“Simulation of the capital structure of an enterprise taking into account the dynamics of parameters of the external environment”

AUTHORS	Irina Medvedieva Mariia Ahapova
ARTICLE INFO	Irina Medvedieva and Mariia Ahapova (2020). Simulation of the capital structure of an enterprise taking into account the dynamics of parameters of the external environment. *Economics of Development*, *19*(2), 44-59. doi:10.21511/ed.19(2).2020.05
DOI	http://dx.doi.org/10.21511/ed.19(2).2020.05
RELEASED ON	Thursday, 09 July 2020
RECEIVED ON	Friday, 15 May 2020
ACCEPTED ON	Monday, 15 June 2020
LICENSE	This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
JOURNAL	"Economics of Development"
ISSN PRINT	1683-1942
ISSN ONLINE	2304-6155
PUBLISHER	LLC “Consulting Publishing Company “Business Perspectives”
FOUNDER	Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

NUMBER OF REFERENCES **20**

NUMBER OF FIGURES **11**

NUMBER OF TABLES **5**

© The author(s) 2026. This publication is an open access article.

BUSINESS PERSPECTIVES

Publisher

LLC "CPC "Business Perspectives"
Hryhorii Skovoroda lane, 10,
Sumy, 40022, Ukraine
www.businessperspectives.org

S. KUZNETS KHNUE

Founder

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Nauky avenue, 9-A, Kharkiv, 61166, Ukraine
http://www.hneu.edu.ua/

Received on: 15th of May, 2020
Accepted on: 15th of June, 2020
Published on: 9th of July, 2020

© Irina Medvedieva, Mariia Ahapova, 2020

Irina Medvedieva, Ph.D., Associate Professor, Senior Lecturer at Department of Information Systems, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine.

Mariia Ahapova, Ph.D., Associate Professor, Senior Lecturer at Department of Finance, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine.

This is an Open Access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license, which permits unrestricted re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Irina Medvedieva (Ukraine), **Mariia Ahapova** (Ukraine)

SIMULATION OF THE CAPITAL STRUCTURE OF AN ENTERPRISE TAKING INTO ACCOUNT THE DYNAMICS OF PARAMETERS OF THE EXTERNAL ENVIRONMENT

Abstract

Information technology is an effective tool for substantiating management decisions in any field of activity, including the economy. One of the most important characteristics of the functioning of economic agents in a market is the structure of their capital because the interest of foreign investors in the business entity depends directly on the balance of this structure. Therefore, the process of managing the capital structure of a business unit needs special attention both in terms of sustainable development and during the crisis. Given the mentioned above, the object of the study is the process of managing the enterprise capital structure. The study aims to improve the methodological support of the process of managing the enterprise capital structure taking into account the dynamics of the parameters of the external environment of its operation. As for the results of the research, the EPC diagram of the optimization process of the enterprise capital structure was developed. Due to the use of the vector graphic editor MS Visio, this model allows visually displaying the scenario of a financial manager's activity during performance of his duties on the modeled subject area; the methodical approach to assessing the sustainability of capital structure management based on the building of Shewhart quality maps was suggested. Such maps enable to identify typical (optimal, preventive and control) values of the components of the capital structure of an entrepreneurial unit; methodical recommendations for operative management on an enterprise capital structure at the innovation and investment stage of its development were developed. They are based on the use of a method of linear programming. They allow defining possible deviations of capital structure indicators while retaining the control of the chosen strategy of its development.

Keywords controllability of the development strategy, state of the external environment, quality control cards, the structural-functional model, linear programming

JEL Classification C53, D24, M10

І. Б. Медведєва (Україна), **М. Ю. Агапова** (Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВА З УРАХУВАННЯМ ДИНАМІКИ ПАРАМЕТРІВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Анотація

Інформаційні технології є ефективним інструментом обґрунтування управлінських рішень у будь-якій сфері діяльності, в тому числі, й в економіці. Однією із найголовніших характеристик функціонування економічних агентів на ринку є структура їх капіталу, оскільки саме від її збалансованості залежить інтерес зовнішніх інвесторів до суб'єкта підприємництва. А тому, як в умовах сталого розвитку, так і під час кризи, особливої уваги потребує процес управління структурою капіталу підприємницької одиниці. З огляду на зазначене, об'єктом дослідження обрано процес управління структурою капіталу підприємства. Мета дослідження полягає в удосконаленні методичного забезпечення процесу управління структурою капіталу підприємства з урахуванням динаміки параметрів зовнішнього середовища його функціонування. За результатами дослідження: розроблено EPC-діаграму процесу оптимізації структури капіталу підприємства, яка завдяки використанню векторного графічного редактора MS Visio дозволяє наочно відобразити сценарій діяльності фінансового менеджера при виконанні своїх обов'язків щодо модельованої предметної області; запропоновано методичний підхід щодо оцінювання сталості управління структурою капіталу на базі побудови карт якості Шухарта, які надають можливість виявити типові (оптимальні, попереджувальні та контрольні) значення складових структури капіталу підприємницької

http://dx.doi.org/10.21511/ed.19(2).2020.05

одиниці; розроблено методичні рекомендації до оперативного управління структурою капіталу підприємства на інноваційно-інвестиційному етапі його розвитку на базі використання методу лінійного програмування, що дозволило визначити можливі відхилення показників структури капіталу за умови збереження підприємством керованості обраної стратегії його розвитку.

Ключові слова керованість стратегії розвитку, стан зовнішнього середовища, контрольні карти якості, структурно-функціональна модель, лінійне програмування

Класифікація JEL C53, D24, M10

ВСТУП

Однією з аксіом сучасної підприємницької діяльності є осмислення того, що капітал – це важлива компонента успіху будь-якого бізнесу, який орієнтований на довгострокове економічне зростання. Доцільно зауважити, що з точки зору системного підходу процес управління структурою капіталу є певним чином узгодженою системою, яка як вхід має абсолютні характеристики капіталу підприємства, а як вихід – управлінські рішення щодо узгодження параметрів капіталу за термінами, обсягами та структурою.

Важливо, що оптимізація структури капіталу є однією з найскладніших проблем в процесі управління фінансами підприємств. При цьому оптимальна структура капіталу є таким співвідношенням використовування власних і позикових засобів, за якого забезпечується найефективніша пропорційність між коефіцієнтами фінансової рентабельності і коефіцієнтом фінансової стійкості підприємства, тобто набуває максимуму його ринкова вартість.

Отже все більшої актуальності набувають питання подальшої розбудови інструментів оперативного управління структурою капіталу суб'єктів господарювання, які дозволять значно підвищити ефективність їх діяльності, що особливо важливо у сучасних умовах економічної нестабільності України. Цей факт зумовлює актуальність теми даного дослідження.

1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Значну кількість вітчизняних і закордонних робіт присвячено дослідженню певних управлінських завдань, де поряд із категорією «капітал» вживаються поняття «фінансовий капітал» та «фінансові ресурси». Цілком зрозуміло, що ототожнення цих фінансових дефініцій викликає дискусію щодо їх сутності. З огляду на це, цілком заслуговують уваги праці таких авторів, як: Бланк, Воробйов, Лапуста, Ковалева, Терьохін, Скамай, Фішер, Дорнбуш та Шмалензі, у яких висвітлено різноманітні тлумачення згаданих категорій.

У цій роботі автори базуються на думці, поданій у праці [13], відповідно до якої, сама сутність процесу управління капіталом вимагає двоспрямованості його дослідження: по-перше – аналіз капіталу за джерелами формування; по-друге – аналіз капіталу за фізичною формою його функціонування. Саме такий підхід, на думку авторів, сприятиме виробленню найбільш обґрунтованого управлінського рішення, що відбиватиме не тільки параметри капіталу, а й буде враховувати поточний стан підприємства та плановані напрями його розвитку.

Зважаючи на сутність процесу управління капіталом підприємства, його мету та завдання, сформуємо систему понять управління капіталом підприємства. Її схематичне зображення подано на Рисунку 1.

Як видно з Рисунку 1, управління капіталом підприємства базується на механізмі, який в свою чергу передбачає етапи цього процесу, систему та відповідний інструментарій.

Питання економіко-математичного моделювання процесу управління структурою капіталу підприємства розглянуто у працях Шиндирук [17], Нужнової [8], Попова [11], Єлейко [20], Щербань [14], Азарова, Роїк, Кілимник [12], Лемішко [5].

Джерело: Побудовано авторами.

