

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМЫ МЕЖБАНКОВСКИХ РАСЧЕТОВ

А.А. Карпук¹, М.А. Маталыцкий²

¹Расчетный центр Национального банка Республики Беларусь, anatoly_karpuk@bisc.by,

²Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, m.matalytski@gmail.com

В работе рассматривается система межбанковских расчетов (СМР), состоящая из Центрального банка и участников системы (банков, финансовых организаций и государственных органов). СМР должна обеспечивать эффективную, надежную и безопасную обработку и проведение электрон-

ных платежных документов (ЭПД) и других электронных сообщений (ЭС) между участниками системы. Основные принципы работы СМР состоят в следующем:

ЭПД разделяются на срочные и несрочные;

платежи по срочным ЭПД проводятся в режиме реального времени на валовой основе в пределах денежных средств на корреспондентских счетах участников системы;

платежи по несрочным ЭПД проводятся с использованием алгоритмов неттинга платежей с учетом резервов денежных средств, зарезервированных на корреспондентских счетах участников системы для осуществления расчетов по несрочным ЭПД;

участники СМР должны иметь средства мониторинга состояния расчетов и управления расчетами (перевод не проведенного ЭПД из срочного в несрочный и обратно, отзыв ЭПД, изменение резервов денежных средств, зарезервированных для осуществления расчетов по несрочным ЭПД);

СМР должна оказывать участникам услуги по передаче определенных типов ЭС с заданным регламентом и транзитной передаче произвольных ЭС;

СМР должна вести электронный архив полученных и отправленных ЭПД и ЭС (кроме транзитных ЭС), и оказывать участникам услуги по поиску запрашиваемых ЭПД и ЭС в архиве и передаче их участникам.

При проектировании, разработке и модернизации СМР требуется выбрать технические и программные средства, которые обеспечат требуемую производительность, надежность и безопасность системы с минимальными затратами на приобретение или разработку этих средств. Одним из подходов к решению этой задачи является построение математической модели СМР и выбор оптимального варианта на основе модели. Однако вопросы математического моделирования СМР в научной литературе рассматривались лишь в небольшом числе работ. В работе [1] развит матричный подход к описанию и моделированию межбанковских платежей, который можно использовать при моделировании обработки срочных платежей. В работе [2] рассмотрены математические модели и алгоритмы вычисления чистых неттинговых позиций при обработке несрочных платежей. В работах [3, 4] для моделирования межбанковских платежей предложено использовать аппарат НМ – сетей. В настоящей работе предложен подход к моделированию СМР в виде тандемной открытой сети массового обслуживания (МО) с системами массового обслуживания (СМО) с упорядоченными неограниченными очередями.

В простейшем случае СМР можно рассматривать как однолинейную СМО с ожиданием и с упорядоченной неограниченной очередью. На вход СМО от каждого участника поступает поток сообщений, содержащий срочные платежи, несрочные платежи, сообщения по мониторингу и управлению расчетами, сообщения по оказанию услуг, запросы к архиву СМР и транзитные сообщения. На выходе СМО каждому участнику выдается поток сообщений, содержащий поступившие в его адрес срочные и несрочные платежи, подтверждения об успешной обработке принятых от него срочных и несрочных платежей, ответы на принятые от него сообщения по мониторингу и управлению расчетами, ответы на сообщения по оказанию услуг, ответы на принятые от него запросы к архиву СМР, сообщения об ошибках в принятых от него сообщениях, поступившие в его адрес транзитные сообщения. Эффективность функционирования СМР определяется вероятностью пребывания поступившего сообщения в системе в течение времени, не превышающего заданное, и вероятностью отказа в обработке сообщения в течение операционного дня.

