

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПЛАТЕЖНОЙ СИСТЕМОЙ

Т.В. Понкратьева

*Расчетный центр Национального банка Республики Беларусь, ponkratyeva@yandex.ru*

Задача управления платежной системой является многокритериальной и должна учитывать нахождение компромисса между затратами на осуществление расчетов как со стороны коммерческих банков, так со стороны Национального банка, с одной стороны, и качеством расчетного процесса, с другой. Кроме получения максимальной прибыли банку необходимо стремиться к рациональному использованию ликвидных ресурсов, соответствию нормативам безопасного функционирования Национального банка, повышению качества предоставляемых клиентам расчетных услуг.

В рамках исследования была разработана модель платежной системы, учитывающая функциональные особенности национальной платежной системы BISS (Belarusian Interbank Settlement System), такие как деление платежного потока на срочные и несрочные платежи, обрабатываемые соответственно на валовой основе и с применением взаимозачета в рамках суммы установленного резерва, применение тарификационных коэффициентов с целью стимулирования более раннего ввода платежей в систему. Поведенческий характер модели выражается в принятии банками решений относительно распределения платежного потока в течение дня, определения резервов и объемов аннулирования платежей. Динамичность модели заключается в зависимости позиции ликвидности и допустимого поведения банка в следующем операционном дне от решений, принятых им в текущем дне, что позволяет оценить чувствительность банковской системы к изменениям в стоимости ликвидности, а также последствия нехватки любого рода ликвидности для платежной системы.

В качестве основного критерия, определяющего поведение банка в платежной системе, выбран доход от осуществления платежей, складывающийся из платы, взимаемой банком с клиента за осуществление платежей, за вычетом затрат. Затраты банков разделены на издержки связанные с расчетами и издержки привлечения ликвидности. Издержки, связанные с расчетами, включают в себя плату за пользование платежной системой, представленную тарифом  $p$  за совершение платежа; потери из-за аннулирования, в виде компенсации, уплачиваемой клиенту в размере  $\beta$  от суммы платежа; издержки задержки платежей, представленные дифференцированными тарифными коэффициентами  $d_i$ . Издержки привлечения ликвидности представлены процентными ставками по дневным  $r_{day}$ , овернайт  $r_{overnight}$  и межбанковским  $r_{market}$  кредитам.

Платежная система функционирует следующим образом. В состоянии  $\langle l_k, \dots, l_{Nk} \rangle$  случайный вектор  $\langle PF_1, \dots, PF_N \rangle$  характеризующий размеры платежных потоков банков, принимает одно из своих возможных значений  $\langle F_{m_1}^1, \dots, F_{m_N}^N \rangle$ . Исходя из собственной оценки сложившейся ситуации, банки применяют стратегий  $a_i$ ,  $a_i \in A(l_{1k}, \dots, l_{Nk})$ , и к концу операционного дня система переходит в новое состояние ликвидности  $\langle l_k, \dots, l_N \rangle$ , с которого и начинается следующий операционный день. При этом банк получает прибыль  $\Pi_i \langle l_k, \dots, l_{Nk}, F_{m_1}^1, \dots, F_{m_N}^N, a_1, \dots, a_N \rangle$ .

Позиционная стратегия  $f_i$  банка  $i$  для каждого состояния системы  $\langle l_k, \dots, l_{Nk} \rangle$  и каждой реализации  $\langle F_{m_1}^1, \dots, F_{m_N}^N \rangle$  случайного вектора  $\langle PF_1, \dots, PF_N \rangle$  определяет решение  $f_i \langle l_k, \dots, l_N, F_{m_1}^1, \dots, F_{m_N}^N \rangle$  банка  $i$ . Если в начале операционного дня  $k$  система находится в состоянии  $\langle l_k, \dots, l_{Nk} \rangle$ , а размеры платежных пото-

ков примут значения  $(F_{m_1}^1, \dots, F_{m_N}^N)$ , то банк  $i$  получит прибыль  $\Pi_i(l_k, \dots, l_{Nk}, F_{m_1}^1, \dots, F_{m_N}^N, a_1, \dots, a_N)$  ( $i = 1, N$ ), а система начнет следующий операционный день в состоянии  $(l_{k+1}, \dots, l_{N,k+1})$ . Таким образом, за  $K$  операционных дня система последовательно побывает в состояниях  $(l_{1,1}, \dots, l_{N,1}), (l_{1,2}, \dots, l_{N,2}), \dots, (l_{1,T}, \dots, l_{N,T})$ . Эту последовательность состояний назовем траекторией с начальным состоянием  $(l_{1,1}, \dots, l_{N,1})$ .

