

Концепция повышения эффективности финансового риск-менеджмента на основе применения новых цифровых технологий

Владимир Александрович Кунин¹, Игорь Евгеньевич Рысков²

^{1, 2} Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, Санкт-Петербург, Россия

¹ v.kunin@spbacu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6296-4978>

² ingvar.ryskov@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-4870-1360>

Аннотация

Цель. Разработка авторской концепции повышения эффективности финансового риск-менеджмента на основе применения технологии создания и использования цифрового двойника предприятия.

Задачи. Формализовать проблемы существующих подходов к решению задач финансового риск-менеджмента предприятий реального сектора экономики; выявить тенденции развития цифровых двойников, сформулировать преимущества их практического применения и дать авторскую трактовку понятия «цифровой двойник предприятия»; построить и обосновать многослойную систему показателей цифрового двойника предприятия в контексте повышения эффективности финансового риск-менеджмента; разработать принципы построения цифрового двойника предприятия, ориентированные на решение задачи повышения эффективности финансового риск-менеджмента; определить задачи цифрового двойника предприятия с учетом повышения эффективности финансового риск-менеджмента; построить финансовое ядро цифрового двойника предприятия, содержащее общие для различных предприятий контуры формирования финансовых показателей, определяющих достижение целей финансового риск-менеджмента и его эффективность.

Методология. Исследование проведено на основе применения системного подхода, в процессе реализации которого использованы методы синтеза, логического сравнительного, факторного и графического анализа, базовые положения финансового риск-менеджмента и результаты, полученные в отечественной и зарубежной научной литературе о проблематике реализации подходов и методов финансового риск-менеджмента.

Результаты. Предложена авторская концепция повышения эффективности финансового риск-менеджмента на основе применения новых технологий создания цифровых двойников. В частности, посредством формализации проблем существующих подходов к решению задач финансового менеджмента, выявления тенденций развития методологии и технологий создания цифровых двойников изложена идея о повышении эффективности финансового риск-менеджмента на базе создания цифрового двойника предприятия. Предложена и обоснована многослойная система показателей, определяющих структуру этого цифрового двойника, определены задачи и разработаны принципы его построения, ориентированного на решение задач финансового риск-менеджмента. Построено финансовое ядро цифрового двойника предприятия, содержащее общие для различных предприятий контуры формирования финансовых показателей, определяющих достижение целей финансового риск-менеджмента и его эффективность. Дано качественное обоснование повышения эффективности финансового риск-менеджмента с применением предложенной в статье методической основы создания и использования цифровых двойников.

Выводы. Концептуальные положения построения и использования цифровых двойников для целей финансового риск-менеджмента, приведенные в статье, создают теоретическую и методическую базу повышения эффективности финансового риск-менеджмента с учетом применения новых цифровых технологий и могут служить основой практического построения эффективных систем финансового риск-менеджмента на предприятиях реального сектора экономики.

Ключевые слова: финансовый риск-менеджмент, финансовые риски, цифровой двойник предприятия, факторы риска, финансовое ядро, эффективность

Для цитирования: Кунин В. А., Рысков И. Е. Концепция повышения эффективности финансового риск-менеджмента на основе применения новых цифровых технологий // *Экономика и управление*. 2024. Т. 30. № 1. С. 80–96. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-1-80-96>

The concept of increasing the efficiency of financial risk management based on the application of new digital technologies

Vladimir A. Kunin^{1✉}, Igor E. Ryskov²

^{1, 2} St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, St. Petersburg, Russia

¹ v.kunin@spbacu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6296-4978>

² ingvar.ryskov@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-4870-1360>

Abstract

Aim. Development of the author's concept of increasing the efficiency of financial risk management on the basis of application of the technology of creating and using the digital twin of the enterprise.

Objectives. To formalize the problems of existing approaches to solving the problems of financial risk management of enterprises of the real sector of economy; to identify trends in the development of digital twins, to formulate the advantages of their practical application and to give the author's interpretation of the concept of "digital twin of the enterprise"; to build and substantiate a multilayer system of indicators of the digital twin of the enterprise in the context of improving the efficiency of financial risk management; to develop the principles of building a digital twin of the enterprise, focused on solving the problems of financial risk management.

Methods. The research was carried out on the basis of system approach, in the process of realization of which the methods of synthesis, logical comparative, factor and graphical analysis, basic provisions of financial risk management and the results obtained in domestic and foreign scientific literature on the problems of realization of approaches and methods of financial risk management were used.

Results. The author's concept of increasing the efficiency of financial risk management based on the application of new technologies for creating digital twins is proposed. In particular, by means of formalizing the problems of existing approaches to solving the problems of financial management, identifying trends in the development of methodology and technologies for creating digital twins, the idea of increasing the efficiency of financial risk management on the basis of creating a digital twin of the enterprise is outlined. The multilayer system of indicators defining the structure of this digital twin is proposed and substantiated, the tasks are defined and the principles of its construction oriented to solving the tasks of financial risk management are developed. The financial kernel of the digital twin of the enterprise is constructed, containing the contours of formation of financial indicators common for different enterprises, determining the achievement of the objectives of financial risk management and its efficiency. The qualitative substantiation of increasing the efficiency of financial risk management with the application of the methodological basis for the creation and use of digital twins proposed in the article is given.

Conclusions. Conceptual provisions of creation and use of digital twins for the purposes of financial risk-management, given in the article, create a theoretical and methodological basis for increasing the efficiency of financial risk-management taking into account the use of new digital technologies and can serve as a basis for practical construction of effective systems of financial risk-management at enterprises of the real sector of economy.

Keywords: financial risk management, financial risks, digital twin of the enterprise, risk factors, financial core, efficiency

For citation: Kunin V. A., Ryskov I. E. The concept of increasing the efficiency of financial risk management based on the application of new digital technologies. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2024;30(1):80-96. (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-1-80-96>

Введение

Российская экономика, так и не достигшая стабильности после кардинальной перестройки 90-х гг. XX в., заключавшейся в переходе от административно-плановой к рыночной системе управления, вновь подвергается существенной трансформации, которая обусловлена целым рядом факторов. С одной стороны, прослеживаются глобальные процессы технологического развития, характерные для техногенной цивилизации, которые сегодня выражены в активной цифровизации хозяйственной деятельности, получившей очередную импульс в виде смещения фокуса в направлении онлайн-торговли и дистанционного клиентского сервиса как реакции на ковидные локдауны. С другой — кардинальные изменения карты внешних торговых и финансовых потоков, вызванные ограничениями, возникшими на фоне геополитической напряженности и приводящие в том числе к росту волатильности на финансовых рынках, в частности на рынке валют.

С третьей стороны — действия государственных органов по кардинальному пересмотру структуры бюджетных расходов в пользу оборонной промышленности, а также существенное ужесточение денежно-кредитной политики Центрального банка Российской Федерации (ЦБ РФ). Эта трансформация несет для предприятий потребительского сектора экономики России как возможности по замещению своим ассортиментом продукции иностранных компаний, покинувших отечественный рынок, так и значительные трудности. Последние связаны со снижением способности закупать материалы, комплектующие и оборудование иностранного производства на фоне нарушения логистических цепочек, ограничений на платежи в основных валютах международных расчетов, ослабления рубля и повышения стоимости заемного финансирования.

Нестабильность экономики содержит в себе существенные риски для финансовой устойчивости и рентабельности финансово-хозяйственной деятельности отечественных предприятий. В этой связи менеджмент организаций должен владеть эффективными инструментами поддержки принятия инвестиционных, финансовых и управленческих решений, которые обеспечат ему возможность действовать не реактивно, реагируя на уже реализовавшиеся риски, а превентивно, то есть прогнозировать негативные события

и управлять рисками до их наступления. Принципиальной особенностью построения эффективной системы управления финансовыми рисками является наличие сложных взаимосвязей различных финансовых рисков как между собой, так и с предпринимательскими рисками других классов.