Однако при таком подходе сложно определить закон распределения времени между поступлениями сообщений и закон распределения длительности обслуживания. Если отдельно рассматривать потоки сообщений каждого типа от каждого участника, то каждый такой поток можно рассматривать либо как пуассоновский, либо как ММРР (Markovian modulated Poisson process) поток со своими характеристиками. Будем рассматривать СМР в виде тандемной сети МО, выделив следующие СМО для обработки входных потоков сообщений:

1) СМО приема, на которой производится дешифрование входных сообщений из входных потоков и проверка подлинности электронной цифровой подписи (ЭЦП) оператора участника системы;

2) СМО обработки, на которой производится проведение срочных и несрочных платежей, обработка сообщений по мониторингу и управлению расчетами, обработка запросов на оказание услуг и обработка запросов к архиву СМР;

3) СМО выдачи, на которой производится шифрование выходных сообщений из выходных потоков СМО обработки, подписание их ЭЦП оператора СМР и выдача участникам системы.

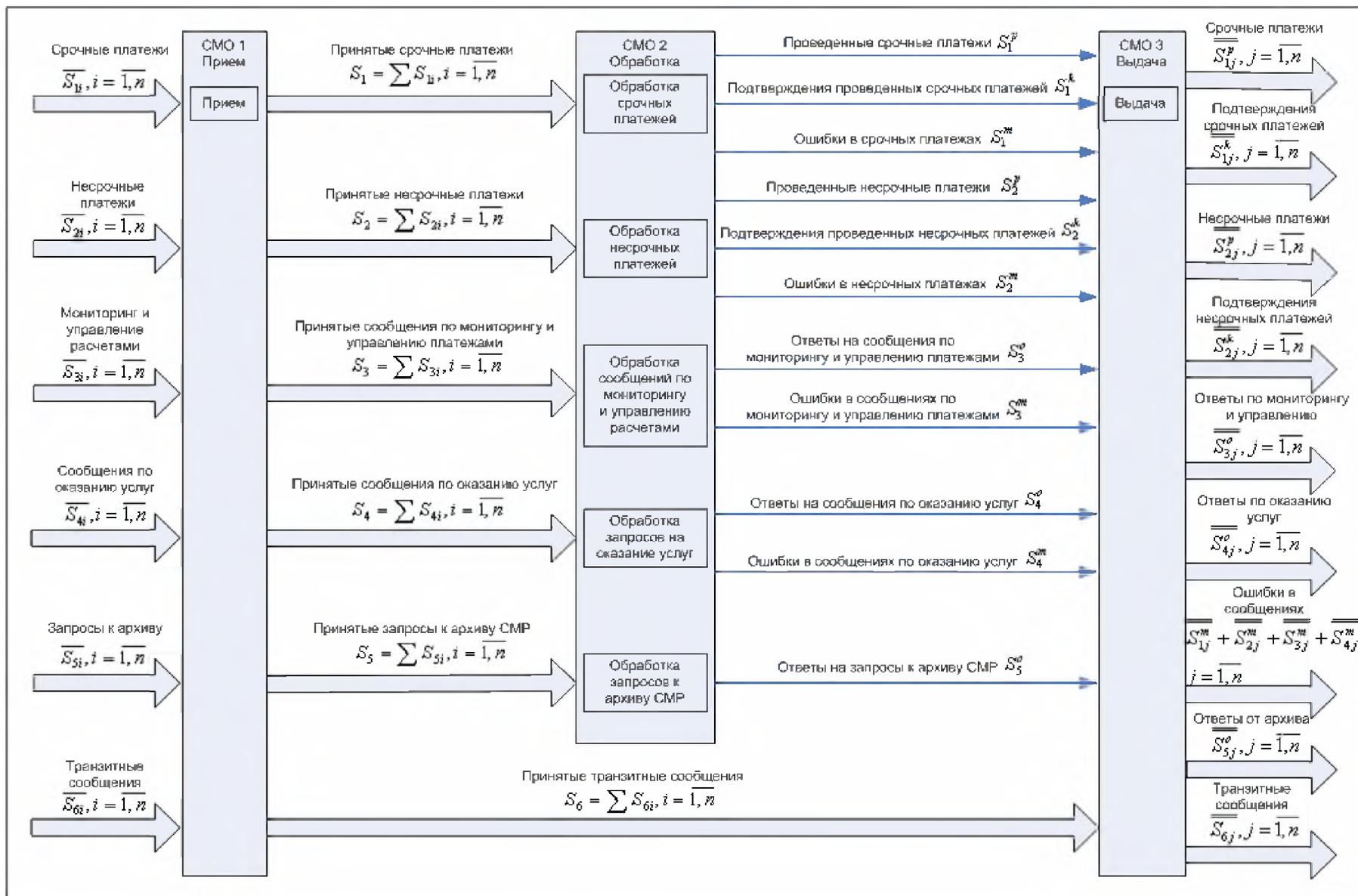


Рисунок 1 – Поток сообщений в CMP и СМО их обработки

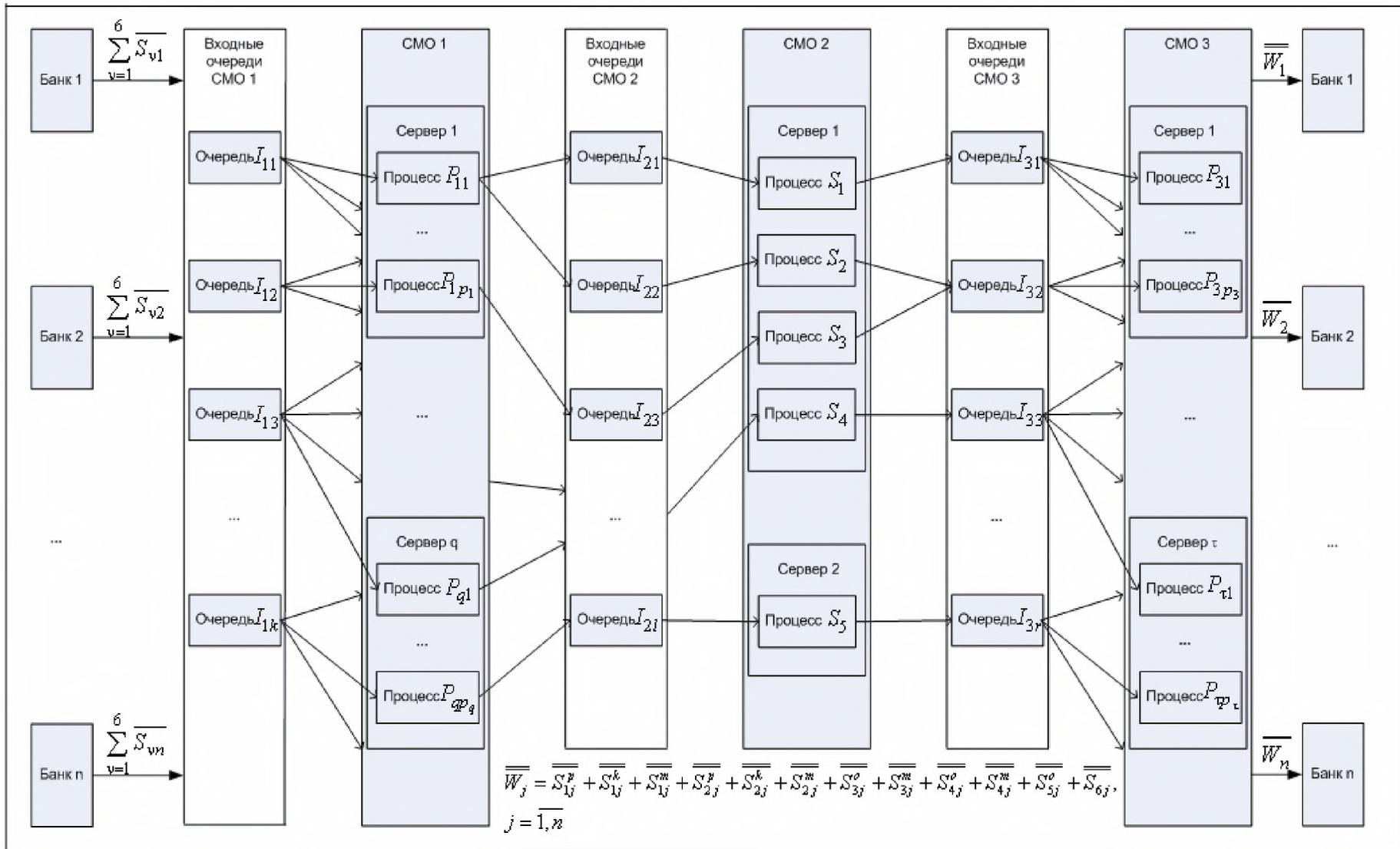


Рисунок 2 – Общая модель SMP

Сообщения всех типов, кроме транзитных, последовательно обрабатываются СМО 1, 2 и 3, транзитные сообщения после СМО 1 сразу попадают в СМО 3. Обработка сообщений всех типов в СМО 1 производится по одинаковому алгоритму приема сообщений, и можно считать, что время обработки распределено по показательному закону. Обработка сообщений всех типов в СМО 3 производится по одинаковому алгоритму выдачи сообщений, и также можно считать, что время обработки распределено по показательному закону. В СМО 2 обработка сообщений каждого типа производится по собственному алгоритму со своей функцией распределения времени обслуживания.

