

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ DIGITAL TWIN ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАЛОГОВЫМ ПОРТФЕЛЕМ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

Сергей Николаевич ОРЛОВ^a, Александр Александрович ТИЩЕНКО^{b,*}

^a доктор экономических наук, профессор,
Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук,
Екатеринбург, Российская Федерация
orlovsn@list.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6042-8082>
SPIN-код: отсутствует

^b аспирант,
Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук,
Екатеринбург, Российская Федерация
tischalex@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8366-7075>
SPIN-код: 8147-7560

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 3/2023
Получена 09.01.2023
Получена
в доработанном виде
23.01.2023
Одобрена 06.02.2023
Доступна онлайн
30.03.2023

УДК 336.77

JEL: G21

Ключевые слова:

цифровой двойник,
зalog, обеспечение,
зalogовый портфель,
управление потоком
данных

Аннотация

Предмет. Развитие цифровых платформ управления зalogовым портфелем коммерческого банка.

Цели. Внедрение в зalogовую работу инновационного инструментария управления зalogовым портфелем, построенного на базе технологии цифровых двойников.

Методология. Использован процессный подход и общенаучные методы.

Результаты. Сформирована общая схема интеграции ключевых элементов модели цифрового двойника зalogового портфеля с взаимосвязанными процессами зalogовой работы и потока данных о зalogе, что может рассматриваться практиками как способ создания цифрового двойника зalogового портфеля.

Выводы. Создание системы управления на базе технологии цифровых двойников позволяет сформировать действенный инструментарий в области управления зalogовым портфелем в условиях прогнозируемого на ближайшие годы роста кредитования коммерческими банками. Выделены контактные точки ключевых процессов управления зalogовым обеспечением при кредитовании в коммерческих банках и процессов, обеспечивающих работу моделей цифровых двойников. Полученные результаты могут служить основой для развития систем управления обеспечением кредитов и другими видами обеспечения.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2023

Для цитирования: Орлов С.Н., Тищенко А.А. Применение технологии Digital Twin для управления зalogовым портфелем коммерческого банка // *Финансы и кредит*. — 2023. — Т. 29, № 3. — С. 575 — 600.
<https://doi.org/10.24891/fc.29.3.575>

Введение

Банковский сектор в России является одним из лидеров внедрения современных систем управления и элементов инновационного менеджмента на основе цифровых технологий. Существенный прогресс наблюдается в области развития мобильного банкинга, автоматизации процессов кредитного андеррайтинга (скоринга) [1] и других, направленных на работу с клиентом и достижение целей реализации таких принципов кредитования, как платность, срочность, целевой характер, дифференцированный подход. Кроме того, очевидно прослеживается более ускоренное развитие инноваций в сфере работы фронт-офиса, в области привлечения клиентов, расширения спектра услуг, удобства работы клиента со счетами и возможности оформления ссуды в режиме 24/7.

Однако столь же стремительного развития и внедрения цифровых технологий во внутрибанковских процессах на уровне мидл- и бэк-офисов не наблюдается. Более того, ускоренное внедрение цифровых технологий на фронт-офисе вызывает торможение в развитии отдельных направлений на уровне мидл- и бэк-офисов, в результате формируется не только диссонанс в работе и взаимодействии внутрибанковских процессов, но и асинхронность с глобальной динамикой в условиях адаптации национальной экономики [2]. Свидетельством подобного перекося является тот факт, что оформляется кредитный продукт, как правило, в режиме 24/7, в течение нескольких часов или даже минут, а процессы выбора, анализа и оформления залога могут занимать несколько недель и месяцев. Очевидно, системы управления на уровне мидл- и бэк-офисов не способны работать в ритме, требуемом на уровне фронт-офиса.

Игнорирование необходимости сокращения сформировавшегося разрыва между системами управления продаж кредитных продуктов и системами, направленными на соблюдение принципов возвратности, обеспеченности, учета, поспособствовало снижению уровня обеспеченности ссуд залогом у системно значимых кредитных организаций банковского сектора России (рис. 1). Имеющиеся данные показывают, что тенденция снижения уровня обеспеченности ссуд залогом приобрела долгосрочный характер. На текущий момент особое внимание Банка России направлено на формирование макропруденциальных ограничений на фоне роста необеспеченного потребительского кредитования на 32% в III квартале 2022 г. (28% во II квартале 2022 г.)¹. Становится заметным последующее усугубление ситуации с уровнем обеспеченности и в сфере корпоративного кредитования.

Предполагаем, что рост необеспеченного кредитования обусловлен решением проблемы недостатка ликвидности, требующей незамедлительных действий от экономических субъектов всех уровней. При этом непокрытое залогом фондирование сопряжено не только с высокими рисками для кредитного института,

¹ Банк России установил макропруденциальные лимиты по потребительским кредитам // Банк России. URL: <https://www.cbr.ru/press/pr/?file=638046460634914087FINSTAB.htm>

но и с необходимостью включения более высокой премии за риск, что оказывает существенное влияние на стоимость и доступность заемного капитала на финансовом рынке. Следствием станет снижение экономической активности, способное привести к более глубокому кризису национальной экономики.

В контексте изложенного авторы полагают, что в качестве причины возникновения перечисленных дисбалансов в системах управления процессами коммерческих банков и проблемы многоукладности технологической базы во внутрибанковских процессах между подразделениями, необходимо выделить представляющееся недостаточным количество научно обоснованных предложений по внедрению современных систем управления и технологий, обеспечивающих внедрение инноваций в систему менеджмента на уровне мидл- и бэк-офисов. Следует учесть, что выполненные ранее исследования не только свидетельствуют об имеющемся отставании инструментов управления обеспечением ссуд залогом, но и указывают на наличие необходимости совершенствования системы управления залогом [3]. Следовательно, одной из актуальных научных задач банковского сектора является формирование подходов и методов внедрения и применения современных систем управления и элементов инновационного менеджмента в сфере управления обеспечением (залоговым портфелем), сформированных на базе цифровых технологий. Принимая во внимание изложенное, авторы считают, что использование технологии цифрового двойника в целях управления обеспечением ссуд залогом позволит получить дополнительные возможности преодоления перечисленных проблем.

В посвященных решению вопросов применения цифровых двойников исследованиях, опубликованных иностранными и российскими специалистами, основной акцент делается на использование данной технологии в области промышленного производства [4, 5]. Также достаточно широко исследовано применение технологии цифровых двойников в области добычи ресурсов [6], строительстве [7, 8], генерации энергии [9] и других отраслях, связанных с производством материальных благ. Кроме того, рассматриваются вопросы интеграции технологии в области управления процессами деятельности как отдельных объектов (платформы) [10], так и их агломераций (фабрики, предприятия) [11, 12]. Согласно выводам специалистов степень разработанности вопросов внедрения цифровых двойников в различные процессы управления непрерывно возрастает.

Однако уровень проработки алгоритмов и этапов внедрения технологии цифрового двойника в процессы управления следует оценить, на наш взгляд, как крайне низкий. Причина такой оценки заключается в наличии нескольких факторов. Первый заключается в том, что технология остается новой и пока недостаточно распространена. Как следствие, на текущем этапе своего жизненного цикла внедрение происходит преимущественно в процессы, связанные с обеспечением производственной деятельности [13], а также в сопровождающие конкретную

производственную деятельность процессы (логистика, документооборот и т.п.). Технология практически не применяется в сферах, связанных с решением задач стратегического управления финансовым сектором, и обслуживает исключительно сферы, связанные с определением затрат и расчетами ожидаемых выгод. При этом цифровые двойники денежного, кредитного, фондового, страхового, валютного и иных финансовых процессов и соответствующих секторов отсутствуют. Следующим фактором, по нашему мнению, следует считать активное развитие технологии применительно к физическому объекту [14], но не в отношении объектов, имеющих вещно-правовые и обязательно-правовые характеристики (например: результат интеллектуального труда (патент), сертификат, и т.п.), или объектов смешанного (бинарного) типа, имеющих как правовую, так и материализованную форму (залог, объект страхования и т.п.). Таким образом, упоминаемые авторами в контексте исследования «бинарные объекты» практически не изучены на предмет применения к ним технологии цифрового двойника.

