

УДК 303.4. 519.8:007.005.1

DOI: 10.18524/2413-9998/2020.2(45).201431

Л. М. Івашко,

кандидат економічних наук, доцент,

доцент кафедри менеджменту та інновацій

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

Французький бульвар, 24/26, м. Одеса, 65058, Україна

e-mail: ivashkolm@ukr.net

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА З УРАХУВАННЯМ ФАКТОРІВ РИЗИКУ

У статті розглянуті питання вибору та використання інструментів і методів стратегічного управління, розробки та вибору стратегії підприємства. Досліджено методи формування стратегії розвитку підприємства, котрі можна представити трьома групами: методами портфельного аналізу, математичними методами, методами прогнозування. Визначено, що сучасні методи управління підприємством та механізми прийняття ключових рішень у бізнесі припускають необхідність розробки процедури як змістовного, так і кількісного обліку та оцінки всього спектру можливих невизначеностей і ризиків, що супроводжують ринкову діяльність господарюючого суб'єкта. Показано, що більшість підприємницьких ризиків, які підлягають врахуванню, кількісній оцінці та обліку в економіко-математичній моделі підприємства, охоплюють два основних види ринкової діяльності господарюючого суб'єкта: виробничу та фінансову. Побудовано економіко-математичну модель вибору оптимальної стратегії розвитку підприємства з урахуванням факторів ризику за критерієм максимізації суми консолідованого грошового потоку від операційної та фінансової діяльності, яка відображає як виробничо-технологічні умови підприємства, так і особливості прийняття рішень на товарних і фінансових ринках. Цю оптимізаційну модель реалізовано щодо розв'язання задачі вибору оптимальної стратегії розвитку для основного виробництва підприємства ПрАТ «ЕНКО», враховуючи попит, сформовані ринкові ціни та рівень ризику, прийнятний для особи, що приймає рішення. Для песимістичного, реалістичного та оптимістичного сценаріїв отримано оптимальні виробничі програми з урахуванням факторів ризику за критерієм максимізації суми консолідованого грошового потоку від операційної та фінансової діяльності. Показано, що дана модель дозволяє провести своєчасний вибір стратегії розвитку організації у швидкоплинних умовах ведення бізнесу та не вимагає значних часових, трудових і фінансових ресурсів.

Ключові слова: підприємство; оптимальна стратегія; розвиток підприємства з урахуванням факторів ризику; модель; економіко-математичне моделювання.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сталий розвиток ринкових відносин в Україні висуває нові вимоги до якісного рівня управління, характеру управлінських завдань і методів їх вирішення. Прискорення змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі організації, нові запити та зміна позицій споживачів, зростання конкуренції, інтернаціоналізація бізнесу, розвиток інформаційних систем, доступність сучасних технологій, зміна ролі людських ресурсів, а також низка інших причин призвели до зростання значення стратегічного управління.

Процес економічного зростання безпосередньо залежить від того, якою мірою вітчизняні організації працюють над удосконаленням системи стратегічного управління. Сьогодні на практиці при прийнятті рішення про вибір стратегії розвитку підприємства менеджерам бракує простих і доступних інструментів, які дозволяють ефективно і швидко оцінити варіанти стратегій розвитку, так як швидкість прийняття обґрунтованих управлінських рішень є ключовим фактором успішного розвитку.

Тому, актуальним є дослідження питання вибору оптимальної стратегії розвитку підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найважливіші теоретичні аспекти, концептуальні підходи до визначення сутності стратегій та стратегічного вибору висвітлені у працях таких відомих зарубіжних вчених, як І. Ансофф, Дж. Барні, Ф. Котлер, Г. Мінцберг, М. Портер, К.К. Прахалад, Т. Л. Уїлен, Дж. Д. Хангер, Г. Хемел, А.Д. Чандлер та інших. Зокрема, методам розробки та вибору стратегій присвячені роботи таких вітчизняних та зарубіжних вчених, як-от Н. А. Абдулаєв, Р. Ю. Болдирєва, С. М. Грибова, Т. Ю. Корнєєва, Л. В. Лазоренко, Т. С. Масякіна, С. А. Нікітін, А. О. Шардін, А. В. Шевченко, О. В. Шимко тощо. Однак внаслідок багатогранності та складності проблеми вибору стратегії розвитку й сьогодні є питання, які недостатньо досліджені та потребують доопрацювання.

Метою статті є дослідження теоретичних і прикладних аспектів щодо розробки та процесу вибору стратегій розвитку підприємств, а також побудова моделі вибору оптимальної стратегії розвитку підприємства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Наукові здобутки щодо змістового наповнення понятійного апарату щодо розкриття сутності терміну «стратегія» та уточнення поняття «стратегія розвитку» та «стратегічний вибір» дозволили визначити стратегію як вибраний підприємством за допомогою правил прийняття рішень спосіб досягнення поставлених цілей і завдань на основі прогнозованих перспектив розвитку, з урахуванням зовнішніх факторів і внутрішніх можливостей [1].

Проведений порівняльний аналіз класифікацій стратегій, застосовуваних у стратегічному управлінні, показав, що загалом, з огляду на стадію життєвого циклу підприємства та галузі, рівень його економічного потенціалу, а також позицію, яку воно займає на ринку, підприємством можуть бути вибрані та реалізовані дві базові стратегії: розвитку або виживання [1-3].

Оптимальна стратегія повинна гарантувати підприємству, з одного боку, найефективніше використання ресурсів і, з іншого, максимальну стійкість підприємства в умовах нестабільності факторів зовнішнього середовища. Такою стратегією є стратегія розвитку, метою якої є розроблення та реалізація конкретних дій у системі вибраних напрямків щодо поліпшення фінансово-економічних параметрів підприємства з урахуванням існуючих та потенційних умов, а також обмеженості ресурсів. Її вибір визначається сучасним станом підприємства, його місцем на ринку, перспективами розвитку, можливостями фінансування проектів тощо [3].

