

Л. М. Малярець

О. В. Мінєнкова

Л. О. Сабадаш

**МОДЕЛЮВАННЯ В ОЦІНЦІ ТА АНАЛІЗІ
ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

Монографія

**Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2018**

УДК 519.876.5:005.5

М18

Авторський колектив: д-р екон. наук, професор Л. М. Малярець – вступ, п. 2.3, 2.4, розділ 3; викладач О. В. Міненкова – розділ 1, п 2.1, 2.2; аспірант Л. О. Сабадаш – розділ 4, висновки.

Рецензенти: директор Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку Національної академії наук України, д-р екон. наук, професор *М. О. Кизим*; завідувач кафедри управління та адміністрування Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, д-р екон. наук, професор *О. М. Криворучко*; професор кафедрим міжнародного бізнесу та економічної теорії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, д-р екон. наук *В. О. Бабенко*.

Рекомендовано до видання рішенням ученої ради Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця.

Протокол № 9 від 25.06.2018 р.

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Малярець Л. М.

М18 Моделювання в оцінці та аналізі діяльності підприємства [Електронний ресурс] : монографія / Л. М. Малярець, О. В. Міненкова, Л. О. Сабадаш. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. – 202 с.

ISBN 978-966-676-775-5

Розглянуто теоретичне та методичне забезпечення моделювання в оцінці й аналізі діяльності підприємства. Сформовано ознаковий простір моделі оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників. Розроблено багатокритеріальну оптимізаційну модель оцінки діяльності підприємства. Обґрунтовано методичний підхід щодо оцінювання економічної стійкості підприємства. Сформовано методичне забезпечення оцінювання рівня економічної стійкості підприємства.

Рекомендовано для наукових працівників, викладачів, докторантів, аспірантів і студентів економічних спеціальностей.

УДК 519.876.5:005.5

© Малярець Л. М., Міненкова О. В.,
Сабадаш Л. О., 2018

© Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця, 2018

ISBN 978-966-676-775-5

Вступ

Однією з основних функцій управління є оцінка і аналіз. Від достовірності оцінки діяльності підприємства залежить дієвість та об'єктивність управлінських рішень щодо ефективності та розвитку. Сучасною основою забезпечення достовірності оцінки є її моделювання. Математичні інструменти й економіко-математичне моделювання складають аналітичне забезпечення оцінки та аналізу діяльності підприємства. У нинішніх складних соціально-економічних умовах діяльності вітчизняних промислових підприємств вимоги до якості оцінки постійно зростають. У зв'язку із цим пошук і розроблення сучасних інструментів та методів здійснення оцінки діяльності підприємства набуває актуальності.

Проблеми моделювання в оцінці та аналізі діяльності підприємства вирішувались у роботах багатьох вітчизняних та зарубіжних вчених. Проте ці роботи були присвячені переважно розробленню моделей оцінки впливу кризових ситуацій на підприємстві, оцінки загроз банкрутства підприємства, оцінки збалансованого соціально-економічного розвитку регіонів та ін. Разом із тим аналіз наукових праць і практика оцінки діяльності підприємства свідчать про недостатній рівень теоретичного опрацювання певного кола питань, пов'язаних із розробленням моделей та інструментів оцінки діяльності на основі збалансованої системи показників, потребує поглибленого обґрунтування формування багатокритеріальних оптимізаційних моделей. Слід також взяти до уваги, що потребують ретельнішого опрацювання аналітичне обґрунтування інструментів розроблення інтегрального показника оцінки діяльності.

Відповідно, для цілей інструментального забезпечення управління підприємством існує потреба в розробленні комплексу моделей, які дозволяють об'єктивно провести оцінку його діяльності на основі збалансованої системи показників. Актуальність і недостатня розробленість виокремлених проблем моделювання оцінки та аналізу діяльності підприємства зумовили написання цієї монографії. Метою написання цієї роботи є теоретичне обґрунтування та розроблення науково-методичного забезпечення, математичних інструментів моделювання оцінки та аналізу діяльності підприємства.

Монографія складається із чотирьох розділів, у яких розкривається теоретичне забезпечення моделювання оцінки діяльності підприємства, описується формування моделей оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників, змістовна сутність моделювання оцінки економічної стійкості підприємства, методичне забезпечення оцінки і аналізу діяльності підприємства.

Перший розділ присвячений теоретичному забезпеченню моделювання оцінки діяльності підприємства. Проаналізовано аналітичні підходи, методи і моделі для оцінки діяльності підприємства. Розглянуто теоретико-методичні положення до моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників.

У другому розділі розроблено модель оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників. Для цього сформовано ознаковий простір та інтегральний показник якості збалансованої системи показників. Розглянуто проблеми багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства. Розроблено багатокритеріальну оптимізаційну модель оцінки діяльності підприємства.

Третій розділ присвячено моделюванню оцінки економічної стійкості підприємства. Оцінено виробничо-господарську діяльність підприємства. Визначено внутрішні фактори і взаємозв'язки складових економічної стійкості підприємства. А також обґрунтовано оптимальні значення показників підприємства для оцінки його економічної стійкості.

У четвертому розділі розглянуто методичне забезпечення оцінки і аналізу діяльності підприємства. Розроблено методичний підхід до оцінки економічної стійкості підприємства та її прогнозування. Аналітичне забезпечено обґрунтування бажаних значень показників у стратегічному плануванні діяльності підприємства.

Розділ 1. Теоретичне забезпечення моделювання оцінки діяльності підприємства

1.1. Аналіз аналітичних підходів, методів і моделей в оцінці діяльності підприємства

Однією з ключових функцій в процесі управління діяльністю підприємства є оцінка або оцінювання. Провідні спеціалісти з проблем управління розкривають цю функцію як пошук відповідностей між досягнутими значеннями показників та еталонними, плановими чи нормативними, знаходження причин відхилень, їх змістовний аналіз та обґрунтування управлінських рішень, спрямованих на нівелювання впливу критичних ситуацій, які обумовлюють виникнення цих відхилень.

