

УДК 004.052+004.75

*И. В. Артамонов***ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА
С ПОМОЩЬЮ ОКРАШЕННЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ****Байкальский государственный университет экономики и права**

ivan.v.artamonov@gmail.com

Статья рассматривает схему организации заказа товара интернет-магазина как типовой пример распределенного B2B-взаимодействия. При проектировании и разработке таких веб-сайтов анализ надежности функционирования всей системы, как правило, не производится в виду сложности и трудоемкости операции. На базе описанного примера статья раскрывает процедуру анализа показателей надежности с помощью специального программного комплекса имитационного моделирования, в основе которого лежит идея представления системы в виде окрашенной сети Петри.

Ключевые слова: бизнес-транзакция, интернет-магазин, имитационное моделирование, надежность, окрашенная сеть Петри.

*I. V. Artamonov***USE OF COLOURED PETRI NETS FOR RELIABILITY
ANALYSIS OF ONLINE STORE****Baikal National University of Economy and Law**

The paper examines a scheme of order service in web store as a typical example of distributed B2B-interaction. Designers and developers usually don't analyze such systems' reliability because of high complexity in this operation. The article uses the example and describes a procedure of reliability analysis with assistance of special simulation software. The software is based on idea of coloured Petri nets and CPN Tools as drawing tools.

Keywords: business transaction, online store, simulation, reliability, coloured Petri net.

В современном мире сеть интернет играет значительную роль в общественной жизни и экономике. Ежедневно создается и запускается множество веб-сайтов, большая часть которых направлена на предпринимательскую деятельность. В частности, особое распространение получили т.н. интернет-магазины – веб-сайты, которые принимают оплату безналичным способом и оказывают клиенту определенные услуги или высылают купленные товары. Интернет-магазины крайне редко существуют изолированно, часто они вынуждены пользоваться услугами посредников при приеме платежей, уведомлениях клиентов, логистике товаров или в иных целях. Каждый из участников этого взаимодействия представляет собой сложный комплекс аппаратно-программных средств и организационных ресурсов, действующих достаточно согласовано и представляющих независимую автоматизированную информационную систему. Вопросы надежности программных средств являются достаточно изученными, однако данная статья показывает возможности анализа надежности проектируемых взаимодействий нескольких распределенных участников, совместно выполняющих общую работу.

Рассмотрим схему бизнес-транзакции, протекающей в интернет-магазине при покупке то-

вара. Несмотря на то, что специфика технической реализации интернет-магазинов может отличаться, рассмотрим типовую схему, где выделим 6 участников: клиент или пользователь веб-сайта магазина, веб-сервер магазина, принимающий запросы от браузера, сервер баз данных интернет-магазина, СМС-шлюз, шлюз для приема платежей, внутренний сервер баз данных компании обеспечивает хранение и обработку данных, связанных с «оффлайновой» деятельностью компании, которой принадлежит интернет-магазин.

Описанная схема (см. рис. 1), является типовой и широкоиспользуемой при работе интернет-магазинов любого профиля. При проектировании и разработке подобных информационных систем много внимания уделяется вопросам маркетинга, логистики, эргономике интерфейса и скорости работы.

Между тем, схема включает минимально необходимое количество участников и описывает сложное, многоэтапное B2C-и B2B-взаимодействие нескольких независимых систем, каждая из которых принадлежит отдельной области управления. Как организационная и как техническая система клиент, платежная и смс-система, а также внутренний сервер баз данных компании выходят за пределы контроля и от-

ветственности интернет-магазина, хотя успешное выполнение бизнес-транзакции напрямую

зависит от работоспособности и выполнения своих обязательств каждого из них.

