*Т.В. Понкратьева*

# ВЛИЯНИЕ МОНЕТАРНОЙ ПОЛИТИКИ НА ПЛАТЕЖНУЮ СИСТЕМУ

**Аннотация:** Разработанная автором динамическая модель платежной системы предназначена для исследования взаимосвязей между стоимостью дневной и овернайт ликвидности, а также влияния монетарной политики на эффективность работы платежной системы. Поведенческий характер модели позволяет учесть реакцию банков на изменяющуюся стоимость кредитов, оценить диспропорции в распределении дневной ликвидности между ними. Результаты моделирования иллюстрируют низкую степень замещения дневной ликвидности овернайтами и отсутствие возможности обратного замещения, что подтверждает обоснованность более высокой стоимости овернайт ликвидности. Стоимость дневной ликвидности влияет на скорость совершения платежей, а стоимость овернайт кредитов – на стабильность осуществления расчетов и вероятность возникновения риска ликвидности в системе. Таким образом, монетарная политика призвана определить оптимальную стоимость дневной и овернайт ликвидности для обеспечения эффективной работы платежной системы.

**Ключевые слова:** платежная система, монетарная политика, поведенческие модели, издержки ликвидности, издержки задержки расчетов.

# INFLUENCE OF MONETARY POLICY ON PAYMENT SYSTEM

**Abstract:** A dynamic model of the payment system is intended for analysis of the cost correlation between intraday and overnight liquidity as well as for analysis of the monetary policy influence on the efficiency of the payment system. The behavioral model enables to note the reaction of banks on the changes in the credit cost, to assume the distortion in liquidity distribution among banks. The results of the simulation show a low ability to substitute intraday liquidity with overnight and non-availability of reverse substitution, which proves the validity of higher overnight liquidity cost. The intraday liquidity cost influence the speed of the payments settlement. The overnight liquidity cost influences the stability of settlements and liquidity risk probability. Thereby, the monetary policy has to define the optimal ratio between the intraday and overnight liquidity costs to provide efficient functioning of the payment system.

**Keywords:** payment system, monetary policy, behavioral models, liquidity costs, delay costs.

* Статья поступила в редакцию 27 марта 2012 г.

## Введение

Одним из основных источников риска и низкой эффективности платежной системы выступает недостаточность ликвидности. Национальный банк (далее – НБ РБ), являясь владельцем платежной системы, выступает гарантом ее надежного функционирования. Для сглаживания диспропорций между временем отправки и получения платежей НБ РБ предоставляет участникам расчетов дневные кредиты. С целью поддержки банков, которые не способны выполнить свои платежные обязательства в конце дня, предоставляются овернайт кредиты.

Влиянию стоимости дневных кредитов на платежную систему посвящено большое число публикаций, в которых приводятся аргументы как за бесплатную дневную ликвидность (Freeman – 1996, Angelini – 1998, Zhou – 2000, Bech и Garratt – 2003), так и в пользу ее платности (Kahn и Roberds – 1998, Lester – 2005, Mills – 2006). Напротив, влияние овернайт кредитов изучено мало. Анализ влияния овернайт кредитов на платежную систему представлен микроэкономическими моделями, явно задающими предпочтения экономических агентов, информационную структуру и другие экономические предпосылки, позволяющие в соответствии с выбранным критерием благосостояния оценить полезность различных институтов. В то же время платежная система представлена схематичным движением денежных средств, сопровождающим товарооборот, что не позволяет в полной мере оценить влияние монетарной политики на качество работы платежной системы с учетом ее структурных особенностей.

Представленная ниже модель учитывает функциональные особенности национальной платежной системы BISS: 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, выражающийся в принятии банками решений относительно распределения платежного потока в течение дня, определения резервов и объемов аннулирования платежей, а также ее динамичность, заключающаяся в зависимости позиции ликвидности и допустимого поведения банка в следующем операционном дне от решений, принятых им в текущем операционном дне, позволяют оценить чувствительность банковской системы к изменениям в стоимости как дневных, так и овернайт кредитов, а также последствия недостаточности любого рода ликвидности для платежной системы.

