

УДК 681.3.06

ЗНАНИЕ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ АГЕНТНАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РЕСУРСАМИ БАНКА

А. В. Прохоров

Кандидат технических наук, доцент*

Контактный тел.: (057) 707-44-76

Email: avprohorov@yahoo.com

Ю. Н. Страшненко

Аспирант*

Контактный тел.: (057) 707-44-76

Email: strashnenko@rambler.ru

*Кафедра информационных управляющих систем и технологий

Национальный аэрокосмический университет
им Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт»

ул. Чкалова, 17, г. Харьков, Украина, 61070

Розроблена знанієорієнтована агентна імітаційна модель аналізу процесів управління фінансовими ресурсами комерційного банку, котра забезпечує взаємозв'язок безлічі фінансових потоків, вимог, цілей, стратегій поведінки окремих підрозділів банку, описує динаміку банківських процесів

Ключові слова: імітаційне моделювання, агентний підхід, управління, фінансові ресурси банку

Разработана знаниеориентированная агентная имитационная модель анализа процессов управления финансовыми ресурсами коммерческого банка, которая учитывает множество взаимосвязанных финансовых потоков, требований, целей и стратегий поведения отдельных подразделений банка, описывает динамику банковских процессов

Ключевые слова: имитационное моделирование, агентный подход, управление, финансовые ресурсы банка

The article represents knowledge based agent imitation modeling of bankroll management processes. It provides the interrelation of many financial flows, requirements, objectives, behavior strategies of the separate bank departments. It describes dynamic of bankroll processes

Key words: imitation modeling, agent approach, management, bankroll

Введение

Эффективное использование и управление финансовыми ресурсами является ключевым аспектом построения стратегии любого коммерческого банка. При этом банк представляет собой сложную структуру, зависящую от большого числа разнообразных как по ролям, так и по значимости активных элементов, как подчиненных ей (подразделения, филиалы), так и независимых (вкладчики, заемщики, банки-конкуренты, регулирующие и контролирурующие органы). В условиях экономического кризиса, конкуренции и сокращения ресурсной базы каждый банк вырабатывает собственные правила поведения, а постоянно изменяющаяся экономическая ситуация с большим количеством и разнообразием рисков требует постоянной корректировки сложившихся приемов ведения банковского дела и принятия управленческих решений.

Поэтому сегодня в украинских банках акцент смещается в сторону создания инструментов моделирования, анализа и оценки качества и эффективности деятельности, рационального использования привлеченных ресурсов и капитала с возможностью быстрого реагирования на изменяющиеся условия внешней среды функ-

ционирования и управления деятельностью банка в соответствии с этими изменениями. Комплексный подход к управлению финансовыми ресурсами банка при этом должен позволять производить: 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 привлечения и размещения ресурсов с учетом рисков.

1. Анализ последних исследований и публикаций

Информационно-аналитические основы решения комплекса задач оптимального управления финансовой деятельностью, включающие математические постановки задач долгосрочного, среднесрочного и текущего планирования рассматриваются в работе [1]. Требования математической строгости и корректности привели к перегруженности работы математическим аппаратом, при этом, чтобы не оторваться от реальной банковской

проблематики, здесь также рассматриваются вопросы разработки и внедрения в банках автоматизированных систем управления ресурсами. Однако база знаний о процессах банковской деятельности здесь рассматривается только в виде системы взаимосвязанных информационных моделей, а хранилище знаний – как второстепенный, содержащий неформализуемую информацию для принятия нетиповых решений, а не основной интеллектуальный элемент системы поддержки принятия управленческих финансовых решений.

Неотъемлемым элементом современного банковского менеджмента являются имитационные модели. Методы и средства имитационного моделирования в банковской деятельности являются самым мощным и перспективным инструментом конструирования и последующего исследования сложных бизнес-процессов в условиях большого числа переменных, трудоемкости математического анализа зависимостей, высокого уровня неопределенности имитируемых ситуаций. На сегодняшний день сформировались и наиболее широко применяются три основных подхода: дискретно-событийное моделирование, модели системной динамики и агентное моделирование.