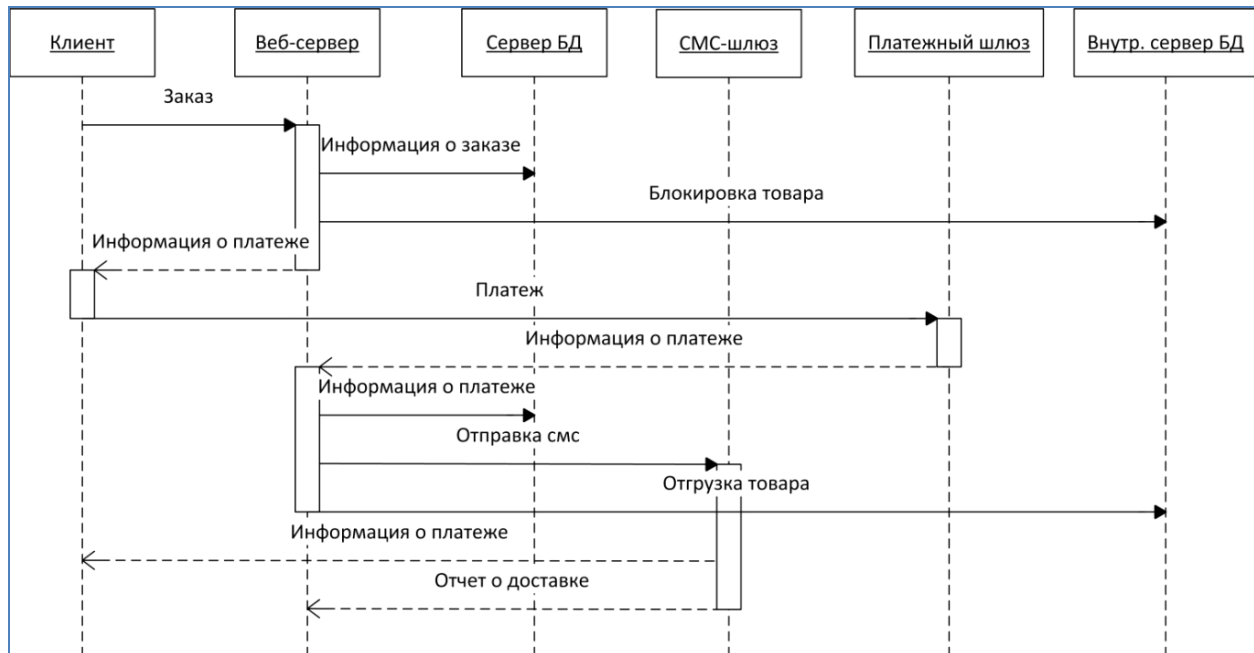


Рис. 1. Последовательность выполнения бизнес-транзакции

Несмотря на то, что параметры надежности функционирования каждого из участников априори известны разработчикам интернет-магазинов, расчеты надежности распределенной системы взаимодействия осуществляются только в процессе ее тестирования на финальных этапах разработки. Выявленные недостатки исправляются на этапах сопровождения и опытной эксплуатации системы, что негативно сказывается на успешности ее дальнейшего сопровождения и развития. Считается, что основные работы по обеспечению надежности любого разрабатываемого изделия должны проводиться на этапе его проектирования (обоснование этой позиции дано в [1], [2], [3], [4]).

Мы предлагаем новый способ анализа надежности бизнес-транзакций, не требующих специальных навыков, легкий в освоении и интерпретации результатов. Способ реализуется специальным программным комплексом (далее – ПК). В качестве языка моделирования бизнес-транзакции используется аппарат сетей Петри. В ([5], [6], [7]) приводятся аргументы, позволяющие считать сети Петри подходящим средством моделирования распределенных приложений. Математическое обоснование возможности использования аппарата окрашенных сетей Петри было нами дано в ([8], [9]), где также были определены следующие понятия: под

компенсирующей сетью будем понимать вспомогательную последовательность переходов сети Петри, позволяющую приводить сеть к одному из множества начальных состояний. То есть компенсирующая сеть позволяет проводить «откат» бизнес-транзакции. Под восстанавливающей сетью понимается такая последовательность переходов, которая заменяет один или несколько восстанавливаемых переходов и приводит сеть к такому же состоянию, которое она могла бы достигнуть, если бы восстанавливаемые переходы были запущены. Иными словами, восстанавливающая сеть реализует концепцию резервирования потенциально сбойной функции или элемента, однако предполагается, что эта функция (или элемент) может быть заменена цепочкой вызовов других функций, где вход и выход этой цепочки совпадает с входом и выходом зарезервированной функции.