При формуванні стратегії важливим є правильний вибір та використання інструментів і методів стратегічного управління, розробки та вибору стратегії підприємства. Нині існує безліч методів формування стратегії розвитку підприємства, котрі можна представити трьома групами: методами портфельного аналізу, математичними методами, методами прогнозування. Однак вони також мають істотні недоліки, оскільки під час аналізу досліджуються лише кількісні параметри [4; 5]. Низка істотних якісних факторів може залишитися за межами дослідження. Тому необхідно комбінувати різні методи розробки стратегії [4; 5]. Ефективним інструментом формування стратегії є

економіко-математична модель, яка відображає як його виробничо-технологічні умови, так і особливості прийняття рішень на товарних і фінансових ринках.

Сучасні методи управління підприємством та механізми прийняття ключових рішень у бізнесі припускають необхідність розробки процедури як змістовного, так і кількісного обліку та оцінки всього спектру можливих невизначеностей і ризиків, що супроводжують ринкову діяльність господарюючого суб'єкта. Більшість підприємницьких ризиків, які підлягають врахуванню, кількісній оцінці та обліку в економіко-математичній моделі підприємства, охоплюють два основних види ринкової діяльності господарюючого суб'єкта: виробничу та фінансову [6-10].

У роботі побудована економіко-математичну модель вибору оптимальної стратегії розвитку з урахуванням факторів ризику за критерієм максимізації суми консолідованого грошового потоку від операційної та фінансової діяльності.

Як критеріальну функцію моделі розглянуто ринковий критерій – максимум консолідованого грошового потоку за двома взаємопов'язаним сферами ринкової діяльності підприємства: операційної та фінансової. Величина консолідованого грошового потоку повинна бути скоригована на величину поправки на ризик, що інтерпретується як можливий збиток або недоотримання прибутку (у вартісному вираженні) внаслідок реалізації групи внутрішніх ризиків підприємства.

Обмеження моделі вибору оптимальної стратегії підприємства передбачається враховувати в таких групах: виробничо-технологічні, фінансово-ресурсні, ринкові та ризикові.

До групи виробничо-технологічних слід віднести обмеження за обсягами специфічних активів підприємства, що характеризують наявні експлуатаційні та виробничі потужності. В обмеженнях даної групи використано традиційний у задачах моделювання виробничої діяльності підприємства підхід, орієнтований на облік ефективного фонду часу роботи основного технологічного устаткування [11].

У блоці фінансово-ресурсних обмежень відображено величину капіталу підприємства, що притягається для фінансування зазначених вище видів ринкової діяльності.

Група ринкових обмежень відображає умови реалізації товарної продукції підприємства в освоєних сегментах ринку, а також можливі обсяги кредитних ресурсів, які залучаються у сфери ринкової діяльності за встановленою у сценарії ставкою зовнішніх запозичень.

Для формування першого з групи ринкових обмежень використано підхід, пов'язаний з прив'язкою ринкового попиту на товарну продукцію підприємства до планованої ціни її реалізації.

Друге обмеження з блоку ринкових встановлюється на основі співвідношення між обсягами запланованих зовнішніх запозичень і відсотковими ставками. Передбачається, що досліджувана залежність визначається на етапі формування сценарію.

Четвертий блок обмежень встановлює прийнятні рівні ризиків виробничої та фінансової сфери ринкової діяльності підприємства, характеристиками яких передбачається використовувати коефіцієнти рентабельності власного капіталу (ROE) та автономії (КА) [7; 11].

Значення коефіцієнта автономії збігається з часткою від ділення власного капіталу на сукупний (сума власного та позикового капіталів). Вважаючи відсутність у підприємства на короткостроковому інтервалі планування довгострокових запозичень, наведемо формулу розрахунку коефіцієнта автономії [11]:

$$K_A^{(t)} = BK_{t-1} / BK_{t-1} + K_t, \quad (1)$$

де BK_{t-1} – власні кошти на кінець періоду $(t-1)$ – початок періоду планування t ,

K_t – обсяг залучених короткострокових кредитів в періоді планування t , погашення котрих передбачається здійснити в наступному періоді $(t+1)$.

Із урахуванням мінімального нормативного значення коефіцієнта фінансової автономії [11] визначено планований діапазон його змін:

$$0,5 \leq K_A^{(t)} \leq 1. \quad (2)$$

На основі (1) та (2) отримано:

$$0 \leq K_t \leq BK_{t-1}. \quad (3)$$

Із урахуванням обмеження на плановані обсяги K_t позикових коштів, що залучаються:

$$0 \leq K_t \leq S_t, \quad (4)$$

де S_t – максимально доступний для періоду планування t обсяг кредитних ресурсів, визначено обмеження на обсяг зовнішніх запозичень, що ініціюється граничним значенням коефіцієнта автономії та кредитним рейтингом позичальника:

$$0 \leq K_t \leq M_t, \quad (5)$$

де M_t – верхня межа на обсяг кредитних ресурсів, які залучаються:

$$M_t = \min\{BK_{t-1}; S_t\}. \quad (6)$$

Варта уваги проблематика обліку в моделі підприємства ризику виробничої сфери його ринкової діяльності на основі граничного значення коефіцієнта рентабельності власного капіталу, формула для визначення якого може бути представлена у вигляді [11]:

$$ROE_t = 2\text{ЧП}_t / 2BK_{t-1} + \Delta BK, \quad (7)$$

де ЧП_t – чистий прибуток за період планування t ;

ΔBK – приріст власних коштів за період планування t (розмір нерозподіленого прибутку за період планування t).

Обмеження на значення коефіцієнта рентабельності власного

капіталу представлено такою формулою:

$$ROE_t \geq \widehat{ROE}_t, \quad (8)$$

де $\widehat{ROE}_t$ – граничне значення коефіцієнта рентабельності власного капіталу для періоду планування t .

Нормативного значення коефіцієнта рентабельності власного капіталу не існує. Його необхідно аналізувати в динаміці, тобто розраховуючи значення різних періодів [11]. Як мінімальне граничне значення для моделі використано середнє значення дохідності облігацій внутрішньої державної позики, номінованих у гривні, на первинному ринку [12].

$$ROE_t \geq 0,1789. \quad (9)$$

Представлено формалізований опис моделі формування оптимальної виробничої стратегії підприємства з урахуванням факторів ризику.