Данная модель также призвана показать, что выбор стратегии на основе максимизации прибыли в долгосрочном периоде способен не только повысить среднюю доходность банка от предоставления расчетных услуг, но и сделать платежную систему более устойчивой к монетарным шокам.

## Методология процесса расчетов

Рассмотрим платежную систему, состоящую из исследуемого банка и условного банка, представляющего собой агрегированные расчетные действия системы в отношении исследуемого банка.

В начале дня банк $i$ располагает ликвидностью для проведения платежей в размере $l_i$, $i = 1, 2$. Таким образом, начало операционного дня в моделируемой платежной системе характеризуется состоянием $(l_1, l_2)$, где $l_1, l_2 \in [l^{\min}; l^{\max}]$.

Далее в систему поступает информация о величине потока платежей банка. Поток исходящих платежей $PF_i$ банка $i$ будем считать случайной величиной, принимающей значения из отрезка $[PF_i^{\min}; PF_i^{\max}]$. Таким образом, в начале операционного дня в системе наступает случайное событие, состоящее в том, что вектор $(PF_1, PF_2)$, характеризующий размеры платежных потоков в системе, примет одно из своих возможных значений $(F_{n_1}, F_{n_2})$, вычисляемых по статистическим наблюдениям за платежной системой следующим образом: $F_{n_i} = PF_i^{\min} + g_i \cdot h_{PF_i} - \frac{h_{PF_i}}{2}$, где

$h_{PF_i} = \frac{PF_i^{\max} - PF_i^{\min}}{N}$, $n = 1, \ldots, N$, $N$ – число интервалов. Предполагая, что случайные величины $PF_i$ независимы, случайный вектор $(PF_1, PF_2)$ примет значение $\left(F_{n_1}, F_{n_2}\right)$ с вероятностью $q = q_{n_1}^{PF_1} \cdot q_{n_2}^{PF_2}$, где $q_n^{PF_i}$ – вероятность того, что случайная величина $PF_i$ примет значение $F_{n_1}$.

Платежный поток банка складывается из потоков срочных $u_i$ и несрочных платежей $\mu_i$, т.е. $PF_i = u_i + \mu_i$, $i = 1, 2$. Разобьем операционный день на $T$ расчетных периодов. В расчетном периоде $t$ ($t = 1, \ldots, T$) банк $i$

решает, какую долю $\varphi_{it}$ от общего объема срочных платежей $u_i$ ему следует провести в данном периоде. Все срочные платежи получают расчет в текущем периоде. Банк, исходя из этого, может столкнуться с нехваткой ликвидности для проведения срочных платежей, и, следовательно, ему потребуется привлечение кредитных ресурсов в размере $c_{it}$, определяемом как

$$c_{it} = \max(\varphi_{it} \cdot u_i - LR_{i,\,t-1} - \varphi_{jt} \cdot u_j;\, 0), \quad LR_{i,\,0} = l_i,\ \mathrm{i, j} \in \{1, 2\},\ \mathrm{i} \neq \mathrm{j} \qquad (1)$$

где $LR_{i,\,t-1}$ объем доступной банку ликвидности в конце периода $t-1$.

Далее банк решает, какую долю $\alpha_{it}$ несрочных платежей $\mu_i$ направить в систему в периоде $t$ и какой объем резерва $r_{it}$ $r_{it}$ установить для их проведения. Поскольку несрочные платежи рассчитываются на чистой основе, то введем величину $\Delta_t$, характеризующую объем платежей, зачтенных на чистой основе и вычисляемую по формуле:

$$\Delta_t = k_t \cdot \min(\alpha_{1t} \cdot \mu_1;\, \alpha_{2t} \cdot \mu_2), \qquad (2)$$

где $k_t$ – корректировочный коэффициент, который в идеальном случае должен равняться 1, но для учета невозможности дробления платежей при расчетах (платеж не может быть зачтен частично) полагаем $k_t < 1$.

