

УДК 336.6  
DOI

## ФИНАНСОВАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ДОЛГОМ В ИТ-ПРОЕКТАХ В КОНТЕКСТЕ ПАРАДИГМЫ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ

<sup>1</sup>Пудовкина О.Е., <sup>2</sup>Хорина И.В., <sup>2</sup>Бражников М.А.

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»,  
Сызранский филиал, Сызрань, e-mail: olechkasgeu@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
Самара, e-mail: irinahorina1970@yandex.ru, max.brh@yandex.ru

Целью научной статьи является оценивание влияния технического долга на финансовые показатели эффективности деятельности и разработка финансово-оптимизационной модели как инструмента управления проектами в условиях цифровых преобразований. В процессе работы над статьей применялся комплекс научных методов, которые позволили достичь поставленной цели, это контент-анализ и систематизация взглядов отечественных и зарубежных ученых. Результатом научного исследования стало авторское видение анализируемой категории и обоснование целесообразности расширенной трактовки категории «технический долг». Определены и проанализированы предпосылки возникновения технического долга при реализации проектов, а также обоснована актуальность его природы за счет как финансовой, так и технической составляющих. Осуществлена оценка параметров финансовой целесообразности управления техническим долгом. Проанализированы области влияния технического долга на основные области финансовой эффективности информационных проектов. Сформировано графическое представление финансовой целесообразности управления техническим долгом. Авторами разработана финансово-оптимизационная модель управления техническим долгом при управлении информационными проектами, которая рекомендована для использования в качестве инструмента управления проектами в целом и управления влиянием технического долга на финансовые результаты проектов в частности. Сформированы отдельные алгоритмы влияния технического долга на финансовые показатели эффективности информационных проектов: это алгоритм, связанный с необходимостью внесения преобразований в уже существующие характеристики продукта из-за угрозы получения убытка в будущем, и это алгоритм, сопряженный с возможностью усовершенствования функционала продукта, что потенциально обеспечит получение дохода в будущем. Детально проанализировано влияние технического долга на финансовые результаты и показатели эффективности проектов на основе отдельных сценариев. Сформирован вывод, что единственная экономическая целесообразность ликвидации технического долга сохраняется при условии, если расходы по его ликвидации меньше прогнозируемых убытков от проблем, вызванных таким техническим долгом.

**Ключевые слова:** технический долг, волатильная экономика, финансовый результат, финансово-оптимизационная модель

## FINANCIAL MODEL OF TECHNICAL DEBT MANAGEMENT IN IT PROJECTS IN THE CONTEXT OF THE DIGITAL DEVELOPMENT PARADIGM

<sup>1</sup>Pudovkina O.E., <sup>2</sup>Khorina I.V., <sup>2</sup>Brazhnikov M.A.

<sup>1</sup>Samara State University of Economics, Syzran branch, Syzran, e-mail: olechkasgeu@mail.ru;

<sup>2</sup>Samara State Technical University, Samara, e-mail: irinahorina1970@yandex.ru, max.brh@yandex.ru

The purpose of the scientific article is to assess the impact of technical debt on financial performance indicators and to develop a financial optimization model as a tool for project management in the context of digital transformation. In the process of work on the article a set of scientific methods was used, which allowed to achieve the goal, it is content analysis and systematization of views of domestic and foreign scientists. The result of scientific research was the author's vision of the analyzed category and justification of the expediency of an expanded interpretation of the category of technical debt. The prerequisites for the emergence of technical debt in the implementation of projects are defined and analyzed, and the relevance of its nature at the expense of both financial and technical components is substantiated. The parameters of financial feasibility of technical debt management have been evaluated. The areas of influence of technical debt on the main areas of financial efficiency of information projects have been analyzed. The graphical representation of financial feasibility of technical debt management is formed. The authors have developed a financial-optimization model of technical debt management in the management of information projects, which is recommended for use as a tool for project management in general, and management of the impact of technical debt on the financial results of projects, in particular. Separate algorithms of technical debt influence on financial indicators of information projects efficiency are formed: it is the algorithm connected with the necessity to make transformations in already existing characteristics of the product because of the threat of loss in the future and it is the algorithm connected with the possibility to improve the product functionality that will potentially provide income in the future. The impact of technical debt on financial results and project efficiency indicators on the basis of separate scenarios has been analyzed in detail. The conclusion is formed that the only economic feasibility of technical debt liquidation remains if the cost of its liquidation is less than the projected losses from the problems caused by such technical debt.