Рисунок 1. Система понять з управління капіталом підприємства

Так, у [17] пропонується аналізувати структуру капіталу з огляду на предметний (джерела і методи фінансування) та часовий (залучення та використання) компоненти досліджуваного процесу. На значущості структури пасиву балансу підприємства наголошено у праці [8], в якій розглянуто можливість застосування імітаційного моделювання його динаміки. Модель оптимізації структури капіталу підприємства за критерієм досягнення певного рівня фінансової стійкості подано в [11]. Справедливо наголошено в роботі [3] щодо обмеження адекватності результатів комплексного діагностування капіталу, що здійснюється традиційними методами. Аналогічний висновок можна знайти у дослідженнях [4, 14], в якому зазначено, що методологічний базис формування та оптимізації капіталу корелює з ефективністю процесу управління капіталом.

Результати аналізу досліджень, представлених у працях [3, 8, 11, 14, 17], дозволили визначити, що недостатньо вивченим залишається питання застосування інформаційних технологій саме задля підвищення сталості процесу управління структурою капіталу підприємства з огляду на вплив зовнішнього середовища його функціонування.

2. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета дослідження – удосконалення методичного забезпечення процесу управління структурою капіталу підприємства з урахуванням динаміки параметрів зовнішнього середовища його функціонування.

3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Запропоновано: використовувати метод структурного аналізу та проектування SADT для побудування структурно-функціональної графічної моделі в нотації IDEF0 процесу управління структурою капіталу підприємства; метод статистичного контролю, зокрема, контрольних карт якості Шухарта, для встановлення меж системної варіативності процесу управління структурою капіталу підприємства та прогнозування досліджуваного процесу на основі ретроспективних даних; метод лінійного програмування – для моделювання можливих змін показників структури капіталу та фінансового результату підприємства з огляду на вплив зовнішнього середовища його функціонування.

http://dx.doi.org/10.21511/ed.19(2).2020.05

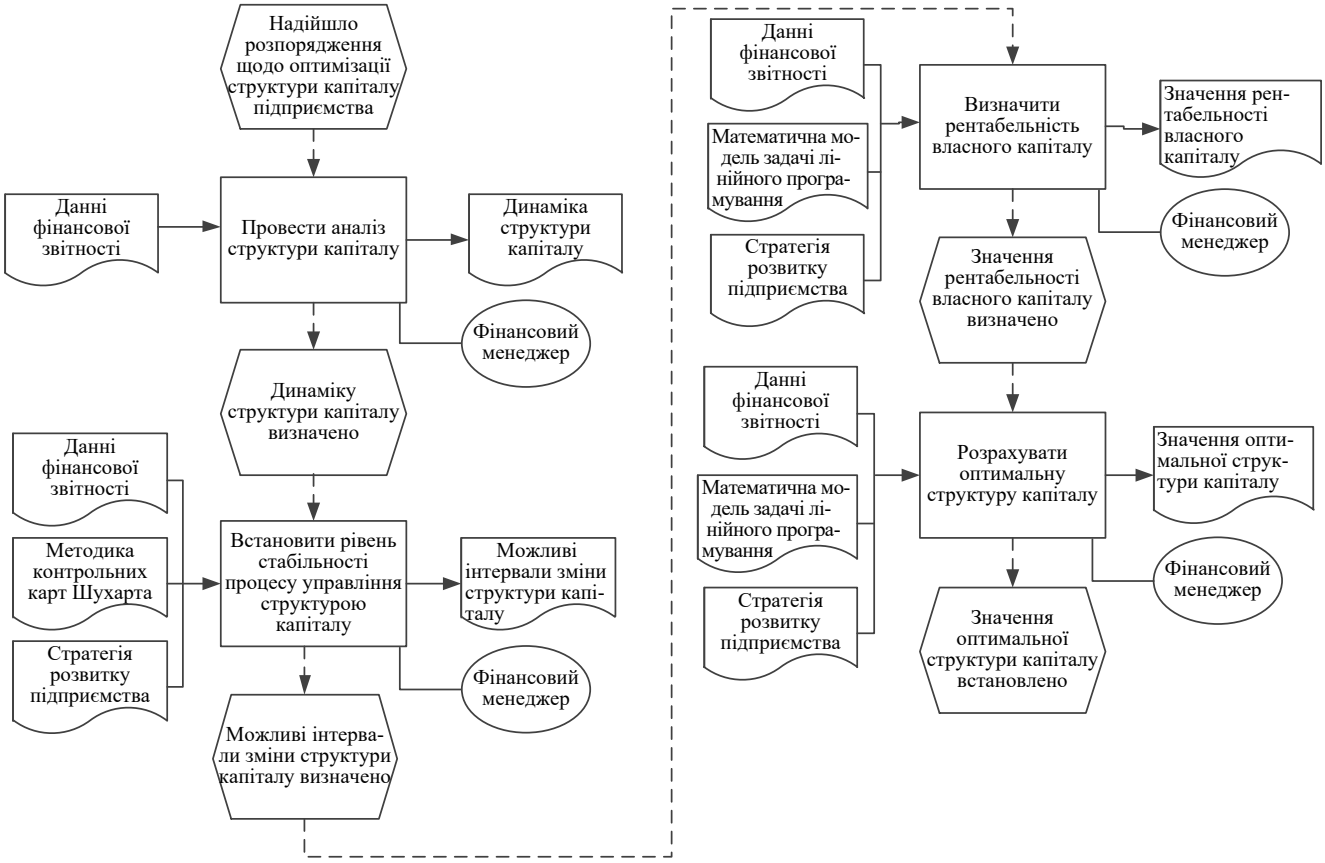
4. РЕЗУЛЬТАТИ

З огляду на мету дослідження авторами розроблено EPC-діаграму процесу управління структурою капіталу підприємства. Позитивними характеристиками пропонованої діаграми є можливість наочно ілюструвати порядок дій при оцінюванні впливу структури капіталу підприємства на його фінансові результати.

EPC-діаграму удосконалення процесу управління структурою капіталу підприємства розроблено у середовищі векторного графічного редактора MS Visio, одним із призначенням якого є унаочнення досліджуваних бізнес-процесів у графічному вигляді.

Особливостями EPC-діаграми є те, що з її допомогою можна наглядно подати не тільки виконувані у процесі функції, а й події, що передують або завершують функції, а також вхідні та вихідні інформаційні потоки. EPC-діаграму аналізованого бізнес-процесу представлено на Рисунку 2.

Як видно з представленої на Рисунку 2 EPC-діаграми, процес визначення оптимальної структури капіталу підприємства ініційовано розпорядженням фінансовому менеджеру, яке може надійти як від начальника фінансового відділу, так й від комерційного директора. Кожна функція процесу (аналіз структури капіталу, встановлення рівня стабільності процесу управління структурою капіталу, визначення рентабельності власного капіталу та оптимальної структури капіталу підприємства), виконувана фінансовим менеджером, має відповідну вихідну подію. Діаграма характеризується лінійною структуро, тобто не має розгалужень, оскільки саме остання подія «Значення оптимальної структури капіталу встановлено» може викликати різні рішення щодо управління структурою капіталу залежно від отриманих значень.



Джерело: Сформовано авторами.