Это обстоятельство требует при управлении финансовыми рисками всестороннего учета указанных взаимосвязей, что обуславливает необходимость осуществления комплексного подхода к реализации финансового риск-менеджмента, требующего применения новых технологий. Современные технологии финансового риск-менеджмента должны обеспечить адекватную оценку воздействия сложной системы взаимосвязанных рисков на финансовые потоки и финансовые результаты хозяйственной деятельности предприятия, его стоимость, а также адекватную оценку эффективности предлагаемых мер по управлению финансовыми рисками и обеспечению конкурентоспособного устойчивого развития предприятия. Предлагаемая в настоящей статье концепция повышения эффективности финансового риск-менеджмента с учетом применения новых цифровых технологий ориентирована на решение этих задач, что и обуславливает актуальность темы и результатов проведенного исследования.

Результаты и обсуждение

Проблемы в процессе реализации подходов к финансовому риск-менеджменту предприятий реального сектора экономики

Классическая теория финансового риск-менеджмента предполагает, что управление рисками компании осуществляется в виде непрерывного цикла [1, р. 101], представленного на рисунке 1.

На этапе так называемой *идентификации рисков* необходимо выявить и классифицировать различные риски, которым подвержена компания. Уже на этой стадии у менеджмента могут возникнуть трудности ввиду того, что количество риск-факторов, влияющих только на одну группу рисков, может исчисляться десятками и даже сотнями [2, р. 11], а один и тот же риск-фактор может влиять сразу на несколько объектов риска. Особенно необходимо учитывать, что одни риски могут порождать другие, вызывая их лавинообразную генерацию [3].

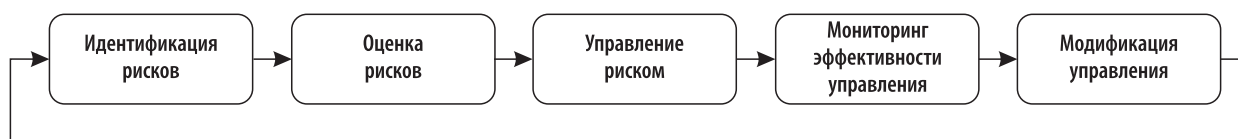


Рис. 1. Цикл финансового риск-менеджмента
Fig. 1. The cycle of financial risk management

Источник: авторская интерпретация-перевод иллюстрации из [1, p. 101].

Наконец, важно выявить не только риски, с которыми предприятие сталкивалось ранее, но и гипотетические. К настоящему времени не разработано общепринятой и одновременно исчерпывающей классификации рисков. Системы их классификации предложены ранее различными авторами. Среди них — Б. Мильнер и Ф. Лиис, М. М. Максимцов, А. Н. Фомичев, И. Т. Балабанов, В. А. Кунин, А. А. Лобанов. При идентификации рисков компания может опираться на одну из таких систем, однако итоговый перечень рисков будет для каждой организации уникальным, определяемым спецификой ее деятельности.

После того, как риски будут идентифицированы, необходимо оценить вероятность их наступления (это в ряде случаев является нетривиальной задачей), а также степень их влияния на ключевые финансовые показатели компании. Анализируемый негативный фактор может влиять на ключевые финансовые показатели предприятия не напрямую, а через одну или несколько цепочек промежуточных рисков, которые могут иметь взаимное влияние, и вследствие этого негативные последствия возникают лавинообразно [3]. В системе рисков предприятия могут возникать петли обратной связи, если одни риски порождают другие, которые, в свою очередь, приводят к усилению негативного эффекта исходных факторных рисков.

Примером может служить ситуация, при которой один из банков-кредиторов в связи с изменением своей политики прекращает кредитование текущей деятельности предприятия, что приводит к падению оборотов компании и, как следствие, ухудшению ее финансовых показателей. Это служит своеобразным «спусковым крючком», побуждающим остальных кредиторов также принимать решение о приостановке действия кредитных линий, что в итоге может обернуться проблемами с ликвидностью и привести к банкротству предприятия. Возник-

новение петель обратной связи приводит к образованию кольцевых структур рисков [3], в которые оказываются вовлеченными предпринимательские риски разных классов: хозяйственные, финансовые, репутационные, кадровые, иные. Происходит запуск разрушительного механизма положительной обратной связи, повышающий вероятность реализации наиболее опасных финансовых рисков потери финансовой устойчивости и банкротства.

В настоящее время отсутствует единый подход к оценке предпринимательского риска, а существующие методы оценки ориентированы в первую очередь на оценку рисков финансового инвестирования, банковской деятельности и страхования. Наиболее универсальным подходом к оценке широкого класса рисков предприятий нефинансовых секторов экономики является имитационное моделирование результатов их деятельности по широкому спектру сценариев [4; 5; 6]. Применение данного подхода требует построения сложных математических моделей зависимости ключевых финансовых показателей компании от факторов риска. При этом возникают проблемы, связанные с учетом взаимосвязи и взаимного влияния различных рисков, их многочисленных цепочек, а также адекватности предлагаемых математических моделей реальности.

Таким образом, хотя концепция финансового риск-менеджмента существует уже более полувека, она по-прежнему малоприменима к практическому управлению рисками предприятий реального сектора экономики. Вместе с тем развитие новых цифровых технологий позволяет нам предложить другую концепцию управления сложной системой рисков современного предприятия, ориентированную на повышение эффективности финансового риск-менеджмента на основе построения и практического применения цифрового двойника предприятия.

Краткая история появления и суть концепции цифровых двойников

Цифровой двойник — это виртуальное представление реальной сущности, которое содержит полное ее описание, позволяет достоверно моделировать ее поведение в режиме реального времени. Данная концепция берет начало от презентации, сделанной в 2002 г. профессором Майклом Гривсом (Michael Grieves) в Мичиганском университете. На одном из слайдов презентации изображен физический объект в реальном пространстве, его близнец в виртуальном пространстве, а также канал связи между реальным и виртуальным пространствами. Слайд иллюстрировал идею о том, что цифровая информационная конструкция о некой реальной системе может быть создана как самостоятельная сущность, которая станет выступать в роли «близнеца» информации, встроенной в эту систему, и будет связана с ней на протяжении всего жизненного цикла указанной реальной системы.

На базе приведенной идеи создана концептуальная модель, названная как «модель зеркальных пространств», «модель отображения информации». Ее использовал профессор Гривс в рамках собственного курса по управлению жизненным циклом продуктов. Название «цифровой двойник» нашло закрепление за концепцией только в 2011 г., благодаря коллеге М. Гривса — Джону Викерсу (John Vickers). В 2014 г. опубликована работа доктора М. Гривса под названием «Цифровой двойник: совершенство производства за счет репликации виртуальных фабрик». В ней профессор описал, каким образом за счет киберфизической интеграции фабрики с ее цифровым двойником можно повысить эффективность процесса производства продукта [7]. В 2017 г. издана совместная работа М. Гривса и Дж. Викерса. В ней освещены механизмы того, каким образом цифровой двойник может быть использован для смягчения непредсказуемого нежелательного эмерджентного поведения сложных недетерминированных систем — систем с непредсказуемым поведением, представляющих собой сложную сеть компонент, связанных между собой в отношении «многие ко многим». В этой работе М. Гривс и Дж. Викерс предлагают использовать цифровой двойник сложной недетерминированной системы для изучения последней и исследования ее свойств, а также проведения имитационного

моделирования в целях снижения непредсказуемости ее поведения [8].

Основной эффект от создания цифрового двойника сложной системы заключается в переносе изучения ее свойств и поведения в область виртуального пространства, что существенно расширяет возможности для проведения экспериментальных исследований. Цифровой двойник обеспечивает возможность осуществлять имитационное моделирование поведения сложной системы для любого множества состояния окружающей среды, даже тех, в которых реальной системы ранее не было. Это позволяет проводить анализ «что, если?», тестировать различные гипотезы и исследовать всевозможные сценарии, осуществляя стресс-тестирование и выявляя изменения, оказывающие на систему критическое воздействие. За счет моделирования, опережающего реальное время, цифровой двойник позволяет предсказывать будущие состояния сложной системы, обеспечивая возможность превентивно реагировать на угрозы возникновения нежелательных состояний.

Ввиду своей новизны концепция цифрового двойника предприятия проработана не до конца, и общепринятый подход к его созданию еще не выработан. Предприятие, будучи сложной системой, характеризуется различными аспектами существования: используемыми технологиями производства, перечнем имущества, организационной структурой, бизнес-процессами, корпоративной культурой и др. Попытка оцифровать их все будет сопряжена с определенными трудностями и потребует существенных ресурсов. Поэтому при построении цифрового двойника организации в первую очередь необходимо сосредоточиться на аспектах деятельности, которые существенны в контексте решаемой задачи.