**Keywords:** technical debt, volatile economy, financial result, financial-optimization model

## Введение

В настоящее время системной проблемой для многих компаний являются растущие финансовые риски из-за нестабильной военно-политической ситуации и локальных конфликтов, что ограничивает доступ к финансовым возможностям и сдерживает развитие национальной экономики. В период расцвета процесса цифровизации, с одной стороны, и волатильного состояния экономики, с другой, возникает острая необходимость внедрения оптимальной финансовой модели управления, целью которой выступает обеспечение достаточного объема финансовых ресурсов для улучшения благосостояния, с одной стороны, и информационного развития компании, с другой.

Сейчас прослеживаются как минимум три ключевые особенности, побуждающие к внедрению финансовых изменений в условиях институциональной трансформации. Во-первых, это быстро развивающийся тренд цифровизации; во-вторых, это инновационные перестройки экономики, связанные с имплементацией целей устойчивого развития; в-третьих, положение, выражающее дефицитом финансовых ресурсов на восстановление и развитие. Все эти особенности актуализируют создание оптимальной финансовой модели управления относительно исследования влияния экономических трендов на финансовые результаты субъектов хозяйствования.

Следует отметить, что сегодня процесс цифровизации достаточно быстрый и решения по IT-проектам, которые были разработаны ранее, морально устаревают, образуя тем самым технический долг организации. Эти технологии могут привести к плохо построенной информационной системе, которая потребует дополнительного времени и финансовых ресурсов для исправления, обслуживания и развития. В этой связи особую актуальность приобретает разработка финансово-оптимизационной модели управления техническим долгом при организации работы над IT-проектами. Кроме того, как актуальности, так и интереса к такой проблематике добавляет сам факт нахождения технического долга на пересечении инженерии программного, финансового обеспечения и проектного менеджмента. Такое междисциплинарное пересечение объединяет многие аспекты, присущие данному исследованию, как в сфере информационных технологий, менеджмента, так и финансов.

**Целью исследования** является оценка влияния технического долга на финансовые показатели эффективности и разра-

ботка финансово-оптимизационной модели как инструмента управления IT-проектами в условиях цифровой трансформации.

## Материалы и методы исследования

Материалы исследования составили научные изыскания отечественных и зарубежных ученых по анализируемой теме. В процессе работы над статьей применялся комплекс научных методов, которые позволили достичь поставленной цели. Контент-анализ научной литературы предоставил возможность осуществить обзор взглядов ученых на рассматриваемую категорию и сформировать авторское понимание категории «технический долг» в IT-проектах.

Систематизация научных исследований позволила разработать финансово-оптимизационную модель при управлении проектами, которая рекомендована для использования в качестве инструмента управления проектами в целом и управления влиянием технического долга на финансовые результаты проектов в частности.

## Результаты исследования и их обсуждение

Понятие технического долга в управлении IT-проектами появилось сравнительно недавно, однако такая категория стала использоваться довольно активно как в управлении техническими аспектами проектов, так и в управлении их экономических и финансовыми характеристиками. Его возникновение в проектах является неплановым событием, а реагирование на влияние технического долга при управлении может происходить в соответствии с совершенно разными, порой даже противоположными по содержанию и наполнению, сценариями. Таким образом, влияние технического долга на финансовые результаты проектов следует рассматривать с точки зрения управления изменениями в проектах.

