheng, S.Guo [электронный ресурс]. URL: [http://www.inderscience.com/search/index.php?action=record&rec\\_id=40448](http://www.inderscience.com/search/index.php?action=record&rec_id=40448).
18. Tang F., Li M., Huang J. Automatic transaction compensating for reliable grid applications // Journal of Computer Science and Technology. 2006. No. 4. P. 529-536.
19. Aikebaier A., Takizawa M. A protocol for reliably, flexibly, and efficiently making agreement among peers // International Journal of Web and Grid Services. 2009. No. 4. P. 356-371.
20. Coordinating business transactions on the web / Dalal S., Temel S., Little M., Potts M. Webber J. // IEEE Internet Computing. 2003. No. 1. P.30-39.
21. Potts M., Cox B., Pope B. Business Transaction Protocol Primer [электронный ресурс]. URL: <http://www.oasis-open.org/committees/business-transaction/documents/primer/Primerhtml/BTP%20Primer%20D1%2020020602.html>
22. Limthanmaphon B., Zhang Y. Web Service Composition Transaction Management [электронный ресурс]. URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1012313>
23. Elmagarmid A.K. Database Transaction Models for Advanced Applications. Morgan Kaufmann, 1992.
24. Garcia-Molina H., Salem K. Sagas / in: Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on the Management of Data, 1987.
25. Shrivastava S.K., Wheeler S.M. Implementing fault-tolerant distributed applications using objects and multi-coloured actions [электронный ресурс]. URL: <http://www.cs.ncl.ac.uk/publications/inproceedings/papers/1.pdf>.
26. Weikum G., Schek H.J. Concepts and Applications of Multilevel Transactions and Open Nested Transactions [электронный ресурс]. URL: <ftp://jn.inf.ethz.ch/pub/publications/papers/is/dbs/ws92-elm92.ps>.
27. Gray J. Transaction Processing Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann, 1993.
28. Bernstein P. Principles of Transaction Processing. Morgan Kaufmann, 2009.
29. Самуйлов К.Е., Чукарин А.В., Яркина Н.В. Бизнес-процессы и информационные технологии в управлении телекоммуникационными компаниями. М.: Альпина Паблишерз, 2009.
30. Lyon J., Evans K., Klein J. Transaction Internet Protocol, version 3.0 [электронный ресурс]. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2371.txt>.
31. Business Transaction Protocol / P.Furniss, S.Dalal, T.Fletcher, A.Green [электронный ресурс]. URL: [http://docs.oasis-open.org/business-transaction/business\\_transaction-btp-1.1-spec-wd-05.pdf](http://docs.oasis-open.org/business-transaction/business_transaction-btp-1.1-spec-wd-05.pdf).
32. OASIS Web Services Composite Application Framework (WS-CAF) TC [электронный ресурс]. URL: <http://www.oasis-open.org/committees/ws-caf/>.
33. Little M., Wilkinson A. Web Services Atomic Transactionf [электронный ресурс]. URL: <http://docs.oasis-open.org/ws-tx/wstx-wsat-1.2-spec.pdf>.
34. Feingold M., Jeyaraman R. Web Services Coordination [электронный ресурс]. URL: <http://docs.oasis-open.org/ws-tx/wstx-wscoord-1.2-spec.pdf>.