

Editor: Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*

Scientific Secretary: Kuprienko Sergey, *PhD in technical sciences*

Editorial board: More than 450 doctors of science. Full list on page:

<https://www.moderntechno.de/index.php/swj/about/editorialTeam>

Expert Board of the journal: Full list on page:

<https://www.moderntechno.de/index.php/swj/expertteam>

The International Scientific Periodical Journal "**Modern engineering and innovative technologies**" has been published since 2017 and has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.

Periodicity of publication: 6 times a year

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

Each article in the journal includes general information in English.

The journal is registered in IndexCopernicus, GoogleScholar.

DOI: 10.30890/2567-5273.2025-40-04

Published by:

Sergeieva&Co

Lußstr. 13

76227 Karlsruhe, Germany

e-mail: editor@moderntechno.de

site: www.moderntechno.de

Copyright

© Authors, scientific texts 2025



УДК 330.4

WAYS TO INCREASE THE LIQUIDITY OF A METALLURGICAL PLANT

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЛІКВІДНОСТІ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМБІНАТУ

Pistunov I.M. / Пістунів І.М.

d.t.s., prof. / д.т.н., проф.

ORCID: 0000-0002-9041-8368

Kravchenko O.Ya. / Кравченко О.Я.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0009-0002-4060-1962

National Technical University "Dnipro Polytechnic University",

Dnipro, Yavornytsky Ave., 19, 49005

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Дніпро, пр. Яворницького, 19, 49005

Анотація. Гірничо-металургійний комплекс України відіграє важливу роль у національній економіці, що забезпечує робочі місця і відповідно покращує рівень добробуту населення, а також є джерелом сировини для більшості галузей промисловості, а особливо для оборонного сектору і являється запорукою їхнього зростання та забезпечує значні джерела валютних надходжень [1;2]. Проте війна суттєво погіршила виробничі та експортні можливості українським підприємствам, яким доводиться конкурувати на зовнішніх ринках з виробниками, які не мають обмежень, пов'язаних з війною. Проблеми з логістикою та електроенергією, дефіцит працівників та коксівного вугілля, торговельні обмеження на експорт української металопродукції – це лише деякі виклики на сьогодні для металургійних комбінатів України. Питання підвищення ліквідності та платоспроможності таких підприємств є надзвичайно актуальним не лише для їхнього виживання сьогодні, але й для забезпечення подальшого розвитку, зростання конкурентоспроможності та інвестиційної привабливості, що є запорукою економічного відновлення України [3; 4]. Метою дослідження є знаходження механізму покращення ліквідності металургійного підприємства на підставі теоретичних, методологічних і практичних способів на основі економіко-математичного моделювання. У роботі надано оцінку організаційно-правових характеристик, ресурсної бази та виробничого потенціалу; вивчено організацію виробництва та управління; проаналізовано показники фінансового стану і фінансових результатів; побудовано та експериментально розроблено автоматизовану інформаційну систему оптимізації ліквідності. Результати дослідження можуть бути використані для ефективної організації фінансової і господарської діяльності металургійного комбінату.

Ключові слова: ліквідність, фінансові коефіцієнти, ефективність, аналіз, фінансовий стан, покращення, математична модель, криза.

Вступ.

Питання аналізу ліквідності є досить актуальними для вітчизняних підприємств в складних сучасних умовах розвитку: нестабільного економічного середовища, посилення глобальної конкуренції, інфляційних коливань, порушень логістичних ланцюгів та зростання фінансових ризиків. Згідно статистичних даних (рисунки 1, 2) більшість металургійних підприємств



України показує зниження коефіцієнтів поточної та швидкої ліквідності після 2014 року, тобто має проблеми із здатністю своєчасно виконувати свої зобов'язання.

Особливо важливою виявилася ситуація з коефіцієнтом абсолютної ліквідності, який продовжував падати навіть тоді, коли інші показники стабілізувалися. Це пов'язано зі значними історичними подіями 2014 року, а саме революцією гідності, анексією Криму та війною на сході України, що спричинило значну нестабільність економічного середовища.

Особливу увагу слід приділити структурі оборотних активів, зокрема частці дебіторської заборгованості, оскільки її надмірне зростання призводить до «заморожування» фінансових ресурсів. Як свідчать дані фінансової звітності досліджуваного підприємства ПРАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» (Таблиця 1), збільшення частки простроченої дебіторської заборгованості негативно корелює з рівнем ліквідності. Це підтверджує необхідність впровадження ефективних механізмів управління дебіторською заборгованістю для запобігання втраті фінансової гнучкості.

Результати розрахунків коефіцієнтів загальної, швидкої та абсолютної ліквідності свідчать про те, що у 2020–2022 роках підприємство поступово підвищувало свій фінансовий потенціал, однак залишалося залежним від зовнішніх факторів та ринкової ситуації.

Таблиця 1 - Показники ліквідності підприємства ПРАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»

№	Показник	Роки						Нормативне значення
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	
1	Коефіцієнт загальної ліквідності	1,153	1,142	1,051	0,990	0,727	0,794	>1
2	Коефіцієнт швидкої ліквідності	1,107	1,096	1,021	0,956	0,504	0,677	0,6 - 0,8
3	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0,0003	0,0088	0,0009	0,0019	0,0158	0,0238	>0

Авторська розробка на основі [8-13].

Особливу увагу слід приділити дебіторській заборгованості, оскільки її рівень безпосередньо впливає на показники ліквідності.



У цьому контексті особливе значення має комплексний аналіз ліквідності з використанням методів економіко-математичного моделювання, який дозволяє не лише діагностувати поточний фінансовий стан підприємства, а й прогнозувати наслідки управлінських рішень. Дослідження передбачає оцінку динаміки основних показників ліквідності, визначення впливу окремих фінансових факторів на їх рівень та обґрунтування шляхів оптимізації фінансових потоків для забезпечення сталої платоспроможності.

Основний текст.

Для побудови системи змінних та виконання подальших розрахунків було використано програму Microsoft Excel. За допомогою кореляційно-регресійного аналізу в цьому розділі проведено дослідження впливу різних факторів на показник загальної ліквідності ПРАТ «КАМЕТ - СТАЛЬ».