Определение цифрового двойника предприятия как инструмента повышения эффективности финансового риск-менеджмента

В контексте задачи повышения эффективности финансового риск-менеджмента в статье предлагаем авторское уточнение понятия цифрового двойника предприятия. Под цифровым двойником предприятия будем понимать *множество взаимосвязанных логико-математических моделей, описывающих с высокой степенью достоверности функциональную зависимость динамики*

изменения всех ключевых финансовых показателей компании от влияющих на них факторов.

Влияющие факторы (параметры функции, входящей во множество моделей, образующих цифровой двойник предприятия) могут и выражать прошлые значения функции, и быть значениями других математических функций данного множества либо исходными параметрами, не зависящими от иных факторов. В свою очередь, эти исходные параметры могут отражать внутренние и внешние характеристики предприятия. Под внутренними понимают характеристики, которыми компания может управлять (например, производственные мощности, технические параметры станков, режим работы и сервисного обслуживания производственных линий, динамика (частота и объемы) поставок сырья и материалов, объем производства). Под внешними параметрами подразумевают макроэкономические, социальные, политические и иные факторы внешней среды, воздействующие на предприятие и порождающие внешние риски.

К внешним характеристикам предприятия, в частности, относятся характеристики окружающей среды, на которые предприятие влияет ограниченно или не влияет (например, цены на закупаемое сырье, тарифы на энергоресурсы, кадровый потенциал региона, безработица, уровень процентных ставок, индекс цен, курсы валют, доход домохозяйств). Поскольку внутренние и внешние характеристики со временем могут изменяться, факторы представляют собой динамические ряды, а функции — динамические модели. При формировании такого множества динамических моделей важно отразить корректную логику влияния одних показателей на другие и не допускать циклов: если показатель « a_i » является функцией показателя « b_i », показатель « b_i » является функцией от « c_i », а в свою очередь, « c_i » — функцией от « a_i ». В логической модели могут присутствовать петли обратной связи, если текущее значение « c_i » является функцией от прошлого состояния « a_{i-1} ».

Авторский подход к построению цифрового двойника предприятия в контексте решения задачи повышения эффективности финансового риск-менеджмента

Построение такой системы, составляющей цифровой двойник предприятия, целесообразно

разно начинать с набора моделей, описывающих зависимость ключевых финансовых показателей (выручки, себестоимости, прибыли, активов, собственного капитала, свободного денежного потока) от факторов, влияющих на них. Во-первых, эти показатели являются общепринятыми итоговыми метриками всех ключевых процессов предприятия; во-вторых, математические модели, их описывающие, уже разработаны. Факторы, определяющие ключевые финансовые метрики компании (факторы первого порядка), могут быть представлены в виде математических зависимостей от факторов второго порядка и т. д. Таким образом, построение цифрового двойника предприятия представляет собой процесс декомпозиции ключевых показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия на факторы, вплоть до окончательных внешних и внутренних характеристик системы.

Возможны два основных подхода к построению цифрового двойника предприятия. В рамках первого подхода создают цифровой двойник, полностью воспроизводящий в цифровом виде все экономические процессы предприятия. Идеология этого подхода к цифровому моделированию предложена в работах Ю. Д. Деревянко, В. Е. Брунмана, А. В. Кузнецова, В. А. Кунина и А. В. Поскрякова [4; 5; 6] в 2007–2008 гг., до распространения концепции цифровых двойников на процессы и системы. Предложенная и проработанная в указанных работах концепция ситуационного моделирования экономических процессов предусматривает полное цифровое моделирование в ускоренном режиме всех экономических процессов предприятия на уровне фактов хозяйственной жизни и очень сложна в практической реализации.

В настоящей статье предлагаем иную, более простую в реализации концепцию цифрового двойника предприятия, проблемно ориентированную на повышение эффективности финансового риск-менеджмента. Указанная концепция предусматривает построение финансового ядра предприятия и блоков цифровой оболочки, моделирующих воздействие внешней и внутренней среды предприятия на входы этого ядра. Моделирование воздействия внешней и внутренней среды, по нашему мнению, может осуществляться либо на базе искусственных нейросетей, либо на базе корреляционно-регрессионных моделей (при упрощенном подходе).

Можно выделить три уровня показателей, учитываемых или формируемых в цифровом двойнике предприятия:

1. Финансовое ядро цифрового двойника, содержащее итоговые (ключевые) метрики деятельности предприятия. Построение финансового ядра целесообразно начинать с показателей финансовой отчетности (выручки, себестоимости, прибыли, стоимости активов и обязательств и др.), так как эти показатели универсальны для всех компаний, а отношения между ними понятны и регламентированы. Кроме того, финансовое ядро должно содержать экспертный блок, включающий в себя иерархическую структуру показателей эффективности хозяйственной деятельности, к которым относятся ключевые показатели рентабельности и темпов развития бизнеса. Наличие этого блока позволяет в динамическом режиме оценивать воздействие внешних и внутренних факторов предпринимательских рисков и мер по управлению рисками на эффективность финансово-хозяйственной деятельности, вырабатывать рекомендации по корректировке этих мер и принимаемых инвестиционных, финансовых и управленческих решений.

2. Уровень промежуточных показателей — факторы, определяющие значение итоговых метрик, зависящие от исходных характеристик предприятия и окружающей среды. Это метрики отдельных бизнес-процессов предприятия, влияющих на итоговые финансовые показатели.

3. Поверхностный слой или внешний контур — уровень исходных характеристик, к которому в том числе относятся макро- и микроэкономические, а также социальные, политические, экологические и иные факторы, определяющие среду, в которой предприятие ведет деятельность.

Принципы построения цифрового двойника предприятия в контексте задачи повышения эффективности финансового риск-менеджмента

При построении цифрового двойника предприятия должны быть соблюдены следующие принципы:

1. **Полнота.** Данный принцип упоминается в определении цифрового двойника, сформулированном профессором М. Гривсом. В отличие от моделей другого типа (например, финансовых), цифровой двойник предприятия в целом должен описы-

вать компанию в полной мере, с учетом всех аспектов ее финансово-хозяйственной деятельности, а также факторов внешнего окружения, на эти аспекты влияющих. Очевидно, что на практике при реализации указанного принципа могут возникнуть проблемы, поскольку действующее предприятие представляет собой сложную систему с большим количеством составных элементов (активы, виды деятельности, персонал, процессы, окружение), разнообразными отношениями между ними и множеством внешних факторов, влияющих на элементы системы.

2. **Релевантность.** Стремление к полноте описания объекта в виде его цифрового двойника должно иметь разумные пределы и происходить по траектории, от наиболее существенных аспектов к наименее существенным. Нет смысла строить сложные математические модели для описания влияния на ключевые показатели эффективности финансово-хозяйственной деятельности предприятия некоторого фактора, если само по себе это влияние характеризуется как незначительное.

3. **Адекватность.** Поскольку цифровой двойник, в отличие от цифровой тени, должен обладать «предсказательным потенциалом», то есть иметь возможность моделировать поведение ключевых показателей эффективности финансово-хозяйственной деятельности предприятия в различных ситуациях, в том числе в таких, в которых предприятие ранее не оказывалось, то вполне естественным представляется требовать от него высокой точности такого предсказания.

4. **Связность.** Данный принцип вытекает из принципов полноты и адекватности. В отличие от остальных моделей, способных описывать лишь некоторые аспекты финансово-хозяйственной деятельности компании (например, финансовая модель отдельного направления деятельности либо проекта), цифровой двойник предприятия должен не только моделировать все процессы внутри финансовой системы, но и учитывать взаимное влияние одних аспектов деятельности предприятия на другие.

5. **Информационная достоверность.** Так как результаты моделирования с применением цифрового двойника впоследствии распространяются на реальную деятельность предприятия, то важным видится то, чтобы это описание не было искаженным.

