

УДК 681.3.06

В. А. ПОПОВ, А. В. ЕЛИЗЕВА, А. Т. ЧУНГУЛЬБАЕВА, А. И. ОЛЕКСЕНКО*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина***МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РЕСУРСАМИ БАНКОВСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

В статье анализируются структуры бизнес-процессов банковского учреждения. Проведен анализ существующих методов имитационного моделирования: системная динамика, дискретно-событийное, агентное. Предложена модель управления ликвидностью банка, которая учитывает параметры финансовых инструментов привлечения активов. Разработана мультиагентная модель управления финансовыми ресурсами, которая представляет собой систему агентов с учетом их ролей при взаимодействии в процессе моделирования финансового управления банка. Реализована программная подсистема взаимодействия агентов на основе агентного подхода с учетом предложенной модели управления ликвидностью.

Ключевые слова: бизнес-процессы банка, финансовые потоки, имитационное моделирование, агентный подход, модель управления ликвидностью, мультиагентная модель.

Введение

Эффективное использование и управление привлеченными финансовыми ресурсами является ключевым аспектом построения стратегии любого коммерческого банка [1]. Система управления финансовыми ресурсами направлена на оптимизацию структуры активов и пассивов с точки зрения их срочности, качества и ценовых характеристик, а также предотвращения потерь в процессе деятельности [2].

Процесс управления заключается в планировании привлечения денежных средств с наиболее выгодными условиями для банка и дальнейшем их размещением с целью получения максимальной прибыли. При этом должна обеспечиваться ликвидность, т.е. возможность банка своевременно и полно обеспечивать выполнение своих долговых и финансовых обязательств перед всеми контрагентами, что определяется наличием достаточного собственного капитала банка, оптимальным размещением и величиной средств по статьям актива и пассива баланса с учетом соответствующих сроков.

Комплексный подход к управлению финансовыми ресурсами банка при этом должен позволять производить [3]:

- моделирование финансовых потоков банка с многовариантными расчетами при различных значениях управляющих параметров (сценариях);
- оптимизацию трансфертных операций;
- определение управляющих воздействий, обеспечивающих достижение заданных целей с дальнейшей оценкой последствий принимаемых управленческих решений;
- формирование эффективных программ при-

влечения и размещения ресурсов с учетом рисков.

Постановка задачи

Формализованность и регламентированность бизнес-процессов являются одним из ключевых факторов успеха любого современного коммерческого банка.

Сегодня в украинских банках акцент смещается в сторону создания инструментов моделирования, анализа, оценки качества и эффективности деятельности, рационального использования привлеченных ресурсов и капитала с возможностью быстрого реагирования на изменяющиеся условия внешней среды функционирования [3]. Поэтому задача моделирования процессов управления финансовыми ресурсами и принятия решений в очень сложной и динамичной среде на основе согласования интересов различных участников банковского процесса является актуальной.

На основе анализа литературы, посвященной особенностям финансового управления банковских учреждений, в статье предложено решение следующих задач:

- анализ структуры бизнес-процессов финансового учреждения;
- проведение комплексного анализа существующих методов моделирования бизнес-процессов финансового управления банковского учреждения и выбор оптимального подхода;
- разработка математической модели управления ликвидностью банка;
- разработка мультиагентной модели управления бизнес-процессами банка;
- проведение имитационного моделирования

финансового управления банка.

Целью данной статьи является проведение имитационного моделирования бизнес-процесса управления финансовыми ресурсами банка на основе модели управления ликвидностью.

Анализ структуры бизнес-процессов банка

Выделяют три основных этапа процесса финансового управления банком, которые отличаются уровнем детализации, составом и количеством объектов управления и применяемыми методами управления [4]. На первом осуществляется стратегическое управление финансами банка, на втором - тактическое управление банковскими портфелями, на третьем - оперативное управление финансовыми потоками банка. В статье рассмотрен этап оперативного управления.

Объектом управления финансовой деятельностью коммерческого банка являются финансовые потоки, которые различаются в зависимости от вида деятельности: операционной, инвестиционной и финансовой (рис. 1) [5].