Цільова функція моделі – максимум консолідованого грошового потоку від операційної та фінансової діяльності, скоригованого на величину ризикових витрат по групі внутрішнього ризику.

Згідно з формою № 3 «Звіт про рух грошових коштів», грошовий потік від операційної діяльності OCF (cash flow from operating activities) підприємства формується з таких статей [14]:

1) надходження від: реалізації продукції (товарів, робіт, послуг); повернення податків та зборів; цільове фінансування; інші надходження;

2) витрачання на оплату: товарів (робіт, послуг); праці; відратування на соціальні заходи; зобов'язання з податків і зборів; інші витрачання.

Згідно з формою № 3 «Звіт про рух грошових коштів», грошовий потік від фінансової діяльності FCF (cash flow from financing activities) підприємства включає такі статті [14]:

1) надходження від: власного капіталу; отримання позик; інші надходження;

2) витрачання на: викуп власних акцій; погашення позик; сплату дивідендів; інші платежі.

Виключаючи виплати дивідендів основним акціонерам (у межах короткострокового періоду планування), представлено грошовий потік як різницю виручки від реалізації товарної продукції і сукупних виробничих витрат підприємства, в суму яких включено відсотки за короткостроковими кредитами:

$$OCF_t = (1 - \delta_t) \left[\sum_{j=1}^J (p_j^{(t)} - c_j^{(t)}) y_j^{(t)} - F_t - \omega_t K_t \right], \quad (10)$$

де OSF_t – грошовий потік від операційної діяльності за період планування t ;

δ_t – ставка податку на прибуток у періоді планування t ;

$p_j^{(t)}, j = \overline{1, J}$ – ціна реалізації одиниці товарної продукції j -го найменування в періоді планування t ;

$c_j^{(t)}, j = \overline{1, J}$ – змінні витрати, що припадають на одиницю продукції j -го найменування в періоді планування t ;

$y_j^{(t)}, j = \overline{1, J}$ – обсяг випуску товарної продукції j -го найменування в періоді планування t ;

F_t – постійні витрати виробництва в періоді планування t ;

ω_t – відсоткова ставка за позиковими коштами на період планування t .

Таким чином OCF_t грошовий потік від операційної діяльності підприємства за період планування t збігається з чистим прибутком $ЧП_t$ за той же період.

Визначено елементний склад змінних $c_j^{(t)}, j = \overline{1, J}$, та постійних F виробничих витрат для підприємства з серійним характером виробництва.

Виробничі витрати C_t операційної діяльності включають статті витрат по здійсненню в плановий період t основної виробничої діяльності, пов'язаної з випуском і реалізацією товарної продукції, що задається вектором $\bar{Y} = (y_1, \dots, y_j, \dots, y_J)$. Виробничі витрати включають прямі (матеріальні, трудові, витрати основного капіталу) та непрямі (зміст організаційно-технічної інфраструктури та обов'язкові платежі державним і муніципальним органам) витрати.

У калькуляції витрат непрямі витрати враховуються відсотком до прямих витрат:

$$C_t = (1 + \beta_t)C_D^{(t)}, \quad (11)$$

де β_t – рівень непрямих витрат в періоді планування t ;
 $C_D^{(t)}$ – прямі витрати в періоді планування t .

Прямі витрати включають витрати на використовувані матеріальні ресурси $C_M^{(t)}$ і виробничі витрати $C_P^{(t)}$:

$$C_D^{(t)} = C_M^{(t)} + C_P^{(t)}. \quad (12)$$

Матеріальні витрати включають вартість використовуваних у виробництві матеріалів, сировини та напівфабрикатів, вартість покупних і комплектуючих виробів, а також транспортно-заготівельні витрати.

Нехай у процесі виробництва використовується I видів матеріальних ресурсів (сировини, основних матеріалів, комплектуючих, інструменту та ін.) та $m_{ji}^{(t)}$ – прямі витрати ресурсу i -го виду, що використовується у процесі виробництва одиниці j -го продукту в періоді планування t .

Тоді,

$$C_M^{(t)} = (1 + \eta_t) \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I q_i^{(t)} m_{ji}^{(t)} y_j^{(t)}, \quad (13)$$

де η_t – норматив транспортно-заготівельних витрат у періоді планування t ;

$q_i^{(t)}$ – середня прогнозована ціна одиниці матеріального ресурсу i -го виду у періоді планування t ;

Виробничі витрати включають витрати праці, безпосередньо пов'язані з випуском продукції $C_L^{(t)}$, а також витрати протягом планованого періоду t на експлуатацію та реновацію основного капіталу $C_C^{(t)}$ й на організацію та управління виробництвом $C_O^{(t)}$.

Витрати, безпосередньо пов'язані з випуском продукції, включають:

- 1) оплату праці основних і допоміжних робітників, включаючи необхідні відрахування з фонду заробітної плати;
- 2) вартість споживаної електроенергії, палива та інших нормованих факторів виробництва;
- 3) поточні витрати на підготовку виробництва та плановий (профілактичний) ремонт обладнання.

Тоді,

$$C_L^{(t)} = \sum_{h=1}^H b_h^{(t)} q_h^{(t)} + \sum_{j=1}^J c_{L,j}^{(t)} y_j^{(t)}, \quad (14)$$

де $h = \overline{1, H}$ – індекс основного технологічного обладнання;
 $b_h^{(t)}, h = \overline{1, H}$ – кількість одиниць устаткування, використаного на h -й технологічній операції в періоді планування t ;
 $q_h^{(t)}, h = \overline{1, H}$ – вартість поточного ремонту, споживаної електроенергії, палива та інших нормованих факторів виробництва на h -му основному технологічному обладнанні у періоді планування t ;
 $c_{L,j}^{(t)}, j = \overline{1, J}$ – складова заробітної плати і відрахувань на соціальне страхування виробничого колективу підприємства в періоді планування t , яка припадає на одиницю продукції j -го найменування, що випускається.

У свою чергу, витрати на покриття зносу основного капіталу включають статті витрат на реновацію його активної частини, яка вибуває у періоді t . Далі вважається, що $C_C^{(t)}$ – величина постійна.