Цифровой двойник предприятия, построенный в указанной логике, моделирует влияние внутренних характеристик основных и вспомогательных бизнес-процессов (закупки сырья и материалов, производства, хранения и сбыта продукции, управления оборотным капиталом и финансирования деятельности, др.), а также факторов внешнего окружения на ключевые финансовые показатели компании. Это дает возможность:

- 1) идентифицировать риск-факторы, оказывающие влияние на ключевые показатели компании;
- 2) определять, как одни риски порождают другие;
- 3) проводить анализ чувствительности — оценивать, в какой мере тот или иной риск сказывается на изменении итоговых метрик;
- 4) определять критические значения риск-факторов — такие значения, при которых один или несколько итоговых целевых показателей выходят за границы допустимого диапазона;
- 5) для любого сценария изменения характеристик окружающей среды определять значения внутренних параметров бизнес-процессов, оптимизирующие целевые показатели.

Построение финансового ядра цифрового двойника предприятия

Чтобы обеспечить связность цифрового двойника предприятия, предлагаем начать его построение с формирования единого показателя, содержащего в себе оценку результатов всех существенных аспектов финансово-хозяйственной деятельности компании — стоимости бизнеса. В соответствии с популярной теорией М. Фридмана данный показатель отражает главную цель деятельности компании — рост благосостояния его акционеров.

Стоимость бизнеса может быть оценена доходным подходом, как дисконтированный свободный денежный поток (то есть сумма будущих чистых денежных потоков по операционной, инвестиционной и финансовой деятельности предприятия), скорректированный на недостаточную ликвидность бизнеса и стоимость нефункционирующих активов. В свою очередь, чистый денеж-

ный поток по операционной деятельности может быть найден, исходя из величины чистой прибыли предприятия за период, скорректированной на амортизацию и изменение чистого оборотного капитала (так называемый косвенный метод построения отчета о движении денежных средств).

Чистый денежный поток по инвестиционной деятельности служит результатом изменения финансовых вложений и внеоборотных активов, скорректированного на изменение выданных авансов и кредиторской задолженности поставщикам по операциям, связанным с приобретением внеоборотных активов. Чистый денежный поток по финансовой деятельности может быть определен, исходя из суммы совокупного изменения полученных предприятием кредитов и займов и выплаченных дивидендов. Данные зависимости показаны на рисунке 2, а формулы приведены в таблице 1.

Чистая прибыль, формирующая операционный денежный поток, может быть взята из отчета о доходах и расходах (другое название — отчет о прибылях и убытках). Логическая схема формирования этого показателя представлена на рисунке 3, а формулы расчета приведены в таблице 2.

Такие показатели, как «выручка нетто», «прямые производственные расходы», «коммерческие расходы» и «управленческие расходы», «прочие доходы» и «прочие расходы», являются стандартными элементами отчета о доходах и расходах любого предприятия реального сектора экономики. Но их формирование зависит от специфики деятельности каждого предприятия (либо отрасли, к которой предприятие принадлежит). Модели, описывающие эти показатели, не входят в слой финансового ядра цифрового двойника предприятия, а относятся к слою промежуточных показателей, являющихся результатами технологических и бизнес-процессов компании. Построение математических моделей цифрового двойника для данных показателей должно осуществляться в такой же логике, что и для моделей финансового ядра, то есть через определение факторов, влияющих на эти показатели.

Поскольку результаты финансово-хозяйственной деятельности предприятия в отчете о доходах и расходах формируются по методу начисления, то есть по факту их совершения, независимо от фактического времени их оплаты, то для определения чистого денежного потока по операционной

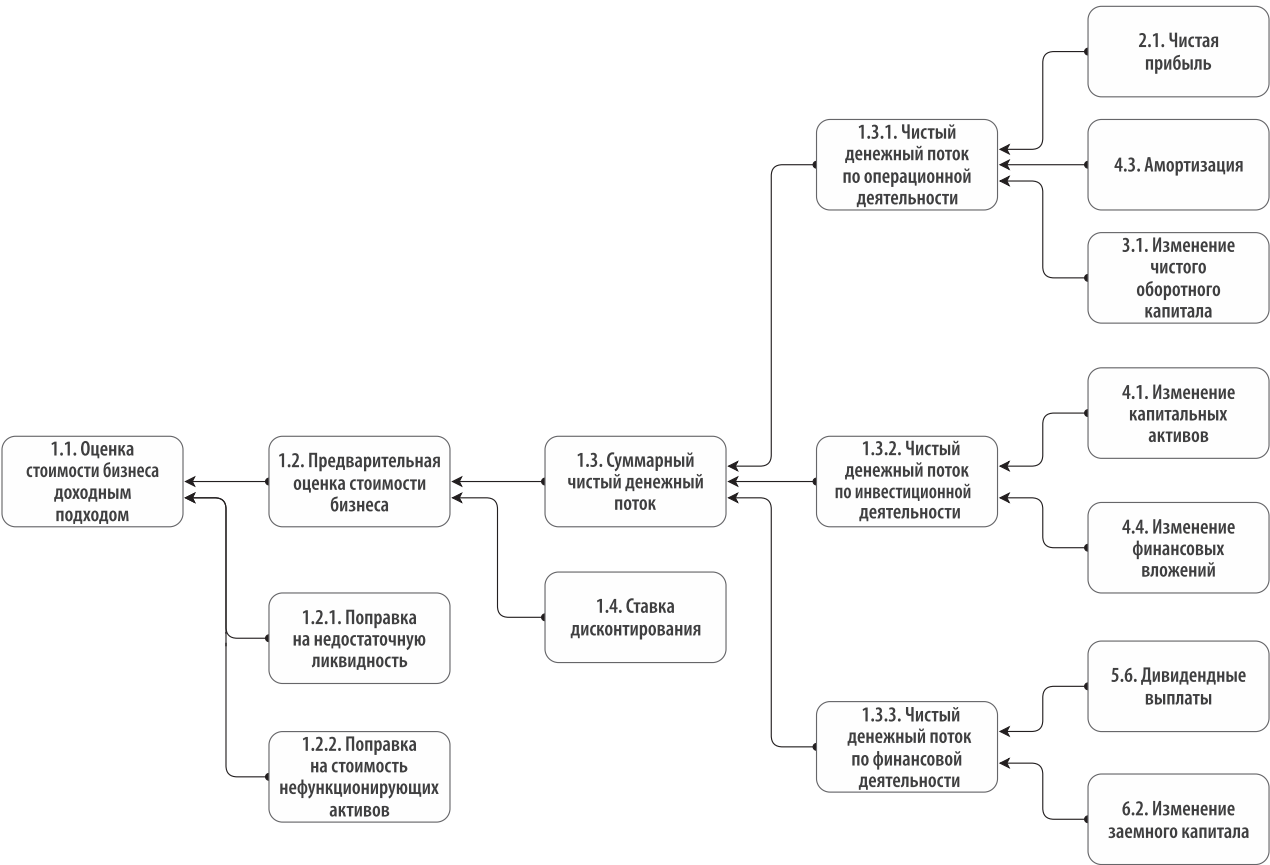


Рис. 2. Блок № 1 «Оценка стоимости бизнеса методом дисконтирования свободных денежных потоков»
Fig. 2. Block No. 1 “Estimation of business value by the method of discounting free cash flows”

Таблица 1

Функциональные зависимости Блока № 1 финансового ядра цифрового двойника
Table 1. Functional dependencies of Block No. 1 of the financial core of the digital twin

