

УДК 336.4:519.86

Методика исследования безопасности функционирования систем электронной коммерции средствами математического моделирования

Г.В. Доценко

Донецкий национальный технический университет
dogeo47@mail.ru

Доценко Г.В. Методика исследования безопасности функционирования систем электронной коммерции средствами математического моделирования. Предложена методика прогнозирования наличия уязвимых для атак НСД элементов автоматизированной системы электронного бизнеса (АСЭБ), защиту которой необходимо предусматривать при разработке политики безопасности. Использован аппарат стохастических сетей и методы параметрической оптимизации СМО, с помощью которых достигим аналитический анализ, поэтапно уточняющий параметры процессов обслуживания платежных документов в АСЭБ. Полученные приближенные оценки окончательно детализируются на программных имитационных моделях любой сложности в среде GPSS, что дает возможность выявления критических мест в АСЭБ и их устранения для обеспечения требований безопасности функционирования объектов электронного бизнеса.

Ключевые слова: система электронного бизнеса, информационная безопасность, платежный документ, математическая модель, параметрическая оптимизация, имитационная модель.

Электронная коммерция — это быстрый и экономичный вид бизнеса, который не знает границ. Лавинообразный рост объемов взаимодействия субъектов и объектов автоматизированных систем электронного бизнеса требует оценки актуальности эффективности, а, значит, и безопасности их функционирования [1,2]. Платежным системам, автоматизированным банковским системам, сетям интернет-магазинов свойственны ситуации «стопора платежей» [3], связанные с нарушением поступающими запросами функциональных лимитов: по финансовым ресурсам при клиринге, ограниченностью предложенных к реализации товарных запасов, логистическими сбоями. Это вызвано случайным характером множества поступающих заявок на обслуживание, непрерывно циркулирующих в системах электронной коммерции.

Применение математических методов и моделей для исследований позволяет проанализировать реальный эффект от использования ресурсов Интернета в коммерческих целях. Техно-технологические и вирусные сбои в работе автоматизированных систем нежелательны, но вероятны в процессах обслуживания заявок от субъектов, являющихся

участниками законных сделок, и опасны — с точки зрения уязвимости от интернет-мошенников, незаконно использующих в своих интересах возникающие (или инициируемые ими) сбои в работе автоматизированных систем электронной коммерции. Для решения задач анализа рисков и составления кризисного плана устранения угроз в автоматизированных системах электронного бизнеса требуется методика и инструменты оценки их адекватно корректной реакции на поступление требующих обслуживания, но «сбойных» заявок, и для выявления узких мест в защите систем электронной коммерции [4].

Характерные особенности анализа и развития систем электронной коммерции, несмотря на короткий период ее существования, получили освещение в российской и западной экономической литературе [5,6,7]. Среди отечественных авторов, внесших заметный вклад в освещение проблем развития методов анализа систем электронной коммерции, можно выделить Аверченкова В.И., Аммосова Ю.М., Афонину СВ., Ахметову С. Г., Балабанова И.Т., Волкову В.Н., Гурова В.В., Деднева М.А., Емельянова А.А., Ефремова В.С., Запечникова С.В., Кульченко М.В., Ляпунова СИ., Маршавина Р.А.,

Мясникову Л.А., Попова В.М., Сенаторова М.Ю., Смирнова С.Н., Соколову А.Н., Успенского И.Н. и др. Среди зарубежных исследователей, разрабатывающих проблему развития электронной коммерции, следует отметить Багета М., Вагера Х., Вахренса М., Кларка Р., Козье Д., Лоу П., Матоу А., Магнусона П., Минса Г., Карвера Д., Соломона Р., Стэндинга С, Хонекут Дж., Церовак Б., Шнайдера Д., Шукнехта Л., Эймора Д. и др.