Управление IT- проектами, прежде всего, интересно тем, что проект рассматривается как сбалансированная система мероприятий в различных сферах, однако все эти меры одинаково важны и все, без исключения, оказывают положительное или отрицательное влияние на показатели эффективности в целом и финансовые результаты в частности. Учитывая то, что большинство проектов имеют коммерческий характер, то есть направлены на получение прибыли, исследования в сфере влияния технического долга на финансовые результаты проектов, как одного из основных критериев эффективности, приобретают критическую актуальность на современном этапе развития современного менеджмента.

Можно выделить несколько точек зрения ученых на исследования в сфере влияния технического долга на финансовую эффективность проектов. К одной группе относятся исследования его воздействия на сугубо технические характеристики проектов. Такие работы ограничиваются оценкой стоимости работ по ликвидации технических ошибок, не включают моделирование влияния технического долга на конкретные финансовые показатели эффективности проектов. В частности, в исследовании В.В. Качанова отмечается, что ключевой особенностью наличия технического долга является то, что дальнейшая разработка, связанная с добавлением новой функциональности или исправлением дефектов, требует больших усилий, чем это могло бы быть [1, с. 96]. И.А. Хомяков акцентирует внимание на увеличении издержек на трансформационную эволюцию программного продукта в связи с изменением программных инфраструктур для соответствующего обеспечения качества [2, с. 88]. В данных исследованиях подтверждается факт воздействия технических особенностей на затратно-финансовый аспект проекта. Систематизировав взгляды, можно констатировать, что объектом исследования является количество проблем, идентифицированных как технический долг, является объем времени, необходимый для их ликвидации и соответствующие расходы на технологические изменения.

В близком по содержанию зарубежном исследовании авторы предлагают оценивать факторы, способствующие возникновению технического долга, и рационально планировать временные затраты для его устранения. В частности, в исследовании Paulo Sérgio Medeiros dos Santos, Amanda Varella, Cristine Ribeiro Dantas, Daniel Beltrão Borges делают акцент на отказе от долгосрочного планирования в пользу краткосрочной адаптивности и необходимости обязательного наличия инженерного руководства при работе над IT-проектом. [3, с. 2]. Таким образом, отметим, что в вышеуказанных исследованиях используются технические показатели оценки влияния технического долга на эффективность проектов.

Отдельной группой исследований являются работы, в которых оценивается влияние технического долга именно с использованием конкретных финансовых показателей эффективности проектов. В частности, в исследовании Y. Guo, C. Seaman оценивается влияние технического долга на основе теории портфельного менеджмента [4, с. 31]. Тогда как в исследовании M.G. Stochel, M.R. Wawrowski, M. Rabiej

построена модель, оценивающая такое влияние на показатель рентабельности инвестиций [5, с. 205]. Также есть подгруппа исследований ученых S. Akbarinasaji, A. Bener [6, с. 37] и R.R. Almeida, R. Nascimento Ribeiro, C. Treude, U. Kulesza [7, с. 75], в которых моделируется влияние технического долга на эффективность проектов на основе более широкого спектра финансовых показателей экономической эффективности проектов, а именно чистый доход, норма прибыли, потребность в дополнительных финансовых средствах.

Однако в большинстве исследований не используется широкий спектр показателей финансовой отчетности, отсутствует комплексное моделирование влияния технического долга как на общий финансовый результат, так и на ключевые показатели эффективности проектов. Поэтому исследование влияния технического долга именно на финансовые результаты проектов чрезвычайно актуально и важно.

Возникновение технического долга при управлении проектами всегда связано с изменениями базового плана реализации проекта, то есть нужно понимать, что возникновение технического долга – это ситуация незапланированная и ее регулирование осуществляется в рамках процессов управления изменениями.

Классическое понимание технического долга таково: это определенные ошибки или плановые усовершенствования продукта проекта, решение которых откладывается на будущее. В настоящее время под техническим долгом понимают практически любой аспект, который препятствует техническому запуску продукта, продажи или его дальнейшему масштабированию.

В.Л. Чугреев предлагает понимать технический долг как невыполненный объем работ, избежание которого обусловит наступление проблем с качеством программного обеспечения, последствиями которого будут убытки, превышающие затраты на вышеупомянутые работы [8, с. 2]. С тех пор концепция технического долга получила дальнейшее довольно значительное развитие, но это не способствовало конкретизации самой категории «технического долга» в IT-проектах.