Определим также понятия аварии и отказа. Под отказом понимается событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта. Под аварией понимается отказ, повлекший за собой невозможность дальнейшей работы системы при любых других условиях.

Методической основой оценки надежности является интерпретация бизнес-транзакции как сложной системы с тройственной природой: как бизнес-процесса, атомарной операции

и композиции взаимодействующих систем с выявлением таких статистических показателей надежности, которые учитывают природу и специфику бизнес-транзакции.

Приведем пример оценки надежности бизнес-транзакции интернет-магазина, функционирующего по описанной ранее схеме. Зададим требования к надежности проектируемой системы. Пусть необходимо достигнуть обеспечить успешное завершение 95 % бизнес-транзакций (без учета организационных факторов), а 99% бизнес-транзакций должны быть атомарными. При этом принимается, что каждая из функций, участвующая в деятельности транзакции, индивидуально надежна настолько, насколько это возможно в пределах существующего бюджета, поэтому ее резервирование или замена экономически и технически целесообразнее, чем дальнейшее внутреннее улучшение ее надежности.

В таблице приведена статистика успешных обращений к той или иной функции.

Статистика надежности процессов интернет-магазина

Процесс	Вероятность успешного выполнения
Инициирование процедуры заказа	99,7%
Решимость клиента к оплате	85,8%
Оплата через платежную систему	99,9%
Отправка смс	99,7%
Передача информации о платеже	99,2%
Отгрузка товара	94,1%
Передача отчета о доставке	99,1%

Например, важным «моментом», влияющим на успешное выполнение бизнес-транзакции является готовность клиента к оплате товара после получения платежной информации. По статистике, около 14.2 % пользователей сайта отказываются производить платеж или прекращают взаимодействие с информационной системой из-за различных факторов, в основном эмоционально-психологических и неспособности провести оплату приемлемым способом.

Схема бизнес-транзакции на языке окрашенных сетей Петри (см. рис. 2) включает 8 переходов, которые олицетворяют выполняемые распределенной системой функции: «MakeOrder»

«Инициирование процедуры заказа», «Readyto pay» – «Решимость клиента к оплате», «Pay» – «Оплата через платежную систему», «Sendsms» – «Отправка смс», «Paymentismade» – «Передача информации о платеже», «Shipobject» – «Отгрузка товара», «Sendreport» – «Передача отчета о доставке». Схема предполагает обработку 50 случайных заказов, которые подаются на вход системы поочередно и далее конкурируют за ее ресурсы, выполняясь параллельно.

Для достижения статистически значимых результатов в оценке надежности понадобилось 1446 имитационных прогонов (по отчету ПК). Ввиду того, что схема взаимодействия участников не предполагает резервирования или иных подходов к обработке исключительных ситуаций, то любой отказ перехода приводит к аварии всей транзакции. В целом, результаты анализа надежности операций совпадают с заданными вероятностями отказа. Уровень общей атомарности достиг только значения 0,7305, что означает только 73 % успеха транзакции или безопасного ее отката. В среднем через каждые 3,8 успешных выполнений следует отказ. Проведем анализ возможностей повышения надежности выполняемой схемы.

Обратим внимание на процесс «Readyto pay». Его выполнение зависит от готовности клиента продолжить покупку. Этот процесс может быть улучшен методами маркетинга, построением эффективных взаимоотношений с клиентами, дизайном платежных приложений и т. д. Все это относится к мерам организационного характера и не может быть улучшено внесением изменений в архитектуру системы. Поэтому положим готовность клиента к покупке равной 100 %. Повторный эксперимент показал атомарность и вероятность безаварийной работы на уровне 0,8559.