На підставі нижчезазначених даних було обрано певні фактори впливу на діяльність підприємства та сформовано у зведену таблицю 2 з незалежними змінними X та залежною змінною Y для подальшої перевірки їхнього впливу саме на показник загальної ліквідності.

Для визначення характеру залежності відповідного показника від факторів впливу, приймаємо наступні змінні для подальшого їхнього обстеження таблиця 2:

Y_1 – Коефіцієнт загальної ліквідності ПРАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»;

X_1 – Запаси підприємства, тис. грн;

X_2 – Обсяги виробництва основних видів продукції, тис. тон;

X_3 – Обсяги реалізації основних видів продукції, тис. грн;

X_4 – Вартість долару США за курсом НБУ, грн;

X_5 – Дебіторська заборгованість за товари, роботи, послуги;

X_6 – Собівартість реалізованої продукції підприємства;

X_7 – Індекс цін виробників промислової продукції (%) [21];

X_8 – Рівень інфляції у світі (%) [22].

Було виконано кореляційний аналіз для того, щоб визначити вплив факторів (змінних X) на коефіцієнт загальної ліквідності та опустити найменш значущі



для подальшого регресійного аналізу.

Таблиця 2 – Загальна ліквідність ПРАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» та фактори, що на неї впливають

Показники		Рік					
		2017	2018	2019	2020	2021	2022
Запаси (тис. грн) табл. 2.5	X1	383226	414510	312491	282781	4545214	3817073
Обсяги виробництва основних видів продукції (тис. тон) табл. 2.7	X2	609,36	561,17	532,34	1166,79	1227,63	1652,91
Обсяги реалізації основних видів продукції (тис. грн) табл. 2.8	X3	8373243	4577311	3813279	3508474	17699708	35706880
Долари США за курсом НБУ Рис.2.17.	X4	28,0672	27,6882	23,6862	28,2746	27,2782	36,5686
Дебіторська заборгованість за товари, роботи, послуги (Додаток В.1, р.1125+1155)	X5	8617643	9667495	10475866	7267572	8667347	18729782
Собівартість реалізованої продукції (Додаток В.2 р. 2050)	X6	13437424	5622893	4996056	3725243	18644060	39414450
Індекс цін виробників промислової продукції (%)	X7	116,5%	114,2%	92,6%	114,5%	162,2%	138,2%
Рівень інфляції у світі (%)	X8	2,25%	2,45%	2,21%	1,92%	3,47%	7,97%
Коефіцієнт загальної ліквідності	Y1	1,1531918	1,142326	1,050656	0,989975	0,72691793	0,79437834

Авторська розробка на основі [6; 8; 9, с. 25,77; 10-22].

В програмі Microsoft Excel через вкладку «Дані» надбудови «Аналіз даних» за допомогою інструменту аналізу «Кореляція» було знайдено кореляційну матрицю незалежних факторів впливу на Y1.

Із кореляційного аналізу (табл. 4) бачимо, що X₁, X₂, X₃, X₆, X₇ мають найбільший вплив на залежну змінну, але також спостерігається значна кореляція між парами: X₁ та X₃, X₁ та X₇, X₃ та X₈, X₃ та X₆, X₈ та X₆, що вказує на ризик мультиколінеарності.

Далі було проведено розрахунки для виявлення мультиколінеарності незалежних змінних X₁, X₂, X₃, X₆, X₇ за допомогою показника VIF (Variance



Inflation Factor), який розраховується за формулою [23]:

$$VIF_i = \frac{1}{1-R_i^2}, \quad (1)$$

де R_i^2 - коефіцієнт детермінації при регресії змінної X_i на всі інші незалежні змінні.

Після розрахунків отримано показники VIF для обраних змінних і зведено в таблицю 5, де визначено їхню мультиколінеарність:

Таблиця 5 – Коефіцієнти мультиколінеарності VIF для факторів з високою кореляцією на Y_1

Інтерпретація VIF:	
X1	28,2895
X2	7,6902
X3	339,941
X6	223,675
X7	12,6315

Авторська розробка

Дані таблиці 5 свідчать про те, що змінні X_1 , X_7 мають сильну мультиколінеарність, змінні X_3 , X_6 мають дуже високу мультиколінеарність і лише змінна X_2 має допустимий показник мультиколінеарності, тому її доцільно використовувати в подальших розрахунках. За цими розрахунками було отримано незадовільний результат для подальшого дослідження, отже було обрано інший варіант аналізу для перевірки доцільності використання незалежних змінних.

Наступним кроком було проведено розрахунки для виявлення статистичної достовірності коефіцієнтів кореляції через критерій Стюдента. Для цього обчислено t-статистику для кожного коефіцієнту кореляції за формулою [24-25]:

$$t = \frac{r \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}, \quad (2)$$

де r — коефіцієнт кореляції;

n — кількість спостережень.

В результаті було отримано значення критерію Стюдента для перевірки на статистичну достовірність коефіцієнтів кореляції і оформлено в таблицю 6:

**Таблиця 6 – Коефіцієнти критерію Стюдента для незалежних факторів**

№	коэф. корел.	t-стат.	t. табл.
X1	-0,93357	-5,209858927	2,776445105
X2	-0,85052	-3,234239546	
X3	-0,73621	-2,175683656	
X4	-0,45599	-1,024726195	
X5	-0,38999	-0,847042687	
X6	-0,66496	-1,780657547	
X7	-0,81639	-2,827285518	
X8	-0,63809	-1,657442044	

Авторська розробка на основі [табл. 3].

З таблиці 6 бачимо, що статистично достовірними є коефіцієнти X_1 , X_2 , X_3 , X_7 , через те, що їхнє значення за модулем t – статистичне більше значення t – табличного. Зведемо відповідні коефіцієнти в таблицю та перевіримо їх на наявність прямої та зворотної кореляції, а також мультиколінеарності. Розроблену кореляційну матрицю за достовірними незалежними змінними представлено у таблиці 7.