Считаем, что технический долг связан с потребностями изменений и представляет собой недофинансирование в технические аспекты разработки цифрового продукта, метафора которого сопряжена с аналогией финансового долга, то есть соответствующей платой за ошибки, связанные с внешним поведением самого продукта, с расширением его функционала или низким уровнем его «внутреннего» качества.

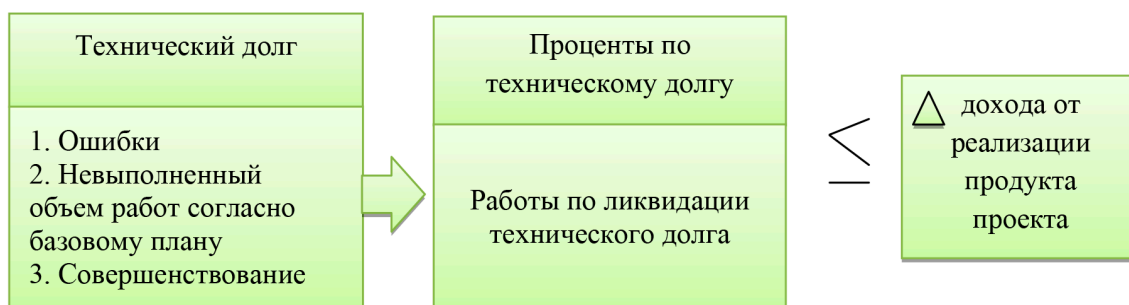


Рис. 1. Графическое представление финансовой целесообразности управления техническим долгом  
 Источник: разработано авторами

Отметим, что по аналогии с финансовой категорией «долг», технический долг (technical debt, TD) также сопровождается соответствующей платой – работами по ликвидации этого долга. Такие работы имеют соответствующую стоимость (fixing cost, FC), которая, в свою очередь, должна быть меньше изменения дохода от реализации продукта проекта. В целом финансовую целесообразность управления техническим долгом графически можно представить на рис. 1.

Если существующие ошибки или выполненные работы повлекут в будущем ущерб, то стоимость работ по ликвидации технического долга должна быть меньше прогнозируемого ущерба, иначе экономическая целесообразность ликвидации технического долга отсутствует (при прочих равных условиях не принимаются во внимание репутационные потери и т.д.). При условии же внесения усовершенствований в продукт прогнозируемая прибыль, соответственно, должна превышать стоимость таких работ. При условии равенства расходов и прогнозируемой прибыли (убытка) образуется ситуация абсолютного равенства, или так называемые «нулевые проценты» по техническому долгу. Такая ситуация не вызывает никаких негативных финансовых последствий для проекта, а потому может также считаться условно выгодной.

Стоит отметить, что практика управления техническим долгом наиболее характерна для проектов, которые создают ИТ-продукты, и в большинстве случаев речь идет о стратегическом планировании и видении потребности в будущем улучшить продукт. Поскольку внешняя среда чрезвычайно динамична и старение продукта, прежде всего моральное, будет происходить довольно быстро, значит, вероятность усовершенствования архитектуры продукта и размещения новых функций чрезвычайно высока. Поэтому считаем, что применение так называемого «рефакторинга»: усовер-

шенствование устаревших элементов продукта, дополнение функционала или исправление отдельных недостатков – это задача стратегического развития продукта.

Интересны предпосылки возникновения технического долга при реализации проектов, ведь он может возникать в результате различных ситуаций, однако в большинстве случаев это связано с определенными изменениями внешней среды проекта. Эти предпосылки имеют как финансовую, так и техническую природу. Таким образом, полагаем, что технический долг может возникать:

а) когда затраты на дальнейшее совершенствование продукта (стоимость выполнения следующих работ) проекта будут превышать добавленную стоимость, которую можно будет получить в будущем от реализации продукта проекта (финансовая природа);

б) когда исполнитель не имеет возможности в определенный момент удовлетворить требования заказчика (условия service-level agreement) по качеству продукта (техническая природа);

в) когда принятые решения об изменениях и/или усовершенствованиях не являются полностью оправданными для добавленной стоимости продукта (финансовая природа) и уменьшения риска (техническая природа).