Одновременно указанные объекты являются частью гражданско-правовых и социально-экономических отношений, используются множеством субъектов в различных процессах их жизнедеятельности, не уступая по распространенности о вещественным благам. Кроме того, бинарные объекты ввиду своей сущности имеют склонность обращаться в рамках физического и цифрового пространства одновременно. Если абстрагироваться от специфических особенностей каждого подобного объекта, можно сделать вывод о том, что практически с момента своего создания указанные объекты имеют цифровое воплощение. Таким образом, они находятся в опережающей фазе по отношению к любому о вещественному благу, что указывает на необходимость естественного развития их обращения в сфере цифрового пространства, а потребность в формировании цифровых двойников для подобных объектов не менее высока, нежели для материальных форм. Эти выводы подкрепляют актуальность исследования на предмет формирования научно обоснованного способа внедрения технологии цифровых двойников в систему управления залогом как объектом бинарного типа.

В настоящей работе предлагается рассмотреть возможность применения технологии цифрового двойника в целях совершенствования системы управления обеспечением ссуд залогом (залоговым портфелем) в коммерческом банке. По мнению авторов, совершенствование системы управления залоговым портфелем с использованием технологии цифрового двойника позволяет обеспечить возможность решения проблемы многоукладности технологической базы во внутрибанковских процессах и снизить уровень кредитных рисков в банковском секторе. В разделе о материалах и методах предлагается выполненным авторами обзор применения стандартных элементов модели цифрового двойника, сформировано предложение интеграции дополнительных элементов в модели цифрового двойника залогового портфеля, изложен подход к созданию схемы взаимосвязи процессов управления залоговым портфелем и типизированных элементов модели цифрового двойника. Раздел,

касающийся результатов, содержит описание процессов управления залогом и способа интеграции ключевых элементов технологии цифрового двойника залогового портфеля на основе потока данных о предмете залога (залоговом портфеле). Таким образом, авторами предложена схема взаимодействия между элементами цифрового двойника и реальными процессами управления залогом, которая укладывается в рамки жизненного цикла залога. В качестве предмета дискуссии авторы рассматривают предложенную схему в качестве способа применения технологии цифрового двойника в целях создания инновационной системы управления залогом (залогового менеджмента). В заключении изложены выводы о применимости технологии Digital Twin (цифровой двойник) для управления залоговым портфелем в коммерческих банках.

Условия использования и допущения (методология)

Анализ возможности применения технологии цифрового двойника для управления залоговым портфелем предлагается проводить с позиции исследования жизненного цикла конкретного объекта залога в коммерческом банке в сочетании с элементами, необходимыми для моделирования создания его цифрового двойника, одновременно формировать их взаимодействие с потоком имеющихся данных о залоге. Таким образом, авторы пытаются ответить на вопрос: возможно ли применить технологию цифрового двойника в управлении залоговым портфелем в коммерческих банках?

В качестве ключевых задач авторы называют: определение источников формирования данных о залоге для целей обеспечения информационной поддержки модели цифрового двойника залогового портфеля; выявление типизированных элементов системы цифрового двойника и их ключевых взаимосвязей; анализ жизненного цикла конкретного предмета залога и потока данных о нем в рамках выполнения соответствующей функции в коммерческом банке; схематическое представление моделей связи типизированных элементов цифровых двойников на основе построенных корреляционных зависимостей и жизненного цикла залога; подготовку заключения относительно возможности применения технологии цифрового двойника в управлении залоговым портфелем коммерческого банка.

В контексте настоящего исследования авторы рассматривают залоговый портфель с позиции залогодержателя и определяют его следующим образом: управляемая совокупность приоритетных прав требования залогодержателя на предметы, переданные залогодателем для обеспечения обязательств по ссуде (кредиту) в целях удовлетворения требования к должнику (заемщику), операция с которым учитывается и производится в цифровом виде по залоговой и другой стоимости, изменяющейся в соответствии с законами рынка [15]. При создании цифрового двойника залогового портфеля авторы делают акцент на процессе построения, а не на материальном объекте, полагая, что с точки зрения процессного подхода создание, управление и иные действия, проводимые с предметами залога, осуществляются в рамках формирования обеспечения ссуды залогом со стороны

залогодержателя (субъекта банковского сектора или микрофинансовой организации). Также принимается во внимание возможность применения процессного подхода при формировании моделей цифровых двойников, подтвержденная в работах авторов, позиция которых и выводы будут представлены в настоящей статье и применены для достижения целей исследования.

Описанный подход не предполагает полного отказа в модели от взаимодействия с материальной составляющей предмета залога, а лишь принимает во внимание и учитывает наличие у залогодержателя ограничений и объективных возможностей по управлению предметом залога и потоком данных о нем, а именно: отсутствие полного контроля над действиями залогодателя при использовании, эксплуатации предмета залога; отсутствие возможности прямого физического воздействия на предмет залога и т.п.

Кроме того, допускается, что залоговый портфель может быть представлен в виде совокупности предметов залога или залоговых портфелей различного уровня, которые идентичны по природе, а также имеют подобные процессы создания и управления независимо от уровня, что позволяет рассматривать его в качестве фрактального объекта (*рис. 2*).

Предложенный подход является допущением и своеобразным ограничением исследования, что, однако, позволяет авторам рассматривать процесс моделирования цифрового двойника залогового портфеля с позиции управления единичным предметом залога и допускает возможность масштабирования цифрового двойника до размеров реального залогового портфеля любого уровня. Данный подход не только базируется на логических рассуждениях авторов о структуре залогового портфеля как совокупности предметов залога, но и обоснован в рамках ранее проведенных исследований в области управления процессами обеспечения ссуд залогом [16].

Исследуя концепцию технологии цифрового двойника, зарубежные и российские специалисты указывают на наличие того факта, что обобщенная модель цифрового двойника включает пять типизированных элементов, подходящих для создания как цифрового двойника вещи, так и процесса [5, 14].

1. Данные (база данных об объекте) представляют собой совокупность хронологически упорядоченной информации о моделируемом объекте (качественные и количественные характеристики; проводимые над объектом операции или процессы, в которых объект принимает участие, включая результаты воздействия на объект со стороны как внешних, так и внутренних факторов и др.).
2. Моделируемый элемент (объект — источник данных) — непосредственный объект моделирования (физический объект, процесс, система и т.п.).

3. Виртуальный элемент (модель объекта — двойник) — упорядоченная и специальным образом объединенная совокупность данных, позволяющая не только представить моделируемый объект в различных аспектах, но и синтезировать новую информацию о моделируемом объекте (прогнозировать изменение его характеристик под влиянием различных условий (факторов) и др.).
4. Сервисный элемент (интерфейс пользователя) — информационная панель данных, позволяющая гибко отображать информацию о моделируемом элементе и обеспечивающая возможность отслеживания и анализа изменений его характеристик и свойств, возникающих в процессе управления или влияния внешних факторов.
5. Коммуникационный элемент (система взаимосвязи элементов) — совокупность средств, обеспечивающих взаимосвязь между элементами формирования и управления моделью за счет передачи данных от одного элемента другому, а также обеспечивающих возможность влияния как на виртуальный элемент, так и на моделируемый элемент.