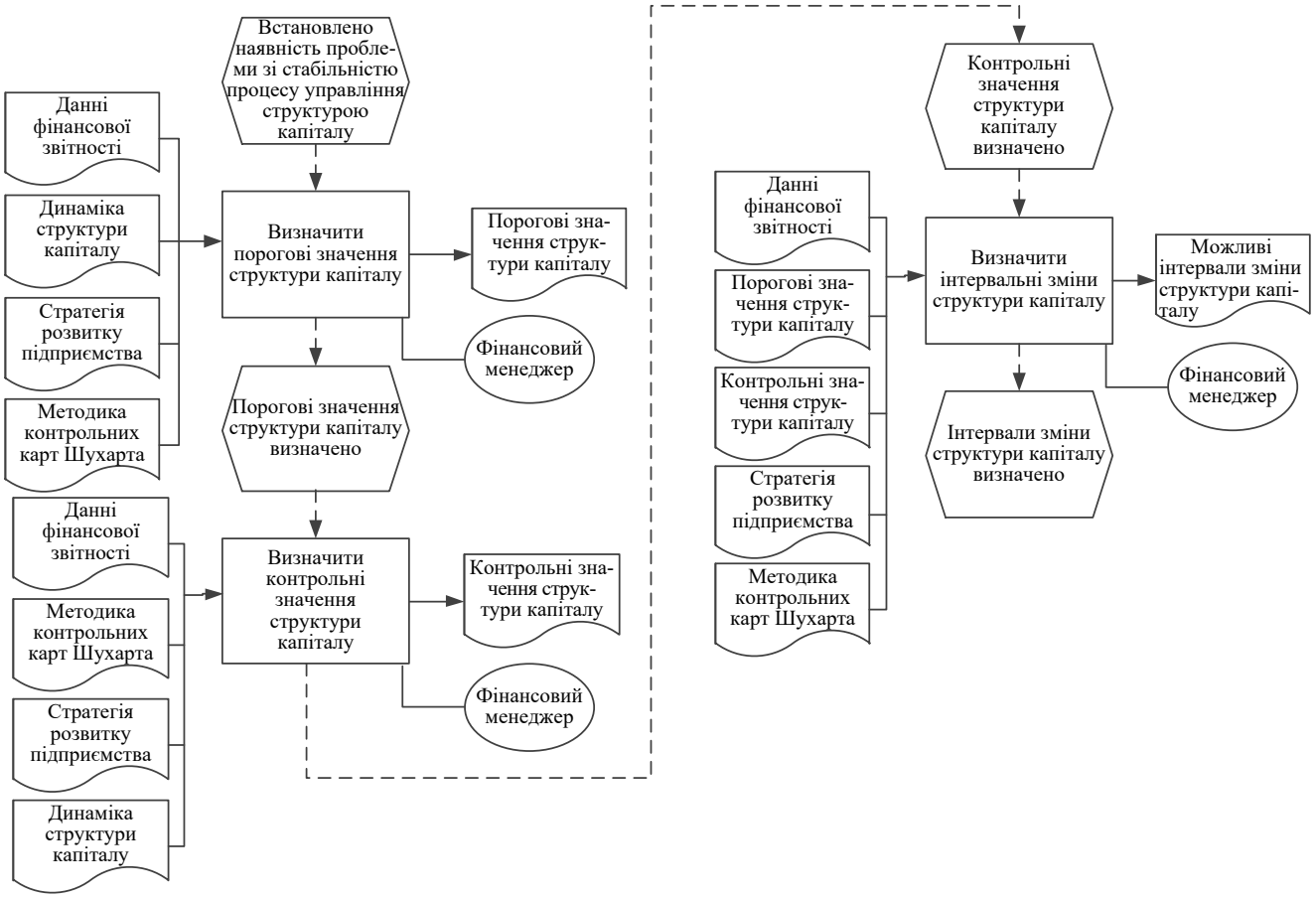
Рисунок 2. EPC-діаграма процесу визначення стабільності процесу управління структурою капіталу за допомогою ККШ

Найбільш значущими з огляду на досліджуваний процес є етапи встановлення рівня стабільності процесу управління структурою капіталу та розрахунку рентабельності капіталу (Рисунок 2), оскільки саме їх результати є підґрунтям прийняття відповідних управлінських рішень. Розроблену авторами EPC-діаграму процесу визначення стабільності процесу управління структурою капіталу подано на Рисунку 3.

Передусім треба відмітити, що КШ розповсюджені дуже широко. Більшість публікацій по застосуванню контрольних карт розглядають їх як засіб оперативного управління. Однак автори надають цьому значенню іншу роль – роль діагностичного інструменту, який призначений для визначення статистичної керованості процесу, тобто наявність чи відсутність спеціальних причин варіабельності [15]. Сам Шухарт запропонував дуже просте визначення причин варіабельності: вихід точки на контрольній карті за верхню або нижню границю. В подальшому, однак, по мірі того, як контрольні карти ширше використовувались в промисловості, на практиці все частіше виникала ситуація, коли всі точки знаходились в зоні між верхньою та нижньою границею, але із карт було зрозуміло, що з процесом щось робиться (тенденція до росту, або до зниження) [3].

Оскільки теоретичним підґрунтям карт якості Шухарта є теорія ймовірності, то підпорядкованість динаміки характеристик економічних процесів нормальному закону розподілу дозволяє зробити передбачення щодо можливості їх застування в сфері фінансового менеджменту.

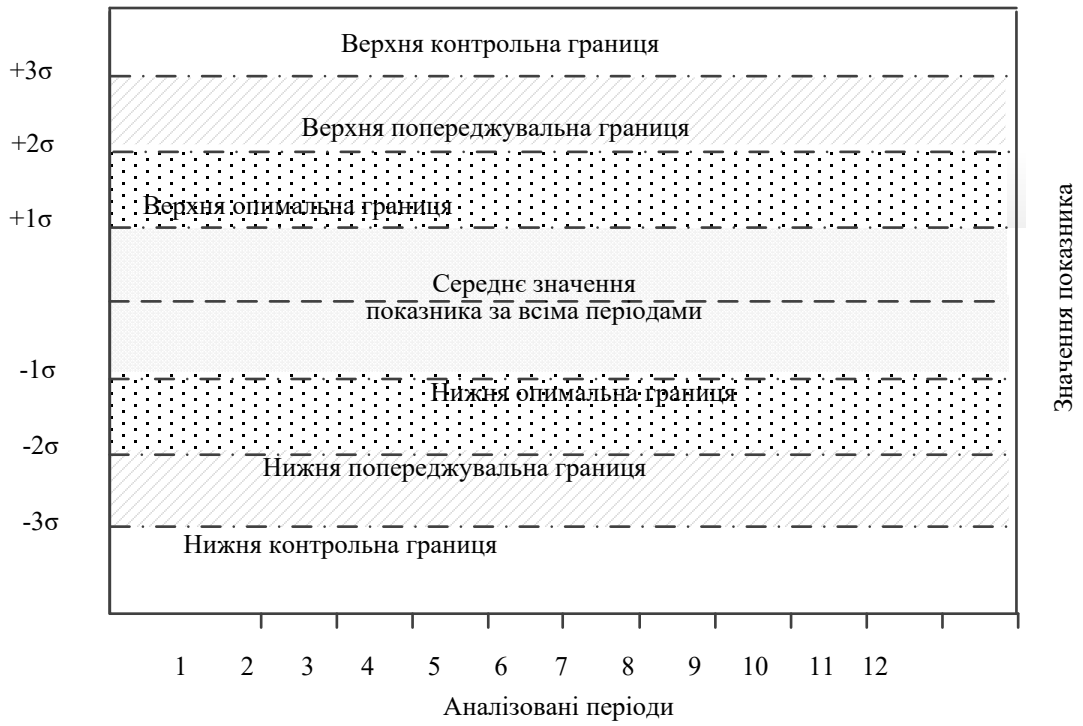
Залежно від зони карти Шухарта, до якої можуть потрапити значення досліджуваних показників, останні набувають певних характеристик, що залежать від відповідних границь, поданих на Рисунку 4.



Джерело: Сформовано авторами.

Рисунок 3. EPC-діаграма процесу визначення стабільності процесу управління структурою капіталу за допомогою ККШ

http://dx.doi.org/10.21511/ed.19(2).2020.05



Джерело: Побудовано авторами.

Рисунок 4. Зональні характеристики розташування значень досліджуваних показників на карті Шухарта

Згідно з Рисунком 4, процес визнається статистично стабільним (керованим) за правилами, викладеними в роботі [16, 19], залежно від послідовності розташування значень аналізованого показника за конкретним періодом відносно: а) середнього значення за всіма періодами (*Xcp*); б) контрольних границь, що розраховуються як *Xcp* ± 3σ.

Щодо карти Шухарта, то доцільно навести такі пояснення:

- на карті відображаються статистично розраховані контрольні відносно центральної лінії границі: верхня контрольна границя (ВКГ) і нижня контрольна границя (НКГ) відповідно (Рисунок 4);
- відстань контрольних границь від центральної ліні становить 3σ (σ – стандартне відхилення);
- процес може бути визнаний статистично керованим за умови розташування значень досліджуваних характеристики у границях ± 3σ, а отже, ризик їх потрапляння за контрольні границі становитиме лише 0.3% [7].

Оскільки в умовах швидкої мінливості зовнішнього середовища вартість як позикових коштів, так і власних, безумовно мають значний вплив на фінансові результати функціонування суб'єкту господарювання, то об'єктивним буде стверджувати, що і статистична стабільність або нестабільність структури капіталу відповідно призводить до задовільних або незадовільних фінансових результатів. Можливі сполучення зазначених ситуацій формують чотири квадранти, які відображено у Таблиці 1.

Таблиця 1. Стан процесу управління структурою капіталу

Джерело: Сформовано авторами.

Стан процесу	Фінансові результати	
	Задовільні	Незадовільні
Керований (стабільний)	1	2
Некерований (нестабільний)	3	4

Четвертий та третій квадранти (Таблиця 1) відображають ситуацію, коли при нестабільній динаміці структури капіталу підприємство може одержувати як незадовільні, так і задовільні фінансові результати відповідно. При цьому для квадранта 4 стан процесу управління характеризується як хаотичний, а для третього – як такий, що є на грані хаосу [1, 19]. При такому стані фінансовий менеджер має спрямовувати зусилля на пошук причин варіацій структури капіталу, щоб підняти процес до характеристик другого або першого квадрантів, тобто привести його до стану керованості.