Таблиця 7 – Кореляційна матриця достовірних факторів впливу на Y1

	X1	X2	X3	X7	Y1
X1	1	0,7635	0,8262	0,9101	-0,9336
X2	0,76348	1	0,8213	0,6885	-0,8505
X3	0,82618	0,8213	1	0,6536	-0,7362
X7	0,91010	0,6885	0,6536	1	-0,8164
Y1	-0,9335731	-0,8505	-0,7362	-0,8164	1

Авторська розробка на основі [табл. 3].

Дані кореляційної матриці (табл. 7) свідчать про те, що усі змінні мають вагомий вплив на Y1 у лінійному вигляді. Але також з даних цієї таблиці наочно видно значний зв'язок між X_1 та X_7 – це може свідчити про мультиколінеарність, тому наступним кроком достовірні коефіцієнти для регресійної моделі було перевірено на наявність мультиколінеарності.

Обстеження статистично важливих коефіцієнтів на наявність мультиколінеарності було виконано методом Феррара-Глобера і з'ясовано, що при ступені свободи 2 і рівні значущості 0,05 критерій $\chi^2_{\text{табл.}} = 5,99$, а $\chi^2_{\text{факт.}} =$



–58. Оскільки $\chi^2_{\text{факт.}} < \chi^2_{\text{табл.}}$, доходимо висновку, що в масиві обраних змінних X не має мультиколінеарності. За F -критерієм та t -критерієм всі пари незалежних змінних також не є мультиколінеарними [26]. Таким чином результат даних розрахунків дозволяє перейти до наступного етапу дослідження.

Необхідно зауважити, що на підставі аудиторських звітів ПРАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ», звітів про управління, річної інформації емітента ЦП за аналізуємий період, виконаних експертами з фінансової справи, було визначено, що діяльність підприємства знаходиться під великим впливом таких факторів як: дебіторська заборгованість за товари, роботи, послуги; курс долару США (тому що організація експортоорієнтована); зміна цін на товари (рівень інфляції в Україні та в світі) й інші. Тому на початку дослідження оцінки параметрів ці фактори були обрані до загального списку незалежних змінних впливу на ліквідність підприємства.

Але після оцінки незалежних змінних було визначено інші фактори впливу для побудови економіко – математичної моделі оптимізації ліквідності підприємства.

На підставі вище визначених вхідних даних в програмі Microsoft Excel через вкладку «Дані» за допомогою надбудови «Аналіз даних» інструменту «Регресія», було побудовано регресійну модель.

Підчас останніх розрахунків була отримана багатофакторна регресійна модель залежності коефіцієнту загальної ліквідності від значущих змінних, які на нього впливають. Модель виявилась значущою на 99% (за R^2) і надійною (значення $F = 0,006166$).

Інтерпретація отриманих параметрів лінійної моделі така:

$$Y_1 = 0,81413 - 1 * 10^{-7}X_1 - 0,0002X_2 + 9,2 * 10^{-9}X_3 + 0,40436X_7 \quad (3)$$

• X_1 - Зі збільшенням запасів на 1 тис. грн коефіцієнт загальної ліквідності повинен зменшитися на 0,0000001 одиниці, бо його значення за розрахунками моделі має обернено пропорційний зв'язок із обсягом запасів.

Це може вказувати на надмірне накопичення виробничих запасів та готової продукції, що зумовлює неефективне застосування оборотного капіталу. Частина



активів стає низьколіквідною, що зменшує загальну платоспроможність підприємства в короткостроковій перспективі.

• X_2 - З ростом обсягів виробництва на 1 тис. тон коефіцієнт загальної ліквідності має зменшуватися на 0,0002 одиниці тому, що він за розрахунками моделі має обернено пропорційний зв'язок із обсягом виробництва.

Це свідчить про те, що збільшення виробництва не пропорційне зростанню обсягів реалізації або надходжень торгівельної виручки, а це в свою чергу може призвести до затримки в оборотності виготовленої продукції. Така ситуація може виникати при перенасиченні продукції на складах та/або зменшенні ринкового попиту, що негативно впливає на теперішню ліквідність. Скоріш за все це відбувається через торгівельні обмеження на експорт української металопродукції та через проблеми з логістикою під час війни.

• X_3 - При збільшенні обсягів реалізації продукції на 1 тис. грн, коефіцієнт загальної ліквідності, зростає на 0,0000000092 одиниці тому, що він за розрахунками моделі має прямо пропорційний зв'язок із обсягом реалізації.

Такий результат може вказувати на те, що збільшення обсягів продажу позитивно впливає на ліквідність, хоча такий незначний коефіцієнт здатен вказувати на недостатню ефективність розрахунків з клієнтами або затримку в надходженні грошових коштів (особливо через високий рівень дебіторської заборгованості), що обмежує позитивний вплив зростання реалізації на коефіцієнт загальної ліквідності.

• X_7 - При зростанні індексу цін виробників промислової продукції на 1%, коефіцієнт загальної ліквідності збільшується на 0,40436 одиниці.

Цей результат вказує на те, що організація здатна ефективно реалізовувати свою продукцію за вищими цінами через незначну кількість конкурентів на ринку металопродукції та через ряд переваг металургійного комбінату серед конкурентів - це допомагає підприємству отримати більше доходу, що в свою чергу свідчить про вигідну позицію підприємства на ринку.

Було проведено перевірку на якість апроксимації для даної регресійної моделі. Найчастіше для такого оцінювання розраховують коефіцієнт



детермінації (R^2)

Коефіцієнт детермінації для побудованої лінійної моделі достатньо високий $R^2 = 0,997$ (рис. 3).

Для порівняння фактичного показника загальної ліквідності ПРАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» за аналізуємий період та розрахованого показника ліквідності за побудованою моделлю було створено графік (рис. 1), який відображає відхилення значень та якість апроксимації розробленої моделі.