Авторы полагают, что каждый моделируемый объект обладает уникальностью, которая выражается не столько в характеристиках моделируемого объекта и связанных с ним процессах, сколько в окружающих его условиях (факторах). Кроме того, дополнительную и ключевую особенность моделируемому объекту придает качество управления. Таким образом, по мнению авторов, предложенная зарубежными и российскими специалистами система типизированных элементов может быть расширена и адаптирована в целях решения поставленной задачи и построения системы ключевых элементов цифрового двойника для бинарных объектов (залоговых портфелей). В контексте исследования целесообразно принимать во внимание не только возможные изменения объекта во времени, смоделированные технологией цифровых двойников, но и приобретение объектом уникальности и формирование отличий от других однородных объектов. Подобная уникальность приобретается не только за счет потребности модели в калибровке, но и в результате влияния других условий в процессе жизненного цикла объекта.

В своих работах многие авторы указывают на то, что в основу моделирования объекта по технологии цифрового двойника может быть положен процесс, описывающий жизненный цикл моделируемого объекта² [6, 17], а следовательно, процессный подход. Руководствуясь этим подходом, авторы полагают, что использование метода имитации жизненного цикла возможно и для формирования модели цифрового двойника залога. Однако рассматриваемые объекты (предметы залога) обладают бинарными характеристиками и по своей природе уникальны, поскольку находятся одновременно в двух пространствах, а именно: в форме физически выраженной (реальной) вещи и в цифровой форме, не исключительно

² Downey J. What Is Digital Twin Technology And How It Benefits Manufacturing In The Industry 4.0 Era? SL Controls, 2020. URL: <https://slcontrols.com/what-is-digital-twin-technology-and-how-can-it-benefit-manufacturing/>

как процесс, но как право требования физического имущества, отражаемое в цифровом формате. Значит, для построения цифрового двойника объекта подобного рода требуется произвести синтез между общепринятыми структурами формирования модели цифрового двойника материального объекта и цифрового двойника процесса. Авторы выражают согласие с приведенной позицией и разделяют предложенный исследователями подход по формированию структуры цифрового двойника в качестве базового подхода.

Обобщая результаты проведенных исследований, авторы предлагают дополнить пятиэлементную структуру модели типизированных элементов цифровых двойников объекта тремя типизированными элементами цифрового двойника процесса, а именно:

- контроллеры (датчики) — совокупность средств и/или лиц (исполнителей), обеспечивающих передачу данных о характеристиках и свойствах моделируемого объекта в конкретный момент времени, а также использующих сервисный элемент для получения требований об условиях жизни объекта и/или необходимости внесения изменения, условий (факторов) и т.п.;
- внешний элемент (условия и т.п.) — совокупность самостоятельных (неуправляемых и/или независимых) условий (факторов), влияющих на характеристики и свойства моделируемого объекта в процессе его жизненного цикла и т.п.;
- управляющий элемент (пользователь и т.п.) — совокупность средств и/или лиц (владельцев), использующих сервисный элемент для управления моделью за счет передачи данных в базу данных об объекте и/или о необходимых (требуемых) характеристиках объекта, условиях его жизни и тем самым оказывающих управляемое влияние как на виртуальный элемент, так и на моделируемый объект через контроллеры данных.

По мнению авторов, восьмиэлементная модель в наилучшей степени подходит для создания моделей цифрового двойника таких бинарных объектов, как залог или их совокупности в форме залогового портфеля и подобных моделей. Результаты проведенного синтеза типизированных элементов системы цифрового двойника вещи и процесса отражены в виде формализованной схемы, которая представляет собой обобщенную схему взаимосвязи ключевых элементов системы цифрового двойника бинарного объекта, залога или залогового портфеля (рис. 3).

Представленная структура восьмиэлементной модели цифрового двойника залогового портфеля положена в основу настоящего исследования и использует методы абстрактно-логического, системного анализа с элементами моделирования. Представленные выводы рассматриваются авторами как варианты решения задачи по определению средств и элементов, необходимых для формирования модели

цифрового двойника залога, на основе которых мы попытаемся ответить на вопрос применимости рассматриваемой технологии цифрового двойника.

Жизненный цикл и данные о залоге (результаты)

Анализируя процессы управления залогом в России, описываемые в работах ученых и практиков [18—21], предлагается сформировать жизненный цикл предмета залога и формализовано представить его в виде четырех основных этапов:

- 1) выбор залога, формирование данных о залоговой массе (залогового пула), как совокупности материальных объектов, предлагаемых в качестве обеспечения кредита и/или рассматриваемых к залогу залогодержателем/залогодателем;
- 2) анализ залога, исследование предмета залога и формирование экспертного мнения специалиста или группы специалистов по работе с залогами (заключение) о залоговой массе (залоговом пуле) на основе представленных, обработанных и синтезированных данных;
- 3) оформление залога, залогового портфеля посредством оформления договора залога и проведения финальной валидации данных об оформляемом имуществе в качестве предметов залога;
- 4) сопровождение залога, формирование на регулярной (периодической) основе экспертного мнения (суждения) специалиста или группы по работе с залогами (заключение), а также осуществление калибровки данных о предмете залога.

Каждый этап включает в себя различные взаимно дополняющие операции. При этом операции отдельных этапов могут проходить как параллельно друг с другом, так и последовательно, согласно целям соответствующего этапа. Особым этапом является сопровождение залога, в котором сфокусирована комбинация операций управления залогом в рамках его жизненного цикла. Специфика данного этапа заключается в следующих аспектах.

С одной стороны, происходит повторение операций, производимых на более ранних этапах и имеющих те же цели, но результатом является калибровка данных о предмете залога или залоговом портфеле в целом, например формирование заключения:

- о качественных и количественных характеристиках текущего предмета залога и производство операций по актуализации данных о предмете залога (в случае выявления изменений по результатам документарного или физического мониторинга);

- о стоимости текущего предмета залога и производство операций по актуализации данных о предмете залога (в случае выявления изменений по результатам стоимостного мониторинга) и др.

С другой стороны, особенность выражается в гибкой методологии исполнения и формирования алгоритмов проведения операций, где операции на этапе сопровождения залога могут не только быть скомбинированы в особом порядке, но одновременно инициировать операции этапов выбора залога и/или анализа залога, собираясь как модули, например формирование заключения:

- о текущем предмете залога (залоговом портфеле) и/или инициации операций выбора, анализа нового предмета залога или оформлению нового залога взамен имеющегося, что соответствует цели одного из более ранних этапов — выбор залога, анализ залога или оформление залога;
- о текущем предмете залога и/или инициации серии операций в отношении имеющегося предмета залога и оформление нового залога в дополнение к имеющемуся, что соответствует совокупности целей нескольких более ранних этапов – выбор и анализ залога или выбор, анализ и оформление залога;
- о текущем предмете залога и инициации операций, направленных на управление рисками залога с позиции залогодержателя и др.

Итогом реализации этапа может стать не только изменение предмета залога, но и прекращение действия договора залога в отношении отдельных его предметов, что приводит к ребалансировке залогового портфеля в целом.

