

Менеджмент

УДК 005.8

Ільчук Павло Григорович

*доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри управління проектами
Національний університет «Львівська політехніка»*

Ichuk Pavlo

*ScD, Professor,
Head of the Management Technologies Department
Lviv Polytechnic National University
ORCID: 0000-0003-4636-2309*

Коць Ольга Олегівна

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри фінансів
Національний університет «Львівська політехніка»*

Kots Olha

*PhD, Associate Professor,
Associate Professor of the Finance Department
Lviv Polytechnic National University
ORCID: 0000-0001-7123-3635*

Аблязізов Ісмаїл Рамізович

*магістр кафедри управління проектами
Національного університету «Львівська політехніка»*

Ablyazizov Ismail

*Master of the Project Management Department
Lviv Polytechnic National University*

Коваль Валерій Володимирович

*магістр кафедри управління проектами
Національного університету «Львівська політехніка»*

Koval Valerii

*Master of the Project Management Department
Lviv Polytechnic National University*

ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО БОРГУ НА ФІНАНСОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ПРОЕКТІВ

IMPACT OF TECHNICAL DEBT ON PROJECT FINANCIAL RESULTS

***Анотація.** У статті узагальнено еволюцію категорії «технічний борг» у проектах та здійснено класифікацію основних напрямів досліджень впливу технічного боргу на ефективність проектів. Узагальнено та уточнено зміст категорії «технічний борг» у проектах. Обґрунтовано доцільність розширеного трактування категорії «технічний борг». Здійснено аналізування параметрів фінансової доцільності управління технічним боргом. Ідентифіковано основні критерії оцінювання ефективності впливу технічного боргу на фінансові результати проектів. Ідентифіковано та проаналізовано передумови виникнення технічного боргу під час реалізації проектів, а також обґрунтовано дуальність природи технічного боргу (за рахунок як фінансової, так і технічної його складових). Проаналізовано вплив проектних обмежень на можливості управління технічним боргом у проектах. Розроблено фінансову оптимізаційну модель управління технічним боргом під час управління проектами, яка рекомендована для використання в якості інструменту управління проектами загалом, та управління впливом технічного боргу на фінансові результати проектів, зокрема. Ідентифіковано види витрат, які необхідно буде здійснювати у майбутньому у разі відсутності ліквідації*

*технічного боргу. Вплив технічного боргу на фінансові результати та показники ефективності проектів деталізовано на основі окремих сценаріїв. Розроблено окремі алгоритми впливу технічного боргу на фінансові результати та показники ефективності проектів: 1) алгоритм, який пов'язаний із необхідністю внесення змін у вже існуючі характеристики продукту (виправлення помилок, інші заходи) через загрозу втрат та отримання збитку у майбутньому; 2) алгоритм, який пов'язаний із можливістю розширення функціоналу продукту та інше його удосконалення, що потенційно забезпечить отримання прибутку у майбутньому. Розроблено методичку оцінювання впливу технічного боргу на фінансові результати та показники ефективності проектів (ключові показники, такі як *net present value*, *profitability index* та *discounted payback period*).*

Ключові слова: *управління проектами, проект, технічний борг, фінансові результати, ефективність проектів.*

Summary. *The article summarizes the evolution of the "technical debt" category in projects and classifies the main directions of research into the impact of technical debt on the effectiveness of projects. The content of the "technical debt" category in the projects has been summarized and clarified. The expediency of the extended interpretation of the "technical debt" category is substantiated. The parameters of the financial feasibility of technical debt management were analyzed. The main criteria for evaluating the effectiveness of the impact of technical debt on the financial results of projects have been identified. The prerequisites for the occurrence of technical debt during the implementation of projects are identified and analyzed, and the duality of the nature of technical debt (at the expense of both financial and technical) is substantiated. The influence of project limitations on the possibilities of managing technical debt in projects is analyzed. A financial optimization model of technical debt*

management during project management has been developed, which is recommended for use as a project management tool in general, and for managing the impact of technical debt on the financial results of projects, in particular. The types of expenses that will need to be incurred in the future in the absence of liquidation of the technical debt have been identified. The impact of technical debt on financial results and performance indicators of projects is detailed on the basis of individual scenarios. Various algorithms for the impact of technical debt on financial results and performance indicators of projects have been developed: 1) an algorithm that is associated with the need to make changes to already existing product characteristics (correction of errors, other measures) due to the threat of losses and receiving losses in the future; 2) an algorithm that is associated with the possibility of expanding the functionality of the product and its other improvement, which will potentially provide profit in the future. A methodology for evaluating the impact of technical debt on financial results and performance indicators of projects (key indicators such as net present value, profitability index and discounted payback period) has been developed.