В основе электронной коммерции находится платежная система - совокупность финансовых и нефинансовых институтов, существующих в определенный исторический период и взаимодействующих в рамках национального законодательства и интернациональных стандартов с целью оптимизации денежного оборота и удовлетворения расчетно-платежных потребностей общества в соответствии с принятой денежно-кредитной политикой, требующей развития национальной экономики для обеспечения эффективной социальной и хозяйственной деятельности. Современные платежные системы должны иметь значительный потенциал для качественного видоизменения и количественного расширения своих функций. Для этого они обладают особыми характеристиками. Суть этих характеристик состоит в обеспечении:

- 1) роста скорости проведения платежей (достигается как за счет технической составляющей, так и за счет финансового механизма системы);
- 2) сокращения издержек (в том числе транзакционных) - как собственно на платежи, так и на организацию операций трансформации и перемещения денег (достигается за счет увеличения количества операций и сокращения этапов перемещения денег);
- 3) высокой степени удобства платежей для субъектов сделок (состоит в приближении платежной инфраструктуры к субъектам, упрощении за счет стандартизации платежно-расчетных операций, использовании банковского маркетинга);
- 4) безопасности проведения платежей и приемлемого уровня рисков (обеспечивается достижением прозрачности и понятности схем перемещения денег за счет использования общих банковских и специфических механизмов минимизации рисков);
- 5) социальной эффективности (в широком смысле) платежных систем, что выражается в общем улучшении социального климата, в росте доступности финансовых услуг по категориям пользователей и территориям, в приросте

эффективности смежных (пограничных) сфер экономической и социальной деятельности.

Поскольку базовыми элементами платежной системы являются автоматизированные банковские системы (АБС). Не следует рассматривать принципы построения платежных систем в отрыве от проблемы оптимизации расчетной деятельности отдельных ее элементов. Каждый банк после проработки своей системы организации межбанковских платежей (выработки наиболее удобных ему и его клиентам форм и методов проведения платежей) и после построения такой системы (открытия корреспондентских счетов в других банках или клиринговых учреждениях и организации филиальной сети) приступает к решению еще одной важнейшей проблемы. Ее суть состоит в определении количества ресурсов, которые банк обязан держать на своих корреспондентских счетах, и распределении этих ресурсов между совокупностью его корсчетов, определение суммы ресурсов. Для этого необходимо определить:

- a. минимальное количество средств, достаточных для осуществления текущих платежей (многие банки совершенно справедливо стремятся доводить этот минимум до величин близких к нулю, так как остатки по корсчетам в соответствии со сложившейся практикой корреспондентских отношений обычно не приносят дохода);
- b. максимальную сумму средств, подлежащих хранению на корреспондентских счетах, сверх которой банк будет иметь ощутимые потери в доходности своих активов, отвлекая средства на поддержание корреспондентской сети;
- c. оптимальное количество средств, подлежащих хранению на его корсчетах. Именно это количество ресурсов банка будет оставаться на его корсчетах при нормальной ситуации.

Вторая и несравненно более сложная задача сводится к распределению этих ресурсов, выделенных по корреспондентским счетам, участвующим в системе межбанковских расчетов. Теоретического решения этой проблемы, а также какого-либо универсального решения, которое подходило бы для всех банков пока не существует. Лишь обозначены некоторые направления, в которых, как правило, ведется решение этой проблемы [9]. Во-первых, требуется провести статистическое исследование для определения средних объемов потоков платежей (для каждого направления). Во-вторых, для этого может быть использован

инструмент OLAP-технологий и пакеты статической обработки данных. Поэтому необходима разработка модели, для оценки возможных дублирующих вариантов проведения платежей, (например, когда конкретный платеж в регион может осуществиться через банк-корреспондент в этом регионе, клиринговый центр или платежную систему центрального банка). В-третьих, все варианты платежей оцениваются с точки зрения экономической эффективности распределения ресурсов по корреспондентским счетам, наиболее выгодным для банка и в плане их хранения (на остатки средств в разных банках могут начисляться разные проценты).

Выделенное количество ресурсов распределяется в установленном соотношении между корсчетами и в дальнейшем поддерживаются соответствующие суммы на каждом из корсчетов и заданные соотношения между ними. В дальнейшем решение перечисленных задач должно корректироваться на основе постоянного прогноза остатков по корсчетам и с учетом прогноза их текущих и долговременных изменений. Постоянный контроль за состоянием корсчетов и управление распределением ресурсов на них позволяют достичь определенного экономического эффекта и не в меньшей степени повышения авторитета банка, т.к. поддержание надежной, устойчивой, экономичной разветвленной корреспондентской сети оказывает существенное влияние на клиентов кредитной организации и перспективы их дальнейшего увеличения.