Витрати на організацію та управління виробництвом включають статті як виробничих, так і позавиробничих витрат. Їх обсяг вдається розрахувати з використанням відомого нормативу накладних витрат p_t до безпосередніх виробничих витрат $C_L^{(t)}$:

$$C_O^{(t)} = p_t C_L^{(t)}, \quad (15)$$

Представлено формулу для розрахунку виробничих витрат у періоді планування t , враховуючи співвідношення (13) – (15):

$$C_P^{(t)} = (1 + p_t) \left[\sum_{j=1}^J c_{L,j}^{(t)} y_j^{(t)} + \sum_{h=1}^H b_h^{(t)} q_h^{(t)} \right] + C_C^{(t)}, \quad (16)$$

Підсумовуючи співвідношення (11), (13) та (16) наведено аналітичний вираз для функції, виробничих витрат у періоді планування t :

$$C_t = (1 + \beta_t) \left[(1 + \eta_t) \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I q_i^{(t)} m_{ji}^{(t)} y_j^{(t)} + (1 + p_t) \left(\sum_{j=1}^J c_{L,j}^{(t)} y_j^{(t)} + \sum_{h=1}^H b_h^{(t)} q_h^{(t)} \right) + C_c^{(t)} \right], \quad (17)$$

або у скалярному вигляді:

$$C_t = (1 + \beta_t) \left[\sum_{j=1}^J c_j^{(t)} y_j^{(t)} + F_t \right], \quad (18)$$

де $C_j^{(t)}$ – змінна частина витрат, що припадають на одиницю продукції j -го найменування у періоді планування t :

$$c_j^{(t)} = (1 + \eta_t) \sum_{i=1}^I q_i^{(t)} m_{ji}^{(t)} + (1 + p_t) c_{L,j}^{(t)}, j = \overline{1, J}; \quad (19)$$

η_t – постійна частина витрат у періоді планування t :

$$F_t = (1 + p_t) \sum_{h=1}^H b_h^{(t)} q_h^{(t)} + C_c^{(t)}. \quad (20)$$

Наведено елементарний склад грошового потоку від фінансової діяльності.

Визначено розрахункову формулу для грошового потоку від фінансової діяльності, вважаючи, що емісія акцій і пов'язаний з нею приріст акціонерного капіталу на даному короткостроковому інтервалі планування t не здійснюються:

$$FCF_t = K_t - K_{t-1}, \quad (21)$$

де FCF_t – грошовий потік від фінансової діяльності підприємства за період планування t ;

K_{t-1} – обсяг залучених короткострокових кредитів у попередньому періоді планування $(t-1)$, погашення яких здійснюється в поточному періоді t .

Далі записано цільову функцію моделі за допомогою описаної

структури формування компонент консолідованого грошового потоку:

$$CF_t = OCF_t + FCF_t - R_t = (1 - \delta_t) \left[\sum_{j=1}^J (p_j^{(t)} - c_j^{(t)}) y_j^{(t)} - F_t - \omega_t K_t \right] + K_t - K_{t-1} - R_t \rightarrow \max, \quad (22)$$

де CF_t – консолідований грошовий потік від операційної та фінансової діяльності за період планування t , скоригований на величину страхового резерву ((рядок 1415) розділу I «Власний капітал» балансу (рахунок 43)) [14].

Розглянуто формалізацію системи обмежень моделі підприємства.

Описано процедуру формування обмежень, що відображають виробничо-технологічний потенціал підприємства з випуску продукції власного асортиментного ряду.

Розрахунок величини виробничої потужності здійснено зіставленням наявних ресурсів виробництва з потребою у випуску товарної продукції та виявленням рівня можливості підприємства задовольнити цю потребу. Як вимірники виробничої потужності використано тимчасові вимірювачі, а саме: для визначення наявного ресурсу – ефективні фонди часу роботи основного технологічного устаткування, для визначення обсягів потреби – технологічну трудомісткість продукції.

Розглянуто виробничу систему, що складається з N груп основного технологічного обладнання, задіяного у виробництві J найменувань продукції. Введено такі позначення:

$a_j^{(t)}, j = \overline{1; J}$ – кількість продукції j -го найменування, виробленої у плановому періоді t ;

$d_{j,h}^{(t)}$ – величина партії запуску продукції j -го найменування на h -й групі обладнання у плановому періоді t .

Середню кількість партій запуску продукції j -го найменування для h -ї групи устаткування у плановому періоді t визначено за формулою:

$$z_{j,h}^{(t)} = a_j^{(t)} / d_{j,h}^{(t)}. \quad (23)$$

Визначено інтенсивність надходження продукції j -го найменування на h -ту групу устаткування в плановому періоді t , використовуючи (23):

$$\tau_{j,h}^{(t)} = 1 / z_{j,h}^{(t)}. \quad (24)$$

Ефективний фонд часу роботи обладнання h -ї технологічної групи $x_h^{(t)}$ розраховується на підставі нормативного фонду часу $\Phi_{N,h}^{(t)}$ (загальний час безперебійної роботи обладнання даної технологічної групи у планованому періоді t з урахуванням характеру виробництва та режиму роботи) і коефіцієнта технічного використання $\vartheta_h^{(t)}$ (частка часу, протягом якого на обладнанні виробляється продукція, або воно простоє в очікуванні) для періоду планування t [11]:

$$x_h^{(t)} = \vartheta_h^{(t)} \Phi_{N,h}^{(t)}. \quad (25)$$

Наведено обмеження щодо виробничої потужності h -ї групи технологічного обладнання для періоду планування t , враховуючи зазначене вище:

$$\sum_{j=1}^J \tau_{j,h}^{(t)} y_j^{(t)} \leq x_h^{(t)}, h = \overline{1, H}. \quad (26)$$

Група виробничо-технологічних обмежень може бути розширена з урахуванням додаткових умов на мінімально допустимий розмір $\hat{y}_j^{(t)}$ ($j = \overline{1, J}$) партії продукції j -го найменування для періоду планування t :

$$y_j^{(t)} \geq \hat{y}_j^{(t)}, j = \overline{1, J}. \quad (27)$$

Обмеження на мінімально допустимий розмір партії продукції, що випускається, може бути обумовлено наявністю у підприємства контрактних зобов'язань з контрагентами.