Key words: *project management, project, technical debt, financial results, project effectiveness.*

Постановка проблеми. Поняття технічного боргу в управлінні проектами з'явилося порівняно недавно, однак така категорія почала використовуватись доволі активно як в управлінні технічними аспектами проектів, так і в управлінні їхніми економічними характеристиками. Виникнення технічного боргу у проектах є неплановою подією, а реагування на вплив технічного боргу під час управління проектами може відбуватись відповідно до абсолютно різних, часом навіть протилежних за змістом та наповненням, сценаріїв. Таким чином, вплив технічного боргу на результати проектів варто розглядати з точки зору управління змінами в проектах.

Заважаючи на суттєве розширення трактування поняття технічного боргу, фактично його відсутність спостерігається лише у меншості проектів, що значно підвищує актуальність досліджень у цьому напрямі. Крім того, як актуальності, так і інтересу до такої проблематики додає сам факт знаходження технічного боргу на перетині інженерії програмного забезпечення, проектного менеджменту та економіки підприємств. Такий міждисциплінарний перетин об'єднує багато аспектів, притаманних дослідженням як у сфері інформаційних технологій, менеджменту та економіки.

Управління проектами насамперед є цікавим тим, що проект розглядається як збалансована система заходів у різних сферах, однак усі ці заходи є однаково важливими, і усі, без винятку, чинять позитивний або негативний вплив на показники ефективності проектів загалом, та фінансові результати проекту, зокрема. Зважаючи на те, що більшість проектів мають комерційний характер, тобто спрямовані на отримання прибутку, дослідження у сфері впливу технічного боргу (як доволі нового об'єкту управління в проектному менеджменті) на фінансові результати проектів (як одного з основних критеріїв ефективності проектів) набувають критичної актуальності на сучасному етапі розвитку управління проектами.

Аналізування останніх досліджень і публікацій. Дослідження у сфері впливу технічного боргу на ефективність проектів можна розділити на дві великі групи. До першої групи належать дослідження впливу технічного боргу на суто технічні характеристики проектів. Такі дослідження обмежуються суто оцінюванням вартості робіт із ліквідації технічного боргу, не включають моделювання впливу технічного боргу на конкретні показники ефективності проектів. Зокрема у дослідженнях [3; 6; 7; 13; 15; 17] об'єктом дослідження є кількість проблем, ідентифікованих як технічний борг, обсяг часу, необхідний для їхньої ліквідації та відповідні витрати на оплату праці. Варто зазначити, що у вищезгаданих дослідженнях

використовуються показники абсолютного характеру. Тоді як у близьких за змістом дослідженнях [8; 9; 10] використовуються відносні показники у аналогічній методиці оцінювання впливу технічного боргу на ефективність проектів. Окремою групою досліджень є праці, у яких оцінюється вплив технічного боргу саме з використанням конкретних показників ефективності проектів (або їхніх узагальнених параметрів). Зокрема у дослідженні [11] оцінюється вплив технічного боргу на основі теорії портфельного менеджменту. Тоді як у дослідженні [16] побудована модель, яка оцінює такий вплив на показник рентабельності інвестицій. Також є підгрупа досліджень [1; 2; 4; 12; 14], у яких моделюється вплив технічного боргу на ефективність проектів на основі ширшого спектру показників економічної ефективності проектів.

Однак у більшості досліджень не використовується широкий спектр показників фінансової звітності, відсутнє комплексне моделювання впливу технічного боргу як на загальний фінансовий результат, так і на ключові показники ефективності проектів. Тому дослідження впливу технічного боргу саме на фінансові результати проектів є надзвичайно актуальним.

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є уточнення категорії технічного боргу в управлінні проектами, аналізування, моделювання та моделювання і оцінювання впливу технічного боргу на показники ефективності проектів.