Несрочные платежи, не зачтенные на чистой основе, проводятся за счет средств установленного резерва. В случае недостаточности установленного резерва не проведенные платежи помещаются в очередь ожидания средств и участвуют в расчетах в следующем периоде. С учетом взаимозачета и установленного резерва банк сможет провести несрочных платежей на сумму

$$NSP_{it} = \min(r_t + \Delta_t;\, \alpha_{it}\mu_i + Q_{i,\,t-1}), \qquad (3)$$

где размер очереди ожидания средств банка $i$ в периоде $t$ определяется как:

$$Q_{it} = \max(\alpha_{it}\mu_i + Q_{i,\,t-1} - \Delta_t - r_{it};\, 0), \quad Q_{i,\,0} = 0,\ \mathrm{i} = 1, 2. \qquad (4)$$

Сумма неиспользованного резерва в конце расчетного периода возвращается на корреспондентский счет банка, состояние которого в конце периода $t$ определяется по формуле:

$$LR_{it} = LR_{i,\,t-1} - \varphi_{it} \cdot u_i + \varphi_{\tilde{i}t} \cdot u_{\tilde{i}} + c_{it} - NSP_{it} + NSP_{\tilde{i}t}, \quad LR_{i,\,0} = l_i,\ \tilde{i} \in \{1, 2\} \backslash \{i\} \qquad (5)$$

Платежи, помещенные в очередь ожидания средств в конце периода $T$, аннулируются по концу дня, т.е. LAPi = $Q_{i,\,T}$.

После завершения расчетов в периоде $T$ банк $i$, располагающий ликвидностью$LR_{iT}$, возвращает сумму привлеченных им дневных кредитов. Если же имеющейся у банка ликвидности недостаточно, то он привлекает овернайт кредит. Ликвидность банка в конце дня рассчитывается по формуле:

$$\bar{l}_i = LR_{iT} - \sum_{t=1}^{T} c_{iT},\ i = 1, 2. \qquad (6)$$

С этим объемом ликвидности банк начинает расчеты в следующем операционном дне. Другими словами, банковская система из состояния $(l_1, l_2)$ в начале дня переходит в состояние $(\bar{l}_1, \bar{l}_2)$ в конце дня. Поскольку ночью размер ликвидности не изменяется, то следующий операционный день система начинает в состоянии $(\bar{l}_1, \bar{l}_2)$.

Овернайт кредит должен быть полностью возвращен не позднее окончания периода 1 следующего операционного дня. С целью накопления средств для возврата овернайта банк задерживает проведение несрочных, а при необходимости и срочных платежей в периоде 1. Если же накопленных средств недостаточно для погашения овернайта, то банк привлекает на рынке межбанковских заимствований кредит в размере $\max(-\bar{l}_i - NSP_{\bar{i}1} - \varphi_{\bar{i}1} \cdot u_{\bar{i}};\, 0)$ по ставке $r_{market}$.

Ежедневный доход банка от проведения платежей складывается из платы, взимаемой за успешное осуществление срочных и несрочных платежей, за вычетом затрат. Затраты банков можно разделить на издержки, связанные с расчетными транзакциями, и издержки привлечения ликвидности. Издержки, связанные с расчетными транзакциями, представлены тарифом $p$, взимаемым платежной системой за проведение каждого платежа (потери в виде компенсации, уплачиваемой клиенту в размере $\beta$ от суммы платежа из-за аннулирования платежей, издержки задержки платежей, представленные дифференцированными тарифными коэффициентами $d_t$).

Издержки ликвидности представлены процентными ставками по дневным $r_{day}$, овернайт $r_{overnight}$ и межбанковским $r_{market}$ кредитам. Помимо затрат, сопутствующих привлечению ликвидности, наличие положительной позиции ликвидности в конце дня позволяет банку получить доход в виде процентов $r_{deposit}$ по ночному депозиту.