Другий блок фінансово-ресурсних обмежень моделі вибору оптимальної стратегії підприємства становить обмеження на розмір використовуваного виробничого капіталу VpK_r , який по-

криває сукупні виробничі витрати підприємства, що визначаються відповідно до виразу (17).

Виробничий капітал BpK_t підприємства включає власну BOK_{t-1} та позикову K_t складові. До того ж BOK_{t-1} на початок планового періоду t визначається як різниця власного капіталу BK_{t-1} та необоротних активів HA_{t-1} :

$$BOK_{t-1} = BK_{t-1} - HA_{t-1}. \quad (28)$$

Зазначено, що основна сума боргу за короткостроковими кредитами K_{t-1} , отриманими у періоді $(t-1)$, виплачується у наступному періоді t . Отже, величина власного капіталу на початок планового періоду t повинна бути скоригована на суму основного боргу по кредиту K_{t-1} .

Таким чином, балансове рівняння для елементів виробничого капіталу, сформованого для періоду планування t , матиме вигляд:

$$BpK_t = BOK_{t-1} + K_t = BK_{t-1} - HA_{t-1} + K_t. \quad (29)$$

З урахуванням виразу (29) отримано обмеження на обсяг покриття виробничих витрат C_t у плановому періоді t :

$$\sum_{j=1}^J c_j^{(t)} y_j^{(t)} + F_t \leq BOK_{t-1} + K_t. \quad (30)$$

Групу ринкових обмежень, з урахуванням введеного вище обмеження (5) на максимально доступний для періоду планування t обсяг кредитних ресурсів K_t , становитимуть обмеження передбачуваних величин ринкового попиту $D_j^{(t)}$ $j = \overline{1, J}$ на продукцію $y_j^{(t)}$ ($j = \overline{1, J}$) для періоду t :

$$\hat{y}_j^{(t)} \leq y_j^{(t)} \leq D_j^{(t)}, j = \overline{1, J}. \quad (31)$$

Блок ризикових обмежень передбачає використання нерівності (1.5) на максимально доступний для періоду планування t обсяг кредитних ресурсів K_t з урахуванням обраного особою, що приймає рішення, порогового значення коефіцієнта автономії.

Наведена вище формалізація критеріальної функції та системи обмежень моделі формування оптимального варіанта стратегії розвитку підприємства з урахуванням факторів ризику виробничої і фінансової сфер його ринкової діяльності дозволяє представити її у такому вигляді:

$$CF_t = (1 - \delta_t) \left[\sum_{j=1}^J (p_j^{(t)} - c_j^{(t)}) y_j^{(t)} - F_t - \omega_t K_t \right] + K_t - K_{t-1} - R_t \rightarrow \max \quad (32)$$

$$\sum_{j=1}^J \tau_{j,h}^{(t)} y_j^{(t)} \leq x_h^{(t)}, j = \overline{1, J}, h = \overline{1, H}; \quad (33)$$

$$\sum_{j=1}^J c_j^{(t)} y_j^{(t)} + F_t \leq \text{BOK}_{t-1} + K_t; \quad (34)$$

$$\hat{y}_j^{(t)} \leq y_j^{(t)} \leq D_j^{(t)}, j = \overline{1, J}; \quad (35)$$

$$0 \leq K_t \leq M_t; \quad (36)$$

$$ROE_t \geq \widehat{ROE}_t, \quad (37)$$

де C_F^t – консолідований грошовий потік від операційної та фінансової діяльності за період планування t ;

η_t – ставка податку на прибуток у періоді планування t ;

$p_j^{(t)}$ – ціна реалізації одиниці товарної продукції j -го найменування у періоді планування t ;

$c_j^{(t)}$ – змінні витрати, що припадають на одиницю продукції j -го найменування у періоді планування t ;

$y_j^{(t)}$ – обсяг випуску товарної продукції j -го найменування у періоді планування t ;

F_t – постійні витрати виробництва у періоді планування t ;

ω_t – відсоткова ставка за позиковими коштами на період планування t ;

K_t – обсяг залучених короткострокових кредитів у періоді планування t , погашення яких передбачається здійснити в наступному періоді $(t+1)$;

K_{t-1} – обсяг залучених короткострокових кредитів у попередньому періоді планування $(t-1)$, погашення яких здійснюється в поточному періоді t ;

R_t – страховий резерв ((рядок 1415) розділу I «Власний капітал» балансу підприємства (рахунок 43));

$\tau_{i,h}^{(t)}$ – інтенсивність надходження продукції j -го найменування на h -ту групу технологічного обладнання в періоді планування t ;

$x_h^{(t)}$ – ефективний фонд часу роботи обладнання h -ї технологічної групи у періоді планування t ;

$ВOK_{t-1}$ – власний оборотний капітал підприємства на початок періоду планування t ;

$y_j^{(t)}$ – мінімально допустимий обсяг продукції j -го найменування, що випускається;

$D_j^{(t)}$ – ринковий попит на продукцію j -го найменування у періоді планування t ;

M_t – верхня межа на обсяг кредитних ресурсів, які залучаються (визначається на основі коефіцієнта фінансової автономії);

ROE^t – коефіцієнт рентабельності власного капіталу для періоду планування t ;

$\widehat{ROE}_t$ – порогове значення коефіцієнта рентабельності власного капіталу для періоду планування t .

Значення змінних $\tau_{j,h}^{(t)} (j = \overline{1,J}, h = \overline{1,H})$, $c_j^{(t)} (j = \overline{1,J})$, F_t , K_{t-1} , δ_t , R_t визначаються техніко-економічними та фінансовими умовами формування виробничої програми і є величинами зумовленими.

Значення змінних $\hat{y}_j^{(t)} (j = \overline{1,J})$, $x_h^{(t)} (h = \overline{1,H})$, $ВOK_{t-1}$, M_t , а також множина індексів J і H встановлюються особою, що приймає рішення, на етапі формування списку альтернативних варіантів виробничих стратегій.