Дискретно-событийное имитационное моделирование позволяет описать структуру системы и её процессы в виде блочной визуальной модели, не прибегая к использованию формул и строгих математических зависимостей [2]. Поэтому, наиболее часто здесь встречаются постановки задачи моделирования, связанные с расчетно-кассовым обслуживанием и управлением персоналом, организацией работы сети банкоматов и др.

Наиболее актуальным и перспективным направлением исследования в настоящее время является создание систем имитационного моделирования на основе мультиагентного подхода. Рассмотренные особенности, связанные с моделированием процессов управления финансовыми ресурсами банка, хорошо соответствуют идеям, положенным в основу теории агентных систем. Мультиагентные системы строятся из множества индивидуальных взаимодействующих элементов – агентов, совместно решающих поставленную задачу в распределенных средах.

В работе [4] рассматриваются вопросы, связанные с формированием агентной имитационной модели, где в качестве агентов рассматриваются банки и их зарубежные филиалы для задач управления ликвидностью при осуществлении межбанковских платежей в реальном масштабе времени в системе RTGS для коммерческих банков. Результаты данного исследования затруднительно адаптировать к современному состоянию банковской системы нашей страны, к тому же они применимы в действительности только к довольно узкому кругу специфических задач, не затрагивая вопросы внутрибанковского финансового менеджмента.

Отдельный интерес представляет разработка российской компании XJ Technologies система AnyLogic [5]. AnyLogic объединяет в себе преимущества моделей системной динамики, дискретно-событийного моделирования и мультиагентных технологий. В [3] описываются некоторые постановки задач из банковской области, которые могут решаться с помощью этой инструментальной среды имитационного моделирования. Явным недостатком системы на данном этапе развития является отсутствие средств для представления

и манипулирования знаниями, которые в мультиагентных системах служат для создания онтологий.

2. Цель исследований

Целью данной работы является разработка знанитоориентированной системы имитационного моделирования процессов управления финансовыми ресурсами банка, на основе агентного подхода, в составе которой функционируют интеллектуальные агенты, осуществляющие принятие решений и взаимодействие с помощью онтологической базы знаний и механизма логического вывода.

3. Основные особенности использования мультиагентного подхода в имитационном моделировании банка

Агентное моделирование предполагает, что модель включает множество взаимодействующих между собой и с внешней средой агентов – информационных (программных) элементов, которые имеют свои цели и задачи, внутреннее состояние и правила поведения.

Отличительной особенностью агентных моделей является то, что, они децентрализованы и в них отсутствует централизованное поведение системы в целом. Эти возможности радикально отличают агентные системы от существующих «жестко» организованных моделирующих программных систем, обеспечивая им такое принципиально важное новое свойство, как способность к самоорганизации. При этом отдельные автономные «части» моделирующей программы – агенты – получают возможность самостоятельно принимать решения и договариваться о том, как должна решаться задача, они приобретают собственную активность и могут вступать в различные отношения между собой, инициировать диалог с пользователем в заранее не предписанные моменты времени и т.д. Таким образом, определяется поведение в индивидуальном уровне, а глобальное поведение возникает как результат деятельности многих агентов, каждый из которых следует своим собственным правилам, функционирует в общей среде и взаимодействует со средой и с другими агентами.

Рассматривая основные преимущества агентного подхода при имитационном моделировании процессов управления финансовыми ресурсами банка, следует отметить следующее:

- принцип автономности различных частей моделирующей программы (агентов), совместно функционирующих в распределенной системе, где одновременно протекает множество взаимосвязанных процессов;
- наличие элементов индивидуального поведения (от простых условий и ограничений, до сложных, которые учитывают цели и стратегии);
- агенты имеют возможность обучаться, адаптироваться и менять свое поведение, иметь динамические связи с другими агентами, которые могут формироваться и исчезать в процессе функционирования и др.