Таким образом, прибыль банка составит:

$$\Pi_i = p_u \cdot u_i^{vol} + p_N \cdot (\mu_i^{vol} - LAP_i^{vol}) - \beta \cdot LAP_i - \\ - p \cdot \sum_{t=1}^{T} d_t \cdot (\varphi_{it} \cdot u_i^{vol} + NSP_i^{vol}) - \\ - r_{market} \cdot \max(-l_i - NSP_{\bar{i}1} - \varphi_{\bar{i}1} \cdot u_{\bar{i}}; 0) - r_{day} \cdot \sum_{t=1}^{T} c_{it} - \\ - r_{overnight} \cdot \left|\min(\bar{l}_i; 0)\right| + r_{deposit} \cdot \max(\bar{l}_i; 0), \; i = 1, 2, \quad (7)$$

где $p_u$, $p_N$ – размер платы, взимаемой банком за проведение срочного и несрочного платежа, соответственно;

$u_i^{vol}$, $\mu_i^{vol}$, $LAP_i^{vol}$ – количество срочных, несрочных и аннулированных платежей банка *i,* соответственно.

### Методология поиска оптимальной стратегии банка

Ежедневные решения банка (его стратегии) можно представить в виде векторов $a_i = (\varphi_{i1},\ldots,\varphi_{it},\ldots,\varphi_{iT},\alpha_{i1},\ldots,\alpha_{it},\ldots,\alpha_{iT},r_{i1},\ldots,r_{it},\ldots,r_{iT})$, где $\varphi_{it}$ и $\alpha_{it}$ – соответственно доля срочных и несрочных платежей, направленных банком в платежную систему в периоде *t,* $r_{it}$ объем выделенного резерва для осуществления расчетов по несрочным платежам в периоде *t*. Пусть $A(l_{1k}, l_{2k})$ множество допустимых стратегий в состоянии $(l_{1k}, l_{2k})$, удовлетворяющих условиям $\sum_{t=1}^{T} \varphi_{it} = 1, \sum_{t=1}^{T} \alpha_{it} = 1$.

Система функционирует следующим образом. В состоянии $(l_{1k}, l_{2k})$ случайный вектор $(PF_1, PF_2)$ принимает одно из своих возможных значений $\left(F_{n_1}^1, F_{n_2}^2\right)$. Исходя из собственной оценки сложившейся ситуации, банки применяют стратегии $a_t$, $a_i \in A(l_{1k}, l_{2k})$, и к концу операционного дня система переходит в новое состояние ликвидности $(\bar{l}_1, \bar{l}_2)$, согласно формулам (1)–(6), с которого и начинается следующий операционный день. При этом банк получает прибыль $\Pi_i(l_{1k}, l_{2k}, F_{n_1}^1, F_{n_2}^2, a_1, a_2)$, вычисляемую по формуле (7).

Вышеописанный процесс функционирования платежной системы представляет собой бескоалиционную стохастическую игру с бесконечным числом состояний и дискретным временем. Для упрощения моделирования и осуществления расчетов перейдем от процесса с бесконечным числом состояний и дискретным временем к конечному числу состояний и дискретному времени.

Предположим, объем ликвидности банка *i* может принимать значения из конечного множества $L_i = \{l_1^i, l_2^i, \ldots, l_s^i\}$, где $l_s^i = l_{\min} + h_{li} \cdot (s - 1)$; $h_{li}$ – шаг, с которым изменяется ликвидность. Тогда $L = L_1 \times L_2$ – конечное множество состояний системы.

