

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАНКОВСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ

© 2012 В.В. Агафонова, А.В. Кораблев*

Ключевые слова: информационный поток, обработка документов, коэффициент загрузки, система массового обслуживания, законы распределения.

Предложена модель управления потоковыми процессами сбора и обработки банковских платежных документов с использованием математического аппарата теории управления системами массового обслуживания, что позволит контролировать ключевые факторы процесса: мощность потока документов, загрузку рабочих станций, время ожидания, время обслуживания.

Информационное обеспечение системы управления в целом, в том числе и банковским обслуживанием, представляет собой интегрированную структуру, состоящую из следующих элементов: персонала, оборудования, технологий. Эти элементы взаимосвязаны между собой информационными потоками, которые используются для планирования, анализа, контроля функционирования системы информационного обеспечения¹.

Деятельность по управлению информационными потоками состоит из воздействий на скорость сбора и перемещения информации, а также в минимизации объема информационного потока в соответствии с технологическими особенностями разработанного маршрута перемещения потока от источника к определенному получателю.

Характеристики информационного потока отражаются в показателях:

- ◆ мощность потока данных (совокупный объем информации, обрабатываемый за точно определенный период времени);
- ◆ качество потока при определенном уровне его мощности (степень достоверности направляемых данных);
- ◆ финансовые потери потока (суммарные затраты, состоящие из затрат на перемещение данных в потоке с определенными параметрами качества и мощности).

Электронный или бумажный документ является носителем информационного потока. Документ представляет собой требование к изменению данных в информационной системе. Для документа свойственна информа-

ция о маршруте его перемещения и порядке его обработки. Являясь связующим звеном, он обеспечивает единую технологическую цепочку работы любой организации, в том числе и банка.

Выполнение процессов в системе сопровождается реализацией конкретных операций. Любой документ в системе информационного обеспечения выступает связующим звеном, обеспечивающим единую технологическую последовательность выполнения процедур. Его временной характеристикой является состояние (разработка, утверждение, согласование, исполнение и т.д.), а также операции между состояниями. С помощью этой информации появляется возможность управлять движением документа внутри информационного обеспечения системы управления.

Одной из решаемых задач при построении информационного обеспечения системы банковского обслуживания является управление сбором и обработкой клиентских платежных документов. К основным банковским услугам относится предоставление юридическим и физическим лицам расчетно-кассового обслуживания. Перевод денежных средств по расчетным счетам клиентов производится на основе следующих платежных документов: платежного поручения, платежного требования, инкассового требования.

Основным критерием качества предоставляемой услуги служит оперативность обработки платежных документов. Сокращение времени обработки документов является за-

* Агафонова Валентина Васильевна, доктор экономических наук, профессор; Кораблев Антон Вячеславович, преподаватель. - Самарский государственный экономический университет. E-mail: avkoak@gmail.com.

дачей теории массового обслуживания (ТМО). Реализовать данную задачу необходимо при условии системного построения информационного обеспечения.

Анализ существующих банковских систем показал, что имеются следующие предпосылки повышения оперативности проведения платежных документов:

1. Реинжиниринг информационного процесса предоставления банковских услуг.
2. Настройка технологического оборудования, предназначенного для сбора платежных документов.
3. Внедрение информационной платформы дистанционного банковского обслуживания.

Для эффективного управления качеством предоставляемой банковской услуги по расчетно-кассовому обслуживанию необходимо построить математическую модель, описывающую работу оператора по сбору и обработке платежных документов, опираясь на математический аппарат ТМО в системах с ожиданием.

На практике возможен следующий набор рабочих операторских станций²:

- 1) универсальное рабочее место, с позиции системы массового обслуживания (СМО) - однофазная, однолинейная система;
- 2) набор из нескольких специализированных рабочих операторских станций - двухфазная, однолинейная СМО;
- 3) набор из нескольких универсальных рабочих операторских станций - многолинейная, однофазная СМО.

Функциональные назначения операторских станций предопределяют различную сложность и длительность выполнения технологических процедур, что влияет на вероятность появления очереди среди документов на обработку.