Стосовно змістовної сутності оцінки, то в різних науках вона відрізняється. Зокрема, в математичних науках оцінка визначається як «функція від результатів спостереження, яка застосовується для оцінки невідомих параметрів розподілу ймовірностей випадкових величин, що досліджуються» [49]. У словнику наголошується, що економічні оцінки слугують для характеристики та зіставлення ефективності різних ресурсів. У метрології оцінку розглядають як наближене значення вимірюваних величин або параметру, який знайдено за експериментальними даними [65].

У філософії під поняттям оцінки розуміють спосіб установлення важливості для діючого суб'єкта, що пізнається. У педагогіці за допомогою оцінки й оцінювання визначають рівень знань учня. Значно ширше тлумачення оцінки в економіці. На погляд авторів, найбільш наближене до економічних реалій розуміння оцінки з точки зору теорії пізнання та методології. Тут оцінка розглядається як об'єднанча сутність, тобто як вимірювана величина, як безпосереднє порівняння з еталоном, нормативом чи планом та як основа для подальшого ухвалення управлінського рішення [26]. В економіко-математичних методах і моделюванні поняття «оцінка» використовується в контексті знаходження величини, яка має імовірнісне походження, тобто є випадковою. Але в ширшому розумінні, враховуючи тлумачення оцінки економістами, зміст поточної дефініції слід розглядати в дуалістичних складових – детермінованості та стохастичності, для чого проводять вимірювання детермінованої величини й оцінку стохастичної.

Методичні та методологічні засади оцінки різних видів господарської діяльності підприємства ґрунтовно розроблені в наукових працях багатьох економістів-управлінців (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Аналіз науково-методичних підходів щодо оцінки діяльності підприємства економістами

№ п/п	Назва праці	Автори	Переваги та недоліки підходу
1	2	3	4
1	Оцінка економічної стійкості підприємств	Максимова Л. В. [53]	Перевага: з метою оцінки економічної стійкості введена метрика цільових індикаторів стійкості підприємства для виявлення групи показників, які потребують довгострокових прогнозів і беруть участь у формуванні альтернативних варіантів, скерованих на зміну ситуації в майбутньому. Рекомендується використовувати метод багатоструктурного ієрархічного аналізу. Недолік: не розроблена система оцінювання механізмів, що забезпечують стійкість
2	Концепція оцінки рівня конкурентоспроможності підприємства	Басманова (Сомова) О. Є. [9]	Перевага: за допомогою вартісних показників оцінюється рівень конкурентоспроможності підприємства (зокрема: у короткостроковому періоді прибутку та рентабельності; у довгостроковому періоді – чистої поточної вартості й індексу доходності. Разом із цим на попередньому аналізі галузі ґрунтується вартісна оцінка, результатом цього є узагальнення інформації про кожне підприємство, оцінка характеру конкуренції в галузі та груп безпосередніх конкурентів. Недолік: вузький розгляд ознак конкурентоспроможності підприємства

1	2	3	4
3	Основні положення методики оцінки виробничого потенціалу машинобудівного підприємства	Квятковська Л. А. [27]	<p>Переваги: за основу економічної оцінки виробничого потенціалу запропоновано брати інтегральний показник, який формує базу прогнозування та об'єднує показники структури виробничого потенціалу (основні й оборотні фонди, кадри, фінанси). Знаходиться взаємозалежність інтегрального показника рівня використання виробничого потенціалу машинобудівного підприємства від його кількісної оцінки та показника якості виробничого потенціалу у вигляді множинної лінійної регресії.</p> <p>Недолік: не беруться до уваги реальні можливості підприємства</p>
4	Оцінка конкурентоздатності будівельної організації на будівельному ринку	Марчук Т. С. [54]	<p>Переваги: за допомогою методу експертних оцінок здійснюється оцінка конкурентоздатності будівельної організації. Для відображення вагового коефіцієнта в моделі обчислення рівня конкурентоздатності підприємства використано двоїсті оцінки вирішення завдань оптимального використання ресурсів будівельної організації.</p> <p>Недоліки: ґрунтування оцінки на неметричних ознаках</p>
5	Математико-статистичне моделювання у фінансовій діагностиці підприємств	Кривов'язюк І. В., Кость Я. О. [84]	<p>Переваги: аналіз динаміки зміни індикаторів здійснюється відносно нормативного значення з метою подальшого врахування під час вибору параметрів оцінювання стадії життєвого циклу підприємства. Методика передбачає синтез нечіткої логіки та трендового прогнозування і має свої особливості: залежність системи індикаторів для діагностики від місця підприємства в структурі життєвого циклу; набування якісної характеристики його рівня (висока, середня, низька) залежно від значення індикатора.</p> <p>Недоліки: вибір індикаторів має евристичний характер</p>

1	2	3	4
6	Актуальные проблемы оценки деятельности и инвестирования субъектов хозяйствования в современной России (рос. мовою)	Каледин С. В. [24]	<p>Преваги: у методику, окрім відомих оціночних коефіцієнтів, запропоновано включити, нові, які суттєво впливають на результативну оцінку, а саме: зовнішню (політичну) складову, соціальну складову та ймовірність банкрутства суб'єктів господарювання.</p> <p>Недоліки: рівень оцінки розраховується як сума чотирнадцяти коефіцієнтів, один з яких відображає соціальну складову, чотири – зовнішню складову, а решта – фінансову діяльність</p>
7	Інтегральний показник оцінювання фінансово-економічного стану лізингоотримувачів (на прикладі машинобудівних підприємств)	Подольчак Н. І., Загородній А. Г. [56]	<p>Преваги: пропонується здійснювати оцінювання платоспроможності і розподіл машинобудівних підприємств на класи за рівнем фінансово-економічного стану лізингоотримувача з врахуванням нелінійних причинно-наслідкових зв'язків між ними, а також оцінювання фінансового стану лізингоотримувача – із використанням інтегрального показника, що ґрунтуються на дискримінантних рівняннях.</p> <p>Недоліки: інтегральний показник потребує більш глибоко обґрунтування</p>
8	Комплексна оцінка ефективності фінансової діяльності підприємств у системі антикризового управління	Білошкурський М. В. [10]	<p>Преваги: методика оцінки рівня кризового розвитку підприємства базується на використанні багатofакторних дискримінантних моделей діагностики загрози настання банкрутства, застосуванні кореляційно-регресійного аналізу показників ефективності господарської діяльності та зіставленні їх фактичних значень із нормативними. Багатofакторна модель комплексної оцінки ефективності господарської діяльності побудована на апараті логістичної регресії та ранжуванні.</p> <p>Недоліки: комплексність оцінки потребує доведення</p>