Соотношение и взаимодействие представленных на рис. 1 потоков являются главными объектами моделирования банковских объединений, поскольку связывают банк с другими хозяйственными субъектами и внешней средой [6]. С их помощью отображаются вложения в уставные капиталы дочерних фирм и банков, потоки внутрифирменных кредитов, осуществляется финансирование центров прибылей. Выделенные финансовые потоки составляют основу бизнес-процессов банковского учреждения. Поэтому возникла необходимость рассмотреть структуру основных направлений деятельности коммерческого банка (рис. 2).

Как показано на рис. 2, бизнес-процессы управления являются составляющей основных бизнес-процессов, которые в свою очередь, поддерживаются за счет обеспечивающих. Следует отметить, что представленные основные бизнес-процессы относятся к управлению финансами, т.к. они являются объектом исследования данной статьи. Таким образом, при рассмотрении других аспектов управления основные бизнес-процессы будут отличаться от представленных.

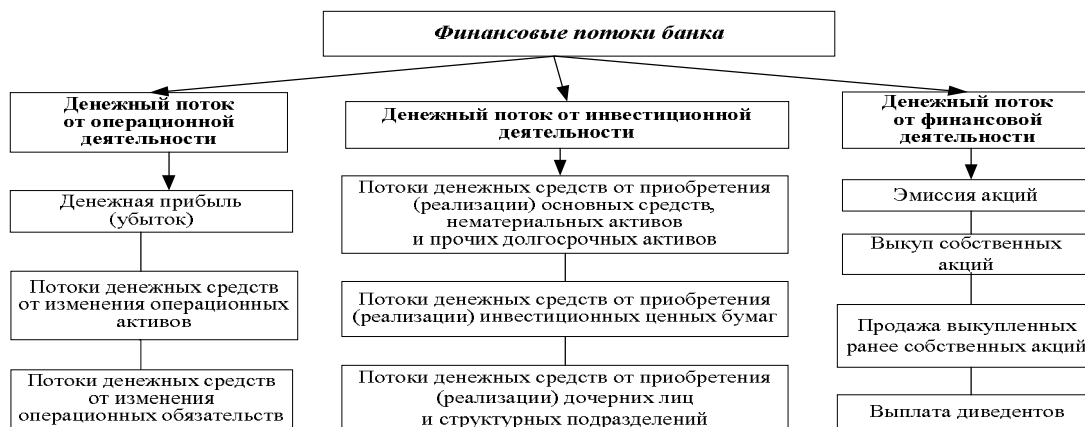


Рис. 1. Финансовые потоки банка



Рис. 2. Структура бизнес-процессов коммерческого банка

Анализ методов моделирования бизнес-процессов управления финансовыми ресурсами банка

Поскольку в статье рассматриваются задачи управления финансовой деятельностью банковского учреждения, включая планирование, для исследования бизнес-процессов целесообразно применять имитационное моделирование [6]. Такой подход позволяет учитывать большое число анализируемых переменных и высокий уровень неопределенности имитируемых ситуаций, а также сократить трудоемкость математического анализа зависимостей. К основным подходам имитационного моделирования относятся системная динамика, дискретно-событийное и агентное, которые различаются степенью абстракции представления объекта исследования и зависят от используемого модельного времени (непрерывные и дискретные).

В общем, имитационную модель можно рассматривать как множество правил (дифференциальных уравнений, карт состояний, автоматов, сетей и т.п.), которые определяют, в какое состояние система перейдет в будущем из заданного текущего состояния. Имитационные модели банков относятся к разряду потоковых, поскольку они ориентированы на прогнозирование и управление их финансовыми потоками.

Системная динамика. При данном подходе не рассматриваются индивидуальные объекты, а лишь их количество и агрегированные показатели [7]. Системная динамика применяется в случае, когда нет необходимости или возможности исследовать влияние отдельных объектов, а достаточно изучить поведение системы на уровне агрегированных величин.

Математически модели системной динамики представляют собой системы дифференциальных уравнений, называемых уравнениями состояния:

$$X' = f(X, U, t),$$

где $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ – вектор состояний;

x_1, x_2, \dots, x_m – переменные состояния;

$U = (u_1, u_2, \dots, u_p)^T$ – вектор входов;

t – модельное время.

Модели системной динамики отвечают основным принципам работы коммерческого банка, функции которого в самом общем виде заключаются в «преобразовании» потока привлеченных ресурсов в поток активных операций, что позволяет представить банк в виде динамической системы – совокупности взаимодействия темпов и уровней, которые полностью описывают его состояние в любой момент времени [7].