Змінні $p_j^{(t)} (j = \overline{1,J})$, $D_j^{(t)} (j = \overline{1,J})$, ω_t , а також максимально доступний для періоду планування t обсяг кредитних ресурсів задаються сценарієм.

Перераховані вище змінні слід віднести до групи екзогенних змінних моделі (32) – (37).

Змінні $y_j^{(t)} (j = \overline{1,J})$, K_t складають блок ендогенних, що відображають елементний склад стратегії, що формується у моделі.

Таким чином, сформована модель (32)–(37) вибору оптимальної стратегії розвитку підприємства, яка зводиться до задачі цілочисельного лінійного програмування.

З метою верифікації розробленої моделі щодо вирішення задачі вибору оптимальної стратегії розвитку реалізуємо її для вирішення задачі вибору оптимальної стратегії розвитку для основного виробництва на 3–4 квартали 2020 року підприємства ПрАТ «ЕНКО» для трьох сценаріїв: песимістичного, реалістичного та оптимістичного. Для цього скористуємося інформацією про підприємство та даними про його економічну діяльність [14, 15].

Основним видом діяльності підприємства є виробництво електророзподільчої та контрольної апаратури. Асортимент продукції основного виробництва включає 23 види виробів, кожен з яких характеризується змінними витратами на одиницю продукції, мінімальним обсягом випуску та інтенсивністю надходження продукції на відповідне технологічне обладнання. Окрім того, відповідно до сценарію, що характеризує можливий варіант реалізації ринкової ситуації, для кожного з видів продукції визначається значення ціни реалізації та ринкового попиту. До того ж, відповідно до сценарію, визначаються рівні відсоткових ставок і максимально можливі обсяги короткострокових позикових коштів на основі кредитного рейтингу позичальника та прийнятного значення коефіцієнта автономії [14, 15].

Технологічне обладнання підприємства розподілене на 6 груп та характеризується максимальним ефективним часом роботи.

Також відомі значення ставки податку на прибуток, постійних витрат виробництва, обсягу залучених короткострокових кредитів у попередньому періоді, страхового резерву, власного капіталу та оборотного капіталу на початок періоду планування.

Особою, що приймає рішення, прийняті граничні значення коефіцієнтів автономії та рентабельності власного капіталу.

Необхідно знайти оптимальний план виробництва, який забезпечує максимальну суму консолідованого грошового потоку від операційної та фінансової діяльності. До того ж він повинен бути не меншим мінімальної партії запуску і не більшим ринкового попиту, а також сумарно не перевищувати

ефективний час роботи обладнання. Також необхідно знайти суму залучених короткострокових кредитів у даному періоді. До того ж коефіцієнти автономії і рентабельності власного капіталу повинні бути не меншими прийнятного значення. Також повинен дотримуватися баланс грошових потоків від виробничої діяльності.

За результатами реалізації цієї моделі у середовищі Ексел сформовані варіанти виробничих програм на 3-4 квартали 2020 року для кожного з трьох розглянутих сценаріїв: песимістичного, реалістичного та оптимістичного, враховуючи попит, сформовані ринкові ціни та рівень ризику, прийнятний для особи, що приймає рішення. Варіанти виробничих програм оптимальної стратегії розвитку з їх основними характеристиками для кожного зі сценаріїв представлені на слайді.

Очікуваний консолідований грошовий потік у результаті реалізації оптимальної стратегії розвитку для песимістичного сценарію складе 4633264,73 грн. Обсяг залучених короткострокових кредитів за даних умов сягає 631424,00 грн. До того ж сформована виробнича програма для песимістичного сценарію для ПрАТ «ЕНКО» забезпечує значення коефіцієнта автономії, що складає 0,863, або 86,3%, рентабельності власного капіталу – 0,429, або 42,9%. Таким чином, значення коефіцієнта автономії є достатньо високим та відповідає нормативному, тобто підприємство може профінансувати 86,3% активів за рахунок власного капіталу. Разом з тим, відповідно до значення коефіцієнта рентабельності власного капіталу, 42,9 грн. прибутку може бути згенеровано на кожную гривню залучених власних коштів за даних умов.

Очікуваний консолідований грошовий потік у результаті реалізації оптимальної стратегії розвитку для реалістичного сценарію складе 4174436,38 грн. Обсяг залучених короткострокових кредитів за даних умов сягає 323,00 грн. До того ж сформована виробнича програма для реалістичного сценарію для ПрАТ «ЕНКО» забезпечує значення коефіцієнта автономії, що складає 1,000, або 100%, рентабельності власного капіталу – 0,447, або 44,7%. Таким чином, значення коефіцієнта автономії

є занадто високим, тобто можна стверджувати, що компанія використовує не весь свій потенціал. У разі, якщо існує потенціал для зростання компанії, збільшення частки ринку, збільшення обсягу продажів, підвищення ефективності роботи за рахунок залучення додаткових коштів, то доцільно залучати позикові кошти. Розрахунок ефекту фінансового левереджу дозволить отримати однозначну відповідь щодо доцільності таких дій. Разом з тим, відповідно до значення коефіцієнта рентабельності власного капіталу, 44,7 грн. прибутку може бути згенеровано на кожную гривню залучених власних коштів за даних умов.

Очікуваний консолідований грошовий потік у результаті реалізації оптимальної стратегії розвитку для оптимістичного сценарію складе 6225796,14 грн. Обсяг залучених короткострокових кредитів за даних умов сягає 600000,00 грн. До того ж сформована виробнича програма для оптимістичного сценарію для ПрАТ «ЕНКО» забезпечує значення коефіцієнта автономії, що складає 0,869, або 86,9%, рентабельності власного капіталу – 0,603, або 60,3%. Таким чином, значення коефіцієнта автономії є достатньо високим та відповідає нормативному, тобто підприємство може профінансувати 86,9% активів за рахунок власного капіталу. Одночасно, відповідно до значення коефіцієнта рентабельності власного капіталу, 60,3 грн. прибутку може бути згенеровано на кожную гривню залучених власних коштів за даних умов.