1	2	3	4
9	Оцінка системи управління персоналом в умовах машинобудівного підприємства	Коваленко Т. В. [30]	Переваги: метод визначення критеріїв оцінки якості управління персоналом розглядається на підставі кваліметричного підходу, який полягає в знаходженні меж зіставлення рівнів досягнення відповідних показників якості управління персоналом. Практична реалізація підходу дає можливість визначити наявний рівень якості управління персоналом. Недоліки: необхідно обґрунтувати межі змін показників якості
10	Впровадження методики та розробка матричної моделі оцінки інвестиційної привабливості промислових підприємств за використання фінансових та маркетингових показників	Гвоздецька І. В. [15]	Переваги: науково-методичний підхід до розроблення та застосування матриці оцінювання інвестиційної привабливості підприємства дає можливість оцінити реальну можливість інвестування та пріоритети розвитку машинобудівного підприємства з використанням методів портфельного та SWOT-аналізів. Недоліки: потребують більшого обґрунтування розмір і структура матриці
11	Методы формирования комплексной оценки уровня экономической безопасности предприятия (рос. мовою)	Камышникова Э. В. [25]	Переваги: з метою формування універсальної шкали оцінювання рівня економічної безпеки суб'єктів господарювання запропоновано концептуальний підхід, який полягає в узагальненні функції бажаності Харрінгтона для синтезу окремих функцій промислових підприємств різних галузей та дає можливість провести порівняльний аналіз рівнів економічної безпеки останніх. Недоліки: потребують обґрунтування вид та параметри функцій бажаності
12	Формування моделі комплексного оцінювання економічної стратегії промислового підприємства	Гродовський О. В. [18]	Переваги: запропонована модель комплексного оцінювання економічної стратегії машинобудівних підприємств (RR-S), яка ґрунтується на математичній інтерпретації ключових фінансових коефіцієнтів, а також розрахунку результативного

1	2	3	4
			показника фінансового стану підприємства (S), з одного боку, а з іншого – розрахунку показника ефективності діяльності промислового підприємства (RR), також для кращої візуалізації отриманих результатів може бути поданою у вигляді матриці (RR-S). Недоліки: необхідно вказати відмінні риси результатуючих показників
13	Оцінка економічної ефективності інвестиційних проектів з урахуванням впливу видатків на споживання та інвестиції	Нусінов В. Я., Жовна О. М. [22]	Переваги: економічна оцінка доцільності інвестиційних проектів передбачає ряд оцінок ефективності з точки зору різних груп зацікавлених осіб (стейкхолдерів) шляхом коригування показника чистого приведенного доходу на додаткові дивідендні виплати, витрати на споживання та інвестиції, що виникають у результаті відповідного збільшення прибутку від упровадження інвестиційного проекту, але не відповідають інтересам цих груп. Недоліки: аналітичні аспекти оцінки потребують обґрунтування
14	Особливості оцінки ефективності фінансово-господарської діяльності підприємств торгівлі	Анненкова Н. О. [5]	Переваги: методичний підхід до комплексної оцінки ефективності господарської діяльності підприємств роздрібної торгівлі ґрунтується на характеристиках ефективності та дає можливість ідентифікувати рівень ефективності окремого підприємства в конкурентній групі. Недоліки: оцінка має звужений характер

Комплексний аналіз переваг і недоліків розробок, спрямованих на оцінку діяльності підприємств, свідчить про необхідність детального обґрунтування складових, показників, математичного інструменту та вибору методів оцінки.

Отже, під оцінкою діяльності пропонується розуміти процес, який передбачає визначення величини ознаки, яка є показником, значення якого відображає досягнутий рівень розвитку діяльності на основі порівняння значення з еталонним (нормативним, плановим), проведення аналізу рівня та формування

висновку для розроблення управлінського рішення щодо підвищення рівня розвитку господарської діяльності підприємства. Оцінку діяльності підприємства здійснюють на базі методологічних підходів, а саме: системного, процесного, ресурсного, стратегічного, ситуаційного [38].

Системний підхід дозволяє системно розглядати функціонування підприємства як складну динамічну соціально-економічну та відкриту економічну одиницю. Використовуючи процесний підхід, діяльність підприємства можна розглянути як процес, що складається з певних етапів. За ситуаційного підходу в пріоритеті набір обставин, які впливають на стан господарської діяльності підприємства в конкретний період часу та потребують застосування особливих прийомів і методів оцінки. За допомогою стратегічного підходу оцінка проводиться з урахуванням адаптації підприємства до вимог цільового ринку. Адаптаційні заходи розробляються відповідно до потенціалу підприємства, стану ринку, часових і ресурсних обмежень діяльності. Реалізація оцінки у випадку ресурсного підходу передбачає аналіз ресурсного потенціалу підприємства та його використання в забезпеченні ефективності діяльності [38]. У монографії Л. М. Малярець, А. В. Штеревєрі подана узагальнена класифікація видів оцінки діяльності підприємства, а саме: за ступенем реальності даних (номінальна, облікова, оптимальна, реальна), залежно від ступеня ризику (оцінка ризику кількісна, оцінка ризику вартісна), залежно від характеру й напрямків масштабу (оцінка виробничого потенціалу, оцінку вартості майна, оцінка господарських коштів, оцінка прибутковості підприємства), залежно від етапів розроблення стратегії діяльності підприємства (оцінка ринку, оцінка фінансової стійкості, оцінка ризику, оцінка виробничого потенціалу, оцінка експортних можливостей, оцінка фінансових показників) [38]. Ураховуючи сучасні умови діяльності підприємства, перелік оцінок діяльності можна розширити. Проте автори вважають, що запропонована класифікація видів оцінки пояснює її функції: вартісну, аналітичну, стимулюючу, балансову.