Другий квадрант характеризується передбачуваністю динаміки структури капіталу, але фінансові результати є незадовільними, а, отже, процес управління знаходиться у пороговому відносно хаосу стані [1, 19]. У цьому випадку фінансовий менеджер має слідкувати за розмірами довгострокових та короткострокових зобов'язань з огляду на тенденцію фінансових результатів. Даний стан дозволяє прогнозувати процес управління капіталом.

Для першого квадранту характерним є позитивна динаміка фінансових результатів, а процес управління структурою капіталу відзначається прогнозованістю його розвитку.

Харківський завод «А» є одним із підприємств, що останніми роками знаходиться на інвестиційно-інноваційній стадії свого розвитку. Результати фінансового аналізу його діяльності упродовж 2011–2018 рр. доводять, що не зважаючи на від'ємне значення фінансового результату, підприємство збільшує свої інвестиційні ресурси за рахунок реструктурування іншого додаткового капіталу, додаткової емісії акцій та залучення дострокових кредитів. При цьому значною позитивно динамікою відзначаються обсяги нематеріальних активів та основних засобів. Тому, зважаючи на кризові явища на фінансовому ринку України, фінансовим менеджерам заводу доцільно проаналізувати можливі сценарії реагування на загрози зовнішнього середовища. На думку, автора такий аналіз можна провести побудувавши ККШ, які дозволяють визначити типові значення структури інвестиційних джерел та фінансових результатів. Вихідні дані щодо побудування ККШ подано у Таблиці 2.

За результатами побудування карт якості Шухарта було отримано величини середніх (*Xcp* – типових), оптимальних (*Xcp* ± 1σ), попереджувальних (*Xcp* ± 2σ) та контрольних (*Xcp* ± 3σ) значень аналізованих показників, які подано у Таблиці 3.

Нижче детальніше подано результати аналізу отриманих результати з огляду на керованість процесу управління структурою капіталу.

Таблиця 2. Вихідні дані для побудування ККШ

Джерело: Сформовано авторами.

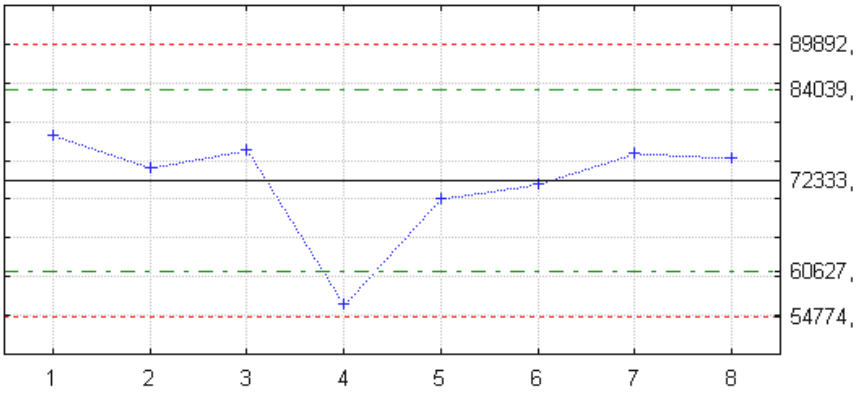
Показник	Значення за роками, тис грн							
	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Активи	78,208.9	74,072.0	76,345.3	56,500.7	70,145.1	72,045.8	75,940.5	75,404.3
Довгостроковий капітал	5,383.8	1,435.4	1,140.0	8,878.9	14,419.4	9,671.9	13,399.8	3,918.0
Поточні зобов'язання	9,921.4	11,335.7	16,568.1	5,103.5	5,780.1	6,806.1	8,071.2	18,068.3
Чистий прибуток	–1,179.9	3,261.3	–2,079.2	–16,875.3	–288,4	–1,442.6	–1,238.6	–986,8

Таблиця 3. Значення показників структури капіталу та чистого прибутку за ККШ

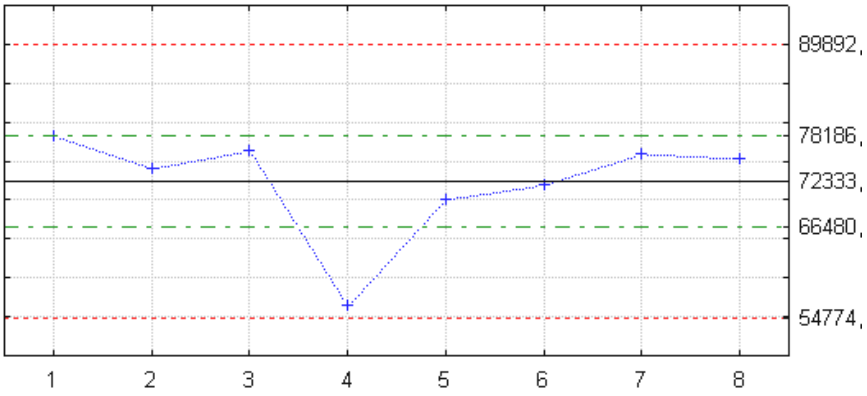
Джерело: Розраховано авторами.

Показник, тис грн	Середнє значення, тис грн	Границя, тис грн					
		Контрольна (*Xcp*±3σ)		Попереджувальна (*Xcp*±2σ)		Типова (*Xcp*±1σ)	
		нижня	верхня	нижня	верхня	нижня	верхня
Активи (А)	72,332.83	54,773.83	89,891.82	60,626.83	84,038.82	66,479.83	78,185.82
Довгостроковий капітал (ДК)	7,280.90	0.00	20,756.77	0.00	16,264.81	2,788.94	11,772.86
Поточні зобов'язання (ПЗ)	10,206.80	0.00	22,009.86	2,338.09	18,075.51	6,272.45	14,141.15
Чистий прибуток (ЧП)	–2,603.69	–18,850.01	13,642.64	–13,434.57	8,227.20	–8,019.13	2,811.75

http://dx.doi.org/10.21511/ed.19(2).2020.05



а) у границях *Xcp* ± 2σ та *Xcp* ± 3σ



б) у границях *Xcp* ± 1σ та *Xcp* ± 3σ

Джерело: Побудовано авторами.

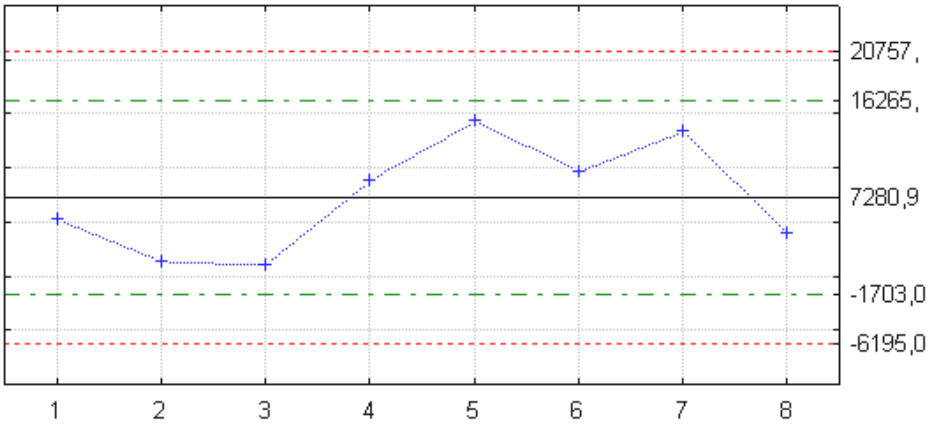
Рисунок 5. ККШ динаміки обсягу активів

Графічний вигляд ККШ щодо динаміки обсягу активів підприємства «А» подано на Рисунку 5.

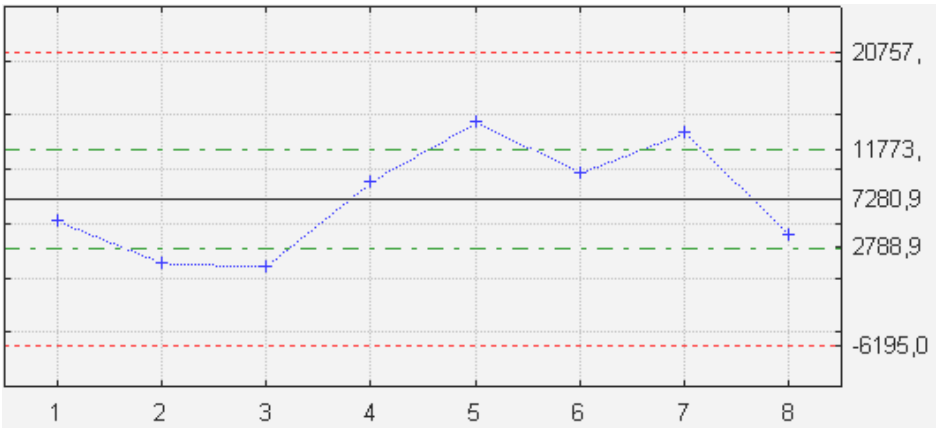
Як видно з Рисунку 5, значення показника активів впродовж 2011–2013 рр. та 2015–2018 рр. лежить в межах типової границі (*Xcp* ± 1σ). Це свідчить про те, що керованість процесом близька до абсолютної. Але також видно різке зниження показника, що призвело до виходу за граничне значення попереджувальної границі (*Xcp* ± 2σ) у 2014 році. У цьому році простежується різке зниження основних засобів, що призвело до спаду необоротних активів в порівнянні з попередніми роками. Також на таке відхилення посприяли і оборотні активи, а саме зниження дебіторської заборгованості. З одного боку це є позитивною тенденцією, тому що всі кошти підприємства знаходяться у його розпорядженні в даний момент; з другого боку – негативною, так як це може призвести до втрати ринків збуту, а отже і прибутку. Це відхилення говорить про те, що у цьому році керівництво проводило не досить ефективну політику управління активами (у межах *Xcp* ± 3σ), що в подальшому було усунено.

