

УДК 658.153:330.42

Горовий Д.А.,
к.е.н., доцент,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ОБСЯГУ ВІРТУАЛЬНОГО КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

Анотація. В статті наведені методичні рекомендації щодо визначення оптимального обсягу віртуального капіталу підприємства. В роботі наводиться як безпосередньо методика проведення такої оцінки з її детальним обґрунтуванням, так і у якості прикладу проводиться розрахунок такої привабливості на базі трьох промислових підприємств м. Харкова.

Ключові слова: віртуальний капітал, обсяг капіталу, рентабельність, ліквідність, вартість капіталу.

Summary. Economic relations keep away from times when only material reachings of the enterprise had certain cost, after all in modern economy the non-material resources (the virtual capital) have also own cost. However for today the complex join of the virtual capital composites in a uniform category was not considered yet and the determination of such capital optimum volume was not conducted, as its excessive amount is also menacing for the enterprise because of its low liquidity during the crisis times. It stipulates an urgency and expediency of the presented research.

The methodical recommendations for the enterprise virtual capital optimum volume determination are presented in the article. It is offered in the work the construction of optimising model due to the such volume of virtual capital determination at which the enterprise will receive maximum profitability of the virtual capital, maximum value of its synergy coefficient, the minimum cost of the involved capital and the greatest possible liquidity of the enterprise.

The such model calculations are conducted by a multicriteria optimisation method. It is presented in the work both the technique of such estimation carrying out with its detailed justification, and an example of such calculations appeal on the basis of three industrial enterprises in Kharkov. The offered technique of the virtual capital optimum volume determination on the basis of four indicators of activity of the enterprise optimisation allows to receive such outcome which will ensure a maximum response from use of the virtual capital and will keep its minimum cost, a considerable synergy for join with other aspects of the capital and sufficient value of liquidity for the enterprise.

Keywords: virtual capital, capital volume, profitability, liquidity, capital value.

Постановка проблеми. Економічні відносини все більше віддаляються від часів, коли лише матеріальні здобутки підприємства мали певну вартість, адже в сучасній економіці вартість мають і нематеріальні ресурси (віртуальний капітал), якими володіє підприємство.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вперше проблеми оцінки нематеріальних здобутків підприємства з'явилися в роботах західних вчених – Д. Андріессена, Н. Бонтіса, Л. Едвінссона, Б. Лева, Й. Рууса, П. Саллівана, В. Свейбі та інших. У їх роботах, переважно, досліджувалися проблеми використання та розроблялися методи оцінки інтелектуального капіталу як одного з видів нематеріальних здобутків підприємства. Також окремі види нематеріальних здобутків підприємства досліджувалися в роботах вітчизняних і російських учених: Ф. Бутинця, В. Геєця, М. Герасимчука, О. Кендюхова, А. Козирєва, Є. Кузьміна, Д. Макарова, А. Череп, А. Чухна та інших.

Формулювання цілей статі. Проте у всіх цих роботах не розглядалося комплексне поєднання складових віртуального капіталу у єдину категорію та не проводилося визначення оптимального обсягу такого капіталу, оскільки його надмірна кількість також є загрозливою для підприємства через його низьку ліквідність у кризові часи. Це обумовлює актуальність та доцільність поданого дослідження.

Викладення основного матеріалу дослідження. Першочерговим питанням стає пошук оптимуму між обсягом віртуального капіталу і прибутком, що отримує підприємство. Але оскільки безпосередньо прибуток не отримується внаслідок накопичення віртуального капіталу (як, наприклад, від накопичення та використання оборотного капіталу), то слід використовувати не абсолютний, а відносний показник прибутковості – рентабельність. Якщо при розрахунках рентабельності основного або оборотного капіталу використовують частіше за все фінан-

совий результат від операційної діяльності (оскільки ці види капіталу впливають саме на операційну діяльність підприємства), то вплив віртуального капіталу за своєю суттю інший, адже він більше впливає на фінансову діяльність. Тому при розрахунку рентабельності віртуального капіталу слід використовувати показник «чистий прибуток» або «чистий збиток», як загальний результат діяльності підприємства, що враховує результати і операційної, і фінансової діяльності. Рентабельність віртуального капіталу збільшується до певного обсягу з його зростанням, а потім згідно із законом «граничної корисності» відбувається зменшення рентабельності при збільшенні обсягу віртуального капіталу. Тобто, існує оптимум обсягу віртуального капіталу підприємства по його рентабельності [1].

