

Минаков В.Ф., профессор СПбГУЭФ
 Горячева Е.А., аспирантка СПбГУЭФ
 Коблев М.С., аспирант СПбГУЭФ

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЛИКВИДНОСТИ БАНКОВ СРЕДСТВАМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕАНСОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТЕЖЕЙ В СИСТЕМЕ МЕЖБАНКОВСКИХ РАСЧЕТОВ

В России до настоящего времени не создана национальная платежная система [1], что обусловило дифференциацию платежных систем на банковские и небанковские. Несмотря на развитость небанковских платежных систем и их возможности осуществления моментальных платежей, они являются замкнутыми и обеспечивают расчеты только между ее участниками. Расчеты с контрагентами, не входящими в такую систему, требуют обращения к банковским платежным системам через их корреспондентские счета.

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 [2]. В данном определении присутствуют все основные элементы платежной системы: субъекты хозяйствования, государство, Центральный банк, кредитные организации, платежные инструменты, а также связи, опосредующие функционирование платежной системы: экономические отношения, расчеты, нормативные акты, обычаи делового оборота.

Электронные расчетные межбанковские системы России в настоящее время характеризуются достаточным уровнем надежности и бесперебойности. Вместе с тем сроки межбанковских расчетов (до 2-х дней в пределах региона и до 5 дней в пределах страны), а также возникшие проблемы ликвидности банков требуют совершенствования телекоммуникационных ресурсов и оптимизации их загрузки как по эндогенным, так и по экзогенным показателям.

Поставленная задача может быть решена, во-первых, выбором графика распределения процедур подготовки реестров (или пачек) платежных документов (ПД) – начальных, а также последующих и связанных с первыми операций выгрузки начальных документов в банки-корреспонденты и получения ответных. Во-вторых, повышение ликвидности межбанковских расчетов может быть достигнуто дроблением пачек начальных и ответных документов на несколько сеансов в течение операционного дня.

Для поиска оптимального по эндогенным показателям графика подготовки реестров ПД представим расчетный центр (РЦ) математической моделью одноканальной системы массового обслуживания (СМО) – рис. 1 [3], взаимодействующей с контрагентами.

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. Рассматриваемая 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 в обслуживающем устройстве (рис. 1) в общем случае также длится не постоянное, заранее известное время, а случайное, зависящее от ряда случайных факторов.

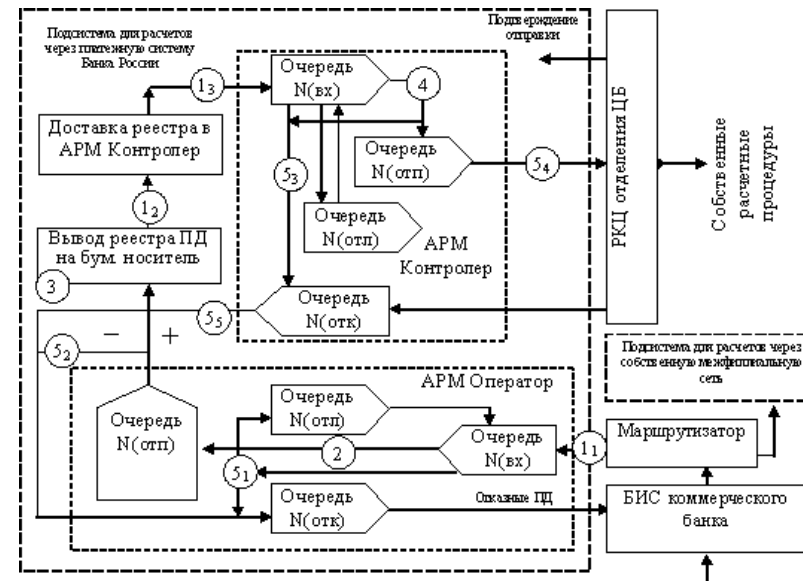


Рис. 1. Структура обслуживания межбанковских расчетов

Целью математического описания расчетного центра в виде СМО является построение математической модели, связывающей производительность канала обслуживания, характер потока ПД и др. с показателями

эффективности функционирования системы расчетов, описывающими ее способность обслуживать поток ПД.

В рассматриваемой СМО каждый ПД преодолевает следующую цепочку событий: оператором АРМ «О» из загруженных в систему ПД формируется реестр (точка 1₁, рисунок 1), каждый ПД из сформированного реестра на сервере БД проходит контрольно-учетные процедуры (точка 2, рисунок 1), выводится на бумажный носитель (точка 3, рисунок 1), доставляется оператору АРМ «К» (точка 1₂, рисунок 1), оператором АРМ «К» проводится его дополнительный контроль (точка 1₃, рисунок 1), на ЭВМ оператора АРМ «К» каждый ПД из сформированного реестра повторно проходит контрольно-учетные процедуры (точка 4, рисунок 1) и по выделенным каналам связи доставляется в РКЦ Банка России (точка 1₄, рисунок 1). Контрольно-учетными процедурами в СМО являются следующие: проверка правильности заполнения всех полей ПД, проверка отсутствия дублирования отправляемого ПД с платежными документами, уже имеющимися в системе, списания средств со счета плательщика и т. д.

Входящий поток ($I_{вх}$) и поток обработанных ($I_{об}$) ПД – простейшие потоки, обладающие свойствами ординарности (вероятность поступления за элементарный (малый) промежуток времени Δt более одного события пренебрежимо мала); отсутствия последействия (события в потоке появляются в последовательные моменты времени независимо друг от друга). В рассматриваемой 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, по общей теореме Хинчина пуассоновский закон распределения с достаточно высоким приближением отражает процессы рассматриваемой системы, где входящий поток можно представить в виде суммы большого числа независимых потоков, ни один из которых не является сравнимым по интенсивности со всем суммарным потоком. Следовательно, простейшие потоки обладают свойством стационарности.

Положительным результатом обработки каждого из отправленных платежных документов в СМО является их доставка в РКЦ соответствующего отделения ЦБ по выделенным каналам связи. Отрицательным результатом обработки ПД СМО может стать его возврат создателю (отправителю ПД).

Для расчета предельных характеристик эффективности 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 подсистемы на сервере СУБД. Разложим путь ПД в СМО (рисунок 1) на n элементарных отрезков на интервале процесса его обслуживания (рисунок 2), где t_2 – время прохождения каждым ПД контрольно-учетных процедур на сервере БД подсистемы расчетов, t_3 – время вывода реестра обрабатываемых ПД на бумажный носитель, t_4 – время прохождения каждым ПД дополнительных контрольно-учетных процедур на компьютере оператора АРМ «К».

Каждый из показателей t_1, t_2, t_3, t_4 (рисунок 2) представляет собой время ручного труда операторов АРМ «О» и АРМ «К» на соответствующих этапах пребывания ПД в подсистеме расчетов центра (рисунок 1). В связи с однородностью данных показателей мы объединили их в один показатель $t_1 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$, характеризующий общие затраты времени ручного труда на обработку единицы ПД в расчетной подсистеме.

Показатель времени с индексом 5_i включает в себя временные затраты на обработку отказанных ПД на любом из этапов его пребывания в СМО. Однако, в связи с незначительностью количества отказных ПД в системе (в среднем 0,15% от общего ежедневного объема обрабатываемых РЦ регионального банка платежных документов) и в силу возможности обработки отказных ПД в СМО образовавшихся на промежутке от $t_1 - t_2$ параллельно с обработкой ПД прошедших этап контроля на АРМ «О» и уже находящихся на отрезке $1_3 - 1_4$, а отказных ПД образовавшихся на промежутке от $t_3 - t_4$ параллельно с обработкой ПД прошедших этап контроля на АРМ «К» с уже находящимися новыми ПД на отрезке $1_1 - 1_2$, исключаем возможность их влияния на продолжительность обработки ПД, не имеющих причин для их отказа.

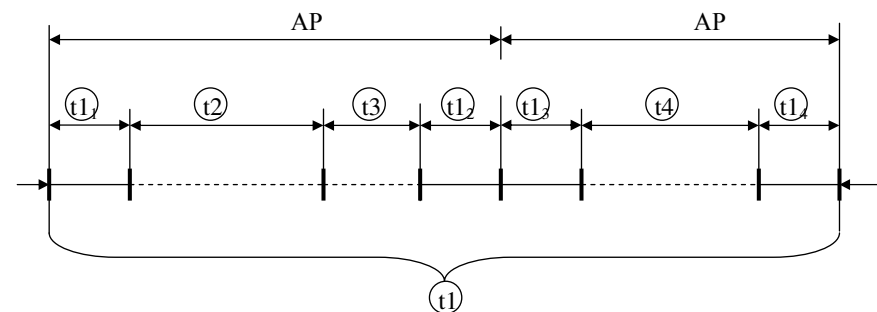


Рис. 2. Общее время обслуживания платежного документа в СМО

Процесс расчета предельных характеристик эффективности функционирования рассматриваемой системы, описывающих ее способность справляться с потоком ПД, представлен в таблице.

Показатель максимальной производительности предполагает с увеличением загруженности системы необходимость уменьшения размера обрабатываемых реестров ПД, то есть с увеличением загруженности системы будет увеличиваться и количество формируемых реестров, а значит, увеличится количество ручного труда, что приведет к удорожанию технологии обслуживания ПД в коммерческом банке и увеличению риска возникновения ошибок, обусловленных человеческим фактором.

Предельные характеристики
эффективности функционирования РЦ коммерческого банка,
представленного одноканальной СМО с ожиданием

Характеристики СМО	
Число каналов обслуживания, n	Нагрузка (трафик) системы, $\rho = (\lambda / \mu) < 1$
Максимальная длина очереди, m	Вероятности состояний, $p_k = \rho^k (1 - \rho), k = 0, \dots, n$
Интенсивность входящего простейшего потока платежных документов, $P_{вх} = \lambda = const$	Среднее число ПД в очереди, $N_{оч} = \rho^2 / (1 - \rho)$
	Среднее число ПД под обслуживанием, $N_{об} = \rho$
Интенсивность простейшего потока «обслуживаний», $P_{об} = \mu = const$ (среднее число ПД, обслуживаемое каналом за единицу времени при непрерывной работе)	Среднее число ПД в системе, $N_{сис} = \rho / (1 - \rho)$
	Среднее время ожидания ПД в очереди, $T_{оч} = \rho / [\mu(1 - \rho)]$
	Среднее время пребывания ПД в системе, $T_{сис} = \rho / [\lambda(1 - \rho)]$

Для нахождения оптимального размера формируемых реестров ПД при изменении нагрузки в системе инфотелекоммуникаций и ручной подготовки, при котором система будет способна с наибольшей вероятностью обработать сформированный реестр ПД, установлено распределение названной вероятности от размера реестра в виде обобщенного распределения Эрланга [4, 5]. Плотность вероятностей распределения Эрланга найдена для среднего объема обрабатываемых единиц равного 0; 10000; 20000 и 30000 платежных документов:

$$P_{U0}(t) = \lambda \cdot k \cdot ((\lambda \cdot k \cdot \zeta \cdot (123,9331316 + 0,2004459 \cdot N_p + 0,00001920916 \cdot N_p^2))^3 / 6) \cdot e^{-\lambda \cdot k \cdot \zeta \cdot (123,9331316 + 0,2004459 \cdot N_p + 0,00001920916 \cdot N_p^2)}, \quad (1)$$

$$P_{U10000}(t) = \lambda \cdot k \cdot ((\lambda \cdot k \cdot \zeta \cdot (143,4602719 + 0,2237583 \cdot N_p + 0,0002339738 \cdot N_p^2))^3 / 6) \cdot e^{-\lambda \cdot k \cdot \zeta \cdot (143,4602719 + 0,2237583 \cdot N_p + 0,0002339738 \cdot N_p^2)}, \quad (2)$$

$$P_{U20000}(t) = \lambda \cdot k \cdot ((\lambda \cdot k \cdot \zeta \cdot (162,9891579 + 0,2470508 \cdot N_p + 0,0004487642 \cdot N_p^2))^3 / 6) \cdot e^{-\lambda \cdot k \cdot \zeta \cdot (162,9891579 + 0,2470508 \cdot N_p + 0,0004487642 \cdot N_p^2)}, \quad (3)$$

$$P_{U30000}(t) = \lambda \cdot k \cdot ((\lambda \cdot k \cdot \zeta \cdot (182,517886 + 0,2703483 \cdot N_p + 0,000663545 \cdot N_p^2))^3 / 6) \cdot e^{-\lambda \cdot k \cdot \zeta \cdot (182,517886 + 0,2703483 \cdot N_p + 0,000663545 \cdot N_p^2)}, \quad (4)$$

где k – количество элементарных процессов, проходимых каждым ПД в РЦ;
 λ – среднее квадратичное отклонение времени отправки реестров;
 ζ – коэффициент влияния производительности программно-технического комплекса на время обработки единицы ПД в РЦ.

Для расчетного центра рассматриваемого банка полученные распределения представлены графически на рисунке 3.

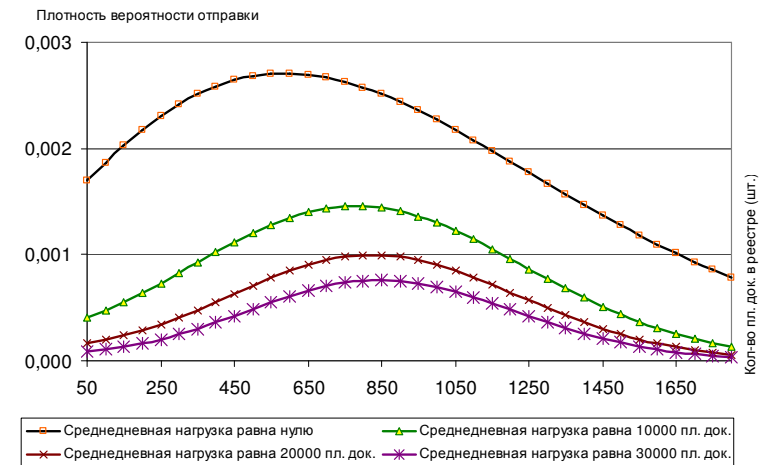


Рис. 3. Плотность распределения вероятности выполнения всех элементарных процессов в общей длительности обработки единицы реестра ПД

В функции загруженности системы (0, ... 10113, ... 30339 по оси X) и точкам экстремумов $P'_U{}^0(t)=0, \dots P'_U{}^{10113}(t)=0, \dots P'_U{}^{30339}(t)=0$ полученных

распределений (1-4) по оси Y построена зависимость размера реестра от степени загрузки системы:

$$f(v) = \xi \cdot (1,9219603 \cdot 10^{-15} \cdot v^3 - 2,8585847 \cdot 10^{-9} \cdot v^2 + 0,0014668 \cdot v + 582); \quad (5)$$

где ξ – коэффициент влияния производительности программно-технического комплекса на оптимальный размер формируемых реестров ПД;

v – объем загрузки системы на момент расчета.

Уравнение (5) является функцией цели, так $F(v)$ – размер реестра ПД (количество ПД в реестре), показатель предельной вероятности обработки которого (способности системы расчетов обработать его) при заданном объеме загрузки системы имеет максимальную величину.

К полученному функционалу для внедрения его в общую систему ограничений математической модели задачи оптимизации расходов расчетного подразделения коммерческого банка получаем уравнение $U(f)$ – время обработки полученного реестра ПД при заданном объеме – v загрузки системы:

$$U(f) = t_0 + v \cdot x(\Delta t), \quad (6)$$

где $\Delta t = t_n - t_0$ – приращение времени отправки единицы ПД при $v = 0 \dots n$;

v – величина загрузки системы расчетов к моменту обслуживания ПД.

При использовании двух, трех и т. д. каналов обслуживания вероятность исполнения одного и того же объема платежей растет пропорционально количеству каналов обслуживания (рисунок 4).