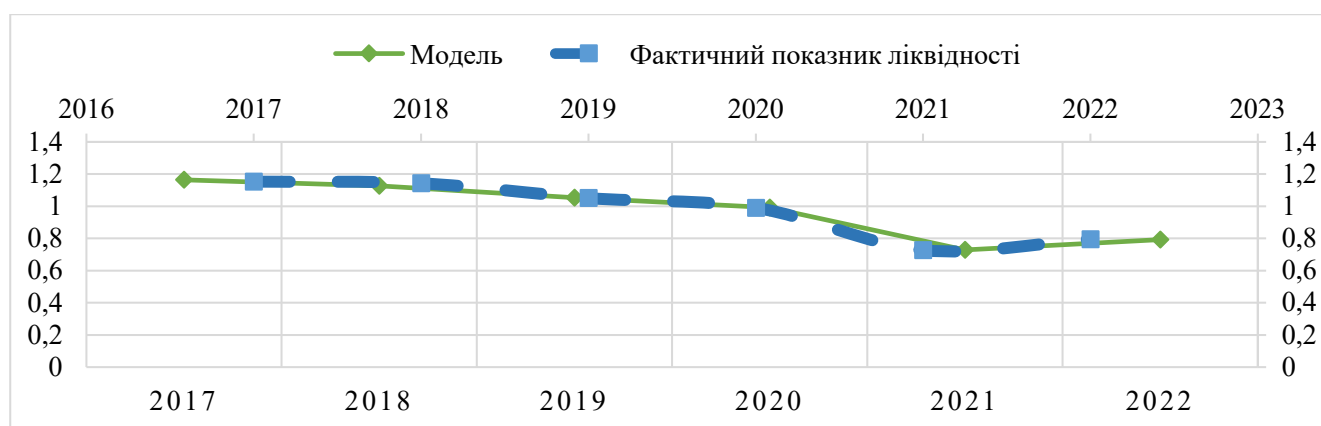


Рисунок 1 – «Графік перевірки якості апроксимації моделі»

Авторська розробка на основі даних рис. 3.

Дані рисунку 1 свідчать про високий рівень якості апроксимації моделі, що є позитивним фактором для наших розрахунків.

Надалі дану модель було перевірено на адекватність методом перевірки відсутності систематичної похибки. Тобто визначаємо здатність моделі передбачати реальні дані без систематичних помилок в одному й тому самому напрямку. Адекватність моделі обчислимо за формулою 5, як різницю відхилення між фактичними значеннями та значеннями, обчисленими за моделлю [28].

$$\Delta Y_i = Y_i - Y, \quad (4)$$

де Y_i – фактичне значення величини;

Y – значення розраховане за моделлю.

Залишки між фактичними та обчисленими показниками застосовуються, як підґрунтя для оцінки зрівноваженості моделі, її спроможності до сталого



передбачення без зміщення. Розрахунки перевірки моделі на наявність системної похибки було проведено за формулою (5).

З розрахунків виходить, щосереднє значення залишків $e_i = 0,00$, а це доводить, що розбіжностей не має, тобто систематична похибка у прогнозах відсутня. Модель адекватна.

На основі моделі множинної регресії було зроблено оптимістичний, песимістичний та реалістичний прогнози. Для цього було знайдено максимальне, мінімальне та усереднене між ними значення для кожної з 4х незалежних змінних X моделі та зведено дані в таблицю 3.7. Для подальших розрахунків значення X_1, X_2, X_3 було взято на основі реальних (історичних) даних; значення для X_7 було обрано методом експертних оцінок для песимістичного сценарію, а для оптимістичного – методом тенденції для динамічного ряду.

Виходячи з того, що у 2021 році на підприємстві відбулося злиття двох виробництв металургійного та коксохімічного економічно доцільно буде взяти дані для X_1, X_2, X_3 лише за останні два роки, тому що обсяги виробництва, реалізації та запасів вже не будуть на рівні попередніх років. Через що значення прогнозу за вихідними даними 2017 – 2020 рр. буде некоректним.

Показник X_7 - індекс цін виробників промислової продукції являється зовнішнім фактором впливу, тому його значення було розраховано методом ретроспективної екстраполяції (трендовим методом), тобто знайдено середньорічний темп зростання за фактичними даними, доступними на момент дослідження, за формулою (5) [29-30]:

$$T_{зр.} = \sqrt[n-1]{\frac{Y_n}{Y_1}}, \quad (5)$$

де n – кількість років;

Y_n – значення показника в останньому році;

Y_1 – значення показника в першому році.

Розраховано за формулою (6) середньорічний темп зростання показника змінної X_7 за фактичними даними і отримано результат $T_{зр.} = 1,035$. Потім переведено це значення у відсотки та підставлено у формулу 7 [29] для



обчислення середньорічного темпу приросту:

$$T_{\text{пр.}} = T_{\text{зр.}} - 100\% \quad (6)$$

де $T_{\text{зр.}}$ – середньорічний темп зростання.

Обчислений за формулою (6) темп приросту (змінної X_7) $T_{\text{пр.}} = 3,5\%$ додаємо до історичного значення показника за 2022 рік і приймаємо як оптимістичне значення для подальшого розрахунку прогнозу. Трендовий підхід не враховує кризові ситуації та різкі перепади показників, тому дослідивши експертні оцінки скорегованих прогнозів макроекономічних показників на 2023 рік [31] з'ясовано, що прогнозне значення цього індексу за експертною оцінкою буде нижчим за розраховане трендовим методом. Тому для розрахунку песимістичного сценарію більш доцільним буде використати експертну оцінку значення X_7 на 2023 рік, яка враховує непередбачені заздалегідь зовнішні чинники впливу. Отримані значення змінних X для прогнозу відображено в таблиці 8:

Таблиця 8 – Оптимістичне, песимістичне та реалістичне значення X для точкового прогнозу

№	Оптимістичне Значення	Песимістичне Значення	Середнє Значення
X1	3 817 073	4 545 214	4 181 144
X2	1 227,63	1 652,91	1 440,27
X3	35 706 880	17 699 708	26 703 294
X7	141,68%	132,20%	136,94%

Авторська розробка на основі [табл. 3; 27-29].