Виклад основного матеріалу. Виникнення технічного боргу під час управління проектами завжди пов'язане із змінами базового плану реалізації проекту, тобто потрібно розуміти, що виникнення технічного боргу – це ситуація незапланована і її регулювання здійснюється в межах процесів управління змінами.

Концепція технічного боргу отримала свій початок у праці Ward Cunningham [5] ще у минулому столітті. Ward Cunningham пропонував розуміти як технічний борг невиконаний обсяг робіт, уникнення яких

зумовить настання проблем з якістю програмного забезпечення, наслідками яких будуть збитки, що перевищать витрати на вищезгадані роботи. Однак концепція технічного боргу передбачає ймовірність повноцінного функціонування продукту проекту за умови наявності такого технічного боргу [5]. З того часу вона отримала доволі значний розвиток, але це не сприяло конкретизації самої категорії «технічного боргу» у проектах.

Класичне розуміння технічного боргу таке: це певні недоліки (помилки, невдалі рішення) або планові удосконалення продукту проекту, вирішення яких відкладаються на майбутнє. На даний час під технічним боргом розуміють практично будь-який аспект, який перешкоджає технічному запуску продукту, продажу чи його подальшому масштабуванню [12, с. 18].

У будь-якому випадку технічний борг пов'язаний із потребами змін окремих характеристик продукту проекту без зміни зовнішньої поведінки самого продукту (як окремої системи). Тобто мова йде як про «позитивні» потреби (можливості) розвитку продукту проекту (нові можливості продукту або розширення його функціоналу) так і про «негативні» потреби (необхідності виправлення помилок) розвитку продукту проекту (реальні помилки у продукті, низький рівень «зовнішньої» якості).

Також можна відзначити і широкий спектр «нейтральних» потреб (можливостей) розвитку продукту проекту, а саме: недостатність тестових випробовувань, складність кодування, розширення документації, низький рівень «внутрішньої» якості. Тут мова йде не про виправлення реальних недоліків, а про підвищення якості, тобто без яких, цілком можливо, і можна обійтись [12, с. 19]. Зазначимо, що більша кількість тестових випробувань не обов'язково дозволить виявити порушення, а спрощення кодування кінцевому замовнику нічим не допоможе, оскільки той відмовиться від внесення змін в подальшому, а розширення документації хоч і дасть глибоке розуміння усіх найдрібніших характеристик та можливостей кінцевому

споживачеві, однак така інформація для нього буде надмірною та не буде мати практичного застосування.

За аналогією до фінансової категорії «борг», технічний борг (technical debt, TD) також супроводжується відповідною платою – роботами з ліквідації цього боргу. Такі роботи мають відповідну вартість (fixing cost, FC), яка, у свою чергу, повинна бути меншою від зміни доходу від реалізації продукту проекту. Загалом фінансову доцільність управління технічним боргом графічно можна представити на рис. 1.



Рис. 1. Графічне представлення фінансової доцільності управління технічним боргом

Якщо існуючі помилки або виконані роботи спричинять у майбутньому збиток, то вартість робіт із ліквідації технічного боргу повинна бути меншою від прогнозованого збитку, інакше економічна доцільність ліквідації технічного боргу відсутня (за інших рівних умов не приймаються до уваги репутаційні втрати і т. ін.). За умови ж внесення удосконалень у продукт, прогнозований прибуток, відповідно, має перевищувати вартість таких робіт. За умови рівності витрат і прогнозованого прибутку (збитку) утворюється ситуація абсолютної рівності, або т. зв. «нульових процентів» за технічним боргом. Така ситуація не спричиняє жодних негативних фінансових наслідків для проекту, а тому може також вважатись умовно вигідною.

Варто відзначити, що практика управління технічним боргом найбільш характерна для проектів, які створюють ІТ-продукти і у більшості випадків мова йде про стратегічне планування та бачення потреби у

майбутньому покращувати продукт. Оскільки зовнішнє середовище надзвичайно динамічне і, насамперед, моральне старіння продукту відбуватиметься доволі швидко, значить ймовірність удосконалення архітектури продукту та розміщення нових функцій є надзвичайно високою. Тому застосування так званого «рефакторингу» – удосконалення застарілих елементів продукту, доповнення функціоналу або виправлення окремих недоліків – це завдання стратегічного розвитку продукту. Але, у будь-якому випадку, якщо ми говоримо про технічний борг – мова постійно йде про вдосконалення продукту проекту.