Выявим процессы, оказывающие наибольшее влияние на надежность системы. Для этого проведем эксперимент в режиме анализа чувствительности системы к отказам отдельных функций. ПК оценивает влияние самостоятельно и предлагает экспертам самостоятельно оценивать корреляционные поля, показывающие соотношения между отказами отдельного процесса и отказами транзакции в целом. Например, было выявлено, что процесс отправки отчета о доставке смс «Sendreport» не оказывает влияние на успешность выполнения транзакции, но влияет на ее атомарность.

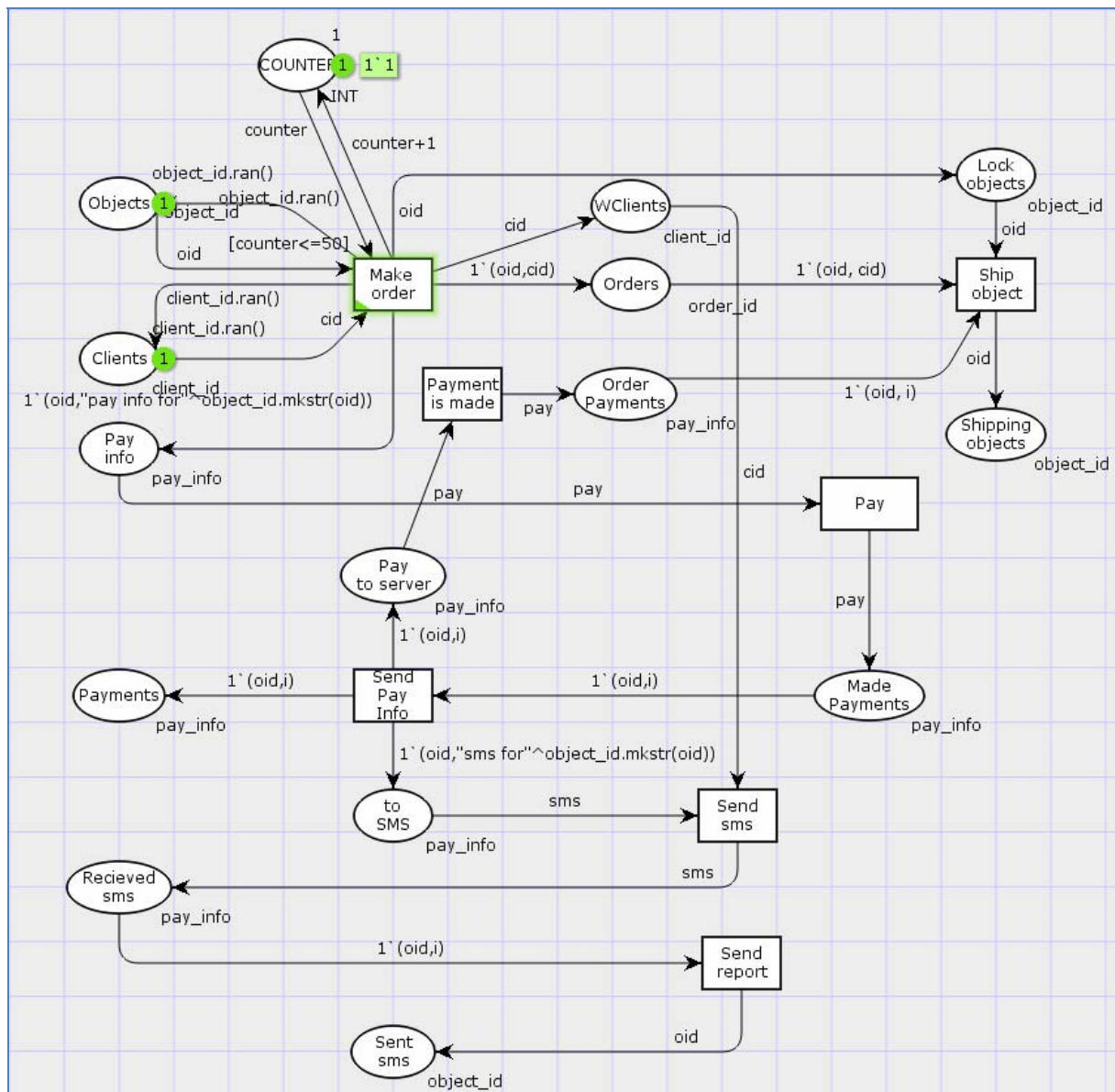


Рис. 2. Сеть Петри

Или следующий график (см. рис. 3) наглядно демонстрирует, что вероятность безотказной работы системы линейно снижается с повышением вероятности отказа процесса «Отгрузка товара». Угол наклона линии тренда позволяет оценивать степень влияния. В рассматриваемом примере выполнение транзакции состоит в последовательном однократном вызове всех описываемых функций, поэтому их влияние на успешность бизнес-транзакции одинаково. В связи с этим, логичной стратегией является повышение надежности наиболее «слабых» процес-сов до тех пор, пока целевые показатели не будут достигнуты.

Введем резерв для процесса «Отгрузка товара». На схеме сети Петри такое дублирование отобразим с помощью восстанавливающей под-

сети, которая будет запускаться в случае отказа восстанавливаемого перехода. Возможности сервис-ориентированных систем [10] и разработанного нами языка их моделирования на базе окрашенных сетей Петри позволяют представить восстанавливающую сеть в виде неограниченного количества взаимодействующих в сколь угодно сложном порядке функций, то есть резервирование может выполняться не дубликатом процесса, а иными средствами.

По результатам новой имитации было получено, что общая атомарность и вероятность безаварийной работы достигли значения 0,98, а уровень разрешимости отказов – 0,4944, означающий, что примерно половина всех отказов бизнес-транзакции исправляется. Тем не менее,

целевой показатель надежности – 99 % атомарность на этой итерации достигнут не был, что

требует проведения дальнейших мер по повышению надежности очередного процесса.