Дані змінних X з таблиці 9 було підставлено у формулу лінійної моделі (3) та розраховано оптимістичний, песимістичний і реалістичний точковий прогноз для коефіцієнту загальної ліквідності ПРАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» (табл. 9).

За результатами прогнозування коефіцієнту загальної ліквідності «ПРАТ КАМЕТ-СТАЛЬ» було отримано точковий (середній) та сценарні (оптимістичний та песимістичний) значення. Реалістичне (базове) значення прогнозу становить 0,7069 – це є наближеним результатом до реального значення показника за 2022 рік, але трохи нижчим, що вказує на кризу. Оптимістичне значення прогнозу становить 0,9087 - це є покращеним та задовільним



результатом для коефіцієнту загальної ліквідності. Песимістичне значення прогнозу становить 0,5052, що є набагато нижчим реального значення показника за попередні роки.

Таблиця 9 – Оптимістичний, песимістичний та реалістичний точковий прогноз для коефіцієнту загальної ліквідності

Рік	X1	X2	X3	X7	Y1
2017	383 226	609,36	8 373 243	116,50%	1,153192
2018	414 510	561,17	4 577 311	114,20%	1,142326
2019	312 491	532,34	3 813 279	92,60%	1,050656
2020	282 781	1 166,79	3 508 474	114,50%	0,989975
2021	4 545 214	1 227,63	17 699 708	162,20%	0,726918
2022	3 817 073	1 652,91	35 706 880	138,20%	0,794378
Реаліст. прогноз	4 181 144	1440,27	26 703 294	136,94%	0,706935

0,9087	0,5052
Оптиміст. Знач.	Песиміст. Знач.

Авторська розробка на основі [табл. 3; табл. 9; 27-29].

Наявні результати розрахунку точкового прогнозу перевіримо на точність та достовірність за допомогою довірчого інтервалу з ймовірністю 95%. Задля розрахунку довірчого інтервалу спершу обчислимо стандартну похибку прогнозу за формулою (8) [32-33]:

$$S_{yi} = s_{xy} * \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \left(\frac{(X_0 - \bar{X})^2}{\sum (X_i - \bar{X})^2} \right)}, \quad (7)$$

де s_{xy} – стандартна похибка залишків за моделлю; n – кількість років; X_0 – значення показника в останньому році; $\bar{X}$ – середнє значення X ; X_i – прогнозне значення X .

Розрахунок значення стандартної похибки прогнозу було виконано за формулою (8) і отримано результат $S_{xy} = 0,0271$. Розраховане значення похибки підставлено у формулу (9) для обчислення довірчого інтервалу прогнозу [33]:

$$\check{Y} \pm t_{(1-\alpha/2)} * S_{xy}, \quad (8)$$

де $\check{Y}$ – прогнозне значення залежної змінної;

$t_{(1-\alpha/2)}$ – розподіл Стюдента для заданого рівня довіри (95%);

S_{xy} – середньоквадратичне відхилення похибки прогнозу.



Провівши розрахунок за формулою (8) результуючі показники довірчого інтервалу мають наступне значення: Верхня межа – 1,0515, Нижня межа – 0,3623

Як бачимо з цих даних, верхня та нижня межі довірчого інтервалу обґрунтовано враховують розподіл даних у моделі. $Y_{\text{прогнозне}} = 0,7069$ знаходиться в межах довірчого інтервалу, а це доводить, що прогноз є достовірним.

На основі регресійної моделі висунуто гіпотезу, що для максимізації коефіцієнту загальної ліквідності треба зменшити обсяги запасів та виробництва основних видів продукції, і паралельно збільшити обсяги реалізації основних видів продукції. Через те, що фактори впливу в різних одиницях виміру, для формування цільової функції необхідно узгодити одиниці вимірювання змінних X_1 (запаси в тис. грн) та X_2 (виробництво в тис. тон). Щоб одиниці вимірювання змінних X можна було обчислювати в одній функції, зроблено узгодження за допомогою стандартизації значень за формулою (10) [34]. Виникає задача подвійної оптимізації.

$$\frac{X_1 - \bar{X}_{1\text{ср.}}}{Q_{X_1}} + \frac{X_2 - \bar{X}_{2\text{ср.}}}{Q_{X_2}} \rightarrow \min, \quad (9)$$

де X_1 – обсяг запасів підприємства; $\bar{X}_{1\text{ср.}}$ – середнє значення обсягу запасів підприємства; Q_{X_1} – стандартне відхилення обсягів запасів підприємства; X_2 – обсяг виробництва основних видів продукції; $\bar{X}_{2\text{ср.}}$ – середнє значення обсягу виробництва основних видів продукції; Q_{X_2} – стандартне відхилення обсягів виробництва основних видів продукції.

Для того щоб забезпечити економічну обґрунтованість цільової функції потрібно встановити обмеження на зовнішні та внутрішні фактори (X). Через те, що індекс цін виробників промислової продукції (X_7) – це зовнішній фактор впливу і на нього підприємство не може впливати, в оптимізаційній моделі для його обмежень було взято показники оптимістичного і песимістичного прогнозного значення X_7 .

Для встановлення обмежень X_2 було обрано їхнє фактичне мінімальне та



максимальне значення показників для нижньої та верхньої межі відповідно, але лише за останні 2 роки. Через те, що у 2021 році на підприємстві відбулося злиття двох виробництв металургійного та коксохімічного, тому економічно доцільно буде взяти дані тільки за останні роки, бо обсяги виробництва, реалізації та запасів вже не будуть на рівні попередніх років, що передували 2021 року.

За для обмежень X_1 (запасів) було обрано розрахункове значення: нижня межа для X_1 це сума запасів за 2022 рік, яка не включає готову продукцію і товари; для верхньої межі було прийнято максимальне значення показника за період.

Необхідно зауважити, щоб максимізувати обсяги реалізації основних видів продукції було введено обмеження тільки для нижньої межі. Тобто значення показника X_3 не повинно бути меншим ніж мінімальне значення цього показника за 2021 та 2022 рр.