Цікавими є передумови виникнення технічного боргу під час реалізації проектів, адже він може виникати внаслідок різних ситуацій, однак у більшості випадків це пов'язано із певними змінами зовнішнього середовища проекту. Ці передумови мають як фінансову, так і технічну природу. Таким чином технічний борг може виникати:

1) коли витрати на подальше вдосконалення продукту (вартість виконання наступних робіт) проекту будуть перевищувати додану вартість, яку можна буде отримати у майбутньому від реалізації продукту проекту (фінансова природа);

2) коли виконавець не має змоги у визначений момент задовольнити вимоги замовника (умови *service-level agreement*) щодо якості продукту (технічна природа);

3) коли прийняті рішення про зміни та/або удосконалення не є повністю виправданими для доданої вартості продукту (фінансова природа) та зменшення ризику (технічна природа).

В силу того, що управління змінами під час управління проектами є доволі складною сферою, оскільки пов'язане із управлінням проектами в умовах невизначеності, то управління технічним боргом завжди буде вимагати виважених та обґрунтованих управлінських рішень.

Основною проблемою управління технічним боргом в проектах є існування обмежень. Класичний проектний трикутник завжди буде негативно впливати на можливості управління технічним боргом. Адже вирішення проблеми технічного боргу скоріш за все буде негативно впливати на здатність проекту виконувати усі вимоги з календарного планування (обмеження по часу) і, аналогічно, скоріш за все буде вимагати додаткових ресурсів (обмеження по витратах). Тому усі аспекти управління технічним боргом повинні вирішуватись із врахуванням насамперед цих двох обмежень і, особливо актуальними є проблеми впливу технічного боргу на фінансові результати реалізації проекту. Це питання є частиною управління обмеженням по витратах і може бути також пов'язаним із управлінням іншими обмеженнями – по часу і обсягу робіт, якщо у договорах за порушення таких обмежень передбачено штрафні фінансові санкції.

Загалом для будь-якого проекту фінансова модель управління технічним боргом може відображатись таким чином (рис. 2).

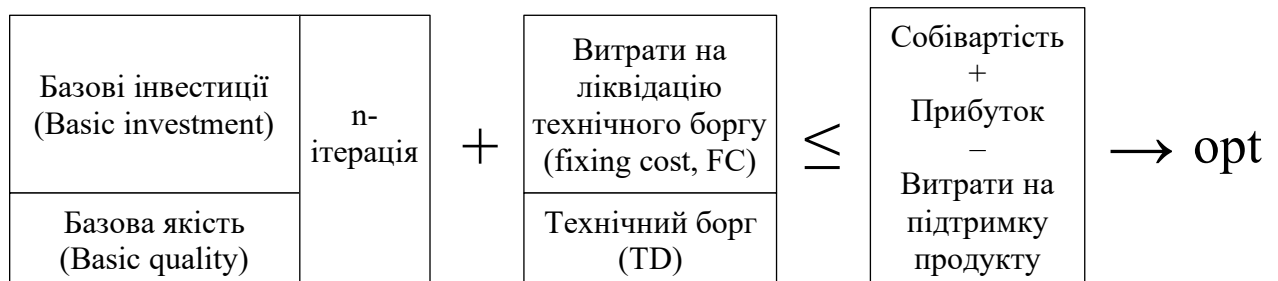


Рис. 2. Фінансова оптимізаційна модель управління впливом технічного боргу на фінансові результати під час управління проектами

Отже, процес створення будь-якого продукту можна описати як здійснення інвестицій, внаслідок чого створюється продукт певної якості, який і можна продати на певній ітерації за базову ціну (Basic price, BP). Відповідно до ідеального сценарію реалізації проекту такі інвестиції і якість будуть відповідати базовому плану на 100% і у нашій моделі будуть прийняті як базові параметри (рис. 2). Однак ідеального сценарію розвитку

життєвого циклу проекту фактично не існує, а тому виникнення технічного боргу буде відбуватись на певних фазах.