Следует отметить, что для быстрого пополнения средств на корреспондентских счетах, в случае их внезапной нехватки, целесообразно иметь специальные резервы в высоколиквидных активах. Поэтому необходимы предварительные прогнозные оценки необходимых резервов и «скорости» их использования. Анализ системы электронных межбанковских расчетов позволяет определить ее как систему организаций, наделенных государством правом обслуживания платежного оборота и расчетных отношений, обеспечиваемых платежными инструментами, использование которых в экономических отношениях субъектов хозяйствования регулируется государством и нормами делового оборота.

Таким образом, платежная система как на уровне отдельного банка так и на уровне системы в целом содержит факторы для оптимизации, и работа по ее совершенствованию особенно важна, поскольку оценка банка клиентами во многом зависит именно от скорости и качества осуществления платежей. Построению платежной системы должен предшествовать, прежде всего, выбор

приоритетного способа осуществления расчетов и организации его автоматизации. А исполнение платежей в любой платежной системе может происходить двумя способами: на валовой основе (система брутто-расчетов) или на чистой основе (система нетто-расчетов).

Математическую модель автоматизированных межбанковских расчетных процессов рассмотрим на примере расчетного центра (РЦ). В первом приближении модель представим в виде единственной одноканальной системы массового обслуживания (СМО), характеризующую осуществление расчетов через платежную систему. Платежный документ (ПД), поступающий на вход в СМО в момент выполнения оперативных задач обслуживающим устройством, ожидает возможности расчетного центра загрузить его и принять для обработки, что позволяет представлять математическую модель расчетного центра в виде одноканальной СМО с ожиданием. Представленная на рис.1 СМО предназначена для обработки некоторого потока платежных документов, поступающих на вход системы большей частью нерегулярно (в случайные моменты времени).

Загрузка платежных документов и их последующая обработка длится не постоянно, заранее известное время, а случайное, зависящее от ряда случайных факторов. Целью математического описания расчетного центра в виде СМО является пояснение построение математической модели, связывающей производительность канала обслуживания, характер потока ПД и др. с показателями эффективности функционирования системы расчетов, описывающими ее способность обслуживать поток ПД.

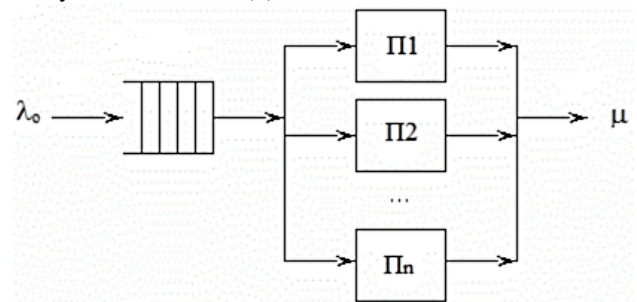


Рисунок 1 – СМО заявок платежной системой. Π_i – однотипные звенья платежной системы, выполняющие обслуживание платежных документов.

На рис.1 входящий поток имеет интенсивность λ_0 , а поток обработанных имеет интенсивность μ . Предполагается, что ПД – простейшие потоки, обладающие свойствами ординарности:

- вероятность поступления более одного события за элементарный «малый» промежуток времени Δt пренебрежимо мала;

- отсутствия последствия (события в потоке появляются в последовательные моменты времени независимо друг от друга).

Немаловажным свойством простейших потоков является свойство стационарности. В реальной СМО часто имеет место нестационарность процесса (в различные часы дня и различные дни месяца поток ПД может меняться. Он может быть интенсивнее во второй половине операционного дня, а также в первые и последние дни месяца. Однако в целом пуассоновский закон распределения с достаточно высоким приближением отражает процессы рассматриваемой модели РЦ, где входящий поток можно представить в виде суммы большого числа независимых потоков и ни один из которых не является сравнимым по интенсивности со всем суммарным потоком. Данное предположение становится верным благодаря общей теореме А.Я.Хинчина [1].