Підчас дослідження для змінної (Y) показника загальної ліквідності було введено обмеження більше, або дорівнює одиниці, бо це економічно доцільне та відповідає нормативному значенню цього показника. З вищезазначеного, обмеження цільової функції мають такий вигляд:

$$\left. \begin{aligned} X_{1\text{розрах.}} &\leq X_1 \leq X_{1\text{макс}} \\ X_{2\text{мін}} &\leq X_2 \leq X_{2\text{макс}} \\ X_{3\text{мін}} &\leq X_3 \\ X_{7\text{оптим.прогн.}} &\leq X_7 \leq X_{7\text{пісим.прогн.}} \\ Y_1 &\geq 1 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Підчас опрацювання шляхів покращення фінансового стану ПРАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» були вжиті заходи, щодо приведення всіх обраних для дослідження фінансових показників (X) до такого оптимального значення, щоб значення коефіцієнту загальної ліквідності (Y) було, не менше за нормативне.

За допомогою надбудови «Пошук рішення» в MS Excel було знайдено доцільні показники незалежних змінних (X) факторів впливу для даної моделі. Результати обчислень зведено в таблицю 10:



Таблиця 10 – Оптимальні значення показників регресійної моделі за висунутою гіпотезою

Запаси (тис. грн.)	Обсяги виробництва основних видів продукції (тис. тон)	Обсяги реалізації основних видів продукції (тис. грн.)	Індекс цін виробників промислової продукції (%)	Коефіцієнт загальної ліквідності
X1	X2	X3	X7	Y1
3 005 988	1 227,6	36 804 801	1,374	1,0100

Авторська розробка на основі [табл. 3].

Отже, дані таблиці 10 визначають, що за запропонованою гіпотезою для збільшення показника загальної ліквідності до рівня трохи більше нормативного значення, за умови, що індекс цін виробників промислової продукції не суттєво знизиться, необхідно: запаси залишити на рівні показника 2022 року, але без врахування залишків на складах готової продукції і товарів; дещо зменшити обсяги виробництва основних видів продукції в натуральній величині; та збільшити обсяги реалізації основних видів продукції в грошовій формі.

В регресійній моделі (3), що була побудована в реальних складних умовах, в яких працює підприємство і за фактичними фінансовими показниками з їхніх звітів, існує обернений зв'язок між X1 (обсяг запасів) та Y (коефіцієнт загальної ліквідності), а також між X2 (обсяг виробництва основних видів продукції) та Y. Тобто чим більше обсяг запасів (X1) та обсяг виробництва (X2) тим менше показник ліквідності. Це свідчить про кризовий стан підприємства, що підтверджується великими збитками у фінансових звітах за 2022 рік. Для того щоб організація вийшла з кризової ситуації потрібно не нарощувати обсяг виробництва (а то й зменшити) та збільшувати обсяг реалізації за рахунок продажу залишків готової продукції на складах та за рахунок зменшення дебіторської заборгованості (щоб покупці їхньої продукції оплатили отриманий від підприємства товар).

Щоб перевірити практичну цінність оптимізації побудованої моделі та роботу цільової функції, для відредагованих у таблиці 11 оптимальних значень показників регресійної моделі було розраховано економічний ефект у відносній формі, що має вигляд різниці між фактичним значенням показника станом на



31.12.2022 р. та рекомендованим значенням показників, переведеної у відсотки. Обчислені результати зведено у таблицю 13.

Дані таблиці 11 свідчать про те, що коефіцієнт загальної ліквідності збільшився на 27,1% у порівнянні з фактичними даними за 2022 рік, і це, безумовно, є фактором позитивного економічного ефекту математичної моделі за висунутою гіпотезою. Тобто оптимізаційна модель є дієвою, а отримані результати загального економічного ефекту за цими розрахунками вказують на можливість покращити фінансовий стан підприємства.

Таблиця 11 – Показники економічного ефекту

Назва показника		Значення на 31 грудня року		Економічний ефект
		2022	Рекомендовано на 2022	
Запаси (тис. грн.)	X1	3 817 073	3 005 988	-21,2%
Обсяги виробництва основних видів продукції (тис. тон)	X2	1652,91	1227,63	-25,7%
Обсяги реалізації основних видів продукції (тис. грн.)	X3	35 706 880	36 804 801	3,1%
Індекс цін виробників промислової продукції (%)	X7	1,382	137,4%	-0,6%
Коефіцієнт загальної ліквідності	Y1	0,79437834	1,0100	27,1%

Авторська розробка на основі [табл. 3; табл. 11].

* через те що X7 це зовнішній фактор впливу ми не можемо на нього впливати, тому в оптимізації лише прогнозне значення показника.

Щоб покращити показники фінансового стану та фінансових результатів, для наступного періоду діяльності підприємства рекомендується провести ряд виробничих та економічних заходів, металургійному комбінату бажано:

✓ Запаси зменшити на 21,2%. Сукупність виробничих запасів і незавершеного виробництва забезпечує безперервність виробництва на підприємстві, але зберігання надлишків запасів збільшує загальні витрати підприємства. Тому ліквідація наднормативних запасів матеріалів підвищить ефективність використання оборотних коштів, покращить фінансовий стан підприємства і збільшить показник загальної ліквідності. Зменшення запасів готової продукції і товари за рахунок їх продажу – це збільшення виручки від реалізації, що теж в свою чергу підвищує показник загальної ліквідності.



✓ Зменшити обсяг виробництва основних видів продукції з 1652 тис. тон до 1227 тис. тон, тобто на 25,7%. Так як продукція підприємства експортно орієнтована, а під час дії режиму воєнного стану в Україні виникають неймовірні проблеми з логістикою, на додаток існують торгівельні обмеження на міжнародних ринках для української металопродукції та антидемпінгові мита - на підприємстві накопичуються понаднормативні запаси нереалізованої продукції. І коли фактичні обсяги виробництва значно перевищують обсяги реалізації відбувається „заморожування” оборотних коштів, зростання витрат обігу і як наслідок, погіршення фінансового стану підприємства та зменшення ліквідності.