Власне сумарна вартість базових інвестицій та витрат на ліквідацію технічного боргу завжди повинна бути меншою від сумарної величини собівартості створення продукту та прибутку від реалізації проекту (за мінусом майбутніх витрат з обслуговування/підтримки продукту):

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

Важливою умовою також є:

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

де FL – можливі (очікувані) втрати від виникнення технічного боргу, FB – можливі (очікувані) вигоди від виникнення технічного боргу, n – кількість ітерацій, FC – витрати на ліквідацію технічного боргу, PC – собівартість, P – прибуток, SC – витрати на підтримку продукту.

Крім того, варто врахувати, що відсутність ліквідації технічного боргу (або його часткова ліквідація) буде збільшувати витрати на обслуговування продукту проекту, якщо таке обслуговування передбачено договорами або життєвим циклом продукту. І навпаки, що більший обсяг технічного боргу буде ліквідовано (фактично більше недоліків ліквідовано, спрощено умови користування продуктом для замовника/споживача), тим меншими в майбутньому будуть витрати на супровід/обслуговування продукту проекту.

Розглянемо основні варіанти впливу технічного боргу на фінансові результати та показники ефективності проектів.

Перший узагальнений варіант передбачає, що технічний борг спричинить у майбутньому отримання певних втрат (прогнозований збиток), а тому вживаються заходи з його ліквідації. Таким чином фактичний фінансовий результат (FR_{actual}) буде становити:

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

де FR_{target} – плановий фінансовий результат (відповідно до базового плану проекту)

Вартість заходів із ліквідації технічного боргу фактично збільшує вартість створення продукту проекту, тобто є потреба збільшувати інвестиції. Отже, фактичний фінансовий результат проекту буде меншим за плановий ($FR_{actual} < FR_{target}$) і це негативно вплине на показники ефективності проекту:

- 1) зниження чистої теперішньої вартості (net present value, NPV) внаслідок збільшення інвестицій (Investments, I) ($I_{actual} > I_{target}$);
- 2) зниження індексу прибутковості (profitability index, PI);
- 3) збільшення періоду окупності (discounted payback period, DPP).

Таким чином, єдина економічна доцільність ліквідації технічного боргу зберігається за умови, якщо витрати з його ліквідації є меншими за прогнозовані збитки від проблем, спричинених таким технічним боргом.

Однак, ми розглядаємо таку ситуацію виключно за інших рівних умов, не беручи до уваги можливі репутаційні витрати та прямі штрафні санкції, передбачені у договорах, пов'язаних із реалізацією конкретного проекту. З фінансової точки зору такий варіант є економічно менш привабливим порівняно із базовим (ідеальним) планом, однак економічно більш привабливим порівняно із прогнозним фактичним планом (за умови відсутності ліквідації технічного боргу).

Однак виникнення технічного боргу може бути пов'язане і з прагненням удосконалити продукт, здійснити певне розширення функціоналу. Тому другий узагальнений варіант передбачає, що технічний борг спричинить у майбутньому отримання певних вигод (прогнозований прибуток), а тому вживаються заходи з ліквідації технічного боргу. Таким чином фактичний фінансовий результат (FR_{actual}) буде становити:

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

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

де ΔFR – зміна фінансового результату внаслідок удосконалення продукту.

Вартість заходів із ліквідації технічного боргу зумовлює збільшення грошових потоків, отриманих від реалізації продукту проекту, проте потрібно врахувати і збільшення інвестицій (за рахунок FC). Тобто відбувається як збільшення вхідних грошових потоків, так і збільшення інвестицій. Отже, фактичний фінансовий результат проекту буде більшим за плановий ($FR_{actual} > FR_{target}$) і це позитивно вплине на показники ефективності проекту:

- 1) збільшення чистої теперішньої вартості (net present value, NPV) внаслідок збільшення грошових потоків (cashflow, CF, $CF_{actual} > CF_{target}$) на більшу величину, ніж приріст інвестицій (Investments, I) ($I_{actual} > I_{target}$). Обов'язковою умовою такої ситуації є: $\Delta CF_{actual} > \Delta I_{actual}$;
- 2) збільшення індексу прибутковості (profitability index, PI);
- 3) зменшення періоду окупності (discounted payback period, DPP).