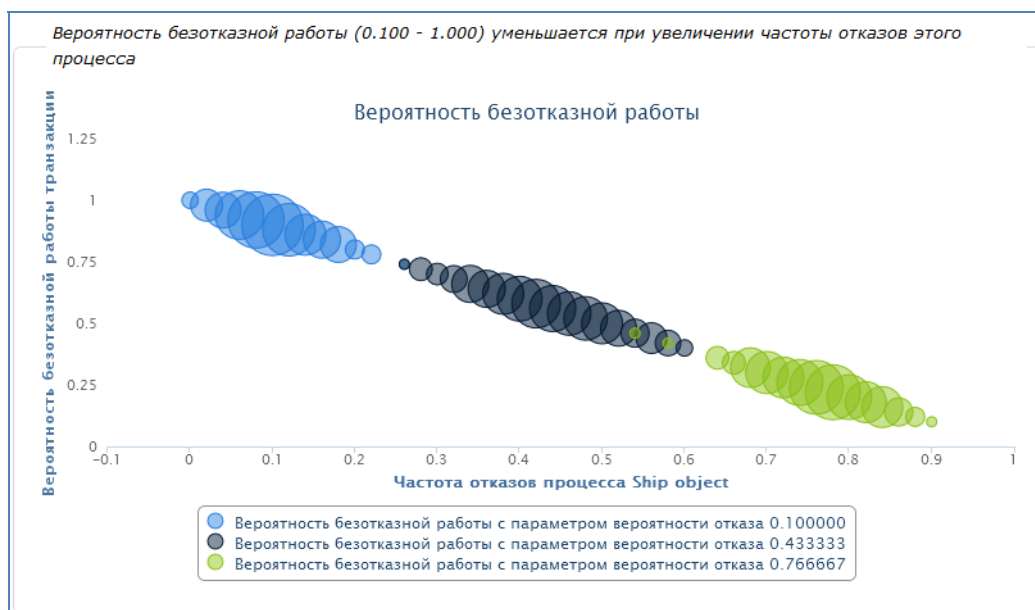


Рис. 3. График соотношения отказов процесса и транзакции

Предположим, что при передаче данных о проведенном платеже от платежной системы возникла ошибка, и интернет-магазин не смог принять эти данные. Тогда платежная система должна запустить каскад действий по отмене транзакции и восстановлению прежнего состояния всех участников: в первую очередь, клиенту должны быть возвращена денежная сумма, а интернет-магазин должен списать заказ в отмененный. После реализации этой схемы в качестве компенсирующей подсети по результатам имитации атомарность достигла уровня 0,9987, а вероятность безаварийной работы – 0,9967, таким образом, цель эксперимента была достигнута. В итоге можно вынести следующие рекомендации, которые необходимо учитывать при разработке рассмотренной распределенной системы:

1. Процессы, связанные с отчетом о доставке смс клиенту не влияют на выполнение бизнес-транзакции.
2. Операцию отгрузки товара, которая имеет наиболее низкие показатели безотказной работы, следует зарезервировать.
3. Должна быть предусмотрена возможность аварийной реакции платежной системы на невозможность доступа к интернет-магазину. Реакция заключается в отмене платежа и запуске каскада операций, отменяющих бизнес-транзакцию.

Все эти меры позволяют достичь требуемого уровня надежности выполнения бизнес-транзакции. Следует учитывать, что приведенная в примере схема взаимодействия заметно упрощена, а сам эксперимент не включает, например, анализ надежности восстанавливающих и компенсирующих сетей. Однако проведенная работа в полной мере демонстрирует базовые возможности ПК по анализу надежности проектов бизнес-транзакций, что может заметно упростить процедуры проектирования распределенных информационных систем с заданными характеристиками отказоустойчивости, стабильности и атомарности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дружинин, Г. В. Надежность автоматизированных систем / Г. В. Дружинин. – М. : Энергия, 1977. – 536 с.
2. Ллойд, Д. Надежность: организация исследования, методы, математический аппарат / Ллойд Д., Липов М. – М. : Советское радио, 1964. – 687 с.
3. Капур, К. Надежность и проектирование систем / Капур К., Ламберсон Л. – М. : Мир, 1980. – 610 с.
4. Шураков, В. В. Надежность программного обеспечения систем обработки данных / Шураков В. В. – М. : Финансы и статистика, 1987. – 272 с.
5. Graham, I. Requirements Modelling and Specification for Service Oriented Architecture/ Graham Ian. – John Wiley & Sons Ltd, 2008. – 301 с.
6. Massuthe, P. Operating Guidelines for Services: Dissertation / Massuthe Peter. – University Press Facilities, 2009. – 266 с.

7. *Zafar, B.* Conceptual Modelling of Adaptive Web Services based on High-level Petri Nets: PhD Thesis /ZafarBassam.– De Montfort University, 2008. – 188 с.

8. *Артамонов, И. В.* Использование окрашенных сетей Петри для моделирования бизнес-транзакций в сервис-ориентированной среде / И. В. Артамонов // Известия ИГЭА (БГУЭП). –Иркутск, 2013. –Вып. 5.

9. *Артамонов, И. В.* Моделирование сервисной композиции с помощью окрашенных сетей Петри / И.В. Ар-

тамонов // Вестник НГУЭУ. – Новосибирск, 2013. – Вып. 2. – С. 180-187.

10. *Ишкина, Е. Г.* Архитектура адаптивного сервисно-ориентированного промежуточного программного обеспечения / Е. Г. Ишкина, О. В. Щербинина // Известия ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 9 :межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2010. – №11 (71). – С. 142-145.