✓ Збільшити обсяг реалізації основних видів продукції на 1,097 млрд. грн, а саме на 3,1%. Збільшення обсягів реалізації основних видів продукції – це один із найважливіших факторів зростання прибутку, і в свою чергу запорука покращення ліквідності підприємства. Заходи з цього приводу повинні включати в себе як знаходження нових партнерів і ринків збуту, так і активну роботу з існуючими партнерами щодо стягнення дебіторської заборгованості.

Цінність значення побудованої моделі оптимізації показника загальної ліквідності полягає в її реалістичності в складних умовах діяльності металургійного підприємства і направлена вона, в першу чергу, на подолання кризового стану організацією. Після того як підприємство вийде хоча б на рівень самоокупності (нульовий рівень збитку), тоді модель оптимізації зміниться. А поки що, запропонований метод покращення ліквідності за розрахованою моделлю - це доцільний і оптимальний варіант в реальних умовах, що склалися.

Висновки.

Були отримані параметри та систему даних моделі впливу різних факторів на показник загальної ліквідності ПРАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» за допомогою кореляційного та інших видів аналізу їх було оцінено. Потім побудовано лінійну багатфакторну регресійну модель та здійснено її перевірку різними розрахунковими методами. На основі моделі обчислено прогнозні значення оптимістичного, песимістичного та реалістичного сценаріїв зміни показника



ліквідності під дією обраних для дослідження факторів впливу, а також перевірено прогноз за допомогою довірчого інтервалу з ймовірністю 95%. В процесі дослідження розроблено та опрацьовано гіпотезу з оптимізації ліквідності металургійного підприємства, доведено економічний ефект від розробленої методики, і запропоновано ряд рекомендацій щодо вирішення питання покращення ліквідності.

Використання на практиці запропонованої методики прогнозного та факторного аналізу дозволить превентивно контролювати, а тому і впливати на результуючі показники, регулюючи їх рівень відповідно до потреб діяльності металургійного підприємства та приймати виважені управлінські рішення, і як наслідок вивести підприємство із кризового стану. Це являється основною цінністю розробленої економіко-математичної моделі оптимізації показника загальної ліквідності даної дипломної роботи в складних економічних умовах, як для підприємства, так і для держави.

Література:

1. Кирилова О.В. Аналітичний огляд і критичний аналіз класифікацій транспортно-технологічних систем // Наукові праці SWorld: міжнародне періодичне наукове видання. - Іваново: Науковий світ, 2015. - Вип. 2 (39). - Т. 1. - С.11-20. DOI: 10.21893 / 2410-6720-2016-44-1-111

1. АНАЛІЗ СТАНУ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ. URL: <http://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2023/05/2023-316-38.pdf>.

2. Українська металургія досягла піку у 2024 році: що далі?. URL: <https://gmcenter.ua/infographic/ukrainska-metalurgiya-dosyagla-pika-u-2024-roci-shho-dali/>.

3. Зінченко С. Сім викликів української металургії в 2025 році та погляд у майбутнє. // GMK CENTR. 05.05.2025. URL: <https://gmcenter.ua/opinion/sim-viklikiv-ukrainskoi-metalurgii-v-2025-roci-ta-poglyad-u-majbutnie/>.

4. За 5 років сталеві виробники України сплатили \$6,2 млрд податків і



зборів. URL: <https://gmk.center.ua/posts/za-5-rokiv-stalevi-vyrobnyky-ukrainy-splatyly-6-2-mlrd-podatkov-i-zboriv/>.

5. Функціонування підприємств металургійної галузі України: поточні виклики та тенденції діяльності. URL: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/1812/1748&ved=2ahUK_EwiKuJathrWMAxWQCBAIHQhQMd4QFnoECCQQAQ&usg=AOvVaw2dDxIgiZicGzpVPFJsAn_3.

6. Івахів Ю.О., С.Р. Романів, АНАЛІЗ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА: ПИТАННЯ ЛІКВІДНОСТІ. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/23614/1/%d0%a3%d0%94%d0%9a%20657.pdf>.

7. Люта О.В., Пігуль Н. Г., Глядько К., ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ЛІКВІДНІСТЮ ТА ПЛАТОСПРОМОЖНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/76919/1/Liuta_Pihul_Hliadko_Teoretychni.pdf.

8. Загальна інформація про ПРАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ». URL: <https://ks.metinvestholding.com/index.php>.

9. Інформація для акціонерів до 01.01.2024 року. Річна інформація емітента цінних паперів ПРАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» за 2022 рік. URL: <https://ks.metinvestholding.com/index.php/home/informatsiya-dlya-aktsioneriv-ta-stejkkholderiv/2-uncategorised/4-korporativnye-dokumenty>.

10. Інформація для акціонерів до 01.01.2024 року. Річна інформація емітента цінних паперів ПРАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» за 2021 рік. URL: <https://ks.metinvestholding.com/index.php/home/informatsiya-dlya-aktsioneriv-ta-stejkkholderiv/2-uncategorised/4-korporativnye-dokumenty>.

11. Річна звітність за 2017 рік із сайту Сміда. URL: <https://smida.gov.ua/db/emitent/year/xml/showform/111570/169/templ>.

12. Річна інформація емітента ЦП за 2018 рік. URL: <https://ks.metinvestholding.com/index.php/home/informatsiya-dlya-aktsioneriv-ta>



stejkkholderiv/2-uncategorised/4-korporativnye-dokumenty.

13. SMIDA. Регулярна інформація (XML) 2017. Інформація про випуски акцій. URL: <https://smida.gov.ua/db/emitent/year/xml/showform/111570/149/templ>.

14. Smida. ДКХЗ. Річна фінансова звітність емітента за 2017 рік. URL: <https://smida.gov.ua/db/emitent/report/year/xml/show/111570>.

15. Звіт про управління приватного акціонерного товариства ПРАТ ДКХЗ за 2019 рік. URL: <https://ks.metinvestholding.com/images/corpdocs/2021/corpdoc-zvit19.pdf>.