Наконец, данный этап включает проведение уникальных процедур, направленных на обеспечение возможности эксплуатации залога залогодателем и снижение рисков залогодержателя в результате взаимовыгодного взаимодействия залогодателя с залогодержателем:

- 1) работа с обращениями залогодателя на предмет изменения качественных и количественных характеристик предмета залога;
- 2) взаимодействие залогодателя и залогодержателя по вопросам изменения условий эксплуатации и порядка использования предмета залога;
- 3) взаимодействие залогодателя и залогодержателя на предмет мониторинга исполнения обязательств третьих лиц по отношению к предмету залога (контроль исполнения обязательств по договорам поставки и т.п.) и др.

Следовательно, залогодатель и залогодержатель в качестве лиц, заинтересованных в эффективном управлении предметом залога, действуют совместно и/или осуществляют ряд взаимовыгодных операций. Зачастую такое взаимодействие нацелено на снижение рисков, присущих залоговым отношениям и управлению

заложенным портфелем. Кроме того, данный этап не ограничивается количеством итераций различных действий, инициированных в результате наступления различных внутренних или внешних условий. Более того, он не ограничивается числом производства параллельных операций, которые могут быть как взаимосвязаны между собой (осмотр залога для последующей переоценки на основе проведенного мониторинга), так и не взаимодействовать друг с другом (стоимостной мониторинг и работа с обращениями клиента для внесения изменений в обеспечительную документацию в целях изменения дислокации залога на новый адрес и т.п.).

Указанные особенности позволяют определить, что этап сопровождения залога подключается к потоку данных о залоге и в качестве источника, и в качестве потребителя данных. Эти выводы обусловлены, поскольку на настоящем этапе формируется ключевой запрос о влиянии внешних условий на предмет залога и учитывается влияние всех факторов и субъектов (залогодателя, залогодержателя и др.). Очевидно, что данный этап жизненного цикла залога является наиболее продолжительным по времени и оказывает весьма существенное влияние не только на предмет залога, но и на весь процесс цифрового потока данных о залоге.

Таким образом, описанный этап оценивается авторами как период, в течение которого фактически осуществляется управление залогом (заложенным портфелем) и формирование уникальных изменений в период жизненного цикла объекта модели цифрового двойника. Безусловно, в рамках этого этапа будет осуществляться использование цифрового двойника для целей управления залоговым портфелем с позиции соблюдения принципа обеспеченности кредита залогом, а значит, и использование сервисной части модели цифрового двойника. Проведенный анализ позволяет авторам решить задачу детального анализа жизненного цикла залога в коммерческом банке, представив ее в виде схемы (рис. 4) и проанализировать взаимосвязь типизированных элементов системы цифрового двойника залогового портфеля.

Сформированная авторами обобщенная схема ключевых элементов цифрового двойника залогового портфеля (рис. 3) позволяет интерпретировать взаимосвязи данных элементов в ходе процессов обработки потока данных о залоге в банке. В результате применения описанного в статье процессного подхода авторы получили возможность сформировать структуру цифрового потока данных о залоге и представить взаимосвязь ключевых элементов системы цифрового двойника залогового портфеля. Далее на примере отдельных ключевых элементов системы цифрового двойника рассмотрим их связи и роли в процессе потока данных о залоге.

Контроллеры данных (датчики), в роли которых могут выступать совокупность антропогенных и техногенных факторов и ресурсов банка (например, сотрудники банка, специализированные средства мониторинга, анализа и др.), обеспечивающих

непосредственное взаимодействие с залогом и осуществляющих выбор, анализ, оформление и/или сопровождающих залог на протяжении его жизненного цикла. Контроллеры данных на различных этапах жизненного цикла залога также осуществляют прямое взаимодействие с моделируемым объектом и проводят сбор, оцифровку, анализ, синтез, валидацию данных о залоге для последующей передачи в базу данных. Дополнительно в ходе взаимодействия контроллеры аккумулируют и передают часть данных о предмете залога (например, данные о стоимости залога, об оценке качественных характеристик, о факторах риска и их уровне и т.п.). Используя сервисный элемент (например, dashboard и т.п.), контроллеры данных получают информацию о результатах своего взаимодействия с моделируемым объектом, о результатах воздействия внешнего элемента (изменения конъюнктуры рынка, нормативно-правовой базы и т.п.) на моделируемый объект, а также информацию о требованиях, предъявляемых к предмету залога со стороны управляющего элемента, что формирует для контроллеров указания к действию. Следовательно, контроллеры данных являются инструментом управления моделируемым объектом в руках управляющего элемента (пользователя), который дает сигнал контроллерам посредством сервисного элемента.

Управляющий элемент (пользователь), в качестве которого может выступать центр стратегического управления залоговым портфелем, анализирует воздействие внешнего элемента на моделируемый объект через сервисный элемент и осуществляет косвенное управление контроллерами данных посредством формирования решений, условий и/или требований к залого, проецируя их для контроллеров данных на сервисный элемент. Проецирование осуществляется посредством принятия и внесения решений, условий и/или требований к залого в базу данных о предметах залога с последующей их обработкой через цифровую модель залога. В результате, применяя цифровую модель, центр стратегического управления залоговым портфелем получает возможность проигрывать множество последствий и результатов принимаемых решений, формировать необходимые показатели залога, которые становятся целями для контроллеров данных и/или инструкцией для них. Таким образом, центр стратегического управления залоговым портфелем, реагируя на воздействия внешнего элемента на моделируемый объект, осуществляет косвенное управление контроллерами данных, что обеспечивает управление жизненным циклом, состоянием, характеристиками залога и т.п.

База данных о моделируемом объекте (предмете залога), виртуальный элемент (цифровая модель объекта — предмета залога) и сервисный элемент (dashboard) в совокупности могут быть выражены в форме программного обеспечения — автоматизированной системы управления. Таким образом формируется единое цифровое пространство, обеспечивающее синхронизацию между ключевыми элементами системы цифрового двойника, где будет не только осуществляться хранение данных о залоге и воздействии на него со стороны внешних элементов и со стороны элементов системы цифрового двойника, но и обеспечиваться

управление отдельным предметом залога или совокупностью (залоговым портфелем). Кроме того, автоматизированная система управления выполняет функции коммуникационного элемента, отвечающего за прямые и косвенные связи. Исследование структуры процессов залоговой деятельности и жизненного цикла залога в сочетании с процессами потока данных о залоге позволяет авторам объединить их и представить общую схему интеграции элементов модели цифрового двойника во взаимоувязанные процессы залоговой работы и потока данных о предмете залога в банке (рис. 4).

Противоречия в использовании (обсуждение)

В ходе проведения исследования и составления обзора литературных источников, авторы не обнаружили работ, в которых рассматриваются подходы и методы создания систем управления залоговым портфелем с применением технологии цифровых двойников. В связи с этим провести качественное сравнение полученных авторами результатов с аналогичными или подобными результатами в настоящий момент не представляется возможным. Однако наличие указанных обстоятельств свидетельствует, по мнению авторов, о крайне высокой степени потребности банковского сектора в развитии систем управления залоговым портфелем посредством внедрения наиболее передового инновационного инструментария, каким является технология цифровых двойников. Кроме того, указанные обстоятельства могут говорить об отсутствии необходимого уровня зрелости системы управления залоговым портфелем в банковской сфере и о недостаточности уровня развития методологии внедрения подобных технологических инноваций. В этом контексте считаем уместным привести следующие аргументы:

- 1) отсутствие у банковского сектора средств для формирования ключевых элементов системы цифрового двойника залогового портфеля;
- 2) отсутствие стандартов реализации процессов залоговой деятельности;
- 3) отсутствие подходов и методов внедрения системы цифрового двойника в систему управления залоговым портфелем.