Применение мультиагентного подхода в задачах имитационного моделирования банковских систем требует решения в той или иной степени 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, включая такие как, кооперация, конкуренция, компромисс, конформизм, уклонение от взаимодействия, выработка стратегий агентов при коллективном поведении.

Агенты могут не только решать различные задачи и для этого обеспечивать свое функционирование, но и заботиться о своем развитии, т.е. изменении представляемых ими сущностей или установлении новых связей между ними. Конкурируя и кооперируясь между собой при заключении «сделок» для совместного решения возникающих задач (для чего агенты могут использовать развитые экономические механизмы, включая доленое участие, аукционы и т.д.), агенты могут обеспечить системе новые возможности в самоорганизации для постоянного приспособления к изменяющейся ситуации.

Рассмотрим, как рассмотренные особенности находят свое отражение в разработанной агентной имитационной модели анализа процессов управления финансовыми ресурсами банка. Данная работа является развитием модели предложенной в [7].

4. Структура агентной имитационной модели анализа процессов управления финансовыми ресурсами банка

При формировании агентного представления имитационной модели необходимо исходить из выделения элементов с индивидуальным поведением. Учитывая различия функциональной направленности деятельности структурных подразделений банка и их отношение к системе финансовых потоков, где рассматриваются привлекающие и размещающие подразделения, целесообразно обеспечить модельное представление внутрибанковского оборота денежных средств, когда финансовые ресурсы передаются от агентов привлечения к агентам размещения по внутренней трансфертной цене.

Банк получает доходы от предоставления услуг за плату, предоставления в использование активов за плату, торговли ценными бумагами и иностранной валютой, от участия в капитале и продажи активов [6]. Основными функциями агентов прибыли *ProfitAgents* является продажа банковских продуктов внешним клиентам банка, включая привлечение и размещение ресурсов, а основной задачей – получение дохода. К агентам прибыли могут относиться отделы: кредитные, ценных бумаг, электронных розничных услуг, проектного, торгового финансирования и др.

Затраты возникают при оплате вознаграждения за использование активов, заимствованных у других лиц, оплате полученных услуг или приобретенных товаров (себестоимость реализации), покупке материальных ценностей для обеспечения деятельности, содержания

персонала, оплате налогов и других обязательных платежей, начисления резервов, участия в капитале, спонсорстве и благотворительных мероприятиях и т.д. Агенты затрат *CostAgents* моделируют центры ответственности, которые выполняют функции обеспечения, управления и обслуживания функционирования подразделений банка деятельность которых обычно оценивают, учитывая соблюдение установленных внутренних нормативов по затратам, срокам и качеству услуг, но не учитывая доход и прибыль. Здесь выделяются агенты общебанковских затрат и агенты затрат операционной поддержки - оказывают услуги только агентам прибыли. Доходоприносящими агентами являются как агенты, привлекающие ресурсы, так и размещающие ресурсы на внешнем рынке. При этом если агент привлекает ресурсы, то он должен получить доход, разместив эти ресурсы на внутреннем рынке, а если агент размещает ресурсы, то он должен купить соответственно их на внутреннем рынке. Данный механизм покупки/продажи ресурсов реализуется посредством трансфертных сделок, заключаемых между рассматриваемыми агентами и агентом-казначейства *TreasuryAgent*, на которого возлагается роль внутреннего управления ресурсами банка и заключения трансфертных сделок. Все вместе это обеспечивает планирование и контроль эффективности использования и распределения финансовых ресурсов банка, способствует управлению ликвидностью и банковскими рисками, а также является инструментом анализа дохода и затрат банка и его отдельных подразделений.