Позиционная стратегия $f_i$ банка *i* для каждого состояния системы $(l_1, l_2)$ и каждой реализации $\left(F_{n_1}^1, F_{n_2}^2\right)$ случайного вектора $(PF_1, PF_2)$ определяет решение $f_i\left(l_1, l_2, F_{n_1}^1, F_{n_2}^2\right)$ банка *i*. Если в начале операционого дня *k* система находится в состоянии $(\bar{l}_{1k}, \bar{l}_{2k})$, а случайные величины $PF_1$, $PF_2$ примут значения $\left(F_{n_1}^1, F_{n_2}^2\right)$, то банк *i* получит прибыль $\Pi_i(l_{1k}, l_{2k}, F_{1k}, F_{2k}, a_1, a_2)$ $(i = 1, 2)$ согласно формуле (7), а система начинает следующий операционный день в состоянии $(l_{1,\,k+1}, l_{2,\,k+1})$. Таким образом, за *K* операционных дней система последовательно побывает в состояниях $((l_{1,1}, l_{2,1}), (l_{1,2}, l_{2,2}), \ldots, (l_{1K}, l_{2K}))$. Эту последовательность состояний назовем траекторией с начальным состоянием $(l_{1,1}, l_{2,1})$.

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

$$\max_{f_i} \liminf_{K \to \infty} M\left(\sum_{k=1}^{K} \Pi_i(l_{1k}, l_{2k}, f_1(l_{1k}, l_{2k}, F_{1k}, F_{2k}), f_2(l_{1k}, l_{2k}, F_{1k}, F_{2k}))\right), \quad (8)$$

$i = 1, 2$

где математическое ожижание $M(\cdot)$ вычисляется по всем возможным траекториям с начальным состоянием $(l_{1,1}, l_{2,1})$, а вероятность реализации каждой траектории – по распределению случайных величин $PF_1$ и $PF_2$.

В результате сложилась бескоалиционная игра двух лиц, которая в общем случае не имеет решения в чистых стратегиях даже когда $PF_1$ и $PF_2$ являются детерминированными величинами [1]. Поэтому поступим следующим образом, 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 стартегии $f_2 = f^{greedy}$ банка 2, задача (8) представляет собой поиск оптимальной стратегии в Марковском процессе принятия решений с усредненными платежами [2].

**Результаты моделирования**

Для проведения численных экспериментов были использованы статистические данные системы BISS с марта по декабрь 2010 г. Исходные данные были сгенерированы на основе характеристик платежных потоков десяти крупнейших банков с позиции размеров платежных потоков. На долю этих банков приходится 87 % от общего количества платежей и 70 % от общей суммы межбанковского платежного оборота.

Проанализируем влияние стоимости дневной ликвидности на качественные характеристики платежной системы.

Рисунок 1 иллюстрирует рост среднего дохода банка 1 при ставке дневного кредита 2,5 %. Рост доходности происходит за счет более эффективного управления ликвидностью, выражающегося в снижении объемов привлекаемых дневных кредитов и, как следствие, сокращении объемов привлекаемых межбанковских кредитов, что сокращает издержки ликвидности. С другой стороны, сокращение объемов ликвидности ведет к росту аннулирований и размеров очередей ожидания средств. Несмотря на то, что для банка 1 объемы аннулирований не превышают 1 %, а размер очереди ожидания средств – 10 %, тенденция роста этих показателей отрицательно сказывается на своевременности проведения платежей и доверии к платежной системе. Таким образом, при удорожании дневной ликвидности выше 2,5 %, она утрачивает стимулирующее значение и становится элементом затрат, снижающим доходность системы.

Перекрестная эластичность дневного и овернайт кредитов составила 0.094, что свидетельствует об очень слабой степени замещения дневных кредитов овернайтами.

Решения банка 2, максимизирующие прибыль в текущем операционном дне, приводят к более существенным сокращениям объемов привлекаемых дневных кредитов, по сравнению с банком 1. При этом замещение дневной ликвидности овернайт кредитами не происходит. Такое поведение банка приводит к недостатку ликвидности, что, в свою очередь, ведет к более существенному росту очередей ожидания средств и объемов аннулирования, как результат – к более существенным потерям доходности.