Вместе с тем авторы полагают, что уже на текущий момент банковский сектор обладает необходимыми ресурсами, позволяющими осуществить внедрение рассматриваемой технологии. Основанием для такого вывода может служить представленная совокупность фактов, отвечающая на аргументы приверженцев позиции незрелости системы управления залоговым портфелем.

Рассмотрим аргумент об отсутствии у банковского сектора средств для формирования ключевых элементов системы цифровых двойников залогового портфеля в контексте существования ключевых элементов. Начиная с внешнего элемента (условия), отметим, что он является самостоятельным ключевым элементом системы цифрового двойника залогового портфеля, существующим вне

зависимости от банковского сектора. Внешний элемент существует априори и оказывает влияние на залоговый портфель посредством законов природы, рыночных механизмов, изменений нормативно-правовой базы и т.п. В результате банковскому сектору остается лишь зафиксировать его влияние и реагировать на его воздействие, что в целом происходит в условиях проведения работы с залогом в период жизненного цикла предмета залога. Кроме того, управление залоговым портфелем в большей степени направлено на нивелирование рисков, формируемых внешним элементом. Данный факт обеспечивает один из восьми ключевых элементов системы цифрового двойника залогового портфеля.

Как отмечалось ранее, база данных о предметах залога, модель залогового портфеля и сервисный элемент (dashboard) в своей совокупности могут быть выражены в виде автоматизированной системы управления в форме программного обеспечения. Если говорить о таких элементах, как контроллеры данных (датчики) и центр стратегического управления (пользователь), необходимо отметить, что в условиях проведения работы с залогом штатным кадровым составом коммерческого банка в той или иной степени в обязательном порядке производятся все процессы, выделенные авторами для контроллеров данных (датчиков) и специалистов, уполномоченных осуществлять управление залоговым портфелем. Следовательно, у банка не возникает существенных проблем при форматировании штатной структуры специалистов (кадров), осуществляющих те или иные виды процессов работы с залогом в банке в целях выделения ролей контроллеров данных (датчиков) и формирования центров стратегического управления. Таким образом, обеспечивается два из семи оставшихся ключевых элементов, необходимых для системы управления залоговым портфелем с использованием технологии цифровых двойников.

Очевидно, что банковский сектор обладает потенциалом для развития используемого программного обеспечения для формирования автоматизированной системы управления залоговым портфелем, тем самым реализует необходимость наличия трех из оставшихся семи компонентов. Начиная с 2021 г. Банк России обязал банковский сектор в России предоставлять отчетность по форме № 0409310 «Сведения о предметах залога, принятых кредитными организациями в качестве обеспечения по ссудам»³, что свидетельствует о стандартизации подходов к учету залогового имущества и необходимости формирования базы данных о залоге. Таким образом, в основу системы цифрового двойника залогового портфеля положена база данных о предметах залога, формирование которой уже осуществляется. Оставшиеся два ключевых элемента системы цифрового двойника залогового портфеля представляют собой моделируемый объект (залоговый портфель), существование которого в банковском секторе не оспаривается, и коммуникационный элемент, также присутствующий в различных видах и формах

³ Указание Банка России от 12.05.2020 № 5456-У «О внесении изменений в Указание Банка России от 8 октября 2018 года № 4927-У «О перечне, формах и порядке составления и представления форм отчетности кредитных организаций в Центральный банк Российской Федерации».

(телекоммуникационная связь, нормативно-правовая база о правилах взаимодействия внутрибанковских структур и т.п.).

Рассматривая второй аргумент отсутствия стандартов для процессов осуществления залоговой деятельности, авторы допускают существование различных стандартов. Однако нормативно-правовая база, выраженная в законодательстве России, общепринятые правила учета обеспечения, а также результаты проведенного авторами анализа работ различных ученых и практиков позволили прийти к следующим выводам. Во-первых, все процессы залоговой работы делятся на пять типизированных основных этапов, описывающих жизненный цикл залога. При этом в различных банках на каждом из этапов может реализовываться меньше или больше процессов по работе с залогом, также могут присутствовать неуказанные авторами процессы (например, отсутствие регистрации или верификации залога и т.п.). Тем не менее указанные различия невозможно считать концептуальными и форматирующими, поскольку предложенные авторами этапы радикально не позволяют создать точки соприкосновения между ключевыми элементами системы цифрового двойника залогового портфеля. Во-вторых, реформирование процессов по предложенным авторами вариантам не является невыполнимой задачей, поскольку не нарушает концептуальных положений действующей нормативно-правовой базы России и соответствует современным практикам залоговой работы в банковском секторе. Следовательно, банковскому сектору достаточно выработать новую методологию, обеспечивающую возможность интеграции системы.

Третий аргумент отсутствия подходов и методов внедрения системы цифровых двойников в систему управления залоговым портфелем полностью поддерживается авторами. Именно он послужил основанием для проведения отдельного исследования. Однако представленная в контексте процессного подхода схема взаимосвязи процессов обработки потока данных о залоге, залоговой деятельности и жизненного цикла залога (*рис. 4*), по своей сути демонстрирующая архитектуру взаимоотношений общепризнанных типизированных элементов системы цифрового двойника, потребовала дополнения элементами для создания системы ключевых элементов, обеспечивающих формирование цифрового двойника залогового портфеля. Безусловно, представленная схема рассматривает модель цифрового двойника с позиции одного предмета залога, но вследствие универсальности представления может применяться для нескольких предметов залога одновременно (залогового портфеля) по кредитному продукту или на более высоком уровне в виде совокупности кредитных продуктов для клиента, для филиала или банка в целом. Кроме того, если принимать во внимание фрактальность залогового портфеля, предложенная схематическая модель может быть масштабирована вплоть до залогового портфеля банковского сектора. Более того, предложенная схема доказывает, что все процессы могут качественно коррелировать и дополнять друг друга, тесно взаимодействуя. Следовательно, полученные авторами результаты могут рассматриваться как способ внедрения технологии цифровых двойников

в систему управления залоговым портфелем и служить основой для формирования полноценного метода.

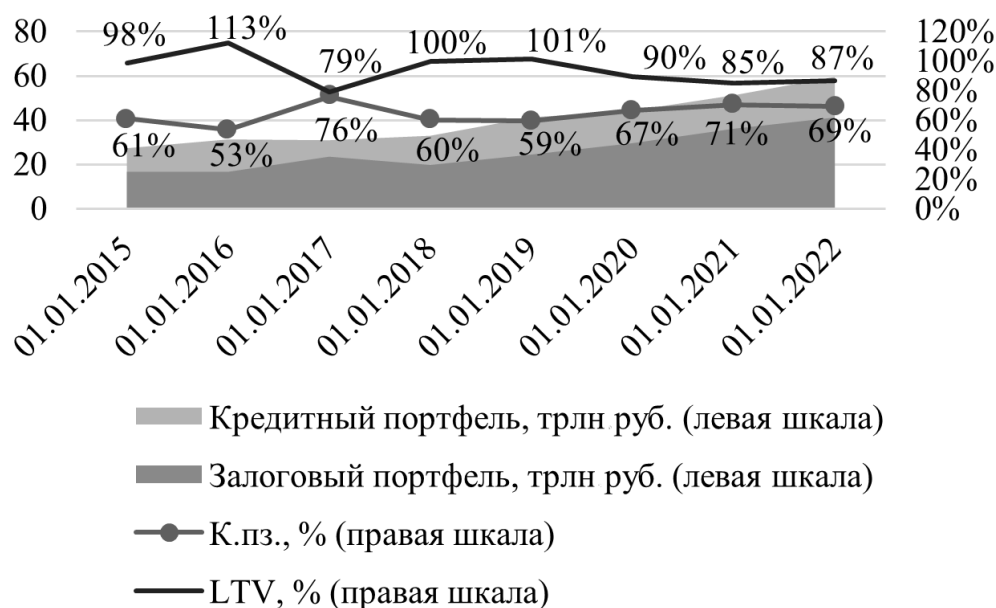
Это подтверждает теоретические возможности использования технологии цифрового двойника для управления залоговым портфелем и дает ответ на ключевой вопрос исследования о возможности применения технологии цифрового двойника для целей управления залоговым портфелем коммерческого банка.