Однією з основних умов оцінки діяльності підприємства є багатокритеріальність, що передбачає наявність системи критеріїв. За допомогою системи показників здійснюється опис діяльності. Ця система володіє описовими ознаками діяльності підприємства як об'єкту моделювання. Водночас існування ключових характеристик обумовлює виокремлення критеріїв оцінки діяльності. Зміст та величина критеріїв – умова об'єктивності оцінки діяльності. Саме залежно від структури критеріїв та співвідношення їх між собою, обчислювального алгоритму згортки розрізняють різні методи оцінки діяльності підприємства в економіці. Оскільки об'єктивність оцінки діяльності залежить від

врахування саме багатокритеріальності діяльності, то принциповим питанням є врахування співвідношення між критеріями, а – саме їх згортка в одне значення.

В оцінюванні об'єкта в економіці виділяють прості аналітичні методи згортки системи показників і математичні методи, які передбачають застосування багатоетапних обчислювальних алгоритмів. До простих аналітичних методів згортки відносять адитивну та мультиплікативну згортки [1; 2; 7; 13]. Адитивна згортка здійснюється за формулою:

$$I_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \lambda_i x_i,$$

де x_i – значення i -го показника діяльності підприємства;

λ_i – коефіцієнти ваги, які мають задовольняти умовам $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = 1$.

Мультиплікативна згортка здійснюється за формулою:

$$I_{\Pi} = \prod_{i=1}^n x_i^{\lambda_i}.$$

На практиці найчастіше застосовується адитивна згортка в модифікованому вигляді:

$$I_{\Sigma} = \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i |x_i - \alpha_i|^k \right)^{\frac{1}{k}},$$

де α_i – еталонне значення показника;

k – параметр.

Добре відомі у військових науках ідеї побудови «формули порівняльної оцінки» проектів лінкорів належить адміралу О. М. Крилову, який запропонував метод згортки багатьох оцінок в одну. Цей метод надзвичайно широко використовується для побудови зведених (глобальних, інтегральних, узагальнених, генеральних, синтетичних тощо) показників, що синтезують окремі (локальні, диференціальні, маргінальні, аналітичні) показники, які характеризують якість (ефективність, надійність, корисність, надання переваги і т. д.) будь-яких багатокритеріальних об'єктів [66].

Добре розроблені методи згортки величин і в математичних науках. Зокрема, Н. В. Хованов рекомендує спрощену схему розроблення зведеного показника Q окремого об'єкта [66], а саме:

1) установити вектор $X = (x_1, \dots, x_n)$ вихідних характеристик, кожна з яких необхідна, а всі разом – достатні для повного, всебічного оцінювання об'єкта;

2) формується вектор $Q = (q_1, \dots, q_m)$ окремих показників, що відображаються функціями $q_i(x)$, $i = \overline{1, m}$, у кожному окремому векторі кожний окремий показник $q_i(x)$ є функцією однієї початкової характеристики x_i : $q_i = q_i(x)$, $i = \overline{1, m} = n$;

3) вибирається вид функції $Q(q)$, яка синтезує і порівнює з вектором окремих показників $\vec{q}(q_1, \dots, q_m)$ зведену оцінку Q (значення зведеного показника $Q = Q(q)$), що характеризує об'єкт загалом. Разом із тим функція $Q(q)$ залежить від вектора $W = (\omega_1, \dots, \omega_m)$ додатних параметрів $\omega_1, \dots, \omega_m$, які визначають значущість окремих показників q_1, \dots, q_m для зведеної оцінки Q відповідно: $Q = Q(q) = Q(q; \omega)$;

4) визначається значення вектора ω параметрів $\omega_1, \dots, \omega_m$, $\omega_i \geq 0$, які інтерпретуються як вагові коефіцієнти (вага), що задають ступені впливу окремих показників q_1, \dots, q_m на зведену оцінку $Q(\omega_1 + \dots + \omega_m = 1)$.

Теорія функцій корисності пропонує один із методів згортки частинних показників. Такі зведені оцінки корисності складних наборів благ можуть мати як числову (кардинальну корисність), так і нечислову (ординальну корисність) [66].

В економічній науці та практиці для оцінки використовується узагальнюючий або інтегральний показники. Більшість науковців з метою здійснення оцінки застосовують бальну або рейтингову оцінку в адитивній або мультиплікативній формах для визначення стану підприємства, оцінки ефективності виробництва [31; 33].

Отже, для багатокритеріальної оцінки діяльності підприємства потрібно згорнути критерії в один, використавши або спрощені аналітичні процедури (адитивна або мультиплікативна згортки), або математичні методи отримання інтегрального показника.

У математичних науках розрізняють повну згортку та часткову. Часткову згортку можна здійснити за допомогою методів багатовимірного статистичного аналізу (факторного аналізу, канонічних кореляцій, багатовимірного шкалювання, кластерного та дискримінантного аналізів), які передбачають перехід

від системи координат елементарних ознак об'єкта до нової, меншої системи координат складних ознак; тобто відбувається зниження розмірності системи [20; 21; 23; 46; 60].

Аналіз робіт фахівців із проблем економіко-математичних методів і моделювання показав, що варто розрізняти дві великі групи методів побудови інтегрального показника. Перша група методів базується на знаходженні відстані від реальних рівнів значень показників до еталонних. Друга група передбачає перетворення значень показників на безрозмірні величини та їх згортку одним із відомих методів. Основним представником методів першої групи є метод побудови таксономічного показника розвитку В. Плюти [55]. Обчислювальний алгоритм цього методу такий:

1) визначення стимуляторів, дестимуляторів, номінаторів серед показників ознак соціально-економічної системи: $X = (x_{ij}), i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$, де i -та ознака на j -й період або об'єкт;

2) формування еталона:

а) за критерієм мінімакс;

б) встановлення еталонних значень;

3) нормування або стандартизація показників:

$$Z = (z_{ij}); \quad z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\sigma_i}, \quad \bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}, \quad \sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n}};$$

4) обчислення значень узагальнюючого показника:

$$d_j = \left(\sum_{i=1}^m (z_{ij} - z_{i0})^2 \right)^{\frac{1}{2}}; \quad \bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_j; \quad \delta = \bar{d} \text{ або } \delta = M_e; \quad s_d = \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (d_j - \delta)^2 \right)^{\frac{1}{2}};$$

$$d = \delta + a s_d; \quad a = 3; \quad d = \delta + a s_d; \quad I_j = \frac{d_j}{d}; \quad I_j^* = 1 - I_j.$$

Наведені обчислення виконують для ознак-стимуляторів.