Іншим показником, який виступає критерієм оптимальності обсягу капіталу має стати ліквідність. Адже ліквідність є зворотно пропорційною обсягу капіталу, тому що накопичення активів (а особливо нематеріальних) є вкладенням у менш ліквідні активи. У якості показника ліквідності підприємства із трьох основних: абсолютної, проміжної та загальної ліквідності будемо використовувати останній, оскільки саме при розрахунку загальної ліквідності враховується хоча б опосередковано обсяг віртуального капіталу підприємства у вигляді нематеріальних активів. Таким чином, задачу оптимізації обсягу віртуального капіталу можна описати таким чином:

$$\begin{cases} V_{\text{BK}} \rightarrow \text{opt} \\ R_{\text{BK}} \rightarrow \text{max} \\ L_{\text{П}} \rightarrow \text{max} \end{cases}, \quad (1)$$

де V_{BK} – обсяг віртуального капіталу на певний момент часу, грн.

Проте віртуальний капітал є неоднорідним за своєю суттю і проста оптимізація, яка властива для оборотного капіталу, що безпосередньо впливає на результат фінансово-господарської діяльності підприємства, тут не спрацьовує. Адже складники оборотного капіталу поступово змінюють один одного за ланцюгом відтворення. Складники віртуального капіталу не змінюють, а доповнюють один одного, і саме їх взаємодія створює синергетичний ефект вартості капіталу.

Таким чином, формула (1) трансформується у (2).

$$\begin{cases} V_{\text{BK}} \rightarrow \text{opt} \\ R_{\text{BK}} \rightarrow \text{max} \\ L_{\text{П}} \rightarrow \text{max} \\ K_{\text{S}} \rightarrow \text{max} \end{cases}, \quad (2)$$

де K_{S} – показник оцінки привабливості злиттів і поглинань підприємств з метою отримання синергетичного ефекту вартості віртуального капіталу [2].

Ще одним питанням, яке слід враховувати в оптимізаційному процесі є «вартість» віртуального капіталу, тобто співвідношення власних та позикових коштів, що використовуються для його фінансування. Для її розрахунку, скористаємося методикою, використаною автором у [3] для розрахунку вартості оборотного капіталу, проте враховуючи особливість віртуального капіталу.

За правилами фінансового менеджменту [1, 4] всі низько ліквідні активи (до яких відноситься і віртуальний капітал) фінансуються за рахунок дешевих постійних пасивів (переважно, власного капіталу), а більш ліквідні активи (оборотний капітал) – за рахунок більш дорогих позикових коштів. Тобто використання позикових коштів для фінансування віртуального капіталу можливе лише за умови відсутності достатньої кількості власних коштів. Крім того, оскільки віртуальний капітал за своєю суттю є менш ліквідним ніж основний, зробимо припущення про першочергове фінансування основних активів із довгострокового позикового капіталу, який також має більшу вартість у порівнянні з власними коштами. Тоді обсяг капіталу, що спрямовується на фінансування віртуальних активів підприємства, може бути визначений за формулою:

$$\begin{aligned} Y &= Y_1 + Y_2 + Y_3 = \\ &= (\text{ПЗ} - \text{ОбК}) + \\ &+ (\text{ДПК} - \text{ОК}) + \text{ВлК}, \end{aligned} \quad (3)$$

де ПЗ – обсяг поточної заборгованості, тис. грн.; ОбК – обсяг оборотного капіталу, тис. грн.; ВлК – обсяг власного капіталу, тис. грн.; ОК – обсяг основного капіталу,

тис. грн.; ДПК – обсяг довгострокових позикових коштів, тис. грн.

Якщо Y_1 є від'ємною величиною, то дорогі короткострокові зобов'язання для фінансування віртуального капіталу не використовуються, і ними можна зневажити. Так само і у випадку якщо Y_2 є від'ємною величиною, то довгострокові позикові кошти не використовуються і ними можна зневажити при розрахунках. Проте з математичної точки зору, залишимо ці результати у розрахунках для визначення вартості капіталу. Сумарна вартість віртуального капіталу може бути розрахована за формулою:

$$W_{BK} = \sum \frac{Y_i}{Y} \cdot w_i, \quad (4)$$

де w_i – вартість залучення капіталу з i -того джерела.

Вартість капіталу може бути визначена або у відсотках від обсягу залученого капіталу, або, як у нашому випадку, у вигляді частки. Враховуючи вищезазначене, ми переходимо до такої оптимізаційної моделі:

$$\begin{cases} V_{BK} \rightarrow opt \\ R_{BK} \rightarrow max \\ L_{\Pi} \rightarrow max \\ K_S \rightarrow max \\ W_{BK} \rightarrow min \end{cases}, \quad (5)$$

де W_{BK} – вартість віртуального капіталу, %.

Для цього побудуємо залежність кожного визначеного у формулі (5) показника від часу. Оскільки обсяг віртуального капіталу безпосередньо на підприємствах країни не визначений, скористаємося спрощенням, згідно з яким $V_{BK} = V_{HMA}$. За даними фінансової звітності підприємств, розміщеної на сайті [5], було визначено необхідні дані для подальшого розрахунку шуканих показників за період 6 років. Вибір саме такого часового інтервалу обумовлений необхідністю виявити тенденції зміни об'єкта, що досліджується [6,7].

За отриманими числовими рядами було побудовано лінії трендів та визначено їх функції. Розрахунок параметрів кривих і вибір оптимальних ліній тренда провадився із застосуванням електронних таблиць Microsoft

Excel. У якості оптимізаційних моделей було використано параболічні тренди, оскільки вони мають лише єдиний оптимальний критерій – екстремум функції.

Результати розрахунку функцій шуканих показників на прикладі трьох промислових підприємств м. Харкова наведені у табл. 1. Також вказані відповідні функції і розраховані величини імовірності апроксимації (R^2)

Хоча показники, обрані для оптимізаційної моделі, мають однаковий безрозмірний вимір (часка від числа), проте для визначення функції тренду необхідно провести їх нормалізацію для уникнення різниці у порядку чисел у показниках [8]. За допомогою електронних таблиць Microsoft Excel із використанням даних табл. 1 було отримано нормалізовані значення шуканих показників та побудовано за цими числовими рядами лінії трендів і визначено їх функції. Розрахунок функцій шуканих нормалізованих показників на прикладі трьох промислових підприємств наведений на рис. 1 – 3. На цих же рисунках вказані відповідні функції і розраховані величини імовірності апроксимації (R^2) для підтвердження достовірності більшості з отриманих трендів.

Оскільки кожна з наведених на рис. 1 – 3 функцій має свій оптимум, і визначення єдиного переважного критерію є неможливим, то поставлену задачу можна вирішити лише за допомогою методу багатокритеріальної (векторної) оптимізації, який вже використовувався автором у інших дослідженнях [9,10].

Зважаючи на необхідність зведення всіх критеріїв оптимальності, поданих у формулі (5), до єдиної тенденції, функцію $W_{BK} \rightarrow min$ слід замінити на зворотню $-(W_{BK}) \rightarrow max$. У такому разі задача багатокритеріальної оптимізації для визначення оптимального обсягу віртуального капіталу підприємства буде мати вигляд:

$$\max R_{BK}(x), \max L_{\Pi}(x), \max K_S(x), \max [-W_{BK}(x)]$$

, а її загальна функція:

$$\vec{Q}(\vec{x}) = [R_{BK}(\vec{x}), L_{\Pi}(\vec{x}), K_S(\vec{x}), (-W_{BK}(\vec{x}))] \quad (6)$$

Результати розрахунку функцій шуканих показників віртуального капіталу

ПАТ «Турбоатом»		
Рентабельність	$y = -0,0002x^2 + 0,5616x - 218,34$	$R^2 = 0,2377$
Ліквідність	$y = 3E-06x^2 - 0,0078x + 6,6736$	$R^2 = 0,9072$
Коефіцієнт синергії	$y = 2E-07x^2 - 0,0003x + 0,9788$	$R^2 = 0,5631$
Вартість	$y = 3E-08x^2 - 0,0001x - 0,0161$	$R^2 = 0,9814$
ПАТ «Харківський тракторний завод ім. С. Орджонікідзе»		
Рентабельність	$y = -0,0022x^2 + 7,2767x - 5534,4$	$R^2 = 0,9369$
Ліквідність	$y = 2E-07x^2 - 0,0006x + 0,7202$	$R^2 = 0,7746$
Коефіцієнт синергії	$y = -2E-09x^2 + 4E-06x + 0,5596$	$R^2 = 0,0098$
Вартість	$y = -1E-08x^2 + 6E-05x - 0,0112$	$R^2 = 0,7563$
ПАТ «Харківський електроапаратний завод»		
Рентабельність	$y = 134,68x^2 + 224,17x - 1349,1$	$R^2 = 0,8352$
Ліквідність	$y = -0,6524x^2 + 3,2866x + 3,6655$	$R^2 = 0,1279$
Коефіцієнт синергії	$y = 0,02x^2 - 0,0692x + 0,49$	$R^2 = 0,6437$
Вартість	$y = -0,0008x^2 - 0,0022x - 0,083$	$R^2 = 0,1034$

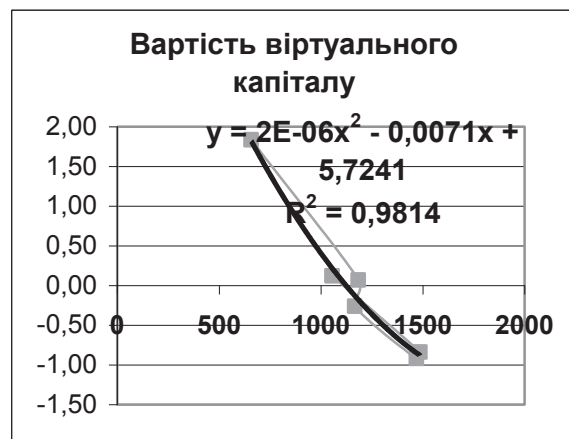
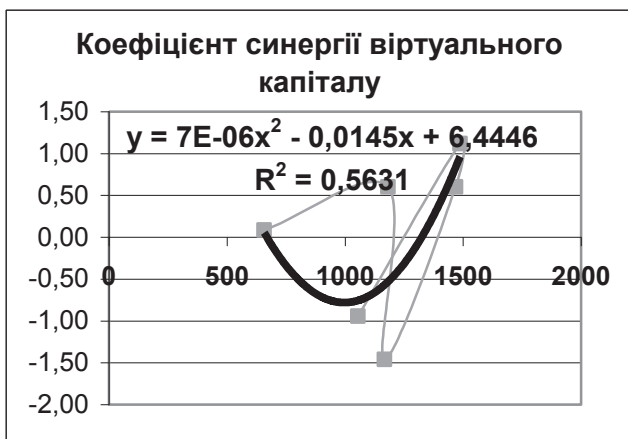
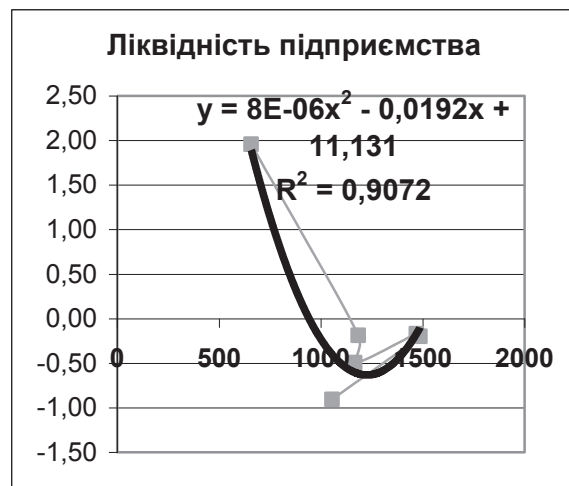
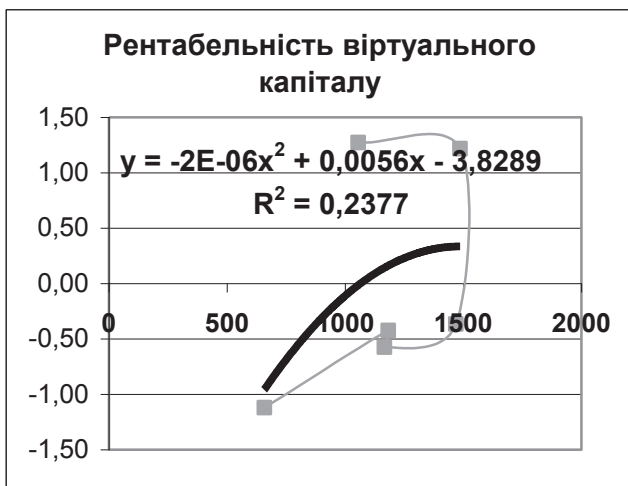


Рисунок 1 – Динаміка показників, визначених для оптимізаційної моделі, на ПАТ «Турбоатом» після їх нормалізації

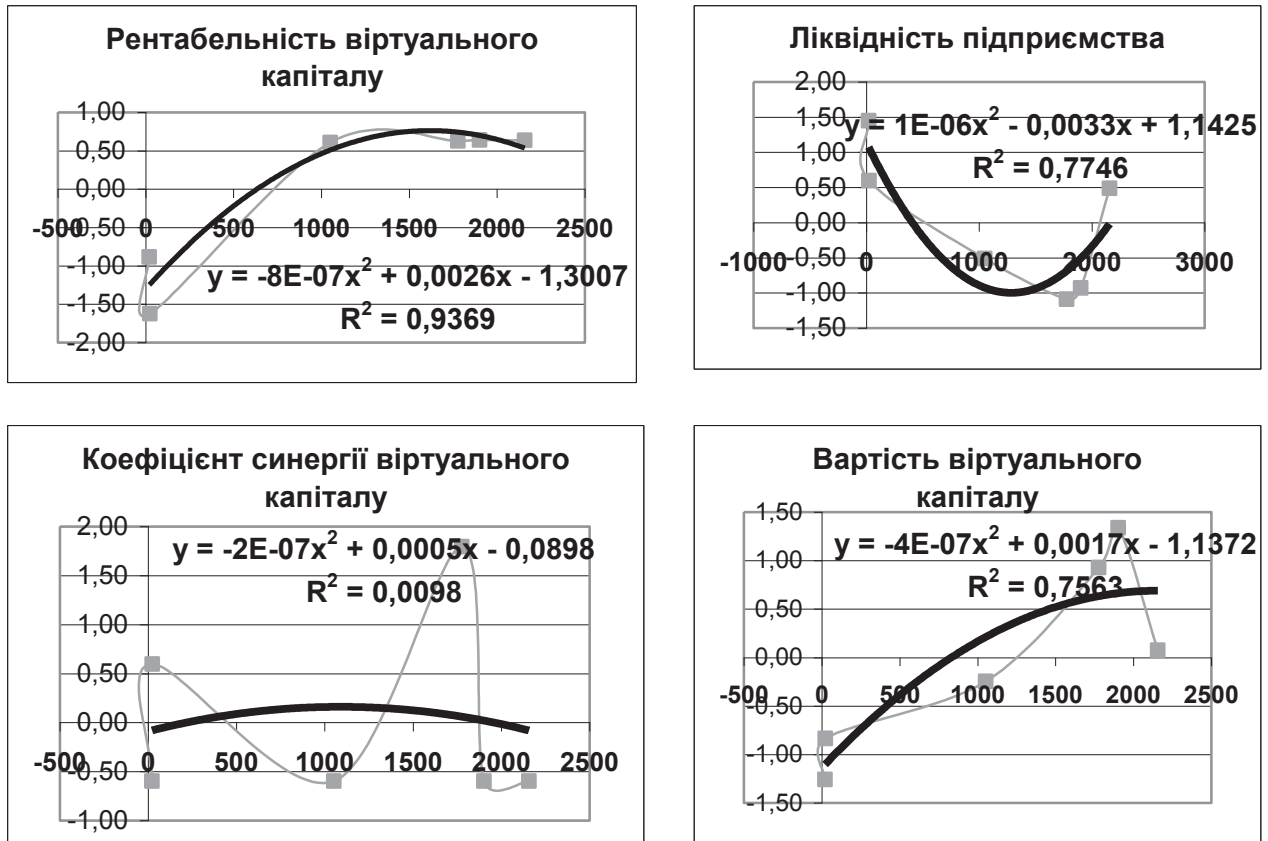


Рисунок 2 – Динаміка показників, визначених для оптимізаційної моделі, на ПАТ «Харківський тракторний завод ім. С. Орджонікідзе» після їх нормалізації

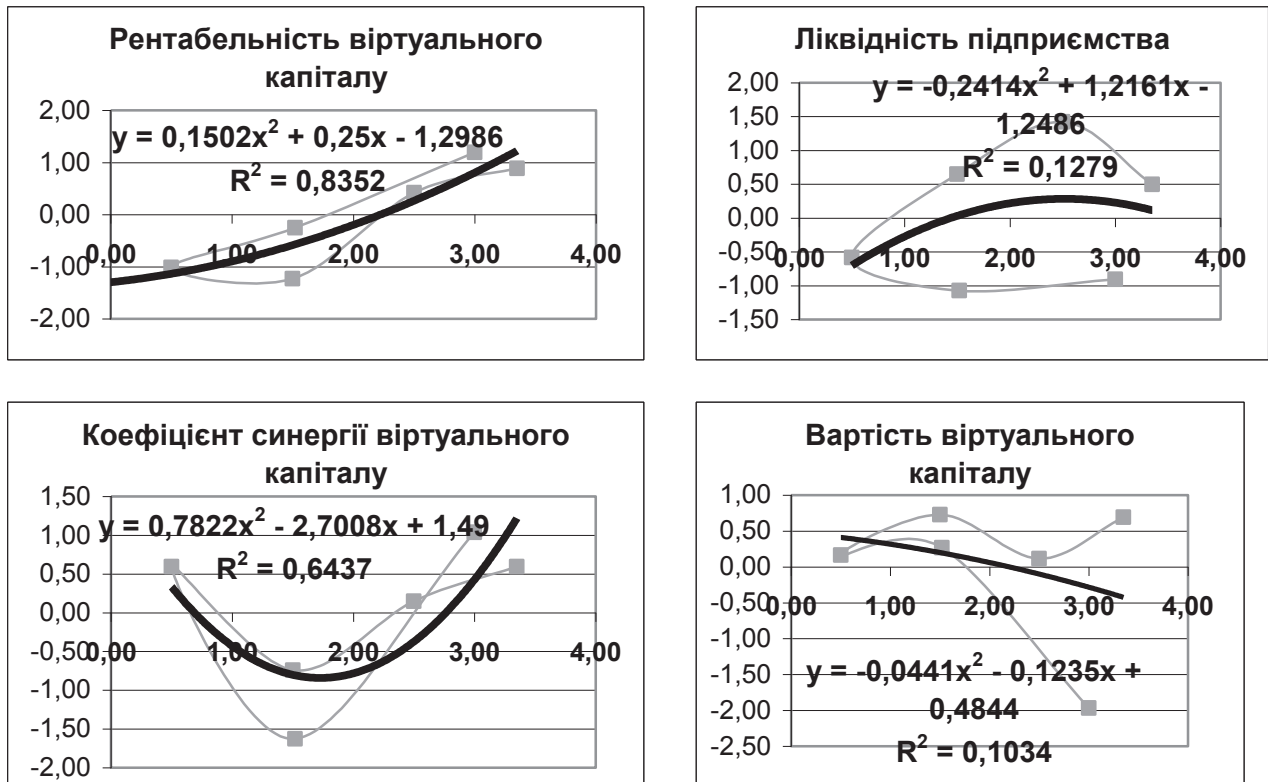


Рисунок 3 – Динаміка показників, визначених для оптимізаційної моделі, на ПАТ «Харківський електроапаратний завод» після їх нормалізації

Тобто рішенням задачі багатокритеріальної оптимізації буде визначення такого обсягу віртуального капіталу x^* , при якому всі визначені у формулі (5) тенденції будуть виконуватися: підприємство отримає максимальну рентабельність віртуального капіталу, максимальну ліквідність, максимальне значення коефіцієнту синергії та мінімальну вартість капіталу. У якості методу рішення багатокритеріальної задачі використаємо найбільш розповсюджений метод згортання векторного критерію [8]. Його сутність полягає у перебудові багатокритеріальної (векторної) функції $\vec{Q}(\vec{x})$ у монокритеріальну (скалярну) $F(w, Q(x))$ за допомогою певного критерію поєднання часткових критеріїв оптимальності із використанням вагових коефіцієнтів відносної важливості цих критеріїв w_i .

Для переведення багатокритеріальної задачі в монокритеріальну у методі згортання векторного критерію слід використовувати мультиплікативний критерій оптимальності, розрахований за формулою

$$F(w, Q(x)) = \prod_{i=1}^n Q_i^{w_i}(x). \quad (7)$$

Адже він доречний, якщо «істотну роль відіграє зміна абсолютних значень часткових критеріїв оптимальності при варіації параметра x » [11]. У такому разі вирішення задачі знаходження максимального значення кожного часткового критерію оптимальності може бути зведене до максимізації мультиплікативної функції:

$$\max F(w, Q(x)) = \max \prod_{i=1}^n Q_i^{w_i}(x),$$

$$\prod_{i=1}^n w_i = 0. \quad (8)$$

Для запобігання суб'єктивізму в підборі вагових коефіцієнтів доцільним є їх підбір за ступенем значущості часткових критеріїв оптимальності.

Для цього по кожному частковому критерію оптимальності Q_i , $i=1, 2, \dots, n$ обчислюється коефіцієнт відносного розкиду:

$$\delta_i = \frac{\max Q_i(x) - \min Q_i(x)}{\max Q_i(x)} = 1 - \frac{\min Q_i(x)}{\max Q_i(x)}, \quad (9)$$

Він визначає максимально можливе відхилення по i -му частковому критерію. Вагові коефіцієнти w_i набувають найбільшого значення для тих критеріїв, відносний розкид яких є більш значимим [12]:

$$w_i = \frac{\delta_i}{\prod_{i=1}^n \delta_i} \quad (i=1, \dots, n). \quad (10)$$

У результаті введення розрахованих вагових коефіцієнтів і нормалізованих функцій у рівняння (7) були отримані узагальнюючі скалярні функції F для розглянутих підприємств, наведені в табл. 2.

Для знаходження оптимального рішення багатокритеріальної оптимізації необхідно знайти екстремум скалярної функції F і вирішити рівняння такого вигляду:

$$F'(x) = 0, \quad x^* = \arg \text{extr } F(x). \quad (11)$$

Для цього знаходиться похідна по кожній узагальнюючій скалярній функції, вона дорівнюється до нуля та вирішується рівняння.

Розрахунки задачі багатокритеріальної оптимізації було проведено за допомогою програмного пакету Mathcad 2001 фірми MathSoft. Їх результати засвідчують відсутність на кожному з досліджених підприємств єдиного оптимального обсягу віртуального капіталу, за якого виконувалися би визначені у формулах (5) та (6) оптимальні тенденції.

По кожному з підприємств було отримано сім результатів, проте не по кожному з них існує сім обсягів віртуального капіталу, за яких виконується більшість з вказаних тенденцій. Адже перевірка отриманих оптимальних значень відповідно до вихідних умов ($x_i \geq 0$) дозволяє відкинути деякі з рішень, оптимальних за Парето. У результаті підстановки розрахованих значень рішення багатокритеріальної оптимізації x^0 у вихідні функції, наведені у табл. 1, було отримано оптимальні значення визначених для дослідження показників. Ці значення наведено у табл. 3. Рішення задачі багатокритеріальної оптимізації, що не вдовольняють припустимим вимогам, та їх відповідні показники виділені в табл. 3 темним кольором.

Таблиця 2

Узагальнюючі скалярні функції F розрахунку оптимального обсягу віртуального капіталу

Підприємство	Узагальнюючі скалярні функції F
ПАТ "Турбоатом"	$F(x) = (-0,000002x^2 + 0,0056x - 3,8289)^{0,0374} \cdot (0,000008x^2 - 0,0192 + 11,131)^{0,0033} \cdot (0,000007x^2 - 0,0145x + 6,4446)^{0,0110} \cdot (-0,000002x^2 + 0,0071x - 5,7241)^{0,0158}$
ПАТ «Харківський тракторний завод ім. С. Орджонікідзе»	$F(x) = (-0,0000008x^2 + 0,0026x - 1,3007)^{0,1850} \cdot (0,000001x^2 - 0,0033x + 1,1425)^{0,1766} \cdot (-0,0000002x^2 + 0,0005x - 0,0898)^{0,0986} \cdot (0,0000004x^2 - 0,0017x + 1,1372)^{0,1155}$
ПАТ «Харківський електроапаратний завод»	$F(x) = (0,1502x^2 + 0,25x - 1,2986)^{0,0878} \cdot (-0,2414x^2 + 1,2161x - 1,2486)^{0,1584} \cdot (0,7822x^2 - 2,7008x + 1,49)^{0,0757} \cdot (0,0441x^2 + 0,1235x - 0,4844)^{0,0898}$

Таблиця 3

Оптимальні значення віртуального капіталу та відповідні значення визначених показників на досліджених підприємствах

Показники	x_1^0	x_2^0	x_3^0	x_4^0	x_5^0	x_6^0	x_7^0
ПАТ "Турбоатом"							
x , тис. грн.	703,74	989,60	1220,99	1357,26	1421,71	1506,46	2203
$R_{BK}(x)$	77,83	141,56	169,20	175,47	175,84	173,80	48,22
$L_{\Pi}(x)$	6,08	5,63	5,44	5,40	5,39	5,41	6,30
$K_S(x)$	0,77	0,69	0,62	0,58	0,56	0,53	0,32
$W_{BK}(x)$	-0,09	-0,11	-0,14	-0,15	-0,16	-0,17	-0,24
ПАТ «Харківський тракторний завод ім. С. Орджонікідзе»							
x , тис. грн.	79,91	491,02	762,11	1798,35	2776,51	3294,98	23002
$R_{BK}(x)$	-4967	-2491,8	-1266,54	436,72	-2290,39	-5442,97	-1002118
$L_{\Pi}(x)$	0,67	0,47	0,38	0,29	0,60	0,91	92,73
$K_S(x)$	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	-0,41
$W_{BK}(x)$	-0,01	0,02	0,03	0,06	0,08	0,08	-3,92
ПАТ «Харківський електроапаратний завод»							
x , тис. грн.	-4,59	-2,89	0,85	1,77	2,21	2,61	3,26
$R_{BK}(x)$	461,37	-872,86	-1060,34	-528,42	-195,21	151,80	811,52
$L_{\Pi}(x)$	-25,18	-11,27	5,99	7,44	7,74	7,80	7,45
$K_S(x)$	1,23	0,86	0,45	0,43	0,43	0,45	0,48
$W_{BK}(x)$	-0,09	-0,08	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,10

Як видно з результатів табл. 3, якщо відкинути рішення, отримані математичним шляхом, але які протирічать економічному сенсу, то на ПАТ «Харківський тракторний завод ім. С. Орджонікідзе» залишиться лише єдине рішення, що забезпечує оптимальний обсяг віртуального капіталу підприємства з точки зору його рентабельності, синергії, вартості та збереження при цьому ліквідності підприємства на достатньому рівні.

Для вибору єдиного оптимального рішення серед тих, що вдовольняють вихід-

ним умовам, на решті досліджених підприємств необхідним є прийняття рішення на основі компромісу між досліджуваними показниками з виявлених суперечливих тенденцій. Проте на ПАТ «Харківський електроапаратний завод» більш оптимальним є обсяг віртуального капіталу у 3,26 тис. грн. Він забезпечує найбільшу його рентабельність та коефіцієнт синергії, хоча і трохи менше значення ліквідності.

Що стосується ПАТ "Турбоатом", то тут обсяг віртуального капіталу слід уповільни-

ти на обсязі 1357,26 тис. грн.. при цьому забезпечується хоча й не найбільші, проте найбільш близькі до найбільших значення по всіх чотирьох обраних показниках для проведення оптимізації.

Висновки. Таким чином, запропонована методика визначення оптимального обсягу віртуального капіталу на основі оптимізації чотирьох показників діяльності підприємст-

ва дозволяє отримати такий результат, що забезпечить максимальну віддачу від використання віртуального капіталу та збереже його мінімальну вартість, значну синергію для поєднання з іншими видами капіталу та достатнє значення ліквідності для підприємства.

Література.

1. Стоянова Е.С. Финансовый менеджмент: теория и практика. Учебник / Под ред. Е.С. Стояновой. – М.: Перспектива, 1998. – 656 с.
2. Горовий Д.А. Визначення факторів, що впливають на привабливість злиттів і поглинань підприємств з метою отримання синергетичного ефекту вартості капіталу / Д.А. Горовий // Проблеми і перспективи розвитку підприємництва: Збірник наукових праць. – Харків: ХНАДУ. – 2012. - №2(3) – С. 75-79.
3. Мартюшева Л.С. Управление рисками оборотного капитала / Л.С. Мартюшева, Д.А. Горовой // Коммунальное хозяйство городов. Науч.-техн. сборник. Серия: Экономические науки. – 2002. – Выпуск 40. – С. 56-65.
4. Бланк И.А. Управление использованием капитала / И.А. Бланк – К.: Ника-центр, 2000. – 656 с.
5. Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://smida.gov.ua/>
6. Головач А.В. Статистика: Підручник / За ред. А.В. Головача, А.М. Єріної, О.В. Козирєва. – К.: Вища школа, 1993. – 624 с.
7. Кулиш С.А. Математические методы в планировании материально-технического снабжения / С.А. Кулиш, С.Н. Воловельская, И.А. Рабинович – К.: Вища школа, 1974. – 228 с.
8. Беляков В.В. Многокритериальная оптимизация в задачах оценки подвижности, конкурентоспособности автотракторной техники и диагностики сложных технических систем / В.В.Беляков, М.Е.Бушуева, В.И. Сагунов – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2001. – 271 с.
9. Горовий Д.А. Моделювання узагальненого показника економічної стабільності підприємства / Д.А.Горовий, О.М. Сологуб // Економіка транспортного комплексу: Збірник наукових праць. – Харків: ХНАДУ. – 2009. – Вип. 14 – С. 47-58.
10. Горовий Д.А. Використання векторної оптимізації в управлінні рухом оборотного капіталу / Д.А. Горовий // Вісн. Нац. техн. ун-ту "Харківський політехнічний інститут". Зб. наук. праць. Тематичний випуск: Технічний прогрес і ефективність виробництва. – 2004. – №8. – С. 91-99.
11. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс: Пер. с англ. / Б. Банди– М.: Радио и связь, 1988. – 128 с.
12. Красненкер А.С. Метод локальных улучшений в задаче векторной оптимизации / А.С. Красненкер // Автоматика и телемеханика. – 1975. – №3 – С.75-79.