Заключение

В настоящей работе авторами сформирован и представлен способ, обеспечивающий возможность создания системы управления залоговым портфелем коммерческого банка с применением технологии цифрового двойника. В качестве ответа на ключевой вопрос исследования о возможности использования названной технологии для управления залоговым портфелем в коммерческом банке авторы представили схему интеграции ключевых элементов модели цифрового двойника процесса во взаимосвязанные процессы залоговой работы и потока данных. Данная схема является наглядным теоретическим и научно обоснованным способом формирования инновационной системы управления залоговым портфелем, в основу которого положен процессный подход, нормативно-правовая база и общепринятые практики залоговой деятельности. Указанные обстоятельства позволяют сделать вывод о подготовке авторами базиса для формирования полноценного метода внедрения технологии цифровых двойников в систему управления залоговым портфелем. Полученные результаты дают возможность применить ключевые принципы и выделить основной подход к формированию системы управления залоговым портфелем с использованием технологии цифровой двойник в качестве инструментария.

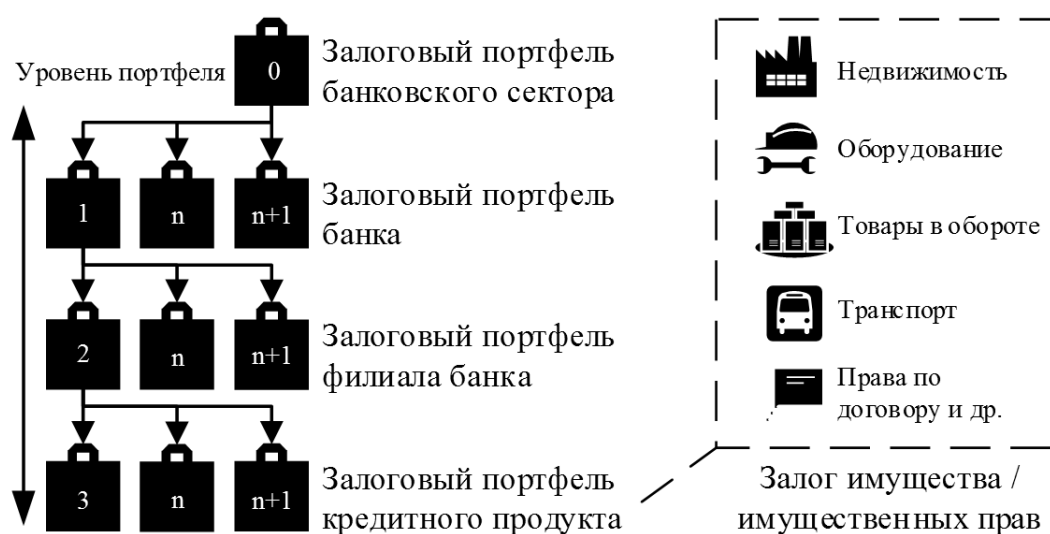
Результаты исследования имеют теоретическую и практическую значимость для субъектов банковского сектора не только в целях внедрения инноваций в систему управления залоговым портфелем, но и для выявления новых положений и практик залоговой деятельности (расширение спектра задействованных процессов, формирование или форматирование последовательности процессов залоговой деятельности и др.).

Кроме того, предложенный авторами способ открывает возможности для более глубокого исследования вопросов создания системы управления залоговым портфелем с применением технологии цифрового двойника, где в качестве целей установлено определение средств и инструментов внедрения данной технологии. Результатом более углубленных исследований становится формирование полноценного метода внедрения технологии цифрового двойника в систему управления залоговым портфелем.

Рисунок 1**Динамика показателей обеспеченности ссуд залогом****Figure 1****Changes in collateralization ratios**

Источник: авторская разработка по данным Банки.ру. URL: <https://www.banki.ru/banks/ratings>

Source: Authoring, based on Банки.ру data. URL: <https://www.banki.ru/banks/ratings>

Рисунок 2**Обобщенная схема структуры уровней залогового портфеля, указывающих на фрактальность его структуры****Figure 2****The structure of the collateral portfolio levels indicating the portfolio structure fractality: A general pattern**

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 3

Обобщенная схема ключевых элементов цифрового двойника бинарного объекта (залога, залогового портфеля и т.п.)