Обозначение на схеме	Обозначение в формулах	Формула расчета / комментарий
1.1. Оценка стоимости бизнеса доходным подходом	СБД	$СБД = ПрСБД - Кор_НЛ - Кор_СтНФА$
1.2. Предварительная оценка стоимости бизнеса	ПрСБД	$ПрСБД = \sum_{t=0}^T \frac{ЧДП_t}{(1 + СтДиск)^t} + \frac{ЧДП_T \cdot (1 + КоэфРПП)}{(СтДиск - КоэфРПП)}$
1.2.1. Поправка на недостаточную ликвидность	Кор_НЛ	
1.2.2. Поправка на стоимость нефункционирующих активов	Кор_СтНФА	
1.3. Суммарный чистый денежный поток	ЧДП	$ЧДП_t = ЧДПОД_t + ЧДПИД_t + ЧДПФД_t$
1.3.1. Чистый денежный поток по операционной деятельности	ЧДПОД	$ЧДПОД_t = ЧП_t + АО_t - \Delta ЧОК_t$
1.3.2. Чистый денежный поток по инвестиционной деятельности	ЧДПИД	$ЧДПИД_t = -\Delta КА_t - \Delta ФВ_t$
1.3.3. Чистый денежный поток по финансовой деятельности	ЧДПФД	$ЧДПФД_t = \Delta ЗК_t - ДВ_t$
1.4. Ставка дисконтирования	СтДиск	
2.1. Чистая прибыль	ЧП	См. Блок № 2
3.1. Изменение чистого оборотного капитала	$\Delta ЧОК$	См. Блок № 3
4.1. Изменение капитальных активов	$\Delta КА$	См. Блок № 4
4.4. Изменение финансовых вложений	$\Delta ФВ$	См. Блок № 4
4.3. Амортизация	АО	См. Блок № 4
5.6. Дивидендные выплаты	ДВ	См. Блок № 5
6.2. Изменение заемного капитала	$\Delta ЗК$	См. Блок № 6

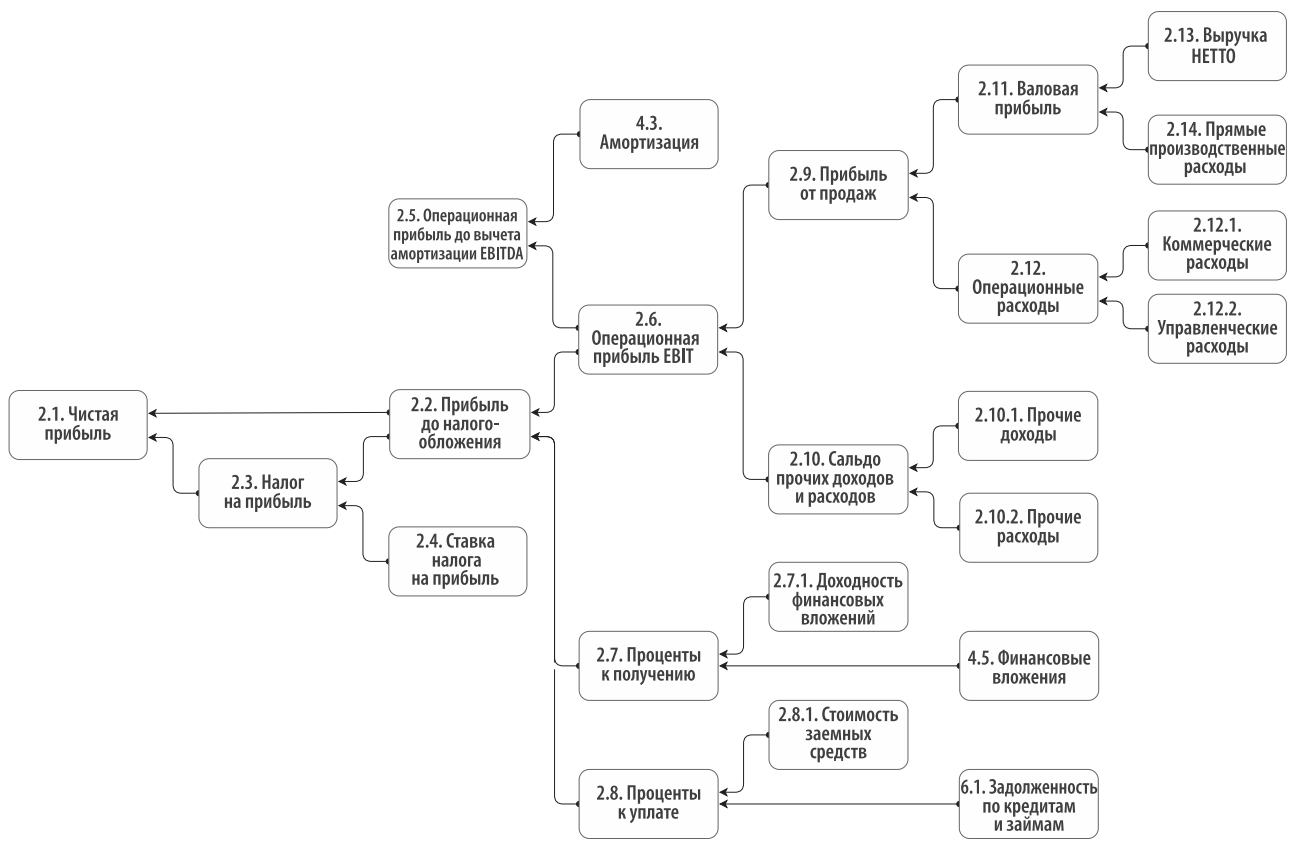


Рис. 3. Блок № 2 «Формирование чистой прибыли»
Fig. 3. Block № 2 “Formation of net profit”

Таблица 2

Функциональные зависимости Блока № 2 финансового ядра цифрового двойника

Table 2. Functional dependencies of Block No. 2 of the financial core of the digital twin

Обозначение на схеме	Обозначение в формулах	Формула расчета
2.1. Чистая прибыль	ЧП	$ЧП_t = ПДНО_t - НП_t$
2.2. Прибыль до налогообложения	ПДНО	$ПДНО_t = EBIT_t + ПроцПол_t - ПроцУпл_t$
2.3. Налог на прибыль	НП	$НП_t = СтНП \cdot ПДНО_t$
2.4. Ставка налога на прибыль	СтНП	
2.5. Операционная прибыль до вычета амортизации EBITDA	EBITDA	$EBITDA_t = EBIT_t + АО_t$
2.6. Операционная прибыль EBIT	EBIT	$EBIT_t = ППР_t + СПРДиР_t$
2.7. Проценты к получению	ПроцПол	$ПроцПол_t = (ФВ_{t-1} + ФВ_t) / 2 \cdot ДохФВ_{t-1}$
2.7.1. Доходность финансовых вложений	ДохФВ	
2.8. Проценты к уплате	ПроцУпл	$ПроцУпл_t = (ЗК_{t-1} + ЗК_t) / 2 \cdot СтЗС_{t-1}$
2.8.1. Стоимость заемных средств	СтЗС	
2.9. Прибыль от продаж	ППР	$ППР_t = ВП_t - ОРЕХ_t$
2.10. Сальдо прочих доходов и расходов	СПРДиР	$СПРДиР_t = ПрочДох_t - ПрочРасх_t$
2.10.1. Прочие доходы	ПрочДох	
2.10.2. Прочие расходы	ПрочРасх	
2.11. Валовая прибыль	ВП	$ВП_t = ВырН_t - ТехнСебест_t$
2.12. Операционные расходы	ОРЕХ	$ОРЕХ_t = КоммРасх_t + УпрРасх_t$
2.12.1. Коммерческие расходы	КоммРасх	
2.12.2. Управленческие расходы	УпрРасх	
2.13. Выручка НЕТТО	ВырН	
2.14. Прямые производственные расходы	ТехнСебест	
4.5. Финансовые вложения	ФВ	См. Блок № 4
4.3. Амортизация	АО	См. Блок № 4
6.1. Задолженность по кредитам и займам	ЗК	См. Блок № 6