Для расчета предельных характеристик функционирования рассматриваемой системы, описывающих ее способность справляться с потоком ПД, необходимо рассчитать показатель производительности канала обслуживания. Возможности расчетного центра коммерческого банка (производительность канала обслуживания) обеспечиваются его структурой, а также встроенными алгоритмами проведения расчетов используемой подсистемой на сервере СУБД. Разложим путь ПД в СМО на n элементарных отрезков на интервале процесса его обслуживания. Получим следующий состав этапов:

- время прохождения каждым ПД контрольно-учетных процедур на сервере БД подсистемы расчетов;

- время вывода реестра обрабатываемых ПД на бумажный носитель;

- время прохождения каждым ПД дополнительных контрольно-учетных процедур на компьютере оператора.

Как видим, детализация процесса массового обслуживания множества платежных документов в каждом звене платежной системы на рис.1 требует отобразить параллельность выполнения всех процессов, ограниченность ресурсов системы и наличие очередей заявок на их обслуживание на любом этапе с учетом среднестатистического значения вероятности обслуживания (события) заявки в каждом звене платежной системы. Поэтому, основываясь на описанном выше принципе обслуживания потоков заявок в межбанковских расчетах, можно аналогично представить платежную

систему в виде совокупности взаимосвязанных СМО, представленную на рис.2.

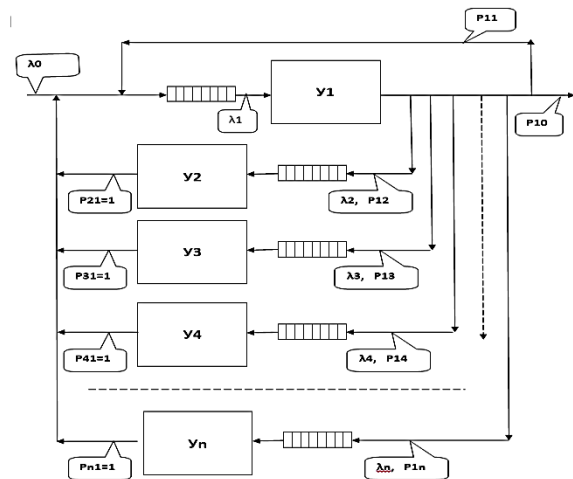


Рисунок 2 – Стохастическая сетевая модель платежной системы, составляющая основу автоматизированной системы электронного бизнеса

На рис.2 приняты следующие обозначения:

Y_1 – система идентификации запроса-заявки на выбор типа обслуживания или требуемой функции платежной системы (контроль ПД - платежного документа) или определение завершения обслуживания клиента;

$Y_2 - Y_n$ - подсистемы платежной системы, выполняющие запросы клиентов на перечисление и прием сумм, на разрешение и выдачу обменной валюты, выполнение операций по клирингу, составление и выдача отчетов, диагностика системы и т.д.;

P_{ij} – вероятность передачи заявок клиентов на обслуживание из i – той подсистемы платежной системы в j – тую;

P_{10} – вероятность завершения обслуживания заявок клиентов платежной системой;

λ_i – интенсивность потока заявок в i – тую подсистему;

λ_0 – интенсивность внешнего (входного) потока заявок на выполнение требуемых клиентами функций платежной системой;

Для выполнения математических преобразований введем следующие обозначения:
 λ – интенсивность входного потока заявок (на обслуживание платежных документов);

l – длина очереди заявок;

w – среднее время ожидания обслуживания каждой заявкой;

v – среднее время обслуживания заявки;

μ - скорость обслуживания заявок звеном платежной системы.

Степень загрузки одного прибора СМО (ρ) можно определить следующим образом:

$$\rho = \lambda \cdot v = \frac{\lambda}{\mu} \leq 1, \quad (1)$$

иначе система войдет в режим «перегрузка» и очередь заявок станет бесконечно большой.