Figure 3

**The key elements of the digital twin of a binary object (collateral, collateral portfolio, etc.):
A general pattern**



Источник: авторская разработка

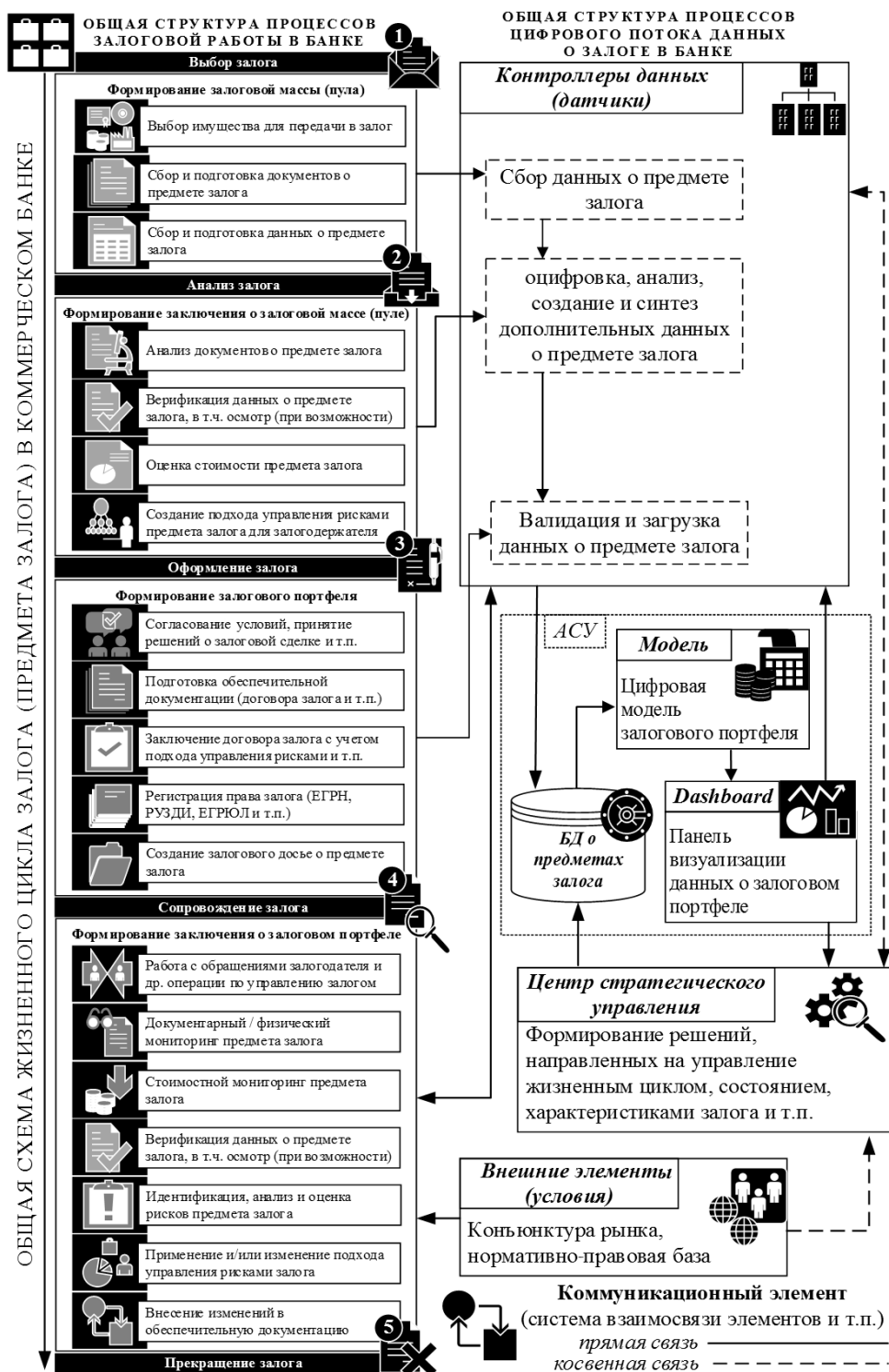
Source: Authoring

Рисунок 4

Общая схема интеграции ключевых элементов модели цифрового двойника залогового портфеля во взаимосвязанные процессы залоговой работы и потока данных

Figure 4

Integration of the key elements of the digital twin model of the collateral portfolio into the interrelated collateral management processes and data flow: A general pattern



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Дудин М.Н., Шкодинский С.В., Усманов Д.И. Ключевые тенденции и закономерности развития цифровых бизнес-моделей банковских сервисов в индустрии 4.0 // *Финансы: теория и практика*. 2021. Т. 25. № 5. С. 59—78.
URL: <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2021-25-5-59-78>
2. Орлов С.Н. Глобальная динамика и адаптация национальной экономики // *Интеллект. Инновации. Инвестиции*. 2022. № 1. С. 33—46.
URL: <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-1-33>
3. Тищенко А.А. Массовая оценка залогового портфеля: проблемы и пути решения // *Вестник Самарского государственного экономического университета*. 2021. № 8. С. 78—87. URL: <https://doi.org/10.46554/1993-0453-2021-8-202-78-87>
4. Боровков А.И., Гамзикова А.А., Кукушкин К.В., Рябов Ю.А. Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности. СПб: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2019. 62 с.
5. Fei Tao, Meng Zhang. Digital Twin Shop-Floor: A New Shop-Floor Paradigm Towards Smart Manufacturing. *IEEE Access*, 2017, vol. 5, pp. 20418–20427.
URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2756069>
6. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Цифровая модернизация нефтегазовой экосистемы — 2018 // *Актуальные проблемы нефти и газа*. 2018. № 2. С. 2.
URL: <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2018-21.art2>
7. Рыбин Е.Н., Амбарян С.К., Аносов В.В. и др. BIM-технологии // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2019. Т. 9. № 1. С. 98—105.
URL: http://journals.istu.edu/izvestia_invest/journals/2019/28/articles/09
8. Иванов С.А., Никольская К.Ю., Радченко Г.И. и др. Концепция построения цифрового двойника города // *Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика*. 2020. Т. 9. № 4. С. 5—23.
URL: <https://doi.org/10.14529/cmse200401>
9. Yong-Woon Kim, Sangkeun Yoo, Hyunjeong Lee, Sung Hei Kim, Soonhung Han. Characterization of Digital Twin. ResearchGate, September 3, 2020 through March 5, 2023. URL: <https://www.researchgate.net/publication/353930234>
10. Сапожников А.Ю., Кузнецов А.А., Маврина А.С., Куликов Г.Г. Применение цифрового двойника информационной платформы предприятия в производственных и учебных процессах с учетом функциональностоимостных и временных ограничений (на примере бизнес-процессов базовой кафедры информационных технологий) // *Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные*

- технологии, управление, радиоэлектроника. 2020. Т. 20. № 3. С. 47–56.
URL: <https://doi.org/10.14529/ctcr200305>
11. Kharat R., Bavane V., Jadhao S., Marode R. Digital Twin: Manufacturing Excellence Through Virtual Factory Replication. *Global Journal of Engineering Science and Researches*, 2018, pp. 6–15. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1493929>
 12. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Бекларян Г.Л. Разработка цифровых двойников для производственных предприятий // Бизнес-информатика. 2019. Т. 13. № 4. С. 7–16. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tsifrovyyh-dvoynikov-dlya-proizvodstvennyh-predpriyatiy>
 13. Родина Л.А. Разработка прототипов цифровых двойников управленческих процессов (на примере предложения нового товара) // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. 2020. Т. 18. № 2. С. 48–54.
URL: [https://doi.org/10.24147/1812-3988.2020.18\(2\).48-54](https://doi.org/10.24147/1812-3988.2020.18(2).48-54)
 14. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. М.: АльянсПринт, 2020. 401 с.
 15. Тищенко А.А. Современный аспект восприятия термина «залоговый портфель» // Финансовый журнал. 2019. № 4. С. 116–129.
URL: <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2019-4-116-129>
 16. Тищенко А.А. Виды обеспечительной стратегии в кредитно-обеспечительной политике банковского сектора России // Управление финансовыми рисками. 2020. № 2. С. 144–160. URL: <https://doi.org/10.36627/2221-7541-2020-2-2-144-160>
 17. Дозорцев В.М. Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология, технологии, платформы, перспективы. Часть 2. Ключевые технологии цифровых двойников. Типы моделирования физического объекта // Автоматизация в промышленности. 2020. № 11. С. 3–10.
URL: <https://doi.org/10.25728/avtprom.2020.11.01>
 18. Вольхин Н. Залоговик. Все о банковских залогах от первого лица. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 352 с.
 19. Коркина В.С. Оценка залоговых рисков в процессе проведения залоговой экспертизы // Российское предпринимательство. 2013. № 18. С. 68–78.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zalogovyh-riskov-v-protsesse-provedeniya-zalogovoy-ekspertizy>
 20. Минимулин Д.В. Управление залоговым риском на основе методов риск-менеджмента // Имущественные отношения в РФ. 2009. № 5. С. 72–83.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-zalogovym-riskom-na-osnove-metodov-riskmenedzhmenta>

21. Пашков Р.В., Юденков Ю.Н. Технология управления и оценки залогов в банке // Инновации и инвестиции. 2016. № 10. С. 61 — 69.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-upravleniya-i-otsenki-zalogov-v-banke>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

DIGITAL TWIN: APPLYING THE TECHNOLOGY TO MANAGE A COMMERCIAL BANK'S COLLATERAL PORTFOLIO

Sergei N. ORLOV^a,
Aleksandr A. TISHCHENKO^{b,*}

^a Institute of Economics, Ural Branch of Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg, Russian Federation
orlovs@list.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6042-8082>

^b Institute of Economics, Ural Branch of Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg, Russian Federation
tischalex@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8366-7075>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 3/2023

Received 9 January 2023

Received in revised form
23 January 2023

Accepted 6 February 2023

Available online

30 March 2023

JEL classification: G21

Keywords: digital twin,
collateral, portfolio,
data-flow control

Abstract

Subject. This article discusses the development of digital platforms for managing the collateral portfolio of a commercial bank.