Другу групу методів утворюють методи, які за допомогою уніфікованої шкали передбачають перетворення значень показника, що дозволяє відслідковувати навіть незначні зміни значень ознаки. До цієї самої групи належить метод побудови узагальнюючого показника якості Харрінгтона [76].

Згідно з думкою В. С. Пономаренко та Л. М. Малярець, дві групи математичних методів згортки мають принципову відмінність, проте спільні етапи їх побудови. Їх поєднують підходи до вирішення проблем: визначення елементарних ознак СЕС; визначення показників ознак; метричного нормування; вибору правил поєднання – згортки безрозмірних величин [58]. У монографії вчені пропонують виокремлювати п'ять основних проблем у моделюванні вимірників, які є інтегральними показниками, розробленими за допомогою другої групи математичних методів, а саме:

- 1) узагальнення теоретичних і практичних знань щодо певної ознаки системи, проведення описової статистики ознак;
- 2) побудова шкали перетворень значень показників ознак СЕС;
- 3) визначення основних точок фазових змін значень показників ознак СЕС;
- 4) визначення окремих функцій перетворень;
- 5) визначення узагальненої функції перетворення.

Перша проблема, яку виділяють науковці, стосується узагальнення теоретичних і практичних знань за певною ознакою, а також проведення статистичного опису змін значень показника ознаки, що демонструє наявний розвиток ознаки. На основі знань експертів та осіб, які ухвалюють рішення, проблема вирішується як синтез науково-практичних досягнень у пізнанні цієї ознаки та зіставлення з результатами використання інструментів описової статистики.

Друга проблема – побудова шкали перетворень. Ця шкала допомагає перетворювати значення окремих економічних показників, які мають свої одиниці вимірювання, у безрозмірну шкалу. Вирішення другої проблеми обумовлене результатами вирішення першої проблеми. Цей процес виступає етапом продовження вимірювання величин в економіці, адже завдяки перетворенню нові величини можна порівнювати між собою. Уся процедура вторинного вимірювання в економіці залежить від того, наскільки об'єктивно буде розроблена шкала перетворення.

Незважаючи на деякі розбіжності, майже всі типи різних шкал мають спільність: значення $y_j = 0$ відповідає абсолютно неприйнятному рівню ознаки, а значення $y_j = 1$ – найкращому значенню ознаки. Поняттям «дуже добре», «надзвичайно добре» чи «чудово» відповідають значення на шкалі перетворення $0,8 < y_j < 1,00$; поняттям «дуже погано», «неприпустимо», «неприйнятно» – $0,00 < y_j < 0,20$. За методикою Е. Харрінгтона є ще два характерних значення:

$0,63 \approx 1 - \frac{1}{e}$; $0,37 \approx \frac{1}{e}$. Функція перетворення за методикою Е. Харрінгтона має

вигляд $y = e^{-e^{-x}}$ (рис. 1.1а) або $y = \exp(-\exp(-x))$, де \exp – прийняте позначення експоненти.

Третя проблема – виявлення основних точок фазових змін значень показників. За своєю сутністю вона є підпроблемою іншої проблеми – моделювання вимірників, але її надзвичайна важливість зумовила її окреме виділення. Більшість відносних показників в економіці мають значення від 0 до 1. Водночас у економіці є безліч абсолютних показників, які мають невизначені межі. Із вище сказаного виникає принципове запитання: що слугує підставою для встановлення меж допустимих значень для таких показників ознак. Для початку слід дослідити тенденцію до змін величини ознаки. З огляду на економічну сутність показників ознак (за тенденціями до зміни стосовно еталонних значень) розрізняють односторонні та двосторонні обмеження.

У випадку односторонніх $x_j \leq x_{\max}$ обмежень на рис. 1.1а подана окрема функція перетворення ознаки, що визначає властивість системи та має обмеження з однієї сторони.

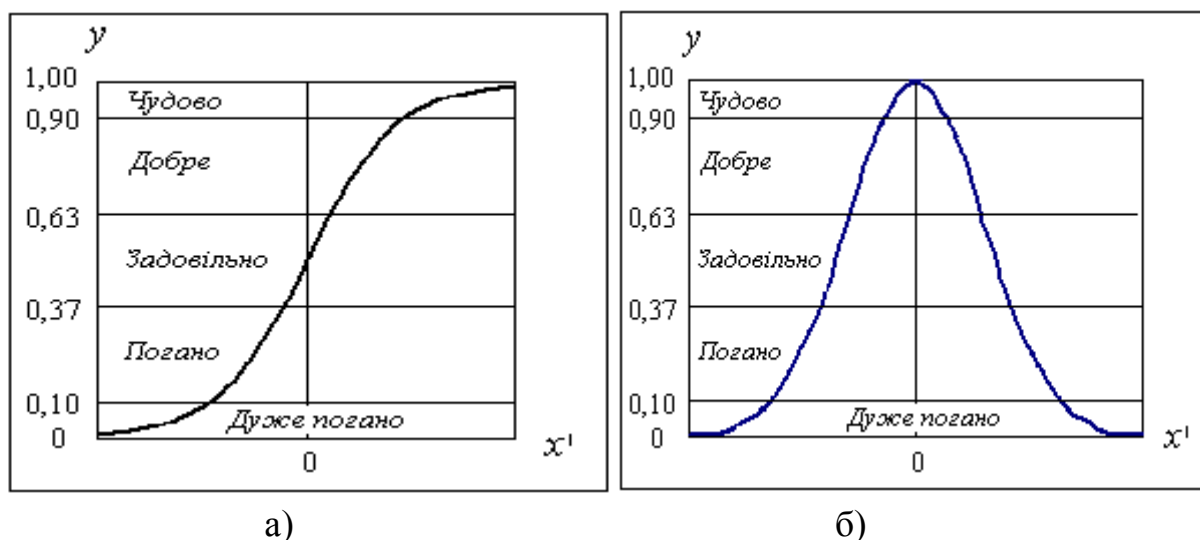


Рис. 1.1. Функція перетворення для ознак, допустимі значення якої обмежені з однієї сторони а) і з двох сторін б)

В економіці переважають показники, які мають односторонні обмеження. Показники, які мають двосторонні обмеження, як правило, є відносними показниками.