Возможные потоки сообщений, проходящие через СМР, и СМО их обработки показаны на рис. 1.

Общая модель СМР в виде тандемной сети МО показана на рис.2. Поскольку время дешифрования и шифрования сообщений, зависящее от алгоритма шифрования и от длины сообщения, может быть достаточно большим, СМО 1 и 3 могут быть многоканальными. На практике СМО 1 и 3 реализуются в виде нескольких серверов, на каждом из которых функционирует несколько процессов обработки сообщений. В СМО 1 сообщения от каждого участника должны обрабатываться в порядке поступления, а сообщения от различных участников могут обрабатываться в произвольном порядке. В связи с этим на входе СМО 1 могут организовываться несколько очередей, каждая из которых обрабатывается одним или несколькими процессами обработки сообщений. Аналогичная ситуация имеет место и в СМО 3. При математическом моделировании СМО 1 и 3 представляет интерес следующие задачи: определить, сколько входных очередей в СМО 1 и 3 должно быть создано и сколько процессов заданной производительности должно обслуживать очереди СМО 1 и 3, чтобы среднее время нахождения сообщения каждого типа в очереди не превышало заданное.

При математическом моделировании СМО 2 требуется определить и минимизировать среднее времени нахождения сообщения каждого типа во входной очереди СМО 2, которое зависит от производительности обслуживающего процесса. Для срочных платежей производительность