Монетарная политика определяет соотношение между ставками по овернайт кредитам и депозитам, а также воздействует на ставки рынка межбанковских кредитов. Для данного исследования не строилась отдельная модель по выявлению и количественному измерению соотношения между различными процентными ставками, а были экстраполированы реальные данные НБ РБ на основе линейного тренда до уровня ставки по овернайту в 100% для моделирования соответствующих значений ставок по овернайт депозитам и межбанковским кредитам.

Графическое обобщение результатов представлено на рисунке 2. Доходность обоих банков представлена нисходящими кривыми с различным наклоном. Сокращение доходности объясняется ростом затрат, связанных с более поздним проведением расчетов, как результат роста размеров очередей ожидания средств и объемов аннулирований. Наблюдаемое при этом сокращение объемов межбанковских заимствований, а, следовательно, и издержек ликвидности, не компенсирует рост издержек проведения расчетов.

На первый взгляд, рост размеров очередей и объемов аннулирований выше при изменении ставок по овернайтам, чем по дневным кредитам. Но и масштабы изменения ставок различны, поэтому для сопоставимости результатов вычислим эластичности некоторых показателей:

| | | *Прибыль* | *Средний размер очереди ожидания средств* | *Средний размер аннулирований* |
|---|---|---|---|---|
| Банк 1 | ставка дневного кредита | 0,0012 | 0,0660 | 0,1046 |
| | ставка овернайта | -0,0017 | 0,0212 | 0,2370 |
| Банк 2 | ставка дневного кредита | 0,0330 | 0,1326 | 0,0073 |
| | ставка овернайта | -0,0271 | 0,0058 | 0,1995 |

Как видно, размеры очередей ожидания средств обоих банков более чувствительны к изменениям ставки дневного кредита, а размеры аннулирований – к ставкам по овернайтам.

Перекрестная эластичность овернайт и дневных кредитов близка к нулю, что подтверждает отсутствие возможности замещения овернайта дневным кредитом.