Ф. С. Новік [50] успішно використовував для комплексної оцінки якості сталі та сплавів методику побудови узагальнюючого показника Е. Харрінгтона, а Ю. П. Адлер – для оцінки якості хімічних складів речовин [1].

Наведені форми функції перетворення не є єдино можливими. Залежно від постановки завдання можна вибирати й інші види функції перетворення. У роботі [50] для вибору сплаву, який має одночасно високу твердість і достатню за технічним завданням електропровідність, використовували функцію $\ln y_i = x_j'$.

У роботі [7] розглядається комплексна оцінка якості ґрунтів, яка базується на простих функціях перетворення: $Y_i = \exp\left\{-k \cdot \left(\frac{x_i - a_i}{b_i - a_i}\right)^2\right\}$;

та $Y_i = \frac{1}{1 + \exp\left\{-k \cdot \left(\frac{x_i - c_i}{a_i - c_i}\right)\right\}}$. Тут a_i – оптимальне значення ознаки x_i , за якого

двостороння функція перетворення дорівнює 1 (100 %), а однобічна – не менше ніж 0,95; b_i – значення ознаки, за якого якість низька, менше ніж 0,05 (5 %); c_i – рівень, за якого отримується 50 % якості (0,5). Параметр k керує формою кривої. Варто зазначити, що згідно з оцінками економістів, найкраще значення цього параметра практично в усіх економічних задачах дорівнює $k = 3$ як для односторонніх, так і для двосторонніх залежностей.

У монографії В. С. Пономаренко і Л. М. Малярець [57] обґрунтовано, що для двосторонніх несиметричних тенденцій розвитку показників доцільно використовувати такі функції перетворення:

$$y_{ij} = \begin{cases} 100 \cdot e^{-3\left(\frac{x_{ij} - a_i}{b_i - a_i}\right)^2}, & \text{для } x_{ij} \leq a_i, b_i < a_i, \\ 100 \cdot e^{-3\left(\frac{x_{ij} - a_i}{c_i - a_i}\right)^2}, & \text{для } x_{ij} \geq a_i, c_i > a_i, \end{cases}$$

де a_i, b_i, c_i – реперні значення: a_i – найкраще значення показника x_{ij} , за якого функція перетворення досягає найбільшого значення 1 (100 %);

b_i, c_i ($b_i < c_i$) – незадовільне значення показника x_{ij} (по різні сторони від найкращого), за якого функція перетворення набуває значення, не більшого ніж 0,05 (5 %).

За умови симетричних тенденцій розвитку ознак функція перетворення набуває значення 1 (100 %) при $a_i = \frac{b_i + c_i}{2}$. Вигляд функції спрощується:

$$y_{ij} = 100 \cdot e^{-3 \left(\frac{x_{ij} - a_i}{b_i - a_i} \right)^2}$$

або (це еквівалентно)

$$y_{ij} = e^{-3 \left(\frac{x_{ij} - a_i}{c_i - a_i} \right)^2}.$$

Для односторонніх типів розвитку ознак соціально-економічних систем рекомендуємо монотонні функції перетворення типу логістичної функції:

$$y_{ij} = \frac{100}{1 + e^{-\left(\frac{x_{ij} - p_i}{q_i - p_i} \right)}},$$

де q_i – значення показника x_{ij} , за якого функція перетворення набуває значення, не меншого ніж 0,95 (95 %);

p_i – значення показника x_{ij} , за якого функція перетворення набуває значення 0,5 (50 %).

Побудова інтегральних показників з використанням нечітких множин – третя група економіко-математичних методів. Про це у своїх працях стверджують В. С. Анфілатов [7, с. 158], В. В. Борисов, В. В. Круглов [12, с. 53–55], С. В. Свешніков і В. П. Бочарніков [64], Н. Г. Ярушкіна [71–73]. Відомо, що професор Н. Г. Ярушкіна наводить п'ять способів реалізації узагальнюючого нечіткого логічного висновку в теорії нечітких множин [71].

Спосіб 1. Алгоритм Мамдані (Mamdani). Імплікація моделюється мінімумом, а агрегація – максимумом; використовується мінімаксна композиція нечітких множин. Кожен наступний крок алгоритму отримує на вхід значення попереднього кроку. На вхід надходять кількісні значення – на виході ті ж самі кількісні значення. На етапі фазифікації значення є нечіткими, визначаються ступені істинності, тобто значення функцій належності для лівих частин кожного правила (передпосилань). Нечітке виведення формується таким чином: спочатку визначаються рівні «відсікання» для лівої частини кожного правила, далі знаходяться «усічені» функції належності. Наступним етапом алгоритму Мамдані є композиція отриманих усічених функцій. І останнім етапом є процес дефазифікації – приведення даних до чіткості, наприклад, методом середнього центру.

Спосіб 2. Алгоритм Цукамото (Tsukamoto). Вихідні передпосилання – як у попереднього алгоритму, але вважається, що функції належності є монотонними.

Спосіб 3. Алгоритм Суджено (Sugeno). Вважається, що праві частини правил виведення представлені лінійними функціями.

Спосіб 4. Алгоритм Ларсена (Larsen). Нечітка імплікація моделюється з використанням операції добутку.

Спосіб 5. Спрощений алгоритм нечіткого виведення. Вихідні правила задаються у вигляді: якщо $X \in A_i$, і $Y \in B_i$, то $z = Z_i$, де Z_i – чітке число.

Загальний процес нечіткого виведення реалізується таким чином [73]:

- 1) формування бази правил;
- 2) фазифікація;
- 3) агрегація підсумків;
- 4) активізація попередніх висновків;
- 5) нечіткий логічний вивід;
- 6) дефазифікація.

За рекомендаціями А. П. Ротштейн [63] необхідно, щоб кількість входів нечіткої мережі була в межах від 5 до 7. Якщо вхідних змінних, що виступають факторовими, більше, то їх слід розподілити за певними логічними ознаками на декілька груп і настроювати кожну групу як окрему нечітку мережу. Далі виходи цих мереж поєднуються в єдиний, утворюючи багаторівневу нейронну мережу. Цей крок дає можливість підвищити якість моделі.