В силу того, что управление изменениями при управлении проектами является довольно сложной сферой, поскольку связано с условиями неопределенности, то управление техническим долгом всегда будет требовать взвешенных и обоснованных управленческих решений.

Считаем, что основной проблемой управления техническим долгом в проектах является существование ограничений. Классический проектный треугольник всегда будет негативно влиять на возможности управления, ведь решение проблемы технического долга, скорее всего, будет отрицательно отражаться на способности проекта

выполнять все требования по календарному планированию (ограничения по времени) и аналогично, скорее всего, будет требовать дополнительных финансовых ресурсов (ограничения по затратам). Поэтому все аспекты управления техническим долгом должны решаться с учетом прежде всего этих двух ограничений, и особенно актуальны проблемы влияния технического долга на финансовые результаты реализации проекта, а именно чистой прибыли (NP). Этот

вопрос является частью управления ограничением по затратам и может быть также связанным с управлением другими ограничениями – по времени и объему работ, если в договорах за нарушение таких ограничений предусмотрены штрафные финансовые санкции.

В целом полагаем, что для любого проекта финансовая модель управления техническим долгом может отображаться следующим образом (рис. 2).

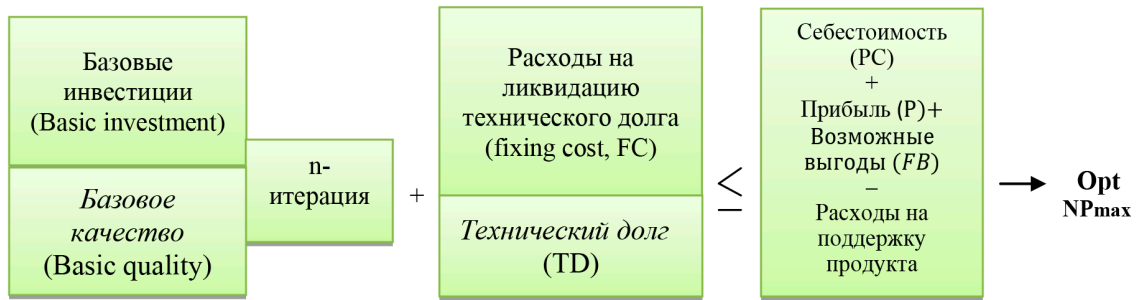


Рис. 2. Финансово-оптимизационная модель управления влиянием технического долга на финансовые результаты при управлении ИТ-проектами  
Источник: разработано авторами

Итак, процесс создания любого продукта можно описать как осуществление инвестиций, в результате чего создается продукт определенного качества, который и можно продать на определенной итерации за базовую цену (Basic price, BP). Согласно идеальному сценарию реализации проекта такие инвестиции и качество будут соответствовать базовому плану на 100 % и в предложенной модели будут приняты как базовые параметры (рис. 2). Однако идеального сценария развития жизненного цикла проекта фактически не существует, а потому возникновение технического долга будет происходить на определенных фазах.

Собственно, суммарная стоимость базовых инвестиций и расходов на ликвидацию технического долга всегда должна быть меньше суммарной величины себестоимости создания продукта и прибыли от реализации проекта (за минусом будущих расходов по обслуживанию/поддержке продукта). Соблюдение данных условий приводит к максимизации чистой прибыли (NP) от реализации ИТ-проекта:

$$\sum_{i=1}^n BI + FL \leq PC + FB + P - SC. \quad (1)$$

Важным условием также является

$$(FL, FB) \geq FC, \quad (2)$$

где  $n$  – количество итераций,

- BI – базовые инвестиции,
- FL – возможные (ожидаемые) потери от возникновения технического долга,
- FB – возможные (ожидаемые) выгоды,
- PC – себестоимость,
- P – прибыль,
- SC – затраты на поддержку продукта,
- FC – затраты на ликвидацию технического долга.