Графічний вигляд ККШ щодо динаміки обсягу довгострокових зобов'язань підприємства «А» подано на Рисунку 6.

Як видно з Рисунку 6, у період з 2011–2014 рр. значення даного показника лежить в межах типових границь (*Xcp* ± 1σ), що свідчить про майже абсолютну керованість процесом. Тільки у 2013 році простежується вихід за типову границю, але у наступних двох роках ситуація поліпшилась. У 2015 та 2017 рр. простежується вихід за межі попереджувальної границі (*Xcp* ± 2σ). В межах такої ситуації керівництву потрібно зменшити кількість позикового капіталу, щоб не втратити фінансову стійкість та платоспроможність. У 2016 та 2018 рр. простежується втілення ефективної політики стосовно позикового



а) у границях *Xcp* ± 2σ та *Xcp* ± 3σ



б) у границях *Xcp* ± 1σ та *Xcp* ± 3σ

Джерело: Побудовано авторами.

Рисунок 6. ККШ динаміки обсягу довгострокових зобов'язань

капіталу. Взагалі картина з довгостроковим капіталом досить керована (усі значення показника лежать в межах контрольної границі *Xcp* ± 3σ), але слід стежити за зміною значень цього показника.

Графічний вигляд ККШ щодо динаміки обсягу поточних зобов'язань підприємства «А» подано на Рисунку 7.

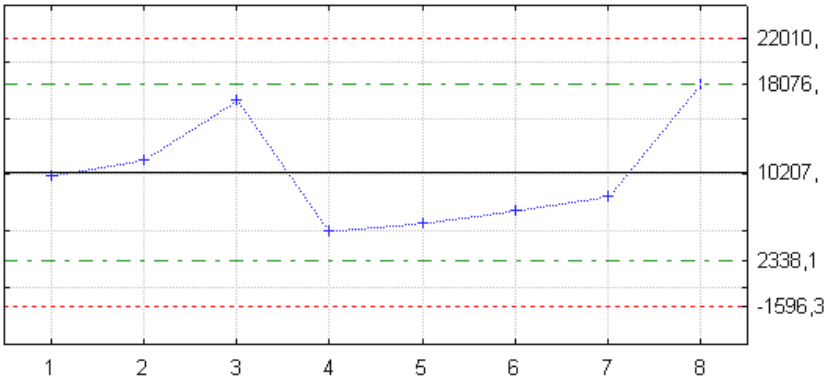
Як видно з Рисунку 7, упродовж 2011–2018 рр. процес управління поточними зобов'язаннями є керованим (усі значення даного показника лежать в межах контрольних границь *Xcp* ± 3σ). Але у 2013 та у 2014 рр. простежується відхилення від типової границі (*Xcp* ± 1σ). У 2018 році простежується вихід за межі попереджувальної границі (*Xcp* ± 2σ), що свідчить про порушення керованості процесом. На збільшення поточних зобов'язань у 2018 рр. посприяло різке збільшення у балансі короткострокових кредитів банків, що свідчить про нездатність підприємства розплачуватись по своїх зобов'язаннях. Ефективною політикою для поліпшення даної ситуації є збільшення власного капіталу за рахунок емісії акцій або отримання підприємством довгострокових кредитів від банків.

Останній карті фінансові менеджери мають приділяти якомога більше уваги.

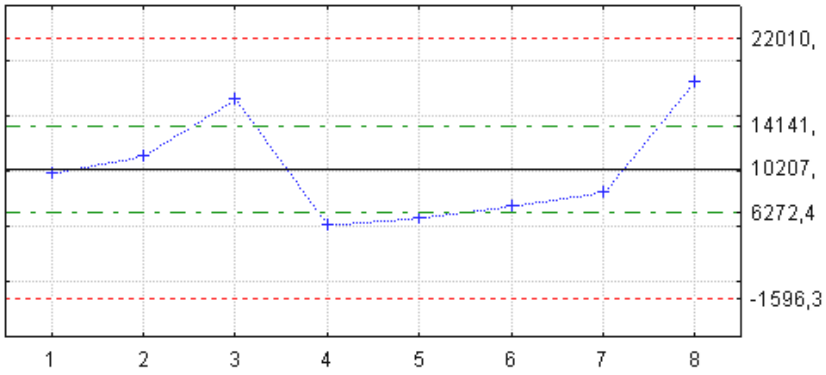
Графічний вигляд ККШ щодо динаміки чистого прибутку підприємства «А» подано на Рисунку 8.

Як видно з Рисунку 8, ситуація підприємстві «А» упродовж 2011–2018 рр. стосовно чистого прибутку є негативною, бо підприємство несе збитки. З 2011 по 2013 рр. та з 2015 по 2018 рр. процес управління чистим прибутком є керованим та близьким до абсолютної керованості (± 1σ). У 2015 році простежується різке

http://dx.doi.org/10.21511/ed.19(2).2020.05



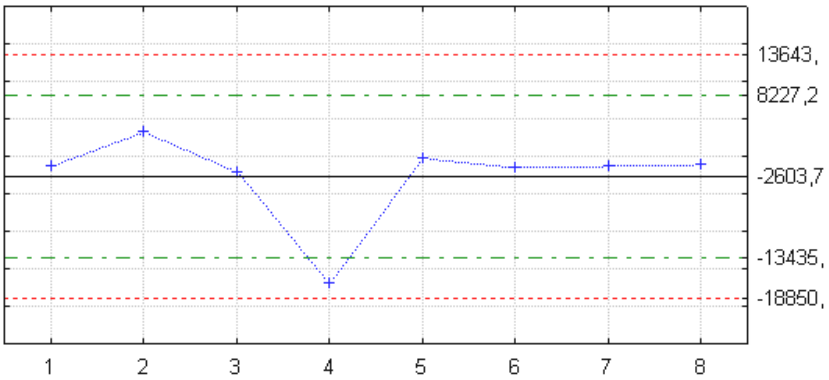
а) у границях *Xcp* ± 2σ та *Xcp* ± 3σ



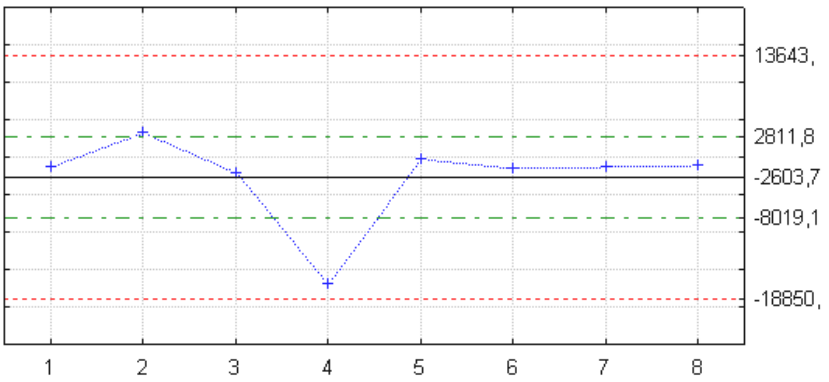
б) у границях *Xcp* ± 1σ та *Xcp* ± 3σ

Джерело: Побудовано авторами.

Рисунок 7. ККШ динаміки обсягу поточних зобов'язань



а) у границях *Xcp* ± 2σ та *Xcp* ± 3σ



б) у границях *Xcp* ± 1σ та *Xcp* ± 3σ

Джерело: Побудовано авторами.

Рисунок 8. ККШ динаміки обсягу чистого прибутку

зниження чистого прибутку і значення даного показника вийшло за межі попереджувальної границі (± 2σ). У цьому році велику частину усіх витрат займають інші операційні витрати. Кошти пішли на ремонт обладнання чи приміщень, або придбання нового обладнання. Також таку ситуацію міг визвати спад виробництва. Впродовж наступних років простежується поліпшення ситуації та повернення абсолютної керованості процесу управління чистим прибутком.