Професор А. В. Матвійчук, вітчизняний фахівець у сфері нечітких методів та їх застосування, для аналізу економічних систем у своїй роботі «Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки» також аналізує конкурентоспроможність підприємства, використовуючи нечітку логіку та нейронні мережі [43, с. 169–175]. Вчений рекомендує організувати процес визначення узагальнюючого показника конкурентоспроможності в п'ять етапів. У ході реалізації цього процесу на першому етапі визначаються окремі показники, які є основними ознаками конкурентоспроможності підприємства. На другому етапі формуються лінгвістичні змінні (вхідні та вихідна) та задається єдина шкала їх оцінювання у вигляді якісних термів. На третьому етапі будується функція належності. На четвертому – формується набір правил, з допомогою яких, використовуючи механізм нечітко-логічного висновку, можна визначити рівень конкурентоспроможності підприємства. Насамкінець, на п'ятому етапі, відбувається оцінка поточного рівня показників (вхідних та вихідного) за фінансовою звітністю для різних

часових періодів. Значення контрольованих параметрів, що точно попадають у задані для них інтервали, будуть однозначно відповідати їх термам. Якщо значення критерію знаходиться в проміжку між двома термами, то воно буде відповідати тому терму, функція належності якого для цього рівня показника є найбільшою.

Л. М. Малярець і В. В. Койбічук пропонують таку логіку обчислення інтегрального показника конкурентоспроможності банку [40]: логіка побудови узагальнюючого показника на основі нечітких множин складається з таких етапів:

- 1) визначення складних ознак конкурентоспроможності банку зі сформованого ознакового простору його моделювання;
- 2) визначення лінгвістичних змінних;
- 3) побудова функцій належності;
- 4) формування набору правил та бази знань;
- 5) побудова шкал для чітких і нечітких ознак для оцінки рівнів значень показників;
- 6) застосування правил виведення для формування частинних узагальнюючих показників складних ознак;
- 7) застосування відповідного правила нечіткого виведення та отримання лінгвістичного опису рівня конкурентоспроможності банку.

Згідно з обчислювальним алгоритмом необхідно задати вигляд функцій належності нечітких термів для контрольованих параметрів X_{ij} , $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, M_i}$ і вихідної змінної C_b , де N – узагальнені групи, M – ознаки в кожній групі.

С. Д. Штовба виділяє три найчастіше вживані алгоритми для побудови функцій належності [68]. Перший алгоритм використовує експертну інформацію. Для цього використовують методи статистичної обробки експертної інформації [11] (для узагальнення думок колективу експертів щодо розподілу елементів за множинами) та методи парних порівнянь [68] для побудови функцій належності за опитуванням одного експерта. Другий алгоритм ґрунтується на параметричній ідентифікації нечітких моделей за експериментальними даними «вхід – вихід». Для ідентифікації з метою мінімізації розбіжності між експериментальними даними та результатами нечіткого моделювання оптимізують параметри функції належності. Застосування результатів розподілу спостережень покладено в основу третього алгоритму побудови функцій належності. Це завдання аналогічне побудові функції розподілу випадкової величини

за експериментальними даними. У статистиці для цього використовують метод гістограм. За цим методом будують і функції належності відповідної субнормальної нечіткої множини це функція належності $\mu(x) < 1$. За необхідності використовують процедуру нормалізації, тобто перетворення субнормальної нечіткої множини \tilde{A}' в нормальну \tilde{A} .

У своїй роботі Л. М. Малярець і В. В. Койбічук [40] довели доцільність застосування трапецієподібних функцій належності, що відображають елементи з множини X (універсум) на множину чисел в інтервалі [1]. Трапецієподібні функції належності дають можливість установити точні межі, в яких значення кожної ознаки буде однозначно відповідати своїм власним термам. Нижня основа трапеції виражає всю припустиму множину значень нечіткої ознаки, а верхня – ті значення, для яких встановлено гарантовану відповідність обраному значенню лінгвістичної змінної.

Для побудови функцій належності спочатку слід визначити можливий діапазон контрольованих параметрів X_{ij} і вихідної змінної C_b , який можна отримати на основі інструментів кластерного аналізу.

Для задання нечіткого числа С. В. Сवेशніков і В. П. Бочарніков у своїй роботі [64, с. 15] теж рекомендують використовувати трапецієподібні залежності, що забезпечують подання нечіткого числа у формі однієї із семи геометричних фігур: трапеція, правостороння трапеція, лівостороння трапеція, прямокутник, рівнобедрений трикутник, правосторонній трикутник, лівосторонній трикутник. З подібних міркувань у цьому дослідженні застосуємо трапецієподібні функції належності, що відображають елементи з множини X (універсум) на множину чисел в інтервалі [1], які вказують на ступінь належності кожного елемента до різних якісних термів і в програмі Excel будується з допомогою функції FuzzyFigure.

Для показників конкурентоспроможності банку куснево-лінійна трапецієподібна функція належності задана на універсумі X , в якості якого вибрано замкнутий інтервал дійсних чисел. Аналітичний вигляд трапецієподібних функцій належності всіх нечітких термів вхідної змінної має вигляд:

$$\mu^{дн}(X) = \begin{cases} 1, & X \leq \bar{X}_{дн} \\ \frac{\bar{X}'_{дн} - X}{\bar{X}'_{дн} - \bar{X}_{дн}}, & \bar{X}_{дн} < X \leq \bar{X}'_{дн} ; \\ 0, & X > \bar{X}'_{дн} \end{cases}$$

$$\mu^H(X) = \begin{cases} 0, & X < \underline{X}'_H \\ \frac{X - \underline{X}'_H}{\underline{X}_H - \underline{X}'_H}, & \underline{X}'_H \leq X < \underline{X}_H \\ 1, & \underline{X}_H \leq X \leq \bar{X}_H \\ \frac{\bar{X}'_H - X}{\bar{X}'_H - \bar{X}_H}, & \bar{X}_H < X \leq \bar{X}'_H \\ 0, & X > \bar{X}'_H \end{cases};$$

$$\mu^C(X) = \begin{cases} 0, & X < \underline{X}'_C \\ \frac{X - \underline{X}'_C}{\underline{X}_C - \underline{X}'_C}, & \underline{X}'_C \leq X < \underline{X}_C \\ 1, & \underline{X}_C \leq X \leq \bar{X}_C \\ \frac{\bar{X}'_C - X}{\bar{X}'_C - \bar{X}_C}, & \bar{X}_C < X \leq \bar{X}'_C \\ 0, & X > \bar{X}'_C \end{cases};$$