Количество заявок, находящихся в СМО, определяется по формуле:

$$M = l + \rho. \quad (2)$$

Длина очереди вычисляется по формуле:

$$l = \frac{\rho^2}{1 - \rho}. \quad (3)$$

Среднее время ожидания обслуживания находится по формуле:

$$w = \frac{\lambda}{\lambda}. \quad (4)$$

Среднее время обслуживания запроса (U) находится следующим образом:

$$U = v + w = \frac{\rho^2}{(1 - \rho) \cdot \lambda} + v = \frac{v}{1 - \lambda v}. \quad (5)$$

Поскольку для оценки предельных параметров платежной системы больший интерес представляет длительный установившийся режим – режим стационарной работы платежной системы, то можно воспользоваться свойством эквивалентного замещения модели многоканальной (N -канальной) СМО совокупностью из N -штук однопоточных одноканальных СМО где их входной поток заявок - λ будет уменьшен в N раз. Тогда формула времени пребывания заявки на обслуживании в эквивалентно замещающей одноканальной СМО будет иметь следующий вид:

$$U_i = \frac{N_i v}{N_i - \lambda_i v}. \quad (6)$$

Таким образом, каждая СМО имеет:

λ_i - свой входной поток обслуживания,

N_i - количество параллельных каналов для выполнения каждого типа услуг,

P_{ij} - вероятность, с которой к каждой СМО обращаются запросы.

Также для каждой из СМО задается своё время обслуживания (v_i) и объем ресурса, предоставляемого средне статистической заявке - (C_i).

Для стохастической сетевой модели платежной системы на рис.2 можно построить

граф состояний всех возможных этапов обслуживания платежного документа и для моделирования длительного режима работы всей сети можно записать систему уравнения баланса потоков всех обслуживаемых платежной системой заявок в установившемся режиме. На основании решения этой системы можно получить формулы для расчета среднего количества раз посещения одной среднестатистической заявкой каждой СМО - (α_i). Зная среднее время обслуживания заявки в каждой СМО – это (6) можно найти полное время обслуживания заявки в платежной системе – T и стоимость платежной системы - S . Если дополнить полученные уравнения ограничением по стоимости платежной системы и требованием минимизации времени обслуживания платежного документа в платежной системе, то получим типовую задачу параметрической оптимизации вида:

$$\begin{cases} T = \frac{\theta \cdot \alpha_1}{1 - \lambda_1 \theta} + \sum_2^5 \frac{N_i V_i \alpha_i}{N_i - \lambda_i V_i} \\ S = C_k \cdot B + \sum_2^5 C_i N_i \\ T \rightarrow \min \\ S = S^* \end{cases} \quad (7)$$

где θ – трудоемкость операций идентификации и администрирования поступившей в систему и требующей обслуживания заявки,

B – быстродействие автоматизированной банковской системы при выполнении операций идентификации и администрирования поступившей в систему и требующей обслуживания заявки.

В итоге, получили задачу синтеза системы заданной стоимости при максимальном ее быстродействии (или при минимальном времени обслуживания платежных документов в системе).

Аналогично эту модель можно представить и в другой трактовке задачи синтеза: минимизировать стоимость платежной системы при заданном допустимом усредненном полном времени обслуживания платежного документа в АВС. Для ее аналитического решения в любой постановке применим метод «неопределенного множителя Лагранжа» - γ . Согласно методу формируем вспомогательную функцию G и найдём её минимум с учетом ограничений и требований максимального быстродействия при заданной стоимости платежной системы – (7).

$$G = T + \gamma(S - S^*) \rightarrow \min \quad (8)$$

Из этого следует:

$$\begin{cases} \frac{\partial G}{\partial B} = 0 \\ \frac{\partial G}{\partial N_i} = 0 \\ S = S^* \\ i = 1 - 5 \end{cases} \quad (9)$$

Неизвестными являются B , N_i ($i=1-5$ (от 1 до 5)), T_{\min} , $S_{\text{факт}}$, где $v = \theta / B$.