16. Звіт незалежного аудитора по ПРАТ «ДКХЗ» за 2020 рік. URL: <https://ks.metinvestholding.com/images/corpdocs/2021/corpdoc-audit20.pdf>.

17. Звіт про управління ПРАТ «ДКХЗ» за 2020 рік. URL: <https://ks.metinvestholding.com/images/corpdocs/2021/corpdoc-zvit20.pdf>.

18. Звіт незалежного аудитора щодо фінансової звітності ПРАТ «ДКХЗ» за 2018 рік. URL: <https://ks.metinvestholding.com/images/corpdocs/corpdoc-14.06.2019.PDF>.

19. Звіт про управління ПРАТ «ДКХЗ» за 2018 рік. URL: <https://ks.metinvestholding.com/images/corpdocs/corpdoc-14.06.2019-1.pdf>.

20. Річна інформація емітента ПРАТ Камет-Сталь за 2019 рік. URL: <https://ks.metinvestholding.com/index.php/home/informatsiya-dlya-aktsioneriv-tastejkkholderiv/2-uncategorised/4-korporativnye-dokumenty>.

21. Державна служба статистики України. Розділ "Статистична інформація" підрозділ "Ціни" електронний документ "Індекси цін виробників промислової продукції у 1991-2024 pp.". URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.

22. World Inflation Rate 1981-2025. URL: <https://www.macrotrends.net/global-metrics/countries/WLD/wprld/inflation-rate-cpi>.

23. Variance Inflation Factor (VIF). URL: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/data-science/variance-inflation-factor-vif/>.

24. Inference on Correlation & Regression. URL: <https://st47s.com/Math58/Notes/reginf> (дата звернення: 09.05.2025).



25. Пістунов І. М. ВИЗНАЧЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИМИ РИЗИКАМИ: навчальний посібник з дисципліни «Безпека електронної комерції» / І. М. Пістунов; Державний ВНЗ « НГУ », 2015. — 33 с. — URL: http://pistunovi.inf.ua/PU3UK_IiCTYHOB.pdf.

26. Алгоритм Фаррапа – Глобера. URL: <https://studfile.net/preview/5722599/page:2/>.

27. Коефіцієнт детермінації (R у квадраті). URL: <https://uk.economy-pedia.com/11038615-coefficient-of-determination-r-squared>.

28. Ужва В. І., Пугач О. В. ТЕОРІЯ ПОХИБОК // Міністерство освіти і науки України. Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”. Фізико-математичний факультет. — 2017. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/804cdc39-db3e-438d-b651-9456f376e062/content>.

29. Основні показники рядів динаміки і техніка їх обчислення. URL: <https://studfile.net/preview/9428688/page:2/>.

30. Основні економічні показники, що їх використовують у прогнозуванні збуту. URL: <https://studfile.net/preview/9135575/page:8/>.

31. МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ. Лист від 29.10.2022 № 3011-05/72231-03. Щодо надання основних прогнозних макропоказників економічного і соціального розвитку України на 2022 - 2023 роки. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=99393.

32. Обчислення похибки індивідуального прогнозу. Побудова довірчих інтервалів для індивідуального прогнозного значення результуючої змінної, геометрична інтерпретація. URL: <https://studfile.net/preview/8974779/page:8/>.

33. Damodar N. Gujarati, Dawn C. Porter. BASIC ECONOMETRICS. 5th. Edition. 2009. URL: https://cbpbu.ac.in/userfiles/file/2020/STUDY_MAT/ECO/1.pdf.

34. Стандартизація змінних: мета стандартизації, формула обчислення стандартизованої змінної. URL: <https://studfile.net/preview/9182791/page:11/>.



Abstract. *An economic and mathematical model was developed to identify key factors influencing the liquidity of the enterprise. Using correlation and other types of analysis, an assessment of the parameters and data system of the model of the influence of various factors on the general liquidity indicator of PJSC "KAMET-STEEL" was performed. For this purpose, certain factors of influence on the activities of the enterprise were selected, the nature of their dependence on the general liquidity indicator was determined, calculations were performed to identify the statistical reliability of the correlation coefficients using the Student's criterion, factors were checked for multicollinearity and variables (X) were selected for further development of the mathematical model. In the process of calculations, the following factors (variables X) were determined for the following studies: X1 - inventories (thousand UAH); X2 - Production volumes of main types of products (thousand tons); X3 - Sales volumes of main types of products (thousand UAH); X7 - Price index of industrial products producers (%).*

A linear multifactor regression model was built with these variables. In these adverse economic conditions, the enterprise's activities have developed a situation where the volume of inventories and the volume of production of the main types of products have an inversely proportional relationship to the liquidity indicator, and the sales volumes of the main types of products and the price index of industrial products are directly proportional. This indicates a crisis situation of the enterprise and is confirmed by the lack of equity and the presence of uncovered losses in the financial statements for 2022. After checking the model using various calculation methods, it was proven that the model is adequate.

Based on the constructed model, a point forecast of optimistic, pessimistic and realistic scenarios of changes in the liquidity indicator under the influence of the influencing factors selected for the study was calculated, and it was checked using a confidence interval with a probability of 95%.

The final process of the study was the development and processing of a hypothesis for optimizing the liquidity of a metallurgical enterprise, and determining the economic effect of the developed methodology. After that, a number of recommendations were proposed for solving the issue of improving liquidity. It turned out that solving the issue of increasing the overall liquidity indicators of the enterprise and increasing the availability of its own funds is possible, primarily, by further increasing the volume of product sales, effective work with debtors, optimal use of the enterprise's inventories, and control of production volumes of the main types of products.

Key words: *liquidity, financial ratios, efficiency, analysis, financial condition, improvement, mathematical model, crisis.*

Статтю надіслано: 20.08.2025 р.

© Пістунів І.М., Кравченко О.Я.



International periodic scientific journal

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
high impact factor (ICV: 70.62)

Issue №40
Part 4
August 2025

Development of the original layout - Sergeieva&Co

Signed: August 30, 2025

Sergeieva&Co
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe
e-mail: editor@moderntechno.de
site: www.moderntechno.de

Articles published in the author's edition