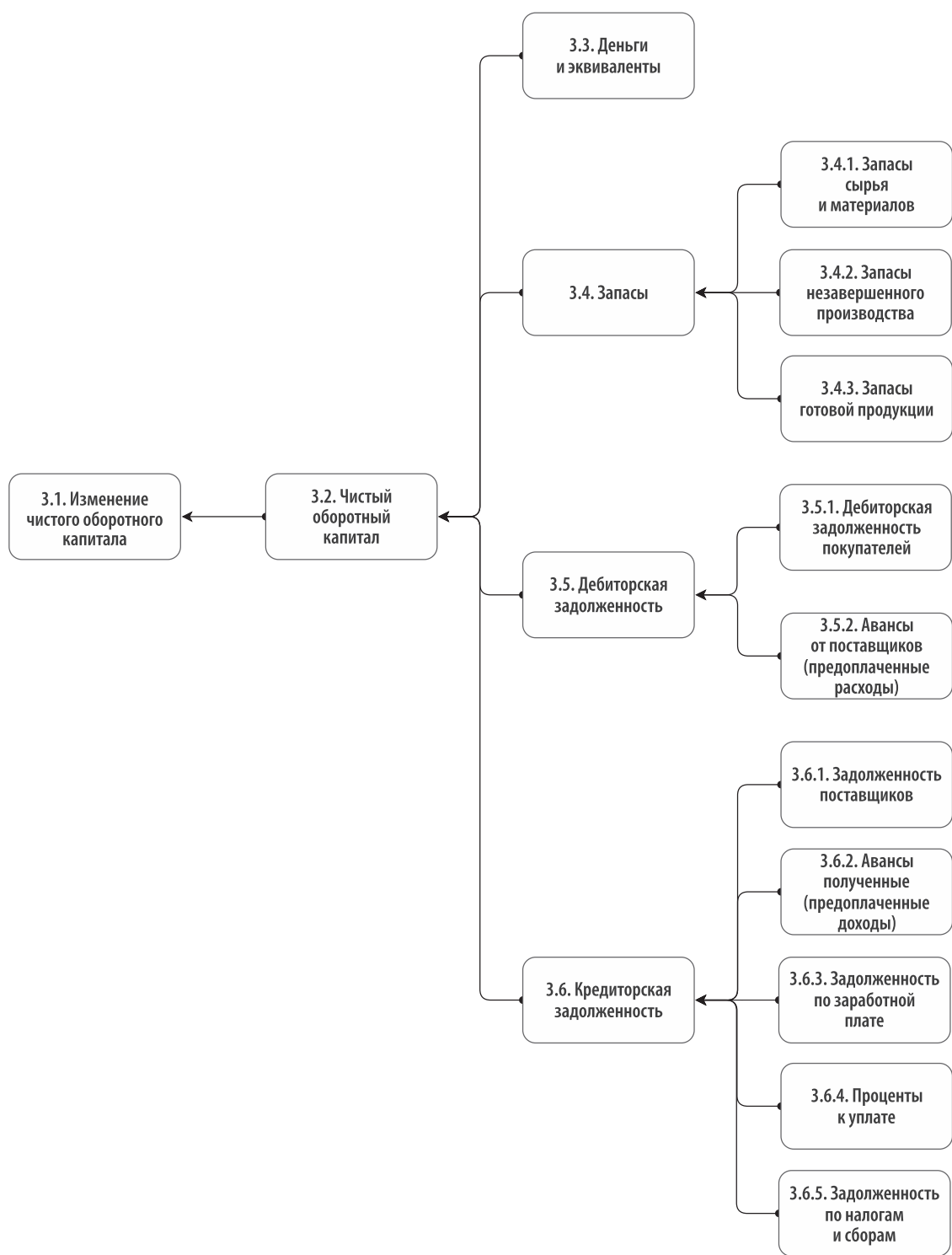


Рис. 4. Блок № 3 «Оборотный капитал»
Fig. 4. Block No. 3 "Working Capital"

деятельности чистая прибыль должна быть скорректирована на амортизационные отчисления (и аналогичные «неденежные» расходы), а также на величину изменения чистого оборотного капитала. Изложенный подход называют косвенным методом формирования отчета о движении денежных средств.

Оборотный капитал предприятия несложно определить, используя отчет о финансовом состоянии компании («Баланс»), который также служит одной из обязательных форм финансовой отчетности предприятия. Логическая схема формирования оборотного капитала отражена на рисунке 4, а формулы расчета даны в таблице 3.

Функциональные зависимости Блока № 3 финансового ядра цифрового двойника

Table 3. Functional dependencies of Block No. 3 of the financial core of the digital twin

Обозначение на схеме	Обозначение в формулах	Формула расчета
3.1. Изменение чистого оборотного капитала	$\Delta\text{ЧОК}$	$\Delta\text{ЧОК}_t = \text{ЧОК}_t - \text{ЧОК}_{t-1}$
3.2. Чистый оборотный капитал	ЧОК	$\text{ЧОК}_t = \text{ДС}_t + \text{Зап}_t + \text{ДЗ}_t - \text{КЗ}_t$
3.3. Деньги и эквиваленты	ДС	
3.4. Запасы	Зап	$\text{Зап}_t = \text{СиМ}_t + \text{НЗП}_t + \text{ГПрод}_t$
3.4.1. Запасы сырья и материалов	СиМ	
3.4.2. Запасы незавершенного производства	НЗП	
3.4.3. Запасы готовой продукции	ГПрод	
3.5. Дебиторская задолженность	ДЗ	$\text{ДЗ}_t = \text{ДЗПок}_t + \text{АвПост}_t$
3.5.1. Дебиторская задолженность покупателей	ДЗПок	
3.5.2. Авансы от поставщиков	АвПост	
3.6. Кредиторская задолженность	КЗ	$\text{КЗ}_t = \text{КЗПост}_t + \text{АвПок}_t + \text{ЗЗП}_t + \text{ПроцКУпл}_t + \text{ЗНиС}_t$
3.6.1. Задолженность поставщиков	КЗПост	
3.6.2. Авансы полученные	АвПок	
3.6.3. Задолженность по заработной плате	ЗЗП	
3.6.4. Проценты к уплате	ПроцКУпл	
3.6.5. Задолженность по налогам и сборам	ЗНиС	

Моделирование запасов, полученных и выданных авансов, дебиторской и кредиторской задолженности также находится за пределами финансового ядра, и его должны проводить с учетом специфики деятельности предприятия.

Одной из составляющих чистого денежного потока, используемого для оценки стоимости компании методом дисконтирования свободных денежных потоков, является чистый денежный поток по инвестиционной деятельности, который отражает движение денежных средств, связанное с формированием капитальных активов, размещением и возвратом финансовых вложений. Логика формирования чистого денежного потока по инвестиционной деятельности представлена на рисунке 5, а формулы расчета показателей содержатся в таблице 4.

Чистый денежный поток по финансовой деятельности, который входит в расчет оценки стоимости компании методом дисконтирования чистых денежных потоков, можно определить с учетом изменения величины кредитов и займов, полученных предприятием. При этом, исходя из равенства активов и пассивов предприятия, величину заемных средств, необходимых предприятию для ведения деятельности, можно определить как разность между суммой капитальных и текущих активов предприятия и суммой его собственного капитала

и текущих обязательств, что показано на рисунке 6 и в таблице 5.

Логическая схема формирования собственного капитала, используемого для определения потребности компании в заемных средствах, представлена на рисунке 7.

Расчет показателей, отраженных на схеме формирования собственного капитала, приведен в таблице 6.

Наконец, финансовое ядро цифрового двойника предприятия должно быть дополнено экспертным блоком, реализованным на основании известных факторных разложений ключевых показателей рентабельности и темпов развития бизнеса, образующих пирамидальную иерархическую структуру ключевых показателей эффективности хозяйственной деятельности предприятия. Структура экспертного блока отражена на рисунке 8, а формулы даны в таблице 7.

Выводы

В современных условиях, характеризующихся высоким уровнем неопределенности и внешних рисков, реализация эффективного финансового риск-менеджмента требует проработки и практического внедрения инновационных подходов, основанных на применении новых цифровых технологий. Применение таких технологий нацелено на повышение точности и достоверности, полу-