Таким чином, провівши аналіз керованості процесу управління структурою капіталу, можна сказати наступне. Усі аналізовані показники (Таблиця 3) за правилами ККШ [10, 15] знаходяться в межах контрольних границь ($Xcp \pm 3\sigma$). Також є відхилення від типових границь ($Xcp \pm 1\sigma$), що свідчить про порушення керованості процесу за певних умов.

Як видно з ККШ (Рисунки 4-7) керівництво даного підприємства досить швидко реагує на зміни у керованості процесом та робить відповідні зміни в політиці управління підприємством, щоб досягти максимальних результатів своєї діяльності. Проте слід відзначити, що в умовах посилення кризових явищ у зовнішньому середовищі функціонування досліджуваного підприємства доцільно проаналізувати можливі відхилення показників структури капіталу за умови збереження керованості обраної підприємством стратегії розвитку [6].

Для реалізації означеного завдання запропоновано використання розширеної версії моделі Дюпона, яка успішно об'єднує основні аспекти управління компанією: прибутковість власного капіталу, активів і ефективність прийняття операційних, інвестиційних і фінансових рішень. Крім того дана модель дозволяє відстежити і всі інші показники і виявити «вузькі місця». Тому доцільним є її використання й при управлінні структурою капіталу.

Загальний вигляд розширеної (трьохфакторної) моделі Дюпона можна представити у такому виді:

$$\textit{Рентабельність власного капіталу} = \frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Виручка від реалізації}} \cdot \frac{\text{Виручка від реалізації}}{\text{Власний капітал}} = \frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Виручка від реалізації}} \cdot \frac{\text{Виручка від реалізації}}{\text{Активи}} \cdot \frac{\text{Активи}}{\text{Власний капітал}}. \quad (1)$$

З огляду на поставлене завдання, доцільно провести додаткову декомпозицію моделі (1) та представити її у такому виді:

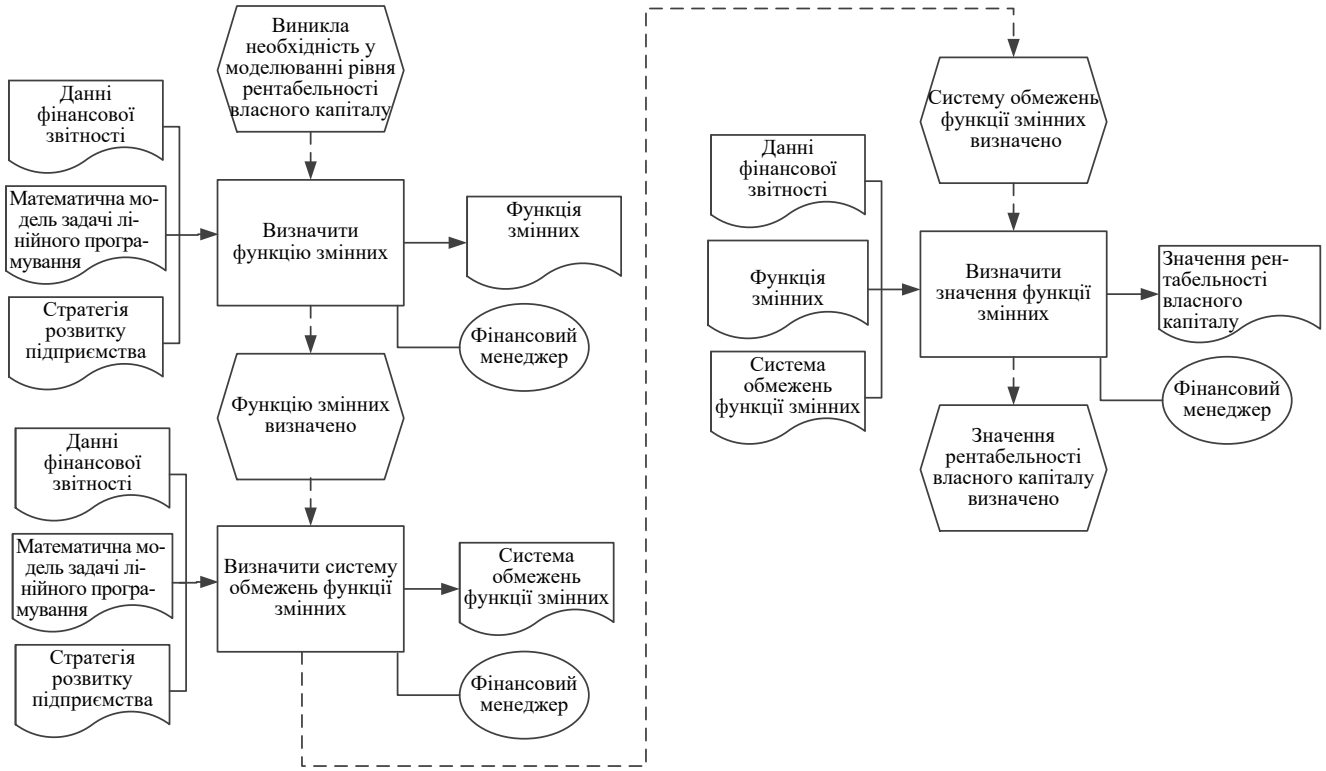
$$\text{Рентабельність власного капіталу} = \text{Рентабельність продажу} \cdot \frac{\text{Виручка від реалізації}}{\text{Власний капітал} + \text{Довгостроковий капітал} + \text{Поточні зобовязання}} \cdot \frac{\text{Власний капітал} + \text{Довгостроковий капіталл} + \text{Поточні зобовязання}}{\text{Власний капітал}}. \quad (2)$$

Технологію розрахунку рентабельності власного капіталу за допомогою вирішення ЗЛП подано на Рисунку 9.

Лінійне програмування є інструментом дослідження операцій, що дозволяє оптимізува-ти цільову функцію, яка описується лінійними рівняннями і нерівностями. Вирішення задачі лінійного програмування надає змогу визначити найкращий спосіб розподілу обмежених ресурсів за декількома взаємозалежними напрямками. На практиці лінійне програмування використовується при дослідженні багатьох економічних задач [7].

Загальний вигляд задачі лінійного програмування та її конкретизація для моделювання (пошуку) оптимальної структури капіталу підприємства подано у на Рисунку 10.

http://dx.doi.org/10.21511/ed.19(2).2020.05



Джерело: Розроблено авторами.

Рисунок 9. EPC-діаграма розрахунку рентабельності власного капіталу

Зауважимо, що величину зазначених обмежень було знайдено при визначенні стану керованості процесу управління структурою капіталу за картами якості Шухарта з огляду на збереження керованості процесу управління фінансовим результатом. Тобто, чим гірше прогнозований вплив зовнішнього середовища, тим вужче мають бути обмеження:

- обмежувані значення мають бути у зоні оптимального рівня ($Xcp \pm 1\sigma$) при агресивному впливі зовнішнього середовища;
- обмежувані значення мають бути у зоні попереджувальних границь ($Xcp \pm 2\sigma$) при негативному впливі зовнішнього середовища;
- обмежувані значення мають бути у зоні контрольних границь ($Xcp \pm 3\sigma$) при стабільному стані зовнішнього середовища (Рисунок 4).

Розглянемо вхідні позиції щодо визначення поданих вище обмежень для складових моделі Дюпона та спрямування цільової функції.

За цільову функцію моделювання структури капіталу за умови різного стану зовнішнього середовища було обрано показник рентабельності власного капіталу (*Рвк*).

Обмеження за умови стабільного впливу зовнішнього середовища передбачають можливість зміни складових моделі Дюпона від їх поточних значень (*Хпот*) до максимально можливих, в якості яких визначено величину ($Xcp + 3\sigma$), тобто, за яких умов управління не виходить за межі керованості. Зауважимо, що чистий прибуток при цьому має знаходитися у межах [–1σ; +1σ], оскільки інноваційно-інвестиційний етап розвитку досліджуваного підприємства характеризується значним зниженням ефективності його діяльності, відзначимо, що поточне значення чистого прибутку становить від'ємне значення (–986.80 тис грн), а рентабельність власного капіталу дорівнює –1.85%. Виходячи із цього положення і формувалася цільова функція – мінімізація рентабельності власного капіталу ($Рвк \rightarrow min$).

$$\sum_{j=1}^{n} c_j \rightarrow \min \text{ при обмеженнях :}$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i, i = 1,..., m_1; \qquad \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j = b_i, i = m_1 + 1,..., m; \qquad x_i \ge 0; j = 1,..., n,$$

де c_j (j = 1, ..., n), a_{ij} (i = 1, ..., m) – задані числа.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД

ЗАДАЧА ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

ПАРАМЕТРИ:

Вплив зовнішнього середовища:	Цільова функція:	Обмеження:
стабільний	Рвк→ min;	Хпот. ≤ А, ДК, ПЗ ≤ Хср + 3σ;
негативний	Рвк→Рвк.ср.;	Хср.– 1σ ≤ А, ДК, ПЗ, ЧП ≤ Хср + 1σ;
агресивний	Рвк→Рвк.ср.	Хср.– 1σ ≤ А, ДК, ПЗ, ЧП ≤ Хср.