Важной особенностью предлагаемой модели является также объединение рассматриваемых агентов в группы по бизнес-направлениям. Критериями выделения отдельных групп агентов в модели являются: выполнение комплекса взаимосвязанных и близких услуг и операций, составляющих единую технологическую цепочку; наличие собственного рынка деятельности; наличие органа, управляющего и координирующего деятельность. Предполагается выделение различных групп агентов, исходя из развития тех или иных банковских продуктов или услуг (кредитование; расчетное обслуживание; кассовые операции; депозиты физических лиц; дилинговые операции; ценные бумаги; пластиковые карты; консультационные услуги), эффективного обслуживания по видам клиентов (корпоративный бизнес, межбанковский бизнес, индивидуальный бизнес, инвестиционный бизнес), по территориальному принципу. В общем случае агент может принадлежать нескольким группам. Для каждой сформированной группы осуществляется генерация агента-координатора (*Crediting, Deposit, Securities, Cash operations* и др.). Многомерное и детальное распределение финансовых показателей в рамках подобной структуры дает возможность оценивать эффективность и влиять на отдельные направления бизнеса и продукты.

Создание в модели агента-кредита *CreditAgent* связано с инициацией новой кредитной операции в банке – выдача кредитов юридическим и физическим лицам. Такой подход, связанный с возможностью динамического структурного изменения модели дает неоспоримые преимущества по сравнению с традиционными подходами, при этом не нужно каждый раз программировать новую кредитную операцию – достаточно добавить в модель еще одного агента с определенным ранее типовым пове-

дением. Сформированная заявка на кредит (величина, длительность, вид ссуды и др.) отправляется активному агенту (например, кредитный отдел филиала). В соответствии с лимитом кредитования – предельно возможная сумма средств, направляемых на кредитные операции, определяются параметры кредитования – сроки, график, ставка процента и другие условия.

Создание в модели агента-депозита *DepositAgent* связано с инициацией новой депозитной операции в банке. Депозитные операции являются основным источником формирования ресурсной базы банка. Действием агента-депозита является размещение сбережения определенного вида и величины на депозитном счете в банке (соответствующем пассивному агенту) с учетом значения процентной ставки и некоторой вероятностью успеха операции по вложению средств. После успешно завершённых переговоров между агентами их поведение связано со следующими действиями: возможность пополнения вклада; начисление и выплата процентов; изъятие депозита и др.

Агенты средств до востребования *CashAgents* связаны с текущими и расчетными счетами банка. Потоки депозитов, запросов на кредит и кассовых операций моделируются с помощью вероятностного распределения по закону Пуассона и на основе исторических данных.

Переход всех рынков мира на автоматизированную торговлю делает возможным и актуальным перенос решения этих задач на интеллектуальных агентов мультиагентной системы.

Остановимся на отдельных архитектурных моментах, связанных с моделированием этих процессов в рамках данной работы.

Во-первых, рассматриваемая модель должна иметь интернет-распределенную архитектуру, что, впрочем, связано не только с вопросом относительно фондового рынка, но и с интеграцией в банковскую информационную систему. Для имитации работы фондового рынка в модель вводится агент *FundMarketAgent*, функционирующий в Интернет в режиме реального времени. Используя API, он получает реальные данные о рынке, которые обновляются с некоторой заданной периодичностью. Этот агент позволяет осуществлять управление виртуальным инвестиционным портфелем ценных бумаг банка *SecuritiesAgents* и симулировать осуществление операций купли-продажи на рынке.

Одним из ведущих поставщиков финансовой информации, отраслевых и новостных сводок являются продукты агентства Рейтерс (*Reuters*). Доступ к информационным ресурсам, к текущим и историческим ценам практически на всех мировых биржах и многих внебиржевых рынках, а также электронным торговым площадкам Reuters осуществляется с помощью программных интерфейсов API. Кроме того, архитектура Reuters допускает интеграцию при помощи web-сервисов, доступ к которым можно производить программным способом по стандартным web-протоколам.

Аналогичную роль выполняет агент котировок *QuoteAgent*, который осуществляет он-лайн сбор и хранение котировок НБУ и другой финансовой информации межбанковского рынка.

Кроме того, в модель может включаться произвольное число агентов финансовых брокеров *TraderAgent*, которые выполняют посреднические функции при купле-продаже ценных бумаг с получением комис-

сионных. Назначив каждому из них свою стратегию поведения на рынке, появляется возможность организовать соревновательный процесс по достижению лучших показателей деятельности.