Целью банка  $i$  является максимизация средневневной прибыли, т.е. банк  $i$  выбирает стратегию  $f_i$ , решая следующую позиционную игру:

$$\max_{f_i} \liminf_{T \rightarrow \infty} M \left( \sum_{k=1}^T \Pi_i(l_k, \dots, l_{Nk}, f_1(l_k, \dots, l_{Nk}, F_{1k}, \dots, F_{Nk}), \dots, f_N(l_k, \dots, l_{Nk}, F_{1k}, \dots, F_{Nk})) \right),$$

где математическое ожидание  $M(\cdot)$  вычисляется по всем возможным траекториям с начальным состоянием  $(l_{1,1}, \dots, l_{N,1})$ , а вероятность реализации каждой траектории – по распределению случайных величин  $PF_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ .

В результате сложилась бескоалиционная игра  $N$  лиц, которая в общем случае не имеет решения в чистых стратегиях даже когда  $PF_i$  являются детерминированными величинами [1, с. 1408]. Поэтому поступим следующим образом, примем допущение о том, что платежная система состоит из двух банков, исследуемого банка и условного банка, представляющего собой агрегированные расчетные действия системы в отношении исследуемого банка. При этом будем искать оптимальную детерминированную стратегию банка 1 при допущении, что банк 2 выполняет только локальную оптимизацию и выбирает стратегию  $f_2 = f^{greedy}$ , приносящую максимальную прибыль в текущем операционном дне. Сложившаяся в настоящий момент практика показывает, что большинство банков если и осуществляет оптимизацию своего расчетного поведения, то делает это на основании максимизации прибыли в рамках текущего операционного дня. Данная модель призвана показать, что выбор стратегии на основе максимизации прибыли в долгосрочном периоде способен не только повысить среднюю доходность предоставления расчетных услуг, но и сделать платежную систему более устойчивой к монетарным колебаниям.

При фиксированной стратегии  $f_2 = f^{greedy}$  банка 2, задача поиска оптимальной стратегии поведения банка в платежной системе представляет собой поиск оптимальной стратегии в Марковском процессе принятия решений с усредненными платежами.

Помимо полученной прибыли, для оценки качества работы платежной системы в ходе моделирования так рассматривались такие показатели как задержка расчетов, объемы аннулирования, размеры привлекаемых дневных и овернайт кредитов.

Полученные результаты иллюстрируют более высокую эффективность поиска оптимальной стратегии поведения банка на основе долгосрочной максимизации доходности по сравнению с локальной оптимизацией. Полученное в данном случае решение позволяет не только сократить потери банка от роста процентных ставок по кредитам, но и повысить скорость и качество осуществления расчетов. Банки, строящие свою стратегию поведения на основе долгосрочной оптимизации, аннулируют меньшее количество платежей, их платежи меньше времени проводят в очереди ожидания средств, что не может положительно не сказаться на скорости оборачиваемости ликвидности, а значит и сокращении издержек ее привлечения.

Кроме того, в случае использования банком оптимальной стратегии на основе долгосрочной оптимизации он становится более устойчивым к различного рода монетарным шокам: колебаниям в стоимости дневных, овернайт кредитов и заимствований на межбанковском кредитном рынке.

Следует, однако, признать, что в случае, когда стоимость кредитных ресурсов стремится к нулю, политика оптимизации прибыли в рамках операционного дня приносит более высокий доход. Однако данная ситуация практически не реальна, поскольку стоимость овернайт кредитов и заимствований на межбанковском кредитном рынке, как показывает сегодняшняя практика очень далека от нуля.

Таким образом, Национальному банку, как и коммерческим банкам, следует обратить внимание на построение соответствующих моделей поведения с учетом долгосрочной оптимизации своего расчетного поведения. Для Национального банка, также может быть полезным проведение разъяснительной работы среди участников платежной системы с целью построения ими стратегий поведения с учетом влияния текущей расчетной политики на позицию ликвидности, с которой банк начнет следующий операционный день. Такая разъяснительная работа позволит повысить устойчивость платежной системы, а также эффективность ее работы в условиях не простой ситуации, сложившейся в настоящее время в связи с интенсивным ростом процентных ставок на кредитные ресурсы.

### *Список использованных источников*

1. Гурвич В.А., Карзанов А.В., Хачиян Л.Г. Циклические игры и нахождение минимаксных средних циклов в ориентированных графах // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1988, Т.28. № 9. С. 1407–1417.
2. Майн Х., Осаки С. Марковские процессы принятия решений // Москва, 1977.
3. Определение затрат и источников доходов в системах межбанковских денежных переводов // Платежные системы. 2003. №3. С. 10–17.