Появление очереди из документов при обслуживании клиентов может привести к нежелательным последствиям, таким как:

- ◆ репутационные риски для банка;
- ◆ сокращение доходов вследствие отказа клиентов от увеличения денежных оборотов по расчетному счету;
- ◆ увеличение количества ошибок в работе персонала.

При расчетно-кассовом обслуживании клиентов имеется возможность сокращения

времени на проведение платежных документов за счет решения следующих вопросов:

- 1) повышения квалификации банковского операционного персонала;
- 2) наиболее полного предоставления клиентам информации об услугах и банковских правилах, качественного обучения клиентов;
- 3) минимизации операций, осуществляемых персоналом расчетно-кассового подразделения банка в ручном режиме (повышение уровня автоматизации банковских бизнес-процессов);
- 4) повышения технологичности процесса сбора и обработки документов;
- 5) оптимальной маршрутизации информационных потоков при работе с документами.

При проектировании информационного обеспечения системы управления банковским обслуживанием необходимо интегрировать различные модули системы (персонал, оборудование, технологии) в единое информационное пространство. При этом основной становится задача выбора математической модели сбора и обработки платежных документов.

Рассмотрим математическую модель однопозиционной СМО³ с ожиданием, включающую в себя документы на обработку (в виде пуассоновского потока) с интенсивностью λ , время обработки документов в виде произвольного распределения ρ . Очередь обслуживается по правилу: первым пришел - первым обслужен. Длина очереди формально может быть не ограничена, однако существуют ограничения, такие как операционное время работы банка (отдельно для физических и юридических лиц).

Состояние модели, выраженное в качественных показателях, рассчитывается по формуле Поллачека - Хинчина⁴.

Существует модификация этой формулы, которая позволяет определить среднее время нахождения документов в информационной системе, т.е. суммарное время ожидания в очереди и обработки:

(1)

где \bar{t}_m - среднее время нахождения документов в системе; ρ - коэффициент ис-

пользования рабочих мест; σ - средне-квадратическое отклонение времени нахождения документов в системе.

Параметры λ и σ могут принимать различные значения, а величина ρ ограничивается областью действия формулы (1), т.е. ρ не может принимать значения больше единицы. Представленная однолинейная модель может описывать работу следующих операторских станций:

1) универсального рабочего места (ручной ввод документов одновременно с приемом документов в электронном виде);

2) специализированного рабочего места (только ручной ввод и обработка документов).

При этом каждый из режимов работы оператора соотносится с определенным законом распределения времени обслуживания. В зависимости от соотношения интенсивности различных процессов обработки документов и функций операторских станций время обслуживания может меняться по законам распределения:

1. Равномерный закон распределения - специализированная операторская станция по обработке документов в электронном виде.

2. Нормальный закон распределения - специализированная рабочая станция по приему документов.

3. Показательный закон распределения, гамма-распределение или распределение Вейбулла - Гнеденко - универсальная операторская станция.

В СМО определено, что оптимальным является постоянное (равномерное) время обслуживания, а неприемлемым - экспоненциальное распределение, несмотря на то что гамма-распределение может принимать зна-

чения среднеквадратического отклонения больше случайной величины⁵.

При экспоненциальном распределении времени обработки документа ($\sigma = 1$) формула (1) примет вид:

$$(2)$$

Среднее время обработки документа по результатам тестирования системы информационного обеспечения находится в диапазоне 90-560 с.

Для того чтобы определить среднее время ожидания документа в очереди при экспоненциальном времени обработки ($\sigma = 1$), воспользуемся формулой, полученной из формулы Поллачека - Хинчина:

$$(3)$$

При этом характер зависимостей исследуемых показателей, рассчитанных по формулам (2) и (3), показывает, что при значении $\rho = 0,8$ выявлен монотонный рост функции. При значении $\rho > 0,8$ происходит ее резкое увеличение. Следует, что основные исследования и расчеты необходимо произвести в диапазоне при $\rho > 0,8$ коэффициента использования операторских станций.

Определим, изменится ли среднее время пребывания документов в информационной системе при уменьшении времени, затрачиваемом оператором станции на обработку одного документа (т.е. при уменьшении интенсивности поступления документов и загруженности оператора) (см. рисунок).