Дискретно-событийное моделирование. Данный подход предполагает построение и исследование имитационной модели, отражающей последовательные изменения состояния системы в определенные (дискретные) моменты времени [8]. Дискретно-событийное моделирование используется для решения задач оптимизации обслуживания клиентов отделения банка.

Дискретно-событийные модели основаны на моделировании случайных событий, величин и процессов. Для случайных величин с помощью генераторов задаются законы распределения (чаще всего используется равномерный закон). Для получения произвольно распределенной случайной величины существуют методы преобразования генерируемых величин.

Мультиагентное моделирование является перспективным развивающимся направлением имитационного моделирования, которое сейчас получило широкое распространение.

Мультиагентная модель представляет реальный объект в виде множества отдельно специфицируемых активных подсистем, называемых агентами [9, 10]. Каждый агент в процессе взаимодействия с другими агентами, которые образуют для него внешнюю среду, может изменять внешнюю среду и свое поведение. В таких системах агенты функционируют асинхронно по своим заданным законам поведения без глобального централизованного управления [9].

Применение мультиагентного подхода для задач моделирования банковских систем требует решения следующих основных задач:

- определение состава и распределение ролей агентов среди основных компонент системы имитационного моделирования;
- формирование распределенной базы знаний агентов и построение общей онтологии, разделяемой всеми агентами;
- создание интеллектуальных агентов с механизмами логического вывода решений;
- организация и планирование действий интеллектуальных агентов;
- разработка механизмов взаимодействия агентов: кооперация, конкуренция, компромисс, конформизм, уклонение от взаимодействия, выработка стратегий агентов при коллективном поведении.

Поскольку банк представляет собой сложный объект, для моделирования его бизнес-процессов целесообразно применять мультиагентный подход. При этом требуется только описание локального поведения агентов (от простых условий до логического вывода решений), а глобальное поведение и состояние системы формируется как результат их локального поведения и взаимодействия. Кроме то-

го, возможно обучение и адаптация агентов, координация их действий в случае моделирования распределенной системы.

Математическая модель управления ликвидностью банка

В настоящее время существует множество математических моделей для управления финансовыми ресурсами банка [13].

Рассмотрим модель управления дефицитом ликвидности [11]. Пусть в некоторый текущий момент времени (дату) t возникает или прогнозируется дефицит («разрыв») ликвидности:

$$\Delta S_{\text{лкв}}(t) = C_g(t-1) + S^+(t) - S^-(t),$$

где $C_g(t)$ – сумма мгновенно ликвидных активов на конец операционного дня даты $(t-1)$;

$S^+(t)$ и $S^-(t)$ – суммы всех приходных и расходных платежей банка, включая клиентские, которые планируются на дату t .

Условие $\Delta S_{\text{лкв}}(t) > 0$ отвечает случаю достаточной (или избыточной) ликвидности, а при $\Delta S_{\text{лкв}}(t) \leq 0$ ликвидность банка не обеспечивается.

Дефицит ликвидности может быть устранен одним из следующих способов:

- оперативным привлечением недостающих ресурсов на рынке межбанковских кредитов (МБК), в том числе и под залог определенной части ликвидных активов;

- продажей (ликвидацией) части финансовых инструментов из состава портфеля высоколиквидных активов;

- использованием комбинации первых двух способов: покрытием одной части суммы $\Delta S_{\text{лкв}}(t)$ за счет привлечения МБК, а другой – за счет ликвидации части финансовых инструментов из портфеля высоколиквидных активов банка.

На рассматриваемую дату t банк имеет структуру портфеля S :

$$S = \{S_1, S_2\},$$

где S_1 – структура портфеля рабочих пассивов;

S_2 – структура портфеля доходных активов.

Каждая из этих структур задается набором параметров, определяющих порядок формирования банковских портфелей.

Такое представление предполагает наличие множества возможных решений, поэтому для получения наиболее предпочтительного варианта финансового решения необходимо сформировать дополнительное требование к параметрам текущего плана в виде условия оптимальности функционала состояния банка, определяющего дополнительные цели управления.

В качестве первого функционала принимаются суммарные потери от устранения дефицита ликвидности:

$$\Phi_1(t) = F_1(t) + F_2(t),$$

где $F_1(t)$ – процентные расходы банка, обусловленные привлечением ресурсов;

$F_2(t)$ – потери от досрочной продажи (ликвидации) части портфеля доходных активов на текущую дату t .