Objectives. The article aims to develop recommendations for the introduction of innovative collateral portfolio management tools based on the *Digital Twin* technology, into the bank's collateral management process.

Methods. For the study, we used a process approach.

Results. The article proposes to synchronize the processes of collecting and processing data flows during the selection, analysis and registration of collateral within the life cycle of the collateral object to ensure the possibility of their correlation with the typed elements of the digital twin system. The article describes a general scheme for integrating the key elements of the digital twin model of the collateral portfolio with the interrelated processes of collateral management and the collateral data flow. This can be considered by practitioners as a way to create a digital twin of a collateral portfolio.

Conclusions and Relevance. The relevance of the efficiency of the banking sector of the national economy in the context of the ongoing change in the systemic cycle of capital accumulation and the need to transform process management systems in the banking sector require the introduction of technologies that provide opportunities for prompt, polymodal response to systematically arising challenges. The creation of a management system based on the *Digital Twin* technology helps form an effective toolkit in the field of collateral portfolio management in the context of the growth of lending by commercial banks projected for the coming years. The results obtained can serve as a basis for the development of collateral management systems for loans and other types of collateral.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2023

Please cite this article as: Orlov S.N., Tishchenko A.A. Digital Twin: Applying the Technology to Manage a Commercial Bank's Collateral Portfolio. *Finance and Credit*, 2023, vol. 29, iss. 3, pp. 575–600. <https://doi.org/10.24891/fc.29.3.575>

References

1. Dudin M.N., Shkodinskii S.V., Usmanov D.I. [Key trends and regulations of the development of digital business models of banking services in Industry 4.0]. *Finansy: teoriya i praktika = Finance: Theory and Practice*, 2021, vol. 25, no. 5, pp. 59–78. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2021-25-5-59-78>
2. Orlov S.N. [Global dynamics and adaptation of the national economy]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii = Intellect. Innovations. Investments*, 2022, no. 1, pp. 33–46. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-1-33>
3. Tishchenko A.A. [Mass evaluation of the collateral portfolio: problems and solutions]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = Vestnik of Samara State University of Economics*, 2021, no. 8, pp. 78–87. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.46554/1993-0453-2021-8-202-78-87>
4. Borovkov A.I., Gamzikova A.A., Kukushkin K.V., Ryabov Yu.A. *Tsifrovye dvoiniki v vysokotekhnologichnoi promyshlennosti* [Digital twins in high-tech industry]. St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University Publ., 2019, 62 p.
5. Fei Tao, Meng Zhang. Digital Twin Shop-Floor: A New Shop-Floor Paradigm Towards Smart Manufacturing. *IEEE Access*, 2017, vol. 5, pp. 20418–20427. URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2756069>
6. Dmitrievskii A.N., Eremin N.A. [Digital modernization of oil and gas ecosystems – 2018]. *Aktual'nye problemy nefti i gaza*, 2018, no. 2, p. 2. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2018-21.art2>
7. Rybin E.N., Ambaryan S.K., Anosov V.V. et al. [BIM technology]. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real Estate*, 2019, vol. 9, no. 1, pp. 98–105. URL: http://journals.istu.edu/izvestia_invest/journals/2019/28/articles/09 (In Russ.)
8. Ivanov S.A., Nikol'skaya K.Yu., Radchenko G.I. et al. [Digital twin of a city: concept overview]. *Vestnik YuUrGU. Seriya: Vychislitel'naya matematika i informatika = Bulletin of South Ural State University. Series: Computational Mathematics and Software Engineering*, 2020, vol. 9, no. 4, pp. 5–23. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.14529/cmse200401>
9. Yong-Woon Kim, Sangkeun Yoo, Hyunjeong Lee, Sung Hei Kim, Soonhung Han. Characterization of Digital Twin. ResearchGate, September 3, 2020 through March 5, 2023. URL: <https://www.researchgate.net/publication/353930234>
10. Sapozhnikov A.Yu., Kuznetsov A.A., Mavrina A.S., Kulikov G.G. [Application of the digital twin of the enterprise information platform in production and educational processes accounting functional, cost and time constraints (on the example of business

- processes of the information technology basic chair)]. *Vestnik YuUrGU. Seriya: Komp'yuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika* = *Bulletin of South Ural State University. Series: Computer Technologies, Automatic Control, Radioelectronics*, 2020, vol. 20, no. 3, pp. 47–56. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.14529/ctcr200305>
11. Kharat R., Bavane V., Jadhao S., Marode R. Digital Twin: Manufacturing Excellence Through Virtual Factory Replication. *Global Journal of Engineering Science and Researches*, 2018, pp. 6–15. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1493929>
 12. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Beklaryan G.L. [Developing digital twins for production enterprises]. *Biznes-informatika* = *Business Informatics*, 2019, vol. 13, no. 4, pp. 7–16. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tsifrovyyh-dvoynikov-dlya-proizvodstvennyh-predpriyatiy> (In Russ.)
 13. Rodina L.A. [Development of digital twins prototypes for management processes (on the example of a new product offer)]. *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya: Ekonomika* = *Herald of Omsk University. Series: Economics*, 2020, vol. 18, no. 2, pp. 48–54. (In Russ.) URL: [https://doi.org/10.24147/1812-3988.2020.18\(2\).48-54](https://doi.org/10.24147/1812-3988.2020.18(2).48-54)
 14. Prokhorov A., Lysachev M. *Tsifrovoi dvoynik. Analiz, trendy, mirovoi opyt* [Digital twin. Analysis, trends, world experience]. Moscow, Al'yansPrint Publ., 2020, 401 p.
 15. Tishchenko A.A. [Perception of the term "collateral portfolio": modern aspect]. *Finansovyi zhurnal* = *Financial Journal*, 2019, no. 4, pp. 116–129. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2019-4-116-129>
 16. Tishchenko A.A. [Types of security strategy in the credit and security policy of the banking sector of Russia]. *Upravlenie finansovymi riskami*, 2020, no. 2, pp. 144–160. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.36627/2221-7541-2020-2-2-144-160>
 17. Dozortsev V.M. [Digital twins in industry: genesis, composition, terminology, technologies, platforms, prospects. Part 2. Key technologies of digital twins. Types of modeling of a physical object]. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti* = *Automation in Industry*, 2020, no. 11, pp. 3–10. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.25728/avtprom.2020.11.01>
 18. Vol'khin N. *Zalogovik. Vse o bankovskikh zalogakh ot pervogo litsa* [All about bank deposits from the first person]. Moscow, Mann, Ivanov i Ferber Publ., 2014, 352 p.
 19. Korkina V.S. [Assessment of deposit risks in the process of pledged assets evaluation]. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* = *Russian Journal of Entrepreneurship*, 2013, no. 18, pp. 68–78. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zalogovyh-riskov-v-protseste-provedeniya-zalogovoy-ekspertizy> (In Russ.)
 20. Minimulin D.V. [Risk management mortgage on the basis of risk management]. *Imushchestvennye otnosheniya v RF* = *Property Relations in the Russian Federation*,

2009, no. 5, pp. 72–83. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-zalogovym-riskom-na-osnove-metodov-riskmenedzhmenta> (In Russ.)

21. Pashkov R.V., Yudenkov Yu.N. [Technology of management and assessment of pledges in bank]. *Innovatsii i investitsii = Innovations and Investments*, 2016, no. 10, pp. 61–69. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-upravleniya-i-otsenki-zalogov-v-banke> (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.