Для расчета используется формула (2), $\lambda = 120$, $\rho = 0,8$, $\sigma = 360$.

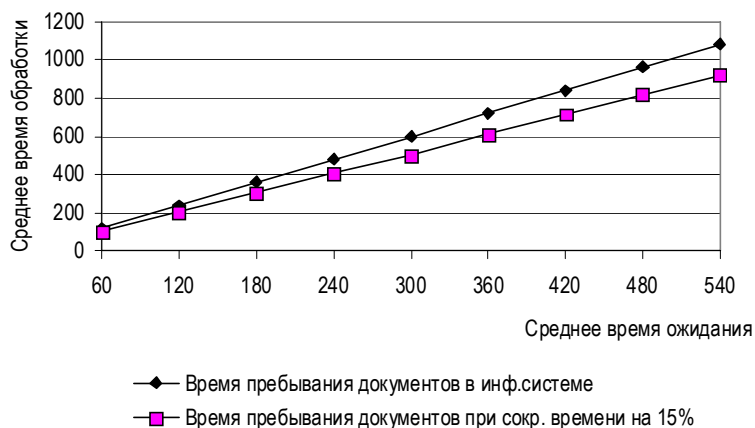


Рис. Изменение времени пребывания документов в системе при уменьшении λ и

Уменьшение μ и ρ на 15%, приведет к уменьшению времени обработки документа на 43,1%, т.е. к качественному скачку при предоставлении банковской услуги.

Следует отметить, что полученные результаты, отражающие изменение времени обслуживания, располагаются в числовом диапазоне, характерном для равномерного и экспоненциального распределения. При этом существует вероятность, что при определенных значениях исследуемых параметров проявится наихудшая, с точки зрения качества предоставляемой банковской услуги, зависимость времени пребывания документов в информационной системе от коэффициента использования операторской станции (гамма-распределение). Это может произойти из-за перемещения значения скорости среднего обслуживания в область больших величин, происходит смещение нагрузки операторских станций. Целесообразно рассматривать равномерное и экспоненциальное распределения как пограничные варианты обслуживания, т.е. минимальными очереди из документов в информационной системе будут при постоянном времени обслуживания, а максимальными - при реализации обслуживания по экспоненциальному закону.

Выявлено, что уменьшение времени на обработку документов дает значительный эффект в виде сокращения пребывания документа в очереди. Следует отметить, что пребывание документа в очереди минимально зависит от закона распределения времени обслуживания и от средней продолжительности обслуживания. Эти варианты (нелинейные зависимости) следует учесть при совершенствовании программного обеспечения.

Следующая математическая модель расчетно-кассового обслуживания может быть представлена как многолинейная. СМО определяется как многолинейная, если в ее структуру включены параллельные приборы (отдельные рабочие станции). Такая информационная система может быть однофазной, т.е. в ней процесс обслуживания выполняется за одну итерацию.

Рассмотрим работу информационной системы, реализующую модель СМО, которая состоит из двух приборов (рабочих станций) разной производительности. Время обслужи-

вания приборами документов осуществляется по показательному закону распределения. Параметры, описывающие работу этих приборов, - μ_1 и μ_2 , соответственно. На первом этапе документ принимается первым прибором. Если он занят, то документ ожидает своей очереди до тех пор, пока предыдущие документы не будут приняты. После обработки первым прибором документ поступает на второй. Так же как и в предыдущем приборе, документ поступает на обработку, если второй прибор свободен. Если второй прибор занят, то документ попадает в очередь, состоящую из неограниченного пуассоновского потока с плотностью λ . Такое состояние математической модели можно описать следующим образом:

(4)

где $P_{0,0}(t)$ - вероятность, что в момент времени t обе операторские станции свободны; $P_{1,0}(t)$ - вероятность состояния информационной системы, что в момент времени t в первой фазе находится n_1 документов, а во второй фазе n_2 документов.

Решив систему уравнений (4), можно описать состояние системы массового обслуживания, состоящей из двух приборов:

1. Вероятность, что обе фазы находятся в режиме ожидания (свободны):

$$P_{св} = (1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2), \quad (5)$$

где $\alpha_1 = \frac{\lambda}{\mu_1}$, $\alpha_2 = \frac{\lambda}{\mu_2}$.