Процентные расходы $F_1(t)$ определяются через параметры финансовых инструментов привлечения активов:

$$F_1(t) = \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^L d\bar{c}_{lj}^{(2)}(t) \times (1 - r_{lj}^{(1)}) \times \tilde{i}_{lj}^{(1)}(t) \frac{\tau_{lj}^{(1)}(t)}{T_g},$$

где $r_{lj}^{(1)}(t)$ – риски финансовых инструментов непривлечения в портфелях;

$j = \overline{1, J}$ – типы (номера) отделений;

$l = \overline{1, L}$ – виды (номера) финансовых инструментов, составляющих отделения портфелей;

$d\bar{c}_{lj}^{(2)}(t)$ – балансовые суммы финансовых инструментов из портфеля доходных активов, которые могут быть ликвидированы;

$\tau_{lj}^{(1)}(t)$ – сроки привлечения активов каждого финансового инструмента, используемых для пополнения банковского портфеля;

$\tilde{i}_{lj}^{(1)}(t)$ – средняя ставка привлечения;

T_g – длительность календарного года.

Потери от досрочной ликвидации части портфеля доходных активов определяются с помощью выражения:

$$F_2(t) = \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^L \left[\frac{d\bar{c}_{lj}^{(2)}(t) \times (1 - r_{lj}^{(2)}(t)) - \left\{ d\bar{c}_{lj}^{(2)} \right\}_0}{1 + \left\{ \tilde{i}_{lj}^{(2)}(t) \right\}_k - \frac{\tilde{I} - \left\{ t_{lj}^{(2)} \right\}_0}{T_g}} \right],$$

где $r_{lj}^{(2)}(t)$ – риски финансовых инструментов в портфелях ликвидности;

$\left\{ \tilde{i}_{lj}^{(2)}(t) \right\}_k$ – средняя доходность на конечный период k ;

\tilde{I} – начальный период расчета;

$\left\{ d\bar{c}_{lj}^{(2)} \right\}_0$ – начальные суммы (суммы покупки) активов, передаваемых в залог на соответствующие даты $\left\{ t_{lj}^{(2)} \right\}_0$.

Условия обеспечения минимума функционала

$\Phi_1(t) \rightarrow \min$ позволяют получить единственное решение, направленное на оптимизацию величины расходов на обеспечение текущей ликвидности путем соответствующего формирования портфеля привлеченных ресурсов и портфеля ликвидируемых активов. Определение второго функционала $\Phi_2(t)$ позволит оптимизировать портфель передаваемых в залог активов. В качестве такого функционала рассмотрим расчетные доходы, которые "накоплены" закладываемыми активами к дате t , т.е. доходы, с которыми придется расстаться банку в случае невозврата залога:

$$\Phi_2(t) = \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^L \left\{ d\bar{c}_{lj}^{(2)} \right\}_0 \times \left\{ \bar{i}_{lj}^{(2)} \right\}_k \frac{\bar{I} - \left\{ t_{lj}^{(2)} \right\}_0}{T_g}.$$

Общий функционал для оптимизации решения задачи поддержания текущей ликвидности записывается в следующем виде:

$$\Phi(t) = \Phi_1(t) + \Phi_2(t).$$

При этом условии оптимальности $\Phi(t) \rightarrow \min$ будет иметь смысл минимизации возможных суммарных расходов на обеспечение устранения возникшего дефицита ликвидности.

Мультиагентная модель анализа бизнес-процессов банка

Для управления финансовыми ресурсами банка предлагается мультиагентная модель, которая представляет собой систему агентов с учетом их ролей при взаимодействии в процессе моделирования финансового управления [12] (рис. 3). Для каждого агента определяется перечень показателей-индикаторов, мониторинг которых может указывать на приближение или наступление нежелательных (рисковых) ситуаций. Превышение значений индикаторов установленных пределов является основа-

нием для активации различных механизмов и ситуативных сценариев. Рассмотрим подробно задачи основных агентов, представленных на рис. 3. «Агент прибыли» (*ProfitAgent*) решает задачу получения дохода путем осуществления продажи банковских продуктов внешним клиентам банка, включая привлечение и размещение ресурсов. К таким агентам могут относиться такие отделы банка, как кредитные, ценных бумаг, электронных розничных услуг, проектного, торгового финансирования и др.