Решая систему (9) получим:

$$B = \alpha_1 \theta + \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \sqrt{\frac{\alpha \theta}{C_k}}, \quad (10)$$

$$N_i = \lambda_i V_i + \frac{V_i}{\sqrt{\gamma}} \sqrt{\frac{\alpha_i \lambda_i}{C_i}}, \quad (11)$$

$$S^* = C_k \left(\alpha_1 \theta + \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \sqrt{\frac{\alpha \theta}{C_k}} \right) + \sum_2^5 C_i \left(\lambda_i V_i + \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \cdot V_i \cdot \sqrt{\frac{\alpha_i \lambda_i}{C_i}} \right). \quad (12)$$

Из последнего уравнения (12) найдем неопределенный множитель Лагранжа - γ :

$$\frac{1}{\sqrt{\gamma}} = \frac{S^* - C_k \cdot \alpha_1 \cdot \theta - \sum_2^5 C_i \cdot \lambda_i \cdot V_i}{\sqrt{C_k \alpha \theta} + \sum_2^5 V \sqrt{C_i \alpha_i \lambda_i}}. \quad (13)$$

Подстановкой $\frac{1}{\sqrt{\gamma}}$ в формулы для B и

N_i , а затем в T и S можно получить расчетные формулы T_{\min} и $S_{\text{факт}}$ - фактическую стоимость платежной системы.

Анализируя выводы, сделанные учеными, внесшими вклад в развитие доктрины скорости обращения денег, можно сказать об однозначности отсутствия влияния параметра времени, затрачиваемого на совершение сделки (перевод денежных средств для прекращения долговых обязательств) на изменение системы обработки данных. Измерение осуществляется

количеством сделок в экономике и ее общим состоянием - ростом или же депрессией. определяется числом меновых актов, последовательно совершающихся во времени, а число таких меновых актов, очевидно, не может быть увеличиваемо или уменьшаемо произвольно. Правда, нельзя сказать того, чтобы скорость обращения денег не поддается никакому воздействию.

Остается бесспорным тот факт, что внедрение высоко затратных технологий осуществляется в том числе и с целью сокращения времени на доставку платежа от плательщика до получателя, обработку банковской информации на всех этапах прохождения электронного документа. Тем самым, можно говорить об увеличении эффективности обслуживания товарно-денежного оборота в стране. В случае разлаженности механизма осуществления безналичных расчетов, хозяйствующие субъекты будут испытывать определенные трудности при совершении сделок и в действие начнут вступать другие платежные механизмы - наличные средства, бартер, платежные суррогаты.

Однако, если денежные средства остаются невостребованными экономическими субъектами в экономике страны, то они остаются без движения в виде остатков на счетах, в кассах или на руках граждан, не зависимо от того с какими временными характеристиками осуществляется перевод платежей от плательщика до получателя. Используя электронные технологии, банки предоставляют своим клиентам способ перевода и обработки электронных платежных документов, т.е. расчетные услуги высокого уровня. В работе [10] показано - насколько важна роль платежных систем для функционирования финансовой системы и экономики в целом. При этом способность производить платежи безопасным и эффективным образом является важнейшей задачей, как отечественной, так и глобальной платежной системы. Жизнеспособные и эффективные платежные механизмы улучшают распределение ресурсов, содействуют развитию и повышают общественное благосостояние.

Во-избежание платежного «стопора» и нормального функционирования платежной системы: предоставление кредита, для межбанковских систем платежей необходимо обеспечить регулярный поток платежей. «Стопор» платежей может произойти, независимо от причины несостоятельности платежной системы и его оператора. Неплатежеспособность одного из участников может быть результатом операций, не связанных с платежной системой, и в тоже время стать причиной распространения этой проблемы среди остальных участников и повлиять на

состоятельность самого расчетного агента. Эти опасности подчеркивают значимость жизнеспособности расчетного агента для платежной системы, следовательно, для экономики в целом. Поэтому возможность и количество ликвидности (и, следовательно, потенциально размер кредита), необходимой для фондирования платежных потоков, является еще одним фактором уменьшения системных рисков. Требуется средства для его расчета.