$$\mu^B(X) = \begin{cases} 0, & X < \underline{X}'_B \\ \frac{X - \underline{X}'_B}{\underline{X}_B - \underline{X}'_B}, & \underline{X}'_B \leq X < \underline{X}_B \\ 1, & \underline{X}_B \leq X \leq \bar{X}_B \\ \frac{\bar{X}'_B - X}{\bar{X}'_B - \bar{X}_B}, & \bar{X}_B < X \leq \bar{X}'_B \\ 0, & X > \bar{X}'_B \end{cases};$$

$$\mu^{ДВ}(X) = \begin{cases} 0, & X < \underline{X}'_{ДВ} \\ \frac{X - \underline{X}'_{ДВ}}{\underline{X}_{ДВ} - \underline{X}'_{ДВ}}, & \underline{X}'_{ДВ} \leq X < \underline{X}_{ДВ}, \\ 1, & X > \bar{X}_{ДВ} \end{cases}$$

де параметри \underline{X}' і \bar{X}' – нижня основа трапеції (носій нечіткої величини), а параметри \underline{X} і \bar{X} – верхня основа трапеції (ядро нечіткої величини) для кожного терму $ДН, Н, С, В, ДВ$.

Аналогічним чином будуються функції належності нечітких термів $\{ДН, Н, С, В, ДВ\}$ вихідної змінної C_b .

Аналіз існуючих аналітичних підходів, методів і моделей в оцінці діяльності підприємства показав, що найчастіше оцінка здійснюється за допомогою узагальнюючих, інтегральних показників завдяки визначенню рівня розвитку діяльності. Водночас у роботах вчених та практичних рекомендаціях мало уваги приділяється моделям оцінки діяльності та самому процесу моделювання.

На жаль, поза увагою в оцінці діяльності залишається її багатокритеріальність і порівнянність з оптимальними значенням частинних показників оцінки.

1.2. Теоретико-методичні положення до моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників

Як процес пізнання об'єктів, моделювання передбачає здійснення послідовності етапів, у реалізації яких потрібно дотримуватись відомих методологічних принципів, а саме: динамізму, адекватності, заміщення та евристичності. Для того щоб використовувати ці принципи при моделюванні оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників необхідно конкретизувати їх зміст саме для даного процесу. Відповідно до принципу адекватності, який передбачає необхідність об'єктивної відповідності моделі оригіналу для виконання умови об'єктивної істинності знання, модель оцінки діяльності підприємства повинна адекватно відображати всі види діяльності, які найчастіше розглядаються як підсистеми системи діяльності підприємства. Згідно з думкою відомих фахівців з проблем управління та економіки промислових підприємств таких, як О. В. Кендюхова [28], М. О. Кизима [29], Л. М. Малярець [38; 39], Г. В. Назарової [48], І. П. Отенко [52], В. С. Пономаренка [57; 59], О. І. Пушкаря [61], О. В. Раєвнєвої [62], О. М. Ястремської [74; 75], доцільно розглядати діяльність промислового підприємства як систем. Така система містить складові, які, зі свого боку, є підсистемами: фінансова, маркетингова, виробнича, інноваційно-інвестиційна, кадрова. Виробнича діяльність промислового підприємства є основною, адже в ній виготовляється продукція, яка в майбутньому реалізується на внутрішніх і зовнішніх ринках. Виконання місії, цілей, стратегій, створення цінностей на промисловому підприємстві залежить саме від ефективності внутрішніх виробничих процесів. Управління запасами, планування ремонту та заміни обладнання, проектування і впровадження найбільш продуктивних і ресурсозберігаючих технологій, регулювання якості і кількості продукції, що виробляється, календарне планування процесу виробництва та інше – належать до виробничої діяльності.

Мета фінансової діяльності – забезпечення кругообігу фінансових ресурсів підприємства для його нормальної життєдіяльності, здійснення всіх фінансових операцій та отримання прибутку з метою зростання загальної вартості підприємства. Фінансова діяльність передбачає виплати грошових коштів, управління фінансовими відносинами з іншими суб'єктами господарської діяльності, продаж продукції.

Маркетингова діяльність на промислових підприємствах складається з двох основних напрямів: аналіз зовнішнього середовища й аналіз життєвого циклу товару. У розрізі цих напрямів здійснюється: вивчення споживача і мотивації його ринкової поведінки; вивчення вироблюваної продукції; аналіз ринку підприємства, каналів збуту, обсягів продажів; дослідження діяльності в сфері реклами; дослідження конкурентів; вивчення найефективніших методів просування товарів на ринок; розробка маркетингових стратегій; аналіз можливостей ринку; формування програми випуску продукції; координація і контроль цієї діяльності. Проте відображення та посилення тенденції удосконалення виробництва товарів і послуг для збільшення ефективності всієї господарської діяльності промислового підприємства є основною метою маркетингової діяльності підприємства.

Усі види діяльності підприємства залежать від рівня якості та управління людськими ресурсами, які є предметом та об'єктом кадрової діяльності. Ця діяльність спрямована на розроблення та коригування стратегії формування та використання трудового потенціалу відповідно до змін у господарюванні. До неї можна віднести також націленість на набір і формування необхідних служб персоналу, підготовка їх до відповідної діяльності, їх оцінка та мотивація, збереження належного режиму трудової діяльності та високого рівня продуктивності праці на підприємстві, забезпечення соціальної захищеності персоналу підприємства, моніторинг безпеки праці, контактні відносини між керівництвом та представниками трудових колективів. Фахівці з проблем управління персоналом стверджують, що від якості системи управління персоналом залежить ефективність господарювання на підприємстві.

Від стану інноваційної діяльності залежить розвиток промислового підприємства. Вона спрямована на використання результатів наукових досліджень і дослідно-конструкторських розробок із метою отримання прибутку на основі розширення та оновлення номенклатури продукції, яка виробляється на підприємстві, підвищення її якості, удосконалення технології та організації її виробництва. Також інвестиційна діяльність спрямована на обґрунтування та реалізацію найбільш ефективних форм вкладення капіталу, націлених на підтримку та розвