



доставляется в РКЦ Банка России (точка 1<sub>4</sub>, 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.

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).

Входящий поток ( $P_{вх}$ ) и поток обработанных ( $P_{об}$ ) ПД – простейшие потоки, обладающие свойствами ординарности (вероятность поступления за элементарный (малый) промежуток времени  $\Delta t$  более одного события пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью наступления за этот промежуток одного события); отсутствия последствия (события в потоке появляются в последовательные моменты времени независимо друг от друга). Немаловажным свойством простейших потоков является свойство стационарности. 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 так же в первые и последние дни месяца). Однако в целом 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. Данное предположение становится верным благодаря общей теореме Хинчина А.Я. [1]

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 подсистемой на сервере СУБД. Разложим путь ПД в СМО (рис. 1) на  $n$  элементарных отрезков на интервале процесса его обслуживания (рис. 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  $t_{11}$ ,  $t_{12}$ ,  $t_{13}$ ,  $t_{14}$  (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  $t_1 = t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_{14}$ , характеризующий общие затраты времени ручного труда на обработку единицы ПД в расчетной подсистеме.

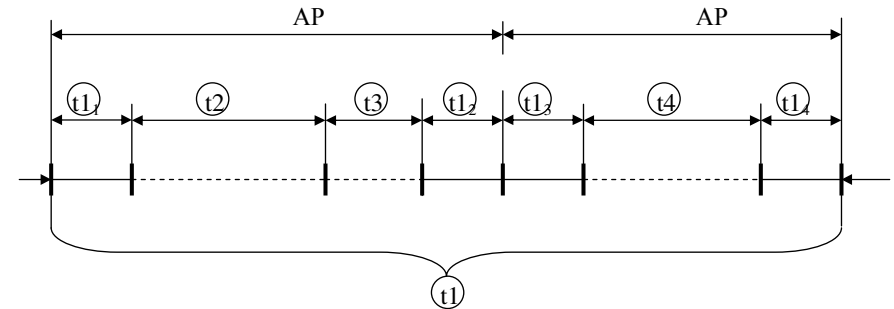


Рис. 2. Общее время обслуживания платежного документа в СМО

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  $t_{11} - t_{12}$  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  $t_{13} - t_{14}$  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.

Процесс расчета предельных характеристик эффективности функционирования рассматриваемой системы, описывающих ее способность справляться с потоком ПД, представлен в табл. 1.

Таблица 1. Предельные характеристики эффективности функционирования РЦ коммерческого банка, представленного одноканальной СМО с ожиданием

№	Входная информация	Выходная информация
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, $N_{об} = \rho$
	Производительность канала – 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, $T_{сис} = \rho / [\lambda (1 - \rho)]$		

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.

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 [2]. Плотность вероятностного распределения Эрланга найдена для среднегодневного объема обрабатываемых единиц равного 10000; 20000 и 30000 платежных документов:

$$P_{U10000}(t) = \lambda \cdot k \cdot ((\lambda \cdot k \cdot \zeta \cdot (143,4602719 + 0,2237583 \cdot N_p + 0,0002339738 \cdot N_p^2))^3 / 6) \cdot e^{-\lambda \cdot k \cdot \zeta \cdot (143,4602719 + 0,2237583 \cdot N_p + 0,0002339738 \cdot N_p^2)}, \quad (1)$$

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

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

где  $k$  – количество элементарных процессов проходящих каждым ПД в РЦ;  $\lambda$  – среднееквдратичное отклонение времени отправки реестров;  $\zeta$  – коэффициент влияния производительности программно-технического комплекса на время обработки единицы ПД в РЦ.

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

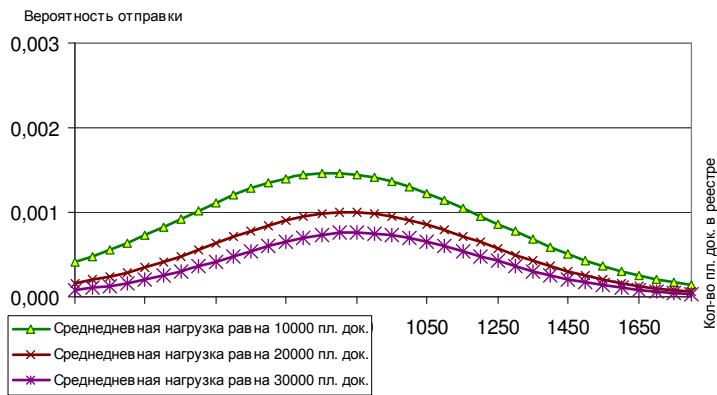


Рис. 3. Распределение вероятности выполнения всех элементарных процессов в общей длительности обработки единицы реестра ПД

В функции загруженности системы  $(0, \dots 10113, \dots 30339$  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 загруженности системы:

$$f(v) = \xi \cdot (1,9219603 \cdot 10^{-15} \cdot v^3 - 2,8585847 \cdot 10^{-9} \cdot v^2 + 0,0014668 \cdot v + 582); \quad (4)$$

где  $\xi$  – коэффициент влияния производительности программно-технического комплекса на оптимальный размер формируемых реестров ПД,  $v$  – объем загруженности 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 загруженности 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 –  $v$  загруженности системы (11):

$$U(f) = t_0 + v \cdot (\Delta t), \quad (5)$$

где  $\Delta t = t_n - t_0$  – приращение времени отправки единицы ПД при  $v = 0 \dots n$ ,  $v$  – величина загруженности 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 (рис. 4).

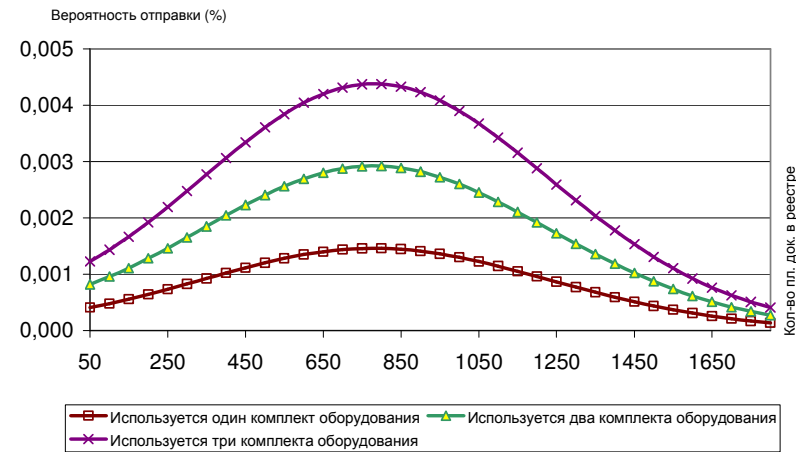


Рис. 4. Распределение вероятности выполнения всех элементарных процессов в общей длительности обработки единицы реестра ПД при использовании нескольких каналов обслуживания в СМО

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 использованием платежной системы Банка России.

Платежи в систему расчетов поступают большей частью нерегулярно, в разные периоды времени, однако наибольшей интенсивности поток платежей, как правило, достигает во втором 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 предпринять активные действия, направленные на смещение интенсивности поступления ПД в более ранние операционные периоды, при этом основное внимание должно быть сосредоточено на обеспечении равномерного поступления платежей в течение операционного дня. Процесс внедрения в систему расчетов дополнительных единиц техники и обслуживающего ее персонала должен оставаться лишь мерой вынужденной, при приближении величины суммарного среднедневного объема поступающих платежей к расчетному максимальному объему платежей, с которым расчетная система способна справляться. Во всех других случаях внедрение в систему расчетов дополнительных единиц технических средств и обслуживающего их персонала приводит к резкому увеличению расходов банка (в части стоимости вводимых в эксплуатацию программно-аппаратных средств, оплаты труда дополнительных сотрудников, простоя оборудования) на единицу обслуживаемого расчетным подразделением платежного документа. Одномоментное снижение величины данных показателей до минимально возможного полученного уровня невозможно. Данный процесс зависит от хозяйствующих субъектов, между которыми возникают долговые обязательства, а потому коммерческий банк не может обязать, а лишь может стимулировать клиентов к выполнению своих долговых обязательств в более удобное для банка время.

Моделирование по (1)-(5) двух сценариев использования ресурсов расчетных центров Банка России: традиционного и с исключаемыми операциями ручного контроля и формирования реестра (с заменой его автоматически формируемыми пачками документов) снижает величину  $k$  на 3 операции, а в результате – поток обслуживаемых требований возрастает в 100 раз. Следовательно, предложенная модель может быть использована для расчетов потоков заявок на обслуживание клиентов в единой национальной расчетной системе.

## 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.

Ильина О.П., канд. экон. наук, профессор СПбГУЭФ

### Модуль учебного курса "Корпоративные информационные системы класса BPM (Business Performance Management)"

Модуль "Корпоративные информационные системы класса BPM – Business Performance Management"<sup>1</sup> нацелен на изучение функциональной структуры и информационных технологий поддержки принятия управленческих решений в управлении эффективностью бизнес-систем. Модуль ориентирован на студентов и магистрантов специальности "Прикладная информатика в экономике", но может быть использован и для специальностей "Информационный менеджмент", "Бизнес-информатика".

Деятельность бизнес-систем ориентирована на рост прибыли, являющейся символом финансового благополучия, рентабельности продукции, продаж, активов и т. п., доли рынка. Важное значение имеют также показатели роста клиентской базы, компетентности персонала, производительности и эффективности бизнес-процессов. В совокупности эти показатели определяют возможности бизнеса, рассматриваются как залог стабильности и перспективности положения компании на рынке. Экономические цели деятельности компаний можно оценить с помощью показателей денежного потока, формируемого за счет выручки от реализации продукции, работ и услуг, прочих поступлений финансовых средств, с одной стороны, и затрат на осуществление бизнес-процессов (потребляемые производственные ресурсы, инвестиции в развитие производства, повышение квалификации сотрудников компании, социальной базы, информатизацию системы управления и т. п.).

Достижению поставленных бизнес-целей способствует информационные системы класса BPM, обеспечивающие поддержку полного управленческого цикла принятия решений, начиная от диагностики состояния бизнеса, выработки стратегий и показателей, бюджетирования, финансового планирования и заканчивая мониторингом деятельности предприятия. Первые программные продукты для создания информационных систем класса BPM появились в 90-х го-

<sup>1</sup> Термин Business Performance Management (BPM) впервые ввела аналитическая компания IDC. В качестве синонимов используются: Corporate Performance Management, CPM (Gartner), Enterprise Performance Management (EPM) и Strategic Enterprise Management (SEM).