При использовании нескольких каналов обслуживания расходы расчетного подразделения в части используемых программно-аппаратных средств и обслуживающего их персонала увеличиваются пропорционально их количеству. Поэтому данные расходы необходимо включать в математическую модель задачи оптимизации расходов расчетного подразделения коммерческого банка с коэффициентом $\omega = 1 \dots n$, равным количеству обслуживающих устройств, используемых при осуществлении электронных межбанковских расчетов с помощью платежной системы Банка России.

Наибольшей интенсивности поток платежей, как правило, достигает в завершающем операционном периоде времени. В определенный момент времени может сложиться такая ситуация, когда объем данного потока в одном из операционных периодов времени достигает уровня, при котором система не будет способна справиться с ним в течение времени, оставшегося до начала следующего за ним периода времени (с более дорогой стоимостью его обслуживания). Более ранние же операционные периоды могут оставаться недогруженными. В таких ситуациях коммерческому

банку следует повысить интенсивность поступления ПД в более ранние операционные периоды.

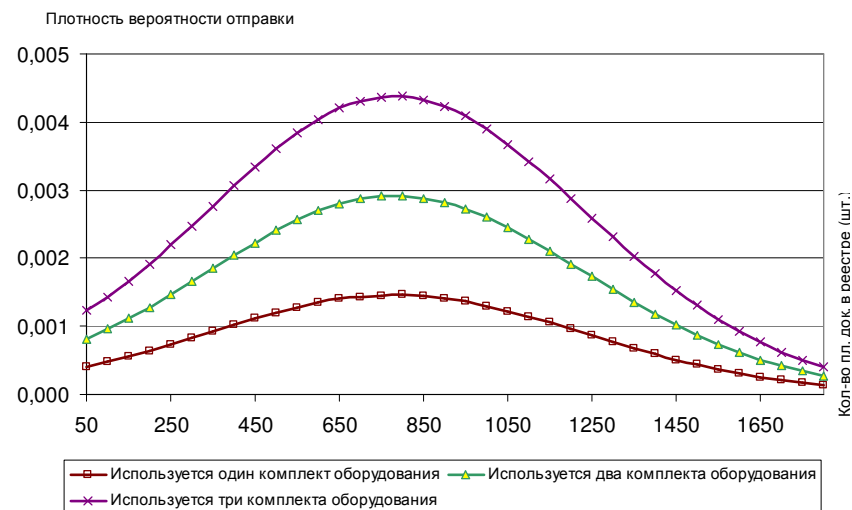


Рис. 4. Распределение вероятности выполнения всех элементарных процессов в общей длительности обработки единицы реестра ПД при использовании нескольких каналов обслуживания в СМО

Важно учесть, что в условиях снижения остатков на корреспондентских счетах, используемых в системе межбанковских расчетов, распределение платежей, например на два операционных периода, обеспечивает двукратное повышение ликвидности операций за счет увеличения оборачиваемости средств.

Таким образом, распределение электронных платежей в системе межбанковских расчетов, во-первых, исключает эндогенные причины задержки операций по сформированным с начала операционного дня пакетам (реестрам), во-вторых, повышает оборачиваемость средств на корсчетах и снижает риск потери ликвидности системы межбанковских расчетов.

Библиографический список

1. <http://www.kremlin.ru/news/7068>. Сайт президента Российской Федерации.
2. Минаков В.Ф. и др. Оптимизация автоматизированных систем межбанковских расчетов // Финансы и кредит.– 2006.– № 20 (224).– С. 17-21.

3. Минаков В.Ф. и др. Распределение сеансов электронных платежей как средство снижения ликвидности банков // Сб. докладов «Проблемы становления хозяйственной системы России инновационного типа в условиях экономического кризиса».– СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2007.– С. 199-203.
4. Волкова В.Н. Методы формализованного представления систем: Учеб. пособие / В.Н. Волкова, А.А. Денисов, Ф.Е. Темников.– СПб.: СПбГТУ, 1993.– 107 с.
5. 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.