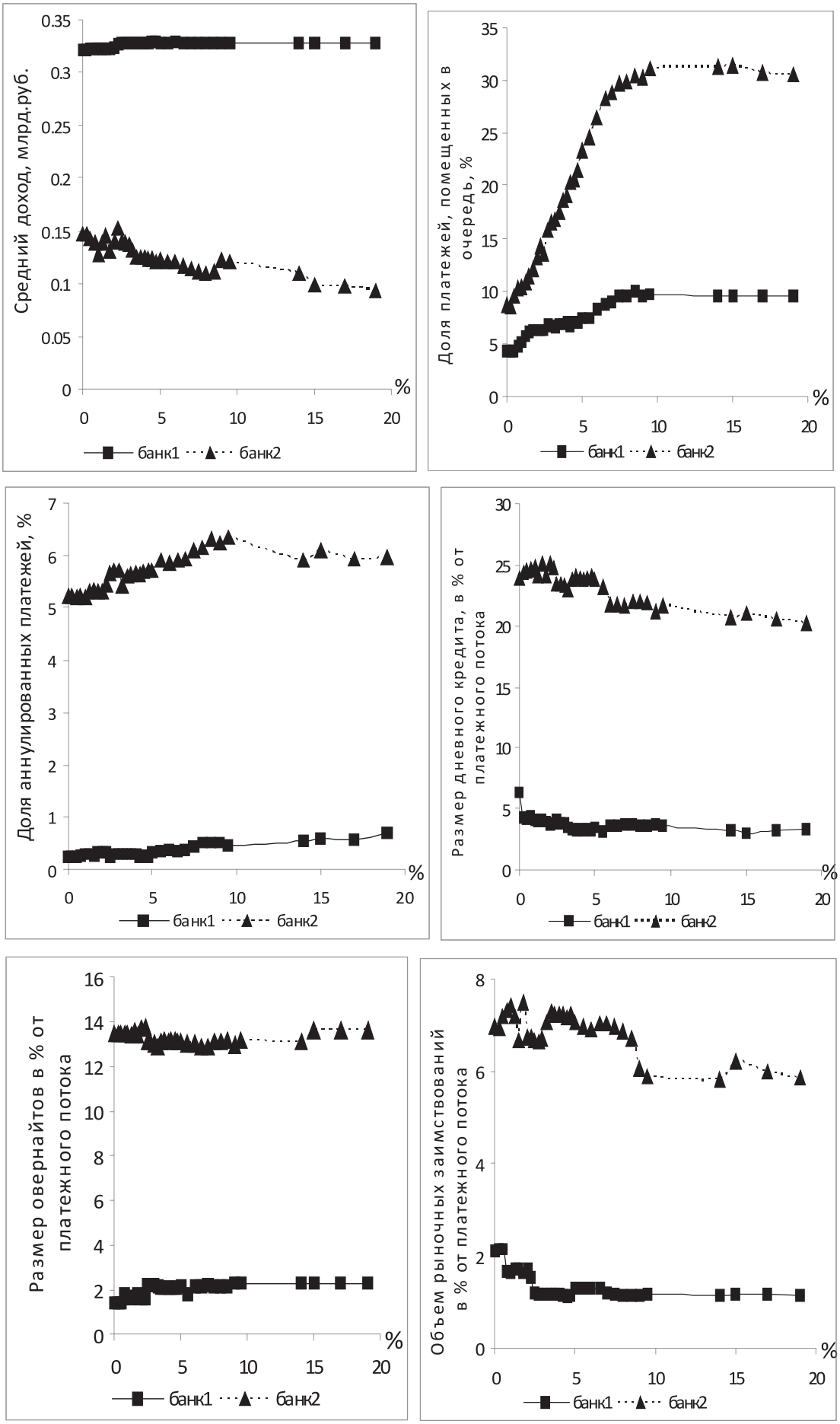


**Рисунок 1 – Графики зависимости основных параметров платежной системы от стоимости дневного кредита**

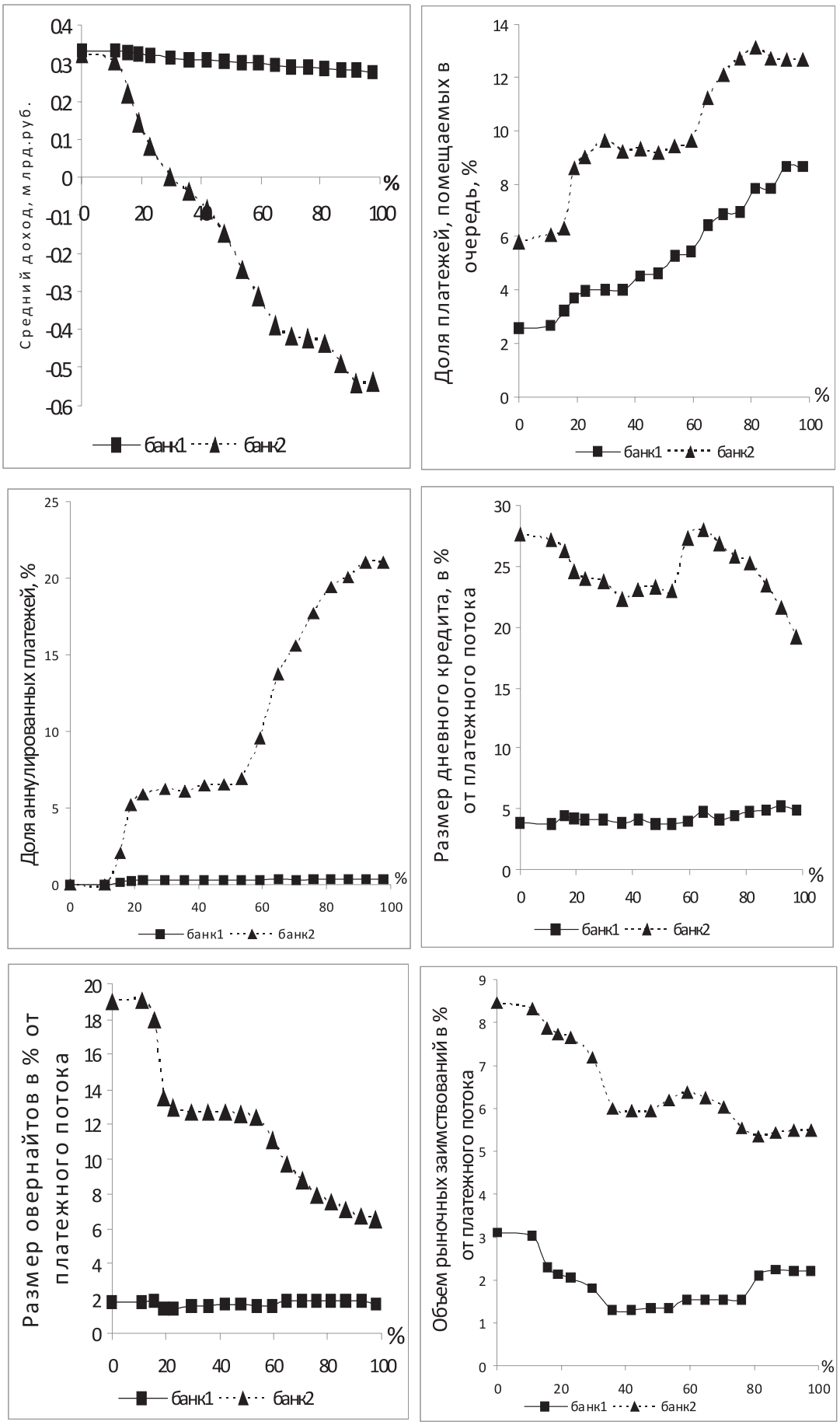


**Рисунок 2 – Графики зависимости основных параметров платежной системы от стоимости овернайта**

**Заключение**

Модель иллюстрирует низкую степень замещения дневных кредитов овернайтами и отсутствие возможности обратного замещения, поэтому ее можно рассматривать как дополнительный аргумент в пользу различной стоимости дневной и овернайт ликвидности.

Эксперименты подтверждают, что невысокая стоимость дневных кредитов стимулирует более эффективное управление ликвидностью со стороны банков, приводящее к сокращению объемов межбанковских кредитов и овернайтов, и, как следствие, росту доходности. Снижение зависимости от внешних и долгосрочных заимствований делает платежную систему более устойчивой к монетарным шокам. В то же время даже незначительное удорожание дневных кредитов ведет к росту размеров очередей ожидания средств и объемов аннулирований, тем самым снижая скорость проведения расчетов.

Платежная система является не только проводящим механизмом для монетарной политики, но и сама подвержена воздействию со стороны процентных ставок, чей рост снижает скорость обращения денег за счет увеличения очередей ожидания средств и объемов аннулирований. Таким образом, сокращая денежную массу путем повышения процентных ставок, Национальному банку следует учитывать отрицательные эффекты в виде ухудшения условий расчетов и снижения скорости обращения денег, налагаемые платежной системой.

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.

Данная работа ограничилась анализом влияния дневной и овернайт ликвидности на платежную систему. Возможно более детальный анализ соотношения между ставками по овернайт кредитам, депозитам, межбанковским кредитам, а также их влияния на платежную систему позволит увидеть новые закономерности, способствующие повышению эффективности и стабильности функционирования платежной системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гурвич, В.А. Циклические игры и нахождение минимаксных средних циклов в ориентированных графах / В.А. Гурвич, А.В. Карзанов, Л.Г. Хачиян // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 1988. – № 9. – Т. 28. – С. 1407–1417.

2. Майн, Х. Марковские процессы принятия решений / Х. Майн, С. Осаки // Москва. – 1977.

3. Kallenberg, L. Linear programming and finite Markovian control problems / L. Kallenberg // Mathematical Centre Tract. – 1983. – №148.

4. Определение затрат и источников доходов в системах межбанковских денежных переводов // Платежные системы. – 2003. – №3. – С. 10–17.