«Агент затрат» (*CostAgent*) оказывает услуги только агентам *ProfitAgent* (расчетно-кассовое обслуживание, валютный контроль и др.).

На «Агент казначейства» (*TreasuryAgent*) возлагается роль внутреннего управления ресурсами банка и заключения трансфертных сделок.

«Агент депозита» (*DepositAgent*) размещает сбережения определенного вида и величины на депозитном счете в банке (соответствующем пассивном агенте) с учетом значения процентной ставки и некоторой вероятности успеха операции по вложению средств.

«Агент котировок» (*QuoteAgent*) осуществляет он-лайн сбор и хранение котировок Национального банка Украины и другой финансовой информации межбанковского рынка. «Агент средств до востребования» (*CashAgent*) связан с текущими и расчетными счетами банка.

«Агент кредита» (*CreditAgent*) осуществляет выдачу кредитов юридическим и физическим лицам.

«Агент финансовых брокеров» (*TraderAgent*) выполняет посреднические функции при купле-продаже ценных бумаг с получением комиссионных.

«Агент дефицита текущей ликвидности» (*DefisitAgent*) устраняет недостачу финансов в банке и выбирает самый оптимальный вариант по решению данной проблемы.

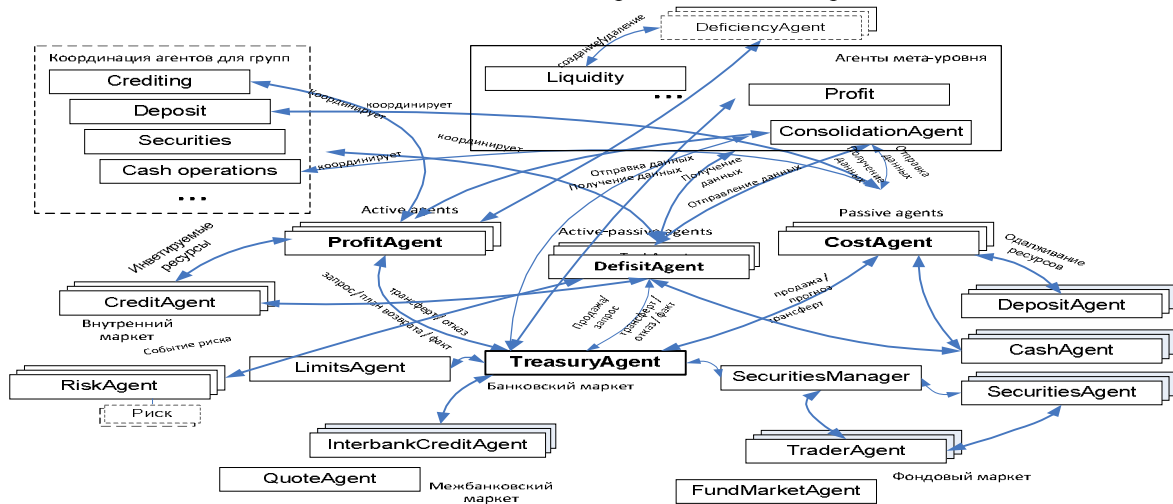


Рис. 3. Мультиагентная модель управления финансовыми ресурсами банка

«Агент риска» (*RiskAgents*) моделирует наступление рискованных ситуаций (генерация неблагоприятных параметров функционирования внешней и внутренней среды).

Также на рис. 3 представлены «Агент управления ценными бумагами» (*SecuritiesAgent*), «Агент межбанковских кредитов» (*InterBankCreditAgent*), «Агент консолидации балансов» (*ConsolidationAgent*), которые выполняют одноименные задачи.

Пример мультиагентного моделирования дефицита ликвидности банка

Рассмотрим пример устранения дефицита ликвидности на основе предложенной модели с помощью агентного подхода. Согласно рис. 3 для решения этой задачи существует агент *DefisitAgent*, который непосредственно связан с агентом *TreasuryAgent*, который анализирует нормативы. В случае если один из трех нормативов нарушен, он отправляет запрос *DefisitAgent*. Данный агент выбирает путь решения проблемы:

- обратиться к агенту *CashAgent* и изъять остатки с корсчетов или перевести валюту;
- обратиться к агенту *DepositAgent* и «взять в долг» денежные средства у юридических клиентов банка;
- с помощью агента *ProfitAgent* «изъять» деньги из филиалов банка.