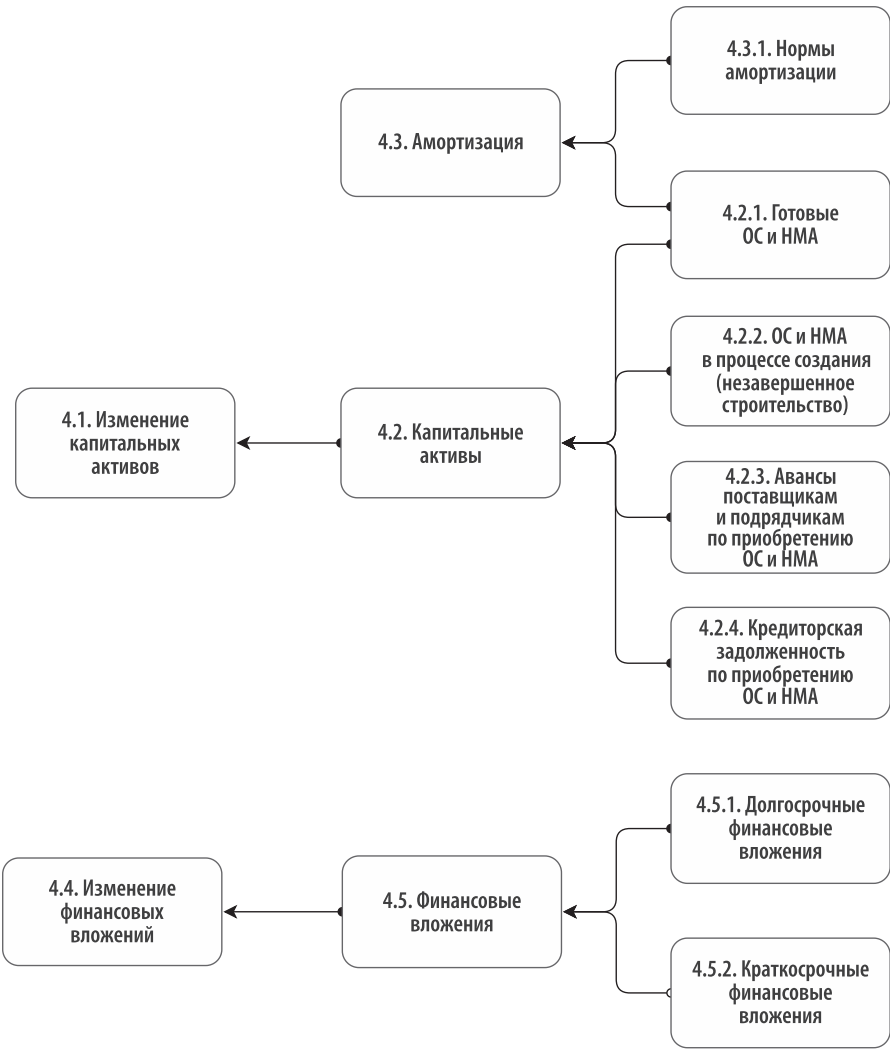


Рис. 5. Блок № 4 «Внеоборотные активы»
Fig. 5. Block No. 4 “Non-current Assets”

Таблица 4

Функциональные зависимости Блока № 4 финансового ядра цифрового двойника
Table 4. Functional dependencies of Block No. 4 of the financial core of the digital twin

Обозначение на схеме	Обозначение в формулах	Формула расчета
4.1. Изменение капитальных активов	ΔKA	$\Delta KA = KA_t - KA_{t-1}$
4.2. Капитальные активы	KA	$KA_t = OC_t + HZC_t + AvOC_t - KZOC_t$
4.2.1. Готовые ОС и НМА	OC	
4.2.2. ОС и НМА в процессе создания (незавершенное строительство)	HZC	
4.2.3. Авансы поставщикам и подрядчикам по приобретению ОС и НМА	$AvOC$	
4.2.4. Кредиторская задолженность по приобретению ОС и НМА	$KZOC$	
4.3. Амортизация	AO	
4.3.1. Нормы амортизации	$NormAO$	
4.4. Изменение финансовых вложений	ΔFB	$\Delta FB = FB_t - FB_{t-1}$
4.5. Финансовые вложения	FB	$FB_t = DFB_t + KFB_t$
4.5.1. Долгосрочные финансовые вложения	DFB	
4.5.2. Краткосрочные финансовые вложения	KFB	



Рис. 6. Блок № 6 «Заемный капитал»
Fig. 6. Block No. 6 “Borrowed Capital”

Таблица 5

Функциональные зависимости Блока № 6 финансового ядра цифрового двойника

Table 5. Functional dependencies of Block No. 6 of the financial core of the digital twin

Обозначение на схеме	Обозначение в формулах	Формула расчета
6.1. Задолженность по кредитам и займам	ЗК	$ЗК_t = ЗК_{t-1} + \Delta ЗК_{t-1}$
6.2. Изменение заемного капитала	$\Delta ЗК$	$\Delta ЗК_t = НЗК_{t-1} - ЗК_{t-1}$
6.3. Потребность в заемном капитале	НЗК	$НЗК_t = КА_t + ФВ_t + ЧОК_t - СК_t$
3.2. Чистый оборотный капитал	ЧОК	См. Блок № 3
4.2. Капитальные активы	КА	См. Блок № 4
4.5. Финансовые вложения	ФВ	См. Блок № 4
5.1. Собственный капитал	СК	См. Блок № 5



Рис. 7. Блок № 5 «Формирование собственного капитала»
Fig. 7. Block No. 5 “Formation of equity capital”

Таблица 6

Функциональные зависимости Блока № 5 финансового ядра цифрового двойника
Table 6. Functional dependencies of Block No. 5 of the financial core of the digital twin

Обозначение на схеме	Обозначение в формулах	Формула расчета
5.1. Собственный капитал	СК	$СК_t = УК_t + РК_t + ПрРеинв_t$
5.2. Уставный и добавочный капитал	УК	
5.3. Резервный капитал	РК	$РК_t = РК_{t-1} + ОРФ_t$
5.4. Нераспределенная прибыль	ПрРеинв	$ПрРеинв_t = ПрРеинв_{t-1} + ЧП_t - ОРФ_t - ОСН_t - ДВ_t$
5.5. Отчисления на социальные нужды	ОСН	
5.6. Дивидендные выплаты	ДВ	$ДВ_t = ДК_t \cdot ДоляДВ$
5.7. Дивидендный коридор	ДК	$ДК_t = ЧП_t - ОСН_t - ОРФ_t$
5.8. Отчисления в резервный фонд	ОРФ	$ОРФ_t = ЧП_t \cdot ДоляОРФ$
5.9. Доля отчислений в резервный фонд	ДоляОРФ	
5.10. Доля ЧП, направляемая на выплату дивидендов	ДоляДВ	
2.1. Чистая прибыль	ЧП	См. Блок № 2

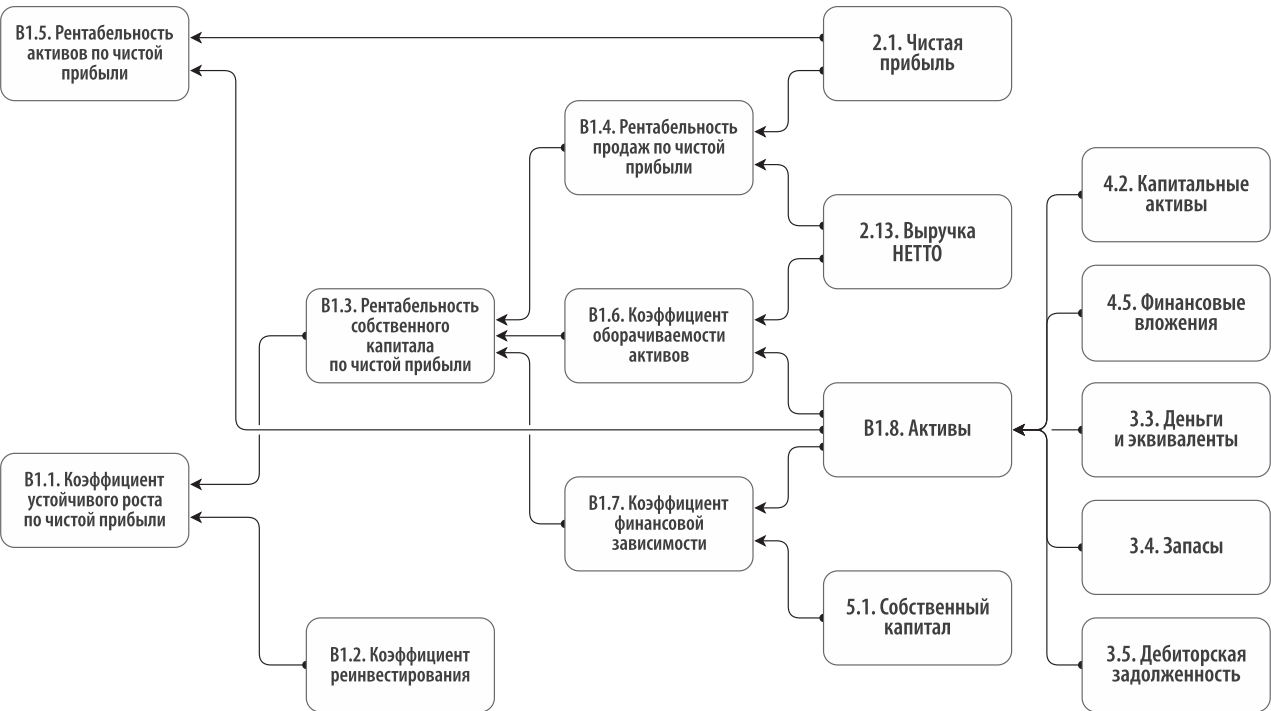


Рис. 8. Блок № В1 «Метрики рентабельности и темпов развития»
Fig. 8. Block No. В1 “Metrics of profitability and development rates”

чаемых оценок влияния сложной системы взаимосвязанных внешних и внутренних рисков, их цепочек и кольцевых структур на ключевые финансовые показатели предприятий; выработки эффективных мер управления финансовыми рисками, способствующих устойчивому конкурентоспособному развитию предприятия в сложных условиях современной экономической реальности.