Агент управления ценными бумагами отвечает также за торговлю собственными векселями, а также эмиссию, одной из основных целью которой является привлечение дополнительных денежных ресурсов для размещения их в активах банка и оптимизация структуры вовлеченных средств. Соответственно данный агент взаимодействует с агентом-казначейством, когда решается вопрос о привлечении дополнительных ресурсов. Принятие решений данным агентом должно соответствовать интересам банка по объемам и срокам ресурсов, которые привлекаются, их цене в сравнении с другими видами денежных обязательств, по условиям налогообложения, затратах на размещение, рисках. При этом будет осуществляться контроль за маржой между прибылями от инвестиций в фондовые ценностности и затратами на выплату процентов и дивидендов.

Агент консолидации балансов *ConsolidationAgent* отслеживает динамику агрегированного нетто-баланса всей банковской системы.

Для моделирования наступления рисков ситуаций (генерация неблагоприятных параметров функционирования внешней и внутренней среды) предусматриваются агенты риска *RiskAgents* (процентный риск, валютный риск, кредитный риск, риск потери ликвидности). При этом на этапе идентификации рисков (указывается возможность присутствия риска из классификационного перечня) задается вероятность данного риска, опасность данного риска, т.е. насколько существенными окажутся последствия наступления неблагоприятного события, важность риска как произведение вероятности на опасность его наступления. Создание нового агента-риска в системе будет соответствовать наступлению рискового события, которое система будет стараться парировать.

Агенты системы с учетом их ролей при взаимодействии в процессе моделирования представлены на рис. 1.

Все привлеченные ресурсы продаются по трансфертной ставке агенту-казначейству, все размещенные ресурсы приобретаются у агента-казначейства по трансфертной ставке. При этом пассивные агенты выдают в казначейство прогноз поступлений-выплат на определенную перспективу. Активно-пассивные агенты (например, управления ценных бумаг, МБК) продают ресурсы в агент-казначейство по мере необходимости (казначейству) или по мере возникновения излишков ресурсов. При недостатке ресурсов у них они покупают ресурсы у казначейства. Но казначейство может им и отказать в выделении ресурсов, если имеется в данный момент дефицит ликвидности. Они же выдают в казначейство информацию о планируемых поступлениях, вложениях и выплатах на определенную перспективу. Активные агенты покупают ресурсы по трансфертной стоимости у казначейства. Они же выдают в казначейство информацию о планируемых размещениях-возвратах.

Привлеченные и размещенные ресурсы по «фондированным» сделкам в части полного соответствия актива и пассива не участвуют в трансфертном перераспределении ресурсов. Финансовый результат по таким сделкам определяется как разность между внешними