Приведенные выше аналитические модели как раз и позволяют оценить размеры резервов, необходимых для каждого из звеньев платежной системы – чтобы не возникал «стопор» платежей. При этом модификация расчетной модели сводится только к заданию (увеличению) стоимостных коэффициентов ресурсов каждого из звеньев платежной системы (т.е. регулируется величинами (C_i) для анализируемой СМО).

В качестве расчетных активов могут использоваться деньги как центральных, так и коммерческих банков. На практике, большинство межбанковских платежных систем используют центральный банк в качестве расчетного учреждения, и, следовательно, непосредственные участники этих систем пользуются деньгами центрального банка, в силу их особого статуса:

- использование свободных от риска расчетных активов может помочь снизить системный риск;
- использование не подверженного дефолту расчетного учреждения может ограничить риск задержки в услугах;
- способность создавать неограниченную ликвидность в национальной валюте может быть важной для бесперебойного функционирования системы;

Непосредственное участие в межбанковских платежных системах требует обычно значительных сумм ликвидности. И хотя особенности структуры внедрены в некоторые системы, чтобы экономить на ликвидности, корреспондентские банки могут управлять платежными потоками своих клиентов таким образом, чтобы сокращать размеры ликвидности и кредитов, в получении которых нуждается каждый клиент.

Представленная здесь модель и методический подход позволяют вести детальный анализ и параметрический синтез различных структур автоматизированных систем электронного бизнеса, выяснять узкие места в АБС, рационально планировать финансовые и товарные ресурсы, оптимизировать логистические операции. В целом методика исследования объектов электронного бизнеса представимых моделью стохастической сети состоит из трех этапов.

Этап 1. Наполнение числовыми характеристиками математической модели для аналитического расчета параметров обслуживания заявок в конкретной исследуемой системе электронного бизнеса и расчет ее параметров согласно формул (7 – 13). В итоге, для анализа получаем среднестатистические параметры процесса обслуживания заявок в системе, в том числе выявляем высоко загруженные подсистемы (где ρ близко к 1), являющиеся кандидатами на статус «узкого», а значит - уязвимо для безопасности функционирования конкретной систем электронного бизнеса. После выявления звеньев необходимо предложить структурные решения, снижающие их загруженность.

Этап 2. На основе полученной аналитической модели (7 – 13) можно уже осуществить решение второй задачи - задачи синтеза необходимой структуры исследуемой системы, в которой исключается наличие «узких мест» - узлов обслуживания заявок в режиме перегрузки. Для этого применяется инструмент EXCEL «Поиск решения» для подбора величин B и N_i ($i = 2-5$), при которых T достигает минимума при задаваемой величине допустимой стоимости исследуемой системы электронного бизнеса. При расчетах требуется накладывать ограничения на не отрицательность знаменателей дробей в (7), иначе модель выходит из области определения и время обслуживания заявок становится недопустимо отрицательным. В результате по вариантных расчетов можно построить зависимость $T_{min} = F(S^*)$. На ее основании можно выбрать искомые параметры структуры системы электронного бизнеса - B и N_i ($i = 2-5$), при которых достигается среднестатистическая корректная функциональность всех СМО заявок в исследуемой системе.

Этап 3. Результаты исследований на предыдущем этапе являются среднестатистическими величинами, отображающими временные и загрузочные параметры СМО, входящих в состав системы электронного бизнеса. Т.е. нет гарантий, что в переходных режимах некоторые СМО окажутся в состоянии «стопора». Для детального анализа возможности таких ситуаций рекомендуем использовать имитационное моделирование процесса обслуживания заявок в системе электронного бизнеса в программируемой среде GPSS [11]. Здесь можно развернуть модель массового обслуживания уже с использованием многоканальных СМО, что дает возможность выполнения еще более детального анализа наличия «узких» мест в автоматизированной системе электронного бизнеса. В этом инструменте за счет назначения высокого приоритета заявкам, моделирующим не санкционированный или лимитированный

доступ к ресурсам автоматизированной системы электронного бизнеса имеется возможность отследить в динамике ситуации ведущие к сбою работы СМО или «стопору» всей системы и, затем, предусмотреть меры их устранения.