Джерело: Побудовано авторами.

Рисунок 10. Параметри ЗЛП визначення оптимальної структури капіталу за умови різного впливу зовнішнього середовища

За умови погіршення параметрів зовнішнього середовища (тобто при його негативному або агресивному впливі) доцільно дотримуватися типового для підприємства значення рентабельності власного капіталу, а, отже цільова функція має досягати її середнього значення: *Рвк → Рвк.ср.* При цьому складові моделі Дюпона, а саме обсяг активів. Довгострокового капіталу та поточних зобов'язань мають знаходитися у своїх оптимальних межах з огляду на керованість процесу: *Хср – 1σ ≤ А, ДК, ПЗ, ЧП ≤ Хср + 1σ.*

За умови ж агресивного впливу зовнішнього середовища, при збереженні середнього рівня рентабельності власного капіталу, модельовані параметри доцільно обмежувати з нижньої сторони значенням (*Хср – 1σ*), тобто підприємство має утримувати структуру капіталу не нижче за оптимальні параметри, а з верхньої – зазначені параметри мають досягати хоча б своїх середніх значень: *А, ДК, ПЗ, ЧП ≤ Хср.* З інших обмежень можлива втрата керованості процесу управління структурою капіталу досліджуваного підприємства.

Безпосередньо значення обмежень було подано у Таблиці 3. Вихідні дані та результати моделювання за означених умов представлено у Таблиці 4 [10]. Графічне зображення результатів моделювання подано на Рисунку 11.

Як видно із даних Таблиці 4 та Рисунку 11, за умови незмінності впливу зовнішнього середовища, величина активів залишається незмінною (75,404.30 тис грн), проте структура капіталу характеризується певними змінами у бік збільшення довгострокового позикового капіталу, величина якого зростає із 3,918.00 тис грн до 20,756.77 тис грн. При цьому дещо зменшується власний капітал (із 53,418.00 тис грн до 44,440.73 тис грн) та поточні зобов'язання. Значення цільової функції сягає –18.05%. Тобто, за умови підтримання підприємством «А» обраної стратегії розвитку погіршення рентабельності власного капіталу є цілком закономірними з огляду на теоретичні та практичні засади динаміки такого процесу. До того ж слід зауважити, що усі значення знаходяться у зоні керованості (Таблиця 3).

http://dx.doi.org/10.21511/ed.19(2).2020.05

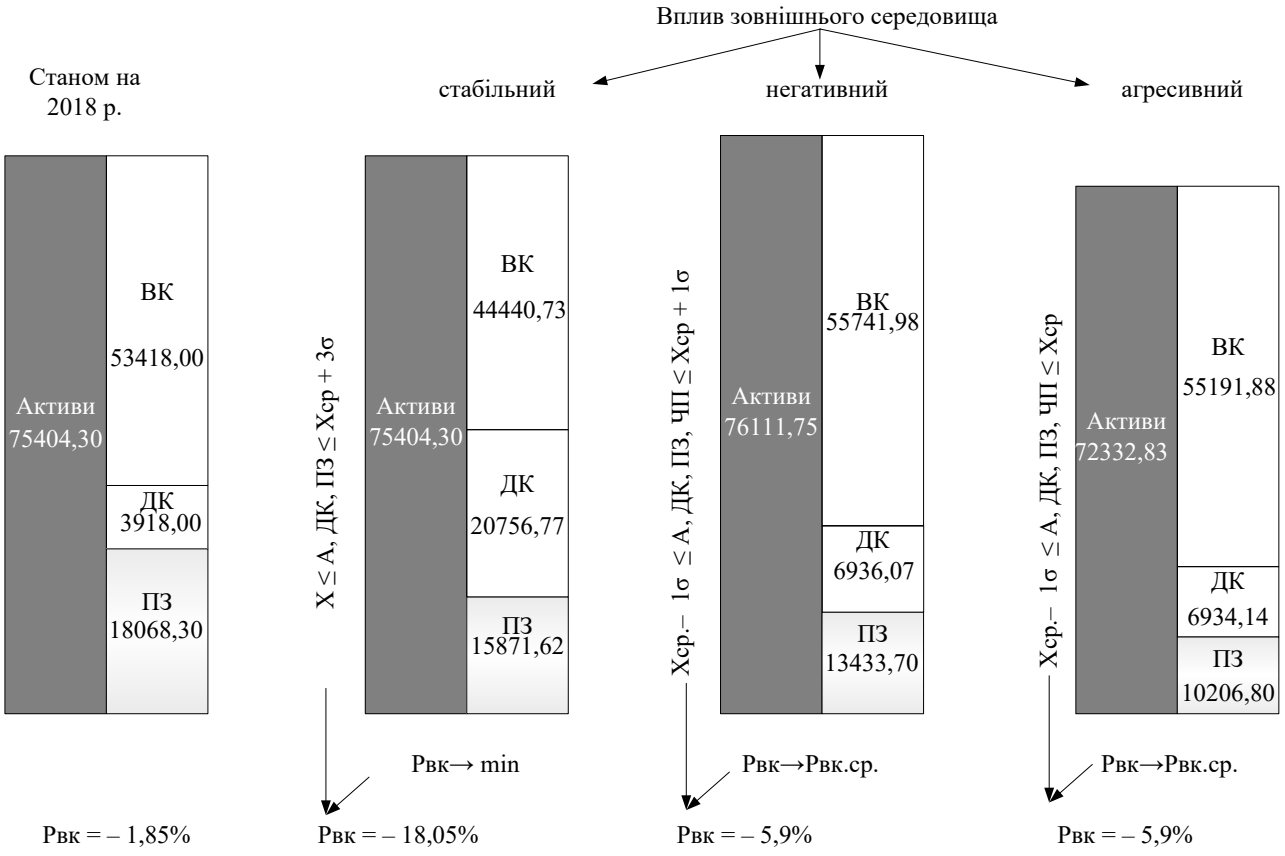
Таблиця 4. Результати моделювання можливих змін показників структури капіталу та фінансового результату підприємства

Джерело: Розраховано авторами.

Показник (X)	Станом на 2018 р., тис грн	Вплив зовнішнього середовища		
		стабільний	негативний	агресивний
		Цільова функція		
		РВК→ min	РВК→ХСР	РВК→ХСР
		Обмеження		
		X ≤ X ≤ +3σ	–1σ ≤ X ≤ +1σ	–1σ ≤ X ≤ ХСР
Активи (А)	75,404.30	75,404.30	76,111.75	72,332.83
Довгостроковий капітал (ДК)	3,918.00	20,756.77	6,936.07	6,934.14
Поточні зобов'язання (ПЗ)	18,068.30	10,206.80	13,433.70	10,206.80
Чистий прибуток (ЧП)	–986.80	–8,019.13*	–3,288.77	–3,256.32
Власний капітал (ВК)	53,418.00	44,440.73	55,741.98	55,191.88
Рентабельність власного капіталу (Рвк), %	–1.85	–18.05	–5.90	–5.90

Примітки: * – обмеження для ЧП: –1σ ≤ ЧП ≤ +1σ.

При погіршенні параметрів зовнішнього середовища функціонування підприємства (негативний та агресивний вплив – представлено у Таблиці 4) активи підприємства мають поступово скорочуватися (при негативному впливі вони дещо збільшуються (76,111.75 тис грн), як наслідок дії закону інерції динаміки економічних явищ). Звертає на себе увагу, що за обома сценаріями впливу зовнішнього середовища доцільним є зміщення акценту із обсягу довгострокових джерел фінансування на поточні зобов'язання: їх величина становить 6,936.07 тис грн і 13,433.70 тис грн та 6,934.14 тис грн і 10,206.80 тис грн відповідно.



Джерело: Побудовано авторами.

Рисунок 11. Графічне зображення результатів моделювання можливої динаміки структури капіталу з огляду на збереження керованості процесом

При цьому, за скорочення обсягу активів власний капітал значно збільшується із 44,440.73 тис грн (при стабільному зовнішньому середовищі) до 55,741.98 тис грн та 55,191.88 тис грн відповідно за сценаріями, що за умови зниження попиту у кризовий період може бути викликано скороченням господарського обороту. Зазначимо, що збільшення питомої ваги власного капіталу сприятиме підвищенню фінансової стійкості підприємства.