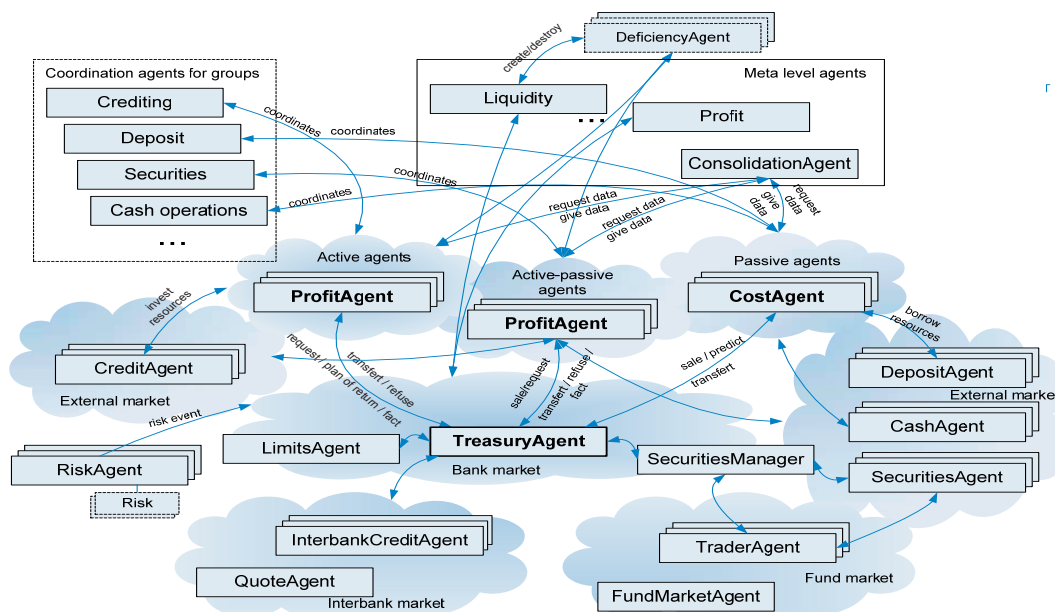


Рис. 1. Агентная имитационная модель анализа процессов управления финансовыми ресурсами банка

сами банка в режиме реального времени. В отличие от большинства подходов, где создается некая виртуальная среда, в которую помещается модель объекта, и проводятся многочисленные эксперименты, здесь агенты модели запускаются и работают в режиме реального времени в среде объекта управления. При этом агенты обеспечивают автоматическое реагирование на информацию, поступающую от объекта управ-

доходами и расходами для каждой группы, сумма превышения актива над пассивом для каждой «фондированной» сделки считается привлеченной от агента-казначейства, соответственно, суммы превышения пассива над активом в группах «фондированных» сделок считаются размещенными в агенте-казначействе.

Заключение

В работе предложена знаниеориентированная агентная имитационная модель анализа процессов управления финансовыми ресурсами коммерческого банка, которая учитывает множество взаимосвязанных финансовых потоков, требований, целей и стратегий поведения отдельных подразделений банка, а также динамику банковских процессов.

Отличительной особенностью мультиагентного подхода к рассматриваемым задачам, является то, что построенная в итоге агентная модель позволяет осуществлять анализ и управление финансовыми ресур-

ления, могут инициировать запуск моделирующих, логико-аналитических и расчетных задач, принимают решения, в том числе на основе логического вывода, и могут формировать управляющие воздействия на объект. Предлагаемый подход позволяет достичь следующих преимуществ: автономность различных частей моделирующей программы (агентов), совместно функционирующих в распределенной системе, где одновременно протекает множество взаимосвязанных процессов; наличие элементов индивидуального поведения, заложенных в систему в виде моделей знаний; агенты имеют возможность обучаться, адаптироваться и менять свое поведение, иметь динамические связи с другими агентами, которые могут формироваться и исчезать в процессе моделирования и др.

При этом агентный подход исключительно удобен для создания распределённых систем доступа к информационным ресурсам банка. Для автоматизации моделирования управления финансовыми ресурсами банка требуются те же данные, которые уже содержатся в Хранилище банковской информационной системы.

Литература

1. Румянцев М.И. Моделирование деятельности финансово-кредитного учреждения средствами системной динамики // Белорусский экономический журнал №3 (44) 2008 с.103-110.
2. Виниченко И.Н. Практический опыт имитационного моделирования в банке //Банковские технологии. 2003. №2.
3. Амелин Д.И., Погорелов А.С. Имитационная модель кредитного портфеля коммерческого банка // Вторая всероссийская научно-практическая конференция «Имитационное моделирование. Теория и практика» ИММОД - 2005, Сборник докладов. - С-Пб., 2005, Том 2. - с.125 -130.
4. Galbiati Marco, Soramaki Kimmo An agent-based model of payment systems // Bank of England. – 2008, Working papers No. 352.
5. Горбунов А.Р. Управление финансовыми потоками. Проект «сборка холдинга». – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М.: «Глобус», 2004. – 240с.
6. Лаптырев Д.А. Система управления финансовыми ресурсами банка: процессы – задачи – модели – методы. – М.: "БДЦ-пресс", 2005. – 682с.
7. Прохоров А.В., Страшненко Ю.Н. Агентное имитационное моделирование процессов управления финансовыми ресурсами банка // Радиоелектронні комп'ютерні системи.- 2008.- №1.- С.166-172.