процесса зависит от состояния корреспондентского счета отправителя сообщения в момент, когда сообщение поступает на обработку. Для несрочных платежей решающую роль играют величины резерва средств для расчетов по несрочным платежам, установленные каждым участником, а также состояние очереди несрочных платежей в момент начала расчета чистых неттинговых позиций участников.

Литература:

1. Кольвах, О.И. Адаптивные модели бухгалтерского учета и формирования финансовой отчетности в системе кредитных организаций / О.И. Кольвах, В.Ю. Копытин; под. ред. В.В. Высокова. – Ростов н/Д: Терра, 2002. – 151 с.
2. Карпук, А.А. Математические модели и алгоритмы вычисления чистых позиций участников в клиринговых системах расчетов / А.А. Карпук, Е.С. Шейкман. – Современные информационные компьютерные технологии: сб. научн. статей. В 2 ч. Ч. 2. / ГрГУ им. Я. Купалы; редкол.: Е.А. Ровба, А.М. Кадан (отв. редактор) [и др.]. – Гродно: ГрГУ, 2008. – С. 62-65.
3. Матальцкий, М.А. Применение НМ-сети с двумя типами заявок при моделировании межбанковских платежей / М.А. Матальцкий, А.А. Карпук, Е.В. Колузаева. – Современные математические методы анализа и оптимизации информационно-телекоммуникационных сетей: материалы междунар. конф., 26-29 января 2009 г. – Минск: Изд-во БГУ, 2009. – С. 151-154.
4. Матальцкий, М.А. Применение сетей с разнотипными заявками многих классов при моделировании систем межбанковских и межфилиальных расчетов / М.А. Матальцкий, А.А. Карпук, Е.В. Колузаева. – Теория вероятностей, математическая статистика и их приложения: сб. научн. ст. Вып. 2 / Редкол.: Н.Н. Труш [и др.] – Минск: РИВШ, 2009. – С. 114-120.