Становить інтерес порівняння отриманих результатів моделювання із реальними даними результатів діяльності підприємства «А» за 2018 р., що представлено у Таблиці 5.

Таблиця 5. Співставлення результатів моделювання (2018 р.) із даними параметрів структури капіталу підприємства у 2019 р.

Джерело: Розраховано авторами.

Показник (X)	Станом на 2019 р., тис грн	Вплив зовнішнього середовища		
		стабільний	негативний	агресивний
		Цільова функція		
		$P_{ВК} \rightarrow \min$	$P_{ВК} \rightarrow X_{СР}$	$P_{ВК} \rightarrow X_{СР}$
		Обмеження		
		$X \le X \le +3\sigma$	$-1\sigma \le X \le +1\sigma$	$-1\sigma \le X \le X_{СР}$
Активи (А)	78,024.0	75,404.30	76,111.75	72,332.83
Довгостроковий капітал (ДК)	9,769.00	20,756.77	6,936.07	6,934.14
Поточні зобов'язання (ПЗ)	16,704.00	10,206.80	13,433.70	10,206.80
Чистий прибуток (ЧП)	–1,797.0	–8,019.13*	–3,288.77	–3,256.32
Власний капітал (ВК)	51,465.0	44,440.73	55,741.98	55,191.88
Рентабельність власного капіталу ($Рвк$), %	–3.43	–18.05	–5.90	–5.90

У Таблиці 5 затемнено сірим кольором дані відповідають результатам моделювання за умови негативного впливу зовнішнього середовища, що й було характерним для економічних відносин у 2019 р. Величини аналізованих параметрів, які подано у зазначеному стовпчику, відбивають мінімально можливі значення відповідних елементів структури капіталу та фінансового результату за умови посилення негативної динаміки зовнішніх щодо підприємства процесів, яких доцільно дотримуватися для збереження процесу керованості динамікою структури капіталу. Їх порівняння із значеннями, якими підприємство характеризується у 2019 р. свідчить, що практично усі аналізовані показники, окрім обсягу власного капіталу, не опустилися за мінімально можливий рівень.

ВИСНОВКИ

Таким чином, керівництву підприємства «А» доцільно звернути увагу на динаміку обсягу власного капіталу, оскільки при погіршенні умов функціонування підприємства (а саме цим відзначається 2020 р.) зменшення власного капіталу у структурі активів може призвести до погіршення фінансової стійкості, особливо за умови дотримання обраної стратегії розвитку. Також слід відзначити, що проведене співставлення підтверджує практичну значущість запропонованого методичного підходу щодо оперативного управління структурою капіталу підприємства на інноваційно-інвестиційному етапі його розвитку. Отже застосування запропонованих інструментів відкриває можливості маневрування структурою капіталу, зберігаючи фінансові результати у межах типових значень за умови посилення негативного впливу зовнішнього середовища.

http://dx.doi.org/10.21511/ed.19(2).2020.05

AUTHORS CONTRIBUTIONS

Conceptualization: Irina Medvedieva, Mariia Ahapova.
Data curation: Irina Medvedieva.
Formal analysis: Irina Medvedieva, Mariia Ahapova.
Investigation: Irina Medvedieva, Mariia Ahapova.
Methodology: Irina Medvedieva.
Project administration: Irina Medvedieva.
Supervision: Irina Medvedieva.
Visualization: Mariia Ahapova.
Writing – original draft: Irina Medvedieva, Mariia Ahapova.
Writing – review & editing: Irina Medvedieva, Mariia Ahapova.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Adler, Ju., & Shper, V. (n.d.). *Interpretatsiya kontrolnykh kart Shukharta [Interpretation of Shekhart control charts]*. (In Russian). Retrieved from https://quality.eup.ru/MATERIALY7/kks.htm
2. Blank, I. (2000). *Upravlenie formirovaniem kapitala [Capital formation management]* (508 p.). Kiev: Nika-Centr. (In Russian)
3. Bocharov, V. (2007). *Finansovyy menedzhment [Financial management]* (224 p.). St. Petersburg: Piter. (In Russian)
4. Fedorenko, N., & Telizhenko, A., & Miroshnichenko, Y. (2008). Complex system development in formation and usage of firm's own and borrowed capital. *Actual Problems of Economics, 2*, 209-220.
5. Lemishko, O. (2018). Modelling of endogenous factors impacting the efficiency of the aggregate capital in Ukraine's agriculture. *Economic Annals-XXI, 170*(3-4), 10-14. https://doi.org/10.21003/ea.V170-02
6. Medvedieva, I., & Ahapova, M. (2015). Categorical basis of financial development process. *Economic Annals-XXI, 7-8*(1), 78-81. Retrieved from http://soskin.info/userfiles/file/2015/7-8_1/Medvedieva_Ahapova.pdf
7. Medvedyeva, I., & Pogosova, M. (2011). *Diahnostuvannia bezpeky promyslovoho pidpryiemstva u tryrivnevii systemi finansovykh vidnosyn [Diagnosing the security of an industrial enterprise in a three-tier system of financial relations]* (264 p.). Harkiv: HNEU. (In Ukrainian). Retrieved from http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/3459
8. Nuzhnova, Ju., & Pavlov, A. (2015). The formation of capital's optimal structure of the industrial enterprise. *Scientific Bulletin of KSU. Series «Economic Sciences», 15*(4), 122-125. (In Ukrainian). Retrieved from http://www.ej.kherson.ua/journal/economic_15/4/31.pdf
9. Pogosova, M., & Lugosh, A. (2009). Operatyvne upravlinnia strukturoiu kapitalu pidpryiemstva na innovatsiino-investytsiinomu etapi yoho rozvytku [Operational management of the capital structure of the enterprise at the innovation and investment stage of its development]. *Development Management, 8*, 26-27. (In Ukrainian)
10. Pogosova, M., & Lugosh, A. (2009). Vyznachennia stalosti protsesu upravlinnia strukturoiu kapitalu [Determining the sustainability of the capital structure management process]. *Svit nauky - The world of science, 1*(1). (In Ukrainian).
11. Popov, V., & Bezruchenko, K. (2012). Directions optimization of process of management a capital of enterprise structure. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Economic Sciences, 21*, 359-365. (In Ukrainian). Retrieved from http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/810/1/58.pdf
12. Roik, O., Azarova, A., & Kylymnyk, L. (2010). Mathematical model and method of risk level estimation for capital structure by means of hopfield neural network. *Actual Problems of Economics, 1*(103), 245-253. (In Ukrainian). Retrieved from http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Aktualni-problemy-ekonomiky/Akt-prob-ekonomiky-2010-1/245-253.pdf
13. Shevchuk, N. (2004). Kapital pidpryiemstva: formuvannia ta efektyvnist funktsionuvannia [Enterprise capital: formation and efficiency of functioning] *Securities Market of Ukraine, 5-6*, 39-43. (In Ukrainian). Retrieved from http://securities.usmdi.org/?p=22&n=18&s=185
14. Shherban, O., Nasibova, O., & Suhorukov, R. (2017). Methods of regulation and optimization of enterprise capital structure. *Ekonomika ta derzhava - Economy and state, 12*, 82-88. (In Ukrainian). Retrieved from http://www.economy.in.ua/?op=1&z=3935&i=16
15. Shper, V. (1998). Yeshche raz o kontrol'nykh kartakh i vokrug nikh. Razmyshleniya po povodu odnoy zaokeanskoy diskussii [Once again about control charts and around them. Reflections on one overseas discussion]. *Nadezhnost i kontrol kachestva - Reliability and quality control, 10*, 3-13 (In Russian)
16. Shuhart, U., & Noustrend, V. (1931). *Ekonomicheskiy kontrol kachestva proizvedennogo produkta [Economic quality control of the manufactured product]* (50 p.). New York. (In Russian)
17. Shyndyruk, I. (2012). Economic and mathematical modeling and capital structure optimization at the enterprise. *Finance of Ukraine, 2*, 111-120. (In Ukrainian). Retrieved from http://finukr.org.ua/?page_id=774&lang=en&aid=455
18. Vorobev, Ju. (2002). *Finansovyy kapital predpriyatiy. Teoriya, praktika, upravleniye [The financial capital of enterprises. Theory, Practice, Management]* (362 p.). Simferopol: Tavriya. (In Russian)
19. Wheeler, D. (1995). *Advanced Topics in Statistical Process Control. The power of Shewhart's Charts* (470 p.). Knoxville: SPC Press, Inc.
20. Yeleyko, V., & Kindrat, O. (2016). Econometric modeling of the impact of equity and loan capital to increase income from sales. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series «Economical Sciences», 18*(2), 62-66. (In Ukrainian). https://doi.org/10.15421/nvlvet6911