2. Вероятность, что в первой фазе находится n_1 документов, а вторая свободна:

$$P_{0,n_1} = \alpha_1^{n_1}(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2), \quad (6)$$

3. Вероятность, что во второй фазе имеется n_2 документов, а первая свободна:

$$P_{0,n_2} = \alpha_2^{n_2} (1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2). \quad (7)$$

4. Вероятность, что в первой фазе находится n_1 документов, а во второй фазе n_2 документов:

$$P_{n_1,n_2} = \alpha_1^{n_1} \alpha_2^{n_2} (1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2). \quad (8)$$

5. Математическое ожидание числа документов, ожидающих обработки и находящихся в информационной системе:

$$MO = \sum_{n_1=0}^{\infty} \sum_{n_2=0}^{\infty} P_{n_1,n_2} (n_1 + n_2) = \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2}. \quad (9)$$

При этом среднее число документов, находящихся в первой фазе: $MO_1 = \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1}$, а

во второй: $MO_2 = \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2}$.

Выявлено, что если очередь в процессе обслуживания близка к минимальной, то плотность входящего потока документов становится одинаковой для обеих фаз.

При исследовании однолинейной СМО были получены следующие выводы относительно однофазной модели (универсальное рабочее место):

- ◆ при обработке документов имеет место экспоненциальное распределение;
- ◆ при обработке документов в электронном виде имеет место равномерное распределение.

При увеличении среднего времени обслуживания (\bar{t}_m) и коэффициента загрузки операторской станции (ρ) среднее время пребывания документов в информационной системе и среднее время ожидания документа в очереди на обработку возрастает непрямолинейно. Поэтому при уменьшении времени обслуживания и коэффициента загрузки операторских станций среднее время пребывания документа в очереди уменьшается. Данные результаты получены при больших значениях ρ . Отметим, что среднее время пребывания документов в информационной системе и среднее время ожидания документов в очереди на порядок меньше при

равномерном распределении, чем при экспоненциальном.

Основным выводом при исследовании многолинейной СМО является то, что среднее время пребывания документов в информационной системе при экспоненциальном и равномерном распределении имеет наименьшее значение (наивысшее качество предоставляемой банковской услуги), если операторская станция будет универсальной. Но при организации универсальных операторских станций будут выше затраты на персонал, так как для таких станций необходимы специалисты высокой квалификации, которые не требуются для специализированных станций. В период массового потока документов на ввод и обработку (например, в начале рабочего дня) операторы специализированных станций будут работать с высоким коэффициентом нагрузки, хотя он и будет в течение рабочего дня уменьшаться, возможен и простой рабочего места ($\rho = 0$).

Введение правил приоритетности по отношению к документам может уменьшить время ожидания на обработку документов с высоким приоритетом и увеличить для документов с низким. Используя эти правила для отдельных видов информационных потоков, можно предельно уменьшить для них среднее время ожидания.

При управлении персоналом следует учитывать, что при уменьшении времени обслуживания занятость отдельного сотрудника уменьшается, так как промежуток в обслуживании в виде среднего времени ожидания между двумя обрабатываемыми документами увеличивается. При больших значениях коэффициента нагрузки оператора качество обслуживания можно повысить временным увеличением штата операторов, но временно увеличивать количество персонала экономически не оправданно. Поэтому улучшать качество обслуживания и производительность труда при сборе и обработке документов необходимо путем усовершенствования программного обеспечения и технологического процесса информационного обеспечения системы банковского обслуживания.

¹ Бажуткин Д.Г. Информация как экономический ресурс // Вестн. Самар. гос. экон. ун-та. Самара, 2007. □ 5. С. 22-25.

² Иванова Т.И. Корпоративные информационные сети связи. М., 2001. С. 282-285.

³ Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования вычислительных сетей. М., 2003. С. 510-512.

⁴ Петров М.Н. Вероятностно временные характеристики в сетях и системах передачи интегральной информации. Красноярск, 1999. С. 219-223.

⁵ Карташевский В.Г. Основы теории массового обслуживания. М., 2009. С. 107.