Варто відзначити, що вищеописана ситуація, як і економічна доцільність ліквідації технічного боргу відповідно до другого варіанту зберігається за умови, якщо витрати з його ліквідації є меншими за прогнозований прибуток, отриманий внаслідок удосконалень продукту шляхом ліквідації технічного боргу.

Висновки. Метафора технічного боргу активно використовується в управлінні проектами уже більш як 30 років і впродовж цього періоду часу і сама дефініція категорії «технічний борг» і концепція управління технічним боргом зазнали значного розвитку та розширення. Значна частина науковців до технічного боргу схильна зараховувати не лише обов'язкові роботи проекту (чи роботи з виправлення їхніх негативних наслідків), але і потенційні позитивні вдосконалення продукту проекту. За

такого підходу значно розширено і спектр передумов, за яких можливим є виникнення технічного боргу у проектах. Крім того, варто погодитись, що у такому випадку технічний борг не буде виникати лише у незначній кількості проектів. А отже, проблема управління технічним боргом та його вплив на фінансові результати проектів набувають особливої актуальності.

Використання розробленої у дослідженні фінансової оптимізаційної моделі управління технічним боргом під час управління проектами дозволяє оптимізувати вплив технічного боргу на фінансові результати проекту та врахувати усі його негативні (чи позитивні) аспекти впливу.

Подальші наукові дослідження впливу технічного боргу на фінансові результати проектів доцільно зосередити на деталізації окремих складових розробленої моделі, а також на розширенні спектру показників, на основі яких оцінюється ефективність проектів. У цьому дослідженні вплив технічного боргу на фінансові результати проектів було оцінено на основі витратного підходу (Cost/Benefit Analysis, CBA), тоді у перспективі можна здійснити дослідження на основі інших підходів, зокрема теорії ціноутворення опціонів (Option Pricing Theory) та портфельного менеджменту (Portfolio management).

Література

1. 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.
2. 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.

3. Besker T., Martini A., Bosch J. The use of incentives to promote technical debt management. *Information and Software Technology*. 2022. Vol. 142. P. 1-16.
4. Chin S., Huddleston E., Bodwell W., Gat I. The Economics of Technical Debt. *Cutter IT Journal*. October 2010.
5. Cunningham W. The WyCash Portfolio Management System. Proc. OOPSLA, ACM. 1992. URL: <http://c2.com/doc/oopsla92.html> (дата звернення: 30.10.2023).
6. Curtis B., Sappidi J., Szyrkarski A. Estimating the Principal of an Application's Technical Debt. *Software, IEEE Computer Society*. 2012. 29 (6). P. 34-42.
7. Curtis B., Sappidi J., Szyrkarski A. Estimating the size cost and types of Technical Debt. *3rd International Workshop on Managing Technical Debt (MTD '12), IEEE Computer Society*. 2012. P. 49-53.
8. De Groot J., Nugroho A., Back T., Visser J. What is the value of your software. *3rd International Workshop on Managing Technical Debt (MTD '12), IEEE Computer Society*. 2012. P. 37-44.
9. Dos Santos P. S. M., Varella A., Dantas C. R. and Borges D. B. Visualizing and Managing Technical Debt in Agile Development: An Experience Report. *Lecture Notes in Business Information Processing, Springer*. 2013. 149. P. 121-134.
10. Gomes F. et al. Investigating the point of view of project management practitioners on technical debt. *TechDebt '22: Proceedings of the International Conference on Technical Debt* May. 2022. P. 31–40.
11. Guo Y., Seaman C. A portfolio approach to technical debt management. *2nd International Workshop on Managing Technical Debt, ACM*. 2011. P. 31-34.
12. Kruchten P., Nord R., Ozkaya I. Technical Debt: From Metaphor to Theory and Practice. *Software, IEEE Computer Society*. 2012. 29 (6). P. 18-21.

URL: https://smallake.kr/wp-content/uploads/2015/09/2012_019_001_58818.pdf (дата звернення: 30.10.2023).