Для реализации примера на основе мультиагентного подхода был разработан программный продукт, реализованный в среде JADE (Java Agent Development Framework) (рис. 4). JADE – открытая платформа для разработки многоагентных систем, поддерживающая стандарты FIPA (The Foundation for Intelligent, Physical Agents), что упрощает создание мультиагентных систем с помощью реализованных спецификаций, а также поддержки фаз отладки и внедрения [12].

Дефицит ликвидности возникает, когда один из трех нормативов не соответствует номинальным данным, которые отражаются при расчете основной формы «Баланс» в каждом коммерческом банке. «Агент казначейства» *TreasuryAgent* отправляет запрос на выполнение устранения дефицита агенту *DefisitAgent*, который устраняет дефицит ликвидности согласно описанному выше поведению. Таким образом, результат проведенного моделирования в дальнейшем может использоваться для принятия решений по оптимизации финансового управления банка.

Заключение

В данной статье рассмотрены финансовые по-

токи, которые составляют основу бизнес-процессов банковского учреждения. На основе анализа существующих методов имитационного моделирования был выбран агентный подход для исследования процессов финансового управления банка. Сформирована агентная модель, которая состоит из множества агентов, выполняющих определенные задачи на основе заданного поведения и взаимодействующих между собой в процессе моделирования финансового управления. На основе предложенной модели управления ликвидностью был разработан программный продукт, который позволяет на основе анализа показателей деятельности банка, параметров внешней среды и рисков принимать управленческие решения в области финансовой деятельности.

Литература

1. Бархатов, А. А. Особенности применения логистики в сфере банковских услуг [Электронный ресурс] / А. Бархатов. – Режим доступа: <http://logistika-prim.ru/sites/default/files/79-80.pdf>. – 29.09.2014.
2. Стрижак, А. П. Аналіз рівня капіталізації банківської системи України [Текст] / А. П. Стрижак, А. С. Фоменко // Вісник кредитно-економічного факультету Київського національного економічного університету імені В. Гетьмана. – 2011. – № 2. – С. 238 – 248.
3. Болдирев, О. О. Сучасні тенденції розвитку банківської системи України [Текст] / О. О. Болдирев // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія «Економічні науки». – 2011. – № 4 (58). – С. 327 – 329.
4. Кихаева, Е. Н. Управление финансовыми потоками в коммерческом банке на основе логистического подхода [Электронный ресурс] / Е. Н. Кихаева, В. А. Чанышева // Экономика и современный менеджмент: теория и практика: сборник статей по материалам XXXI международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. – Режим доступа: <http://sibac.info/11066>. – 29.09.2014.
5. Форрестер, Дж. Динамика развития города [Текст] / Дж. Форрестер. – М. : Прогресс, 1971. – 512 с.
6. Румянцев, М. И. Моделирование деятельности финансово-кредитного учреждения средствами системной динамики [Электронный ресурс] / М. И. Румянцев. – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/simpoz1/66.pdf>. – 14.10.2014.
7. Борищев, А. От системной динамики и традиционного ИМ – к практическим агентным моделям: причины, технология, инструменты [Электронный ресурс] / А. Борищев. – Режим доступа: <http://www.gpss.ru/paper/borshevarc.pdf>. – 23.10.2014.
8. Коровин, А. М. Моделирование систем [Текст] : уч. пособие / А. М. Коровин. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 47 с.
9. Карпов, Ю. Г. Моделирование агентов – новая парадигма в имитационном моделировании