Предложенная в статье концепция повышения эффективности финансового риск-

менеджмента и выполненная детальная проработка финансового ядра цифрового двойника создает теоретическую и методическую базу практического построения и применения цифровых двойников предприятий для достижения целей и дальнейшего развития финансового риск-менеджмента. Развитие методологии применения цифровых двойников предприятий для целей финансового риск-менеджмента должно, по нашему мнению, идти по пути разработки

Функциональные зависимости Блока № В1 финансового ядра цифрового двойника
Table 7. Functional dependencies of Block No. B1 of the financial core of the digital twin

Обозначение на схеме	Обозначение в формулах	Формула расчета
В1.1. Коэффициент устойчивого роста по чистой прибыли	КУР	$КУР_t = РСКЧП_t \cdot КРеинв_t$
В1.2. Коэффициент реинвестирования	КРеинв	$КРеинв_t = ПрРеинв_t / ЧП_t$
В1.3. Рентабельность собственного капитала по чистой прибыли	РСКЧП	$РСКЧП_t = РПрЧП_t \cdot КОА_t \cdot КФЗ_t$
В1.4. Рентабельность продаж по чистой прибыли	РПрЧП	$РПрЧП = ЧП_t / ВырН_t$
В1.5. Рентабельность активов по чистой прибыли	РАктЧП	$РАктЧП_t = ЧП_t / А_t$
В1.6. Коэффициент оборачиваемости активов	КОА	$КОА_t = ВырН_t / А_t$
В1.7. Коэффициент финансовой зависимости	КФЗ	$КФЗ_t = А_t / СК_t$
В1.8. Активы	А	$А_t = КА_t + ФВ_t + ДС_t + Зап_t + ДЗ_t$
2.1. Чистая прибыль	ЧП	См. Блок № 2
2.13. Выручка НЕТТО	ВырН	См. Блок № 2
3.3. Деньги и эквиваленты	ДС	См. Блок № 3
3.4. Запасы	Зап	См. Блок № 3
3.5. Дебиторская задолженность	ДЗ	См. Блок № 3
4.2. Капитальные активы	КА	См. Блок № 4
4.5. Финансовые вложения	ВФ	См. Блок № 4
5.1. Собственный капитал	СК	См. Блок № 5

цифровых двойников оболочки финансового ядра в целях обеспечения адекватного моделирования влияния факторов внешней и внутренней среды предприятия на входы

финансового ядра. При решении этой задачи целесообразно использовать либо известную технологию СМЭП-моделирования, либо корреляционно-регрессионные модели.

Список источников

1. *Sweeting P.* Financial enterprise risk management. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 601 p.

2. Mark to future: A framework for measuring risk and reward / R. S. Dembo, A. R. Aziz, D. Rosen, M. Zerbs. Toronto: Algorithmics Publications, 2000. 90 p.

3. *Кунин В. А.* Модель лавинной генерации предпринимательских рисков // Экономика и управление. 2008. № 5. С. 92–100.

4. *Деревянко Ю. Д.* Не догонять прошлое, а создавать будущее // Национальные проекты. 2007. № 3.

5. Методология имитационного моделирования бизнес-процессов в целях превентивного управления предпринимательскими рисками / В. Е. Брунман, В. А. Кунин, А. В. Кузнецов, А. В. Поскряков // Управление финансовыми рисками. 2007. № 2. С. 118–132.

6. Инновационные методы обучения принятию управленческих решений / В. Е. Брунман, А. В. Кузнецов, В. А. Кунин, А. В. Поскряков // Вестник Московского Университета. Серия 6: Экономика. 2008. № 6. С. 42–55.

7. *Grieves M.* Digital twin: Manufacturing excellence through virtual factory replication. Digital Twin White Paper. Melbourne: US Florida Institute of Technology, 2014. 7 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication (дата обращения: 10.12.2023).

8. *Grieves M., Vickers J.* Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems // Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems / eds. J. Kahlen, S. Flumerfelt, A. Alves. Cham: Springer, 2017. P. 85–113. DOI: 10.1007/978-3-319-38756-7_4

References

1. *Sweeting P.* Financial enterprise risk management. Cambridge: Cambridge University Press; 2017. 601 p.

2. *Dembo R.S., Aziz A.R., Rosen D., Zerbs M.* Mark to future: A framework for measuring risk and reward. Toronto: Algorithmics Publications; 2000. 90 p.

КУНИН В. А., РЫСКОВ И. Е. Концепция повышения эффективности финансового риск-менеджмента на основе применения новых цифровых технологий

3. Kunin V.A. Model of avalanche generation of entrepreneurial risks. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2008;(5):92-100. (In Russ.).

4. Derevyanko Yu.D. Do not catch up with the past, but create the future. *Natsional'nye proekty*. 2007;(3). (In Russ.).

5. Brunman V.E., Kunin V.U., Kuznetsov A.V., Poskryakov A.V. Methodology for simulation modeling of business processes for the purpose of preventive management of business risks. *Upravlenie finansovymi riskami = Financial Risk Management Journal*. 2007;(2):118-132. (In Russ.).

6. Brunman V.E., Kuznetsov A.V., Kunin V.A., Poskryakov A.V. Innovative methods of training in managerial decision-making. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika = Moscow University Economics Bulletin*. 2008;(6):42-55. (In Russ.).

7. Grieves M. Digital twin: Manufacturing excellence through virtual factory replication. Digital Twin White Paper. Melbourne: US Florida Institute of Technology; 2014. 7 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication (accessed on 10.12.2023).

8. Grieves M., Vickers J. Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In: Kahlen J., Flumerfelt S., Alves A., eds. *Transdisciplinary perspectives on complex systems*. Cham: Springer-Verlag; 2017:85-113. DOI: 10.1007/978-3-319-38756-7_4

Сведения об авторах

Владимир Александрович Кунин

доктор экономических наук, профессор,
профессор кафедры международных финансов
и бухгалтерского учета

Санкт-Петербургский университет технологий
управления и экономики

190020, Санкт-Петербург, Лермонтовский пр.,
д. 44а

SPIN-код: 9331-271

Игорь Евгеньевич Рысков

аспирант

Санкт-Петербургский университет технологий
управления и экономики

190020, Санкт-Петербург, Лермонтовский пр.,
д. 44а

Поступила в редакцию 13.12.2023
Прошла рецензирование 10.01.2024
Подписана в печать 26.01.2024

Information about the authors

Vladimir A. Kunin

D.Sc. in Economics, Professor, Professor
at the Department of International Finance
and Accounting

St. Petersburg University of Management
Technologies and Economics

44A Lermontovskiy Ave., St. Petersburg 190020,
Russia

SPIN-code: 9331-271

Igor E. Ryskov

postgraduate student

St. Petersburg University of Management
Technologies and Economics

44A Lermontovskiy Ave., St. Petersburg 190020,
Russia

Received 13.12.2023
Revised 10.01.2024
Accepted 26.01.2024

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие конфликта интересов,
связанных с публикацией данной статьи.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest
related to the publication of this article.