13. Nord R., Ozkaya I., Kruchten P., Gonzalez-Rojas M. In Search of a Metric for Managing Architectural Technical Debt. *Joint Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA) and European Conference on Software Architecture (ECSA), IEEE Computer Society*. 2012. P. 91-100.
14. Nugroho A., Visser J., Kuipers T. An empirical model of technical debt and interest. *2nd International Workshop on Managing Technical Debt (MTD' 11), ACM*. 2011. P. 1-8.
15. Schmid K. A formal approach to technical debt decision making. *9th International Conference on Quality of Software Architectures (QoSA' 13), ACM*. 2013. P. 153-162.
16. 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.
17. Vora U. Measuring the Technical Debt. *17th Annual System of Systems Engineering Conference (SOSE)*. Rochester, NY, USA. 2022. P. 185-189.

References

1. Akbarinasaji, S., & Bener, A. (2016). Adjusting the Balance Sheet by Appending Technical Debt. *IEEE 8th International Workshop on Managing Technical Debt (MTD)*, Raleigh, NC, USA, 36-39.
2. Almeida, R. R., Nascimento Ribeiro, R., Treude, C., & Kulesza, U. (2021). Business-Driven Technical Debt Prioritization: An Industrial Case Study. *IEEE/ACM International Conference on Technical Debt (TechDebt)*, Madrid, Spain, 74-83.

3. Besker, T., Martini, A., & Bosch, J. (2022). The use of incentives to promote technical debt management. *Information and Software Technology, 142*, 1-16.
4. Chin, S., Huddleston, E., Bodwell, W., & Gat, I. (2010). The Economics of Technical Debt. *Cutter IT Journal*.
5. Cunningham, W. (1992). The WyCash Portfolio Management System. *Proc. OOPSLA, ACM*. URL: <http://c2.com/doc/oopsla92.html>
6. Curtis, B., Sappidi, J., & Szyrkarski A. (2012). Estimating the Principal of an Application's Technical Debt. *Software, IEEE Computer Society, 29* (6), 34-42.
7. Curtis, B., Sappidi, J., & Szyrkarski, A. (2012). Estimating the size cost and types of Technical Debt. *3rd International Workshop on Managing Technical Debt (MTD '12), IEEE Computer Society*, 49-53.
8. De Groot, J., Nugroho, A., Back, T., & Visser, J. (2012). What is the value of your software. *3rd International Workshop on Managing Technical Debt (MTD '12), IEEE Computer Society*, 37-44.
9. Dos Santos, P. S. M., Varella, A., Dantas, C. R., & Borges, D. B. (2013). Visualizing and Managing Technical Debt in Agile Development: An Experience Report. *Lecture Notes in Business Information Processing, Springer, 149*, 121-134.
10. Gomes, F. et al. (2022). Investigating the point of view of project management practitioners on technical debt. *TechDebt '22: Proceedings of the International Conference on Technical Debt* May, 31–40.
11. Guo, Y., & Seaman, C. (2011). A portfolio approach to technical debt management. *2nd International Workshop on Managing Technical Debt, ACM*, 31-34.
12. Kruchten, P., Nord, R., & Ozkaya, I. (2012). Technical Debt: From Metaphor to Theory and Practice. *Software, IEEE Computer Society, 29* (6), 18-21.

URL: https://smallake.kr/wp-content/uploads/2015/09/2012_019_001_58818.pdf

13. Nord, R., Ozkaya, I., Kruchten, P., & Gonzalez-Rojas, M. (2012). In Search of a Metric for Managing Architectural Technical Debt. *Joint Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA) and European Conference on Software Architecture (ECSA)*, IEEE Computer Society, 91-100.
14. Nugroho, A., Visser, J., & Kuipers, T. (2011). An empirical model of technical debt and interest. *2nd International Workshop on Managing Technical Debt (MTD' 11)*, ACM, 1-8.
15. Schmid, K. (2013). A formal approach to technical debt decision making. *9th International Conference on Quality of Software Architectures (QoSA' 13)*, ACM, 153-162.
16. Stochel, M. G., Wawrowski, M. R., & Rabiej, M. (2012). Value-Based Technical Debt Model and Its Application. *7th International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA' 12)*, XPert Publishing Service, 205-212.
17. Vora, U. (2022). Measuring the Technical Debt. *17th Annual System of Systems Engineering Conference (SOSE)*. Rochester, NY, USA, 185-189.