Висновки та пропозиції. Побудовані моделі дозволяють провести своєчасний вибір стратегії розвитку організації у швидкоплинних умовах ведення бізнесу та не вимагають значних часових, трудових і фінансових ресурсів.

Для розвитку дослідження задач, пов'язаних із вибором оптимальної стратегії розвитку, актуальним буде розробка варіанта динамічної моделі формування оптимальної стратегії підприємства з урахуванням фактору ризику його внутрішнього та зовнішнього середовища. Необхідність розробки такої моделі продиктована вимогами формування стратегії підприємства щонайменше на середньострокову перспективу, яка передбачає врахування динамічної мінливості її складових.

Список використаної літератури

1. Андреева А. А. Виды и элементы стратегии развития предприятия. *Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева*. 2010. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vidy-i-elementy-strategii-razvitiya-predpriyatiya/viewer> (дата звернення: 15.02.20).
2. Hofer C W., Schendel D. Strategy Formulation: Analytical concepts, *West Publishing*. 1986. P. 206-211.
3. Акофф Р. Планирование будущего корпорации / пер. с англ. / под общ. ред. В.И. Данилова-Данильяна. Москва: Прогресс, 1985. 328 с.
4. Абдуллаев Н. А. Современные инструменты, методы и технология формирования стратегии развития предприятий. *Региональные проблемы преобразования экономики*. 2008. С. 87-102. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-instrumenty-metody-i-tehnologiya-formirovaniya-i-obosnovaniya-strategii-razvitiya-predpriyatiy> (дата звернення: 10.02.20).
5. Шимко О. В., Грибкова С. М. Стратегія підприємства. Навч.-метод. посібник. Краматорськ: ДДМА, 2009. 132 с.
6. Шиянов Б. А., Шиянова Г. Б. Анализ рисков как источника неравновесных состояний экономических систем. *Вестник Воронежского государственного технического университета*. 2009. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-riskov-kak-istochnika-neravnovesnyh-sostoyaniy-ekonomicheskikh-sistem/viewer> (дата звернення: 20.01.20).
7. Шардин А. А. Методы и математические модели формирования производственной стратегии предприятия с учетом факторов риска: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.13 / Российская Экономическая Академия им. Г.В. Плеханова. Москва, 2010. 252 с.
8. Корнеева Т. Ю., Никитин С. А. Формирование стратегии развития промышленных предприятий в условиях неопределенности. *Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки*. 2009. С. 136-141.
9. Івашко Л. М., Пономаренко В. І. Математична модель для вибору стратегії підприємства. *Обліково-аналітичні й статистичні методи та моделі в оподаткуванні, бізнесі, економіці: збірник тез за матеріалами XV Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, м. Ірпінь, 25 листопада – 1 грудня 2019 р. Ірпінь, 2019. С. 703-706.*
10. Levitskaia A., Zhuravlova T. O., Ivashko L. M., Ponomarenko V. I. Modeling the task of management by number of dynamics and professional-qualification structure of personnel. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*. 2018. Vol. 4, No 27. P. 296-306.
11. Почитаев А. Ю. Формирование финансовой стратегии публичной компании на основе матричного подхода: автореф. дис. ...канд. экон. наук: 08.00.10. Казань, 2018. 28 с.
12. Статистика фінансового сектору. URL: <https://www.bank.gov.ua/statistic/sector-financial> (дата звернення: 10.02.20).
13. Фінансова звітність підприємства в Україні. URL: <http://www.buhoblik.org.ua/>

uchet/buxgalterskaya /2136-finansova-zvitnist.html (дата звернення: 10.02.20).

14. Приватне акціонерне товариство «ЕНКО». URL: <http://www.enko.pat.ua> (дата звернення: 15.02.20).
15. 13367676 Приватне акціонерне товариство «ЕНКО». URL: <https://smida.gov.ua/db/participant/13367676> (дата звернення: 15.02.20).

Стаття надійшла 30.03.2020 р

Л. М. Ивашко,

к.э.н., доцент,

доцент кафедры менеджмента и инноваций

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

Французский бульвар, 24/26, м. Одеса, 65058, Украина

e-mail: ivashkolm@ukr.net

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ С УЧЕТОМ ФАКТОРОВ РИСКА

В статье рассмотрены вопросы выбора, использования инструментов и методов стратегического управления, разработки и выбора стратегии предприятия. Исследованы методы формирования стратегии развития предприятия, которые можно представить тремя группами: методами портфельного анализа, математическими методами, методами прогнозирования. Определено, что современные методы управления предприятием и механизмы принятия ключевых решений в бизнесе предполагают необходимость разработки процедуры как содержательного, так и количественного учета и оценки всего спектра возможных неопределенностей и рисков, сопровождающих рыночную деятельность хозяйствующего субъекта. Показано, что большинство предпринимательских рисков, подлежащих учету, количественной оценке и учету в экономико-математической модели предприятия, охватывают два основных вида рыночной деятельности хозяйствующего субъекта: производственную и финансовую. Построена экономико-математическая модель выбора оптимальной стратегии развития предприятия с учетом факторов риска по критерию максимизации суммы консолидированного денежного потока от операционной и финансовой деятельности, которая отражает как производственно-технологические условия предприятия, так и особенности принятия решений на товарных и финансовых рынках. Эту оптимизационную модель реализовано для решения задачи выбора оптимальной стратегии развития для основного производства предприятия «ЭНКО», учитывая спрос, сложившиеся рыночные цены и уровень риска, приемлемый для лица, принимающего решение. Для пессимистического, реалистического и оптимистического сценариев получены оптимальные производственные программы с учетом факторов риска по критерию максимизации суммы консолидированного денежного потока от операционной и финансовой деятельности. Показано, что данная модель позволяет провести своевременный

выбор стратегии развития организации в быстроменяющихся условиях ведения бизнеса и не требует значительных временных, трудовых и финансовых ресурсов.

Ключевые слова: предприятие; оптимальная стратегия; развитие предприятия с учетом факторов риска; модель; экономико-математическое моделирование.