Кроме того, следует учесть, что отсутствие ликвидации технического долга (или его частичная ликвидация) будет увеличивать расходы на обслуживание продукта проекта, если такое обслуживание предусмотрено договорами или жизненным циклом продукта. И наоборот, чем больший объем технического долга будет ликвидирован (фактически больше недостатков ликвидировано, упрощены условия пользования продуктом для заказчика/потребителя), тем меньшими в будущем будут расходы на сопровождение/обслуживание продукта проекта.

Проанализируем основные варианты влияния технического долга на финансовые результаты и показатели эффективности проектов.

Первый обобщенный вариант предусматривает, что технический долг повлечет в будущем получение определенных потерь (прогнозируемый убыток), а потому принимаются меры по его ликвидации. Таким об-

разом, фактический финансовый результат ( $FR_{actual}$ ) будет составлять

$$FR_{actual} = FR_{target} - FC, \quad (3)$$

где  $FR_{target}$  – плановый финансовый результат (в соответствии с базовым планом проекта)

Стоимость мероприятий по ликвидации технического долга фактически увеличивает стоимость создания продукта проекта, то есть потребность увеличивать инвестиции. Следовательно, фактический финансовый результат проекта будет меньше планового ( $FR_{actual} < FR_{target}$ ), это негативно повлияет на показатели эффективности проекта:

1) снижение чистой приведенной стоимости (чистая приведенная стоимость, NPV) вследствие увеличения инвестиций (инвестиции,  $I$ ) ( $I_{actual} > I_{target}$ );

2) снижение индекса доходности (индекс рентабельности, PI);

3) увеличение периода окупаемости (дисконтированный срок окупаемости, DPP).

Таким образом, единственная экономическая целесообразность ликвидации технического долга сохраняется при условии, если расходы по его ликвидации меньше прогнозируемых убытков от проблем, вызванных таким техническим долгом.

Однако авторы рассматривают такую ситуацию исключительно при прочих равных условиях, не принимая во внимание возможные репутационные издержки и прямые штрафные санкции, предусмотренные в договорах, связанных с реализацией конкретного проекта. С финансовой точки зрения такой вариант является экономически менее привлекательным по сравнению с базовым (идеальным) планом, однако экономически более привлекательным по сравнению с прогнозным фактическим планом (при условии отсутствия ликвидации технического долга).

Однако возникновение технического долга может быть связано и со стремлением усовершенствовать продукт, осуществить определенное расширение функционала. Поэтому второй обобщенный вариант предполагает, что технический долг повлечет в будущем получение определенных выгод (прогнозируемая прибыль), а потому принимаются меры по его ликвидации. Таким образом фактический финансовый результат ( $FR_{actual}$ ) будет составлять

$$FR_{actual} = FR_{target} + \Delta FR, \quad (4)$$

$$(FR_{actual} > FR_{target}), \quad (5)$$

где  $\Delta FR$  – изменение финансового результата вследствие усовершенствования продукта.

Стоимость мероприятий по ликвидации технического долга обуславливает увеличение денежных потоков, полученных от реализации продукта проекта, однако нужно учесть и увеличение инвестиций (за счет FC). То есть происходит как увеличение входящих денежных потоков, так и увеличение инвестиций. Следовательно, фактический финансовый результат проекта будет больше планового ( $FR_{actual} > FR_{target}$ ), это положительно повлияет на показатели эффективности проекта:

1) увеличение чистой приведенной стоимости (чистая приведенная стоимость, NPV) вследствие увеличения денежных потоков (денежный поток, CF,  $CF_{actual} > CF_{target}$ ) на большую величину, чем прирост инвестиций (инвестиции,  $I$ ) ( $I_{actual} > I_{target}$ ). Обязательным условием такой ситуации является:  $\Delta CF_{actual} > \Delta I_{actual}$ ;

2) увеличение индекса доходности (индекс рентабельности, PI);

3) уменьшение периода окупаемости (дисконтированный срок окупаемости, DPP).

Стоит отметить, что вышеописанная ситуация, как и экономическая целесообразность ликвидации технического долга, в соответствии со вторым вариантом сохраняется при условии, если расходы по его ликвидации меньше прогнозируемой прибыли, полученной в результате усовершенствований продукта путем ликвидации технического долга.

### Заключение

Дефиниция категории «технический долг» и концепция его управления претерпели значительное развитие и расширение понимания. Значительная часть ученых склонна к техническому долгу зачислять не только обязательные работы проекта (или работы по исправлению их негативных последствий), но и потенциальные положительные усовершенствования продукта проекта. По такому подходу значительно расширен и спектр предпосылок, при которых возможно возникновение технического долга в проектах. Кроме того, стоит согласиться, что в таком случае технический долг не будет возникать лишь в незначительном количестве проектов. А значит, проблема управления техническим долгом и его влияние на финансовые результаты проектов приобретают особую актуальность.

Использование разработанной в исследовании финансово-оптимизационной модели управления техническим долгом при управлении проектами позволяет оптимизировать влияние технического долга на финансовые результаты проекта и учесть

все его негативные (или позитивные) аспекты влияния.

Дальнейшие научные исследования влияния технического долга на финансовые результаты проектов целесообразно сосредоточить на детализации отдельных составляющих разработанной модели, а также на расширении спектра показателей, на основе которых оценивается эффективность проектов. В этом исследовании влияние технического долга на финансовые результаты проектов было оценено на основе затратного подхода (анализ затрат и выгод), тогда как в перспективе можно осуществить исследования на основе других подходов, в частности теории ценообразования опционов (Option Pricing Theory) и портфельного менеджмента (Portfolio management).

#### Список литературы

1. Качанов В.В., Ермаков М.К., Панкратенко Г.А., Спиридонов А.В., Волков А.С., Марков С.И. Технический долг в жизненном цикле разработки ПО: запахи кода // Труды ИСП РАН. 2021. Т. 33, № 6. С. 95–110. DOI: 10.15514/ISPRAS-2021-33(6)-7.
2. Хомяков И.А. Обзор автоматизированного измерения технического долга // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 11. С. 87–94. DOI: 10.17513/snt.38893.
3. Paulo Sérgio Medeiros dos Santos, Amanda Varella, Cristine Ribeiro Dantas, Daniel Beltrão Borges Visualizing and Managing Technical Debt in Agile Development: an Experience Report // Lecture Notes in Business Information Processing, Conference: International Conference on Agile Software Development. June 2013. P. 1–15. DOI: 10.1007/978-3-642-38314-4\_9.
4. Guo Y., Seaman C. A portfolio approach to technical debt management. 2nd International Workshop on Managing Technical Debt, ACM. 2011. P. 31–34. DOI: 10.1145/1985362.1985370.
5. Stochel M.G., Wawrowski M.R., Rabiej M. Value-Based Technical Debt Model and Its Application. 7th International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA' 12), XPerT Publishing Service. 2012. P. 205–212. DOI: 10.1145/3340481.3342739.
6. Akbarinasaji S., Bener A. Adjusting the Balance Sheet by Appending Technical Debt. IEEE 8th International Workshop on Managing Technical Debt (MTD), Raleigh, NC, USA. 2016. P. 36–39. DOI: 10.1109/MTD.2016.14.
7. Almeida R.R., Nascimento Ribeiro R., Treude C., Kulesza U. Business Driven Technical Debt Prioritization: An Industrial Case Study. EEE/ACM International Conference on Technical Debt (TechDebt), Madrid, Spain. 2021. P. 74–83. DOI: 10.1109/TechDebt52882.2021.00017.
8. Чугреев В.Л. Технический долг в программных проектах инновационного типа // Вопросы территориального развития. 2015. № 2 (22). С. 1–9. URL: <http://vtr.isert-ran.ru/article/1479> (дата обращения: 27.10.2024).