Таким образом, описанная выше методика обеспечивает возможность практического применения принципа последовательного приближения результатов: за счет детализации процессов и параметров обслуживания заявок в автоматизированных системах электронного бизнеса для решения разнообразных задач анализа, синтеза и их параметрической оптимизации. В итоге - приближенные аналитические оценки уточняются на программных имитационных моделях любой сложности и с необходимой детализацией, что дает возможность выполнения детального анализа наличия «узких» мест в автоматизированной системе электронного бизнеса с целью их устранения для обеспечения требований безопасности функционирования объектов электронного бизнеса.

Литература

1. Волкова В.Н. Методы формализованного представления систем: учеб. пособие / В.Н. Волкова, А.А. Денисов, Ф.Е. Темников. СПб.: СПбГТУ, 1993. - 107 с.

2. Емельянов А.А. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума; под ред. А.А. Емельянова. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 368 с.

3. Коробейникова О.М. Предметный анализ характеристик платежных систем. В кн.: «Вести Волгоград. Гос. Университета, сер.3,

Эконом. Экол.» - Волгоград: 2015. - №2, с.96-103.

4. Основы защиты информации : учеб.-метод. пособие / Л.М. Лыньков, В.Ф. Голиков, Т.В. Борботько. – Минск: БГУИР, 2011. – 243с.

5. Деднев М.А. Защита информации в банковском деле и электронном бизнесе / М.А. Деднев Д.В. Дыльников, М.А. Иванов.- М.: Изд-во "ОЦ КУДИЦ-ОБРАЗ", 2004.-512с.

6. Аверченков, В.И. Аудит информационной безопасности: учеб. пособие для вузов / В.И. Аверченков. – 2-е изд., стер. – Брянск: БГТУ, 2010.–268 с.-

7. Милославская Н.Г., Сенаторов М.Ю., Толстой А.И. Управление инцидентами информационной безопасности и непрерывностью бизнеса Учебное пособие для вузов. — 2-е изд., испр. — М.: Горячая линия-Телеком, 2014. — 170 с.

8. Запечников С.В. Стандартизация информационных технологий в аспекте защиты информации в открытых системах. - М.: МИФИ, 2000. - 135 с.

9. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении— М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. – 311с.

10. Ахметова С. Г. Информационная безопасность : учебно-методическое пособие / С. Г. Ахметова ; Пермский национальный исследовательский поли технический университет. — Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013. — 122 с.

11. Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с

Доценко Г.В. Методика исследования безопасности функционирования систем электронной коммерции средствами математического моделирования. Предложена методика прогнозирования наличия уязвимых для атак НСД элементов автоматизированной системы электронного бизнеса (АСЭБ), защиту которой необходимо предусматривать при разработке политики безопасности. Использован аппарат стохастических сетей и методы параметрической оптимизации СМО, с помощью которых достигим аналитический анализ, поэтапно уточняющий параметры процессов обслуживания платежных документов в АСЭБ. Полученные приближенные оценки окончательно детализируются на программных имитационных моделях любой сложности в среде GPSS, что дает возможность выявления критических мест в АСЭБ и их устранения для обеспечения требований безопасности функционирования объектов электронного бизнеса.

Ключевые слова: система электронного бизнеса, информационная безопасность, платежный документ, математическая модель, параметрическая оптимизация, имитационная модель.

Dotsenko G.V. The technique of research of safety of functioning of systems of electronic commerce by means of mathematical modeling. A technique for predicting the presence of elements of an automated e-business system (AEBS), vulnerable to unauthorized access to data attacks, is proposed, the protection of which should be included in the development of a security policy. The apparatus of stochastic networks and methods of parametric optimization of queuing system are used, with the help of which we can achieve analytical analysis, gradually refining the parameters of the processes of servicing payment documents in the AEBS. The approximate estimates obtained are finally detailed on software simulation models of any complexity in the GPSS environment, which makes it possible to identify critical locations in the ASEB and to eliminate them in order to ensure the security requirements for the operation of e-business objects.

Keywords: e-business system, information security, payment document, mathematical model, parametric optimization, simulation model

Статья поступила в редакцию 20.03.2018
Рекомендована к публикации д-ром техн. наук В.Н. Павлышом