L. M. Ivashko,

Ph.D. in Economics, associate professor,
associate professor of Department of management and innovations
of Odessa I. I. Mechnikov National University,
24/26, Frantsuzkiy av., Odessa, 65058, Ukraine

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING THE CHOICE OF OPTIMAL STRATEGY OF DEVELOPMENT OF THE ENTERPRISE TAKING INTO ACCOUNT RISK FACTORS

In the article the questions of choice and use of tools and methods of strategic management, development, and selection of enterprise strategy. Studied methods of formation of strategy of enterprise development that can be represented in three groups: methods of portfolio analysis, mathematical methods, methods of forecasting. It is determined that the modern enterprise management methods and mechanisms for making key business decisions require the development procedure is both comprehensive and quantitative account and assess the whole spectrum of possible uncertainties and risks involved in the market activity of an economic entity. It is shown that the majority of the business risks to be taken into account, quantified and taken into account in mathematical model of the enterprise includes two main types of market activity of the entity: production and financial. Built economic and mathematical model of optimal choice of strategy of enterprise development considering risk factors using the criterion of maximizing the sum of the consolidated cash flow from operating and financial activities reflects both the production and technological conditions of the enterprise and features of decision-making in the commodity and financial markets. This optimization model is implemented to solve the problem of choosing the optimal development strategy for the main production enterprises “Enko” given the demand market prices and the level of risk is acceptable to decision-makers. For pessimistic, realistic and optimistic scenarios, the optimal production program taking into account risk factors for the criterion of maximizing the sum of the consolidated cash flow from operating and financing activities. It is shown that this model allows for a timely selection of the company's development strategy in fast-changing business environment and does not require significant time, labor and financial resources.

Keywords: enterprise; optimal strategy; development of enterprise taking into account risk factors; model; economic and mathematical modeling.

References

1. Andreeva, A. A. (2010). Vidy i elementy strategii razvitiia predpriiatiia [Types and elements of enterprise development strategy]. *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva*. – *Bulletin of the Volga University. V.N. Tatishcheva*. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/n/vidy-i-elementy-strategii-razvitiya-predpriyatiya/viewer>. [in Russian]
2. Hofer, C W. & Schendel, D. (1986). *Strategy Formulation: Analytical concepts*, West Publishing.
3. Akoff, R. (1985). *Planirovanie budushhego korporatsii* [Future Corporation Planning] Moskva: Progress. [in Russian].
4. Abdullaev, N. A. (2008). Sovremennye instrumenty, metody i tehnologiiia formirovaniia strategii razvitiia predpriatii [Modern tools, methods and technology for the formation of enterprise development strategies]. *Regionalnye problemy preobrazovaniia ekonomiki*. – *Regional problems of economic transformation*, pp. 87-102. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/v/sovremennye-instrumenty-metody-i-tehnologiya-formirovaniya-i-obosnovaniya-strategii-razvitiya-predpriyatiy>. [in Russian].
5. Shymko, O. V. & Hrybkova, S. M. (2009). *Stratehiia pidpriemstva* [Enterprise strategy]. Kramatorsk: DDMA. [in Ukrainian].
6. Shiiarov, B. A. & Shiiarova, G. B. (2009). Analiz riskov kak istochnika neravnovesnykh sostoianii ekonomicheskikh sistem [Risk analysis as a source of nonequilibrium states of economic systems]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. – *Bulletin of Voronezh State Technical University*. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-riskov-kak-istochnika-neravnovesnykh-sostoyaniy-ekonomicheskikh-sistem/viewer>. [in Russian].
7. Shardin, A. A. (2010). *Metody i matematicheskie modeli formirovaniia proizvodstvennoi strategii predpriiatiia s uchetom faktorov riska* [Methods and mathematical models of the formation of the production strategy of the enterprise taking into account risk factors]. Candidate's thesis. Moskva. [in Russian].
8. Korneeva, T. Ju. & Nikitin, S. A. (2009). Formirovanie strategii razvitiia promyshlennykh predpriatii v usloviiah neopredelennosti [Formation of a development strategy for industrial enterprises in the face of uncertainty]. *Izvestiia Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomicheskie i yuridicheskie nauki*. – *Bulletin of Tula State University. Economics and Law*, pp. 136-141. [in Russian].
9. Ivashko, L. M. & Ponomarenko, V. I. (2019). Matematychna model dlia vyboru stratehii pidpriemstva [Mathematical model for choosing an enterprise strategy]. *XV Vseukrainska naukovo-praktychna internet-konferentsiia "Oblikovo-analitychni y statystychni metody ta modeli v opodatkuvanni, biznesi, ekonomitsi"*. – *The Fifteenth All-Ukrainian scientific-practical Internet conference "Accounting-analytical and statistical methods and models in taxation, business, economy"*. Irpin. Pp. 703-706. [in Ukrainian].
10. Levitskaia, A., Zhuravlova, T. O., Ivashko, L. M. & Ponomarenko, V. I. (2018). Modeling the task of management by number of dynamics and professional-qualifi-

cation structure of personnel. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*, Vol. 4, № 27, Pp. 296-306.

11. Pochitaev, A. Yu. (2018). Formirovanie finansovoi strategii publichnoi kompanii na osnove matrichnogo podhoda [Formation of the financial strategy of a public company based on a matrix approach]. Extended abstract of candidate's thesis. Kazan. [in Russian].
12. Statystyka finansovoho sektoru [Financial sector statistics]. Retrieved from: <https://bank.gov.ua/statistic/sector-financial>. [in Ukrainian].
13. Finansova zvitnist pidpriemstva v Ukraini [Financial statements of the enterprise in Ukraine]. Retrieved from: <https://www.buhoblik.org.ua/uchet/buxgalterskaya-otchetnost/2136-finansova-zvitnist.html> . [in Ukrainian].
14. Pryvatne aktsionerne tovarystvo «ENKO» [ENKO Private Joint Stock Company]. Retrieved from: <http://enko.pat.ua/>. [in Ukrainian].
15. 13367676 Pryvatne aktsionerne tovarystvo «ENKO» [ENKO Private Joint Stock Company]. Retrieved from: <https://smida.gov.ua/db/participant/13367676>. [in Ukrainian].