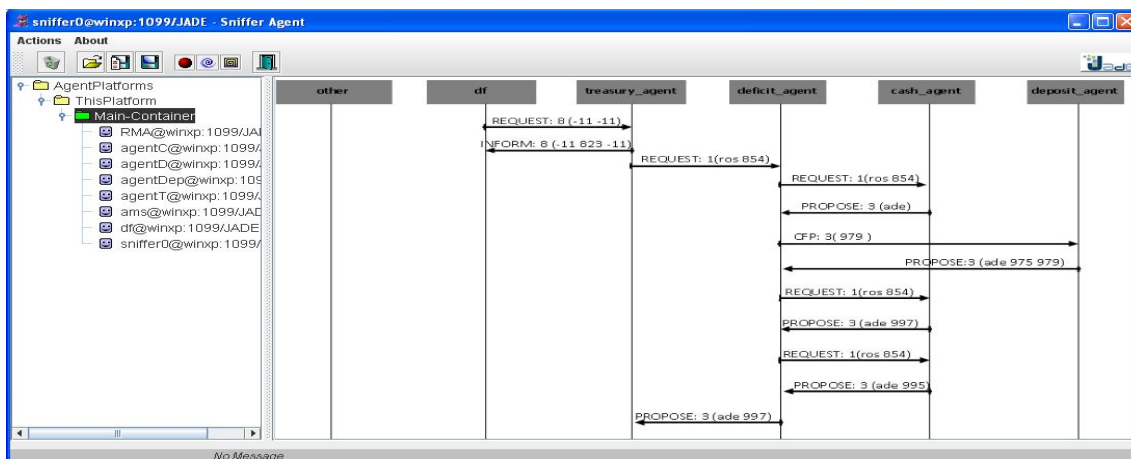


Рис. 4. Реализация взаимодействий агентов при дефиците ликвидности

[Электронный ресурс] / Ю. Г. Карпов. – Режим доступа: <http://mas.exponenta.ru/files/npo/texts/karpov.pdf>. – 25.10.2014.

10. Atkinson, C. *Concepts for an Ontology-centric Technology Risk Management Architecture in the Banking Industry* [Электронный ресурс] / C. Atkinson, Ch. Cuske, T. Dickopp. – Режим доступа: <http://ru.scribd.com/doc/55855599/04031281>. – 25.10.2014.

11. Лаптырев, Д. А. *Система управления финансовыми ресурсами банка: процессы – задачи – модели – методы* [Текст] / Д. А. Лаптырев. – М. : БДЦ-пресс, 2005. – 682 с.

12. Прохоров, А. В. *Агентное имитационное моделирование процессов управления финансовыми ресурсами банков* [Текст] / А. В. Прохоров, Ю. Н. Страшненко // *Радиоэлектронні і комп'ютерні системи*. – 2008. – № 1 (28). – С. 166 – 171.

Поступила в редакцію 25.10.2014, рассмотрена на редколлегии 18.11.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. каф. инженерии программного обеспечения И. В. Шостак, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСА УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВИМИ РЕСУРСАМИ БАНКІВСЬКОЇ УСТАНОВИ

В. О. Попов, А. В. Єлізева, А. Т. Чунгульбаєва, А. І. Олексенко

У статті аналізуються структури бізнес-процесів банківської установи. Проведено аналіз існуючих методів імітаційного моделювання: системна динаміка, дискретно-подієве, агентне. Запропоновано модель управління ліквідністю банку, яка враховує параметри фінансових інструментів залучення активів. Розроблено мультиагентну модель управління фінансовими ресурсами, яка є системою агентів з урахуванням їх ролей при взаємодії в процесі моделювання фінансового управління банку. Реалізовано програмну підсистему взаємодії агентів на основі агентного підходу з урахуванням запропонованої моделі управління ліквідністю.

Ключові слова: бізнес-процеси банку, фінансові потоки, імітаційне моделювання, агентний підхід, модель управління ліквідністю, мультиагентна модель.

BUSINESS PROCESSES MODELING OF FINANCIAL RESOURCES MANAGEMENT OF BANKING INSTITUTIONS

V. A. Popov, A. V. Yelizeva, A. T. Chungulbaeva, A. I. Oleksenko

The article analyzes the business processes structure of the banking institution. The analysis of existing methods of simulation is carry out: system dynamics, discrete event, agent based. A model of the bank's liquidity management, which takes into account the parameters of financial instruments to attract assets. The multi-agent model of financial management, which is a system of agents with regard to their role in the interaction during the simulation of the financial management of the bank, is developed. The software subsystem agent interactions based on agent-based approach, taking into account the proposed model for liquidity management is implemented.

Keywords: business processes of the bank, financial flows, simulation, agent-based approach, the model for liquidity management, multi-agent model.

Попов Вячеслав Алексеевич – канд. техн. наук, проф., проф. каф. информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Елизева Алина Владимировна - канд. техн. наук, ассистент кафедры информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: alina.elizeva@mail.ru.

Чунгульбаева Алиса Тимуровна – магистрант кафедры информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Олексенко Андрей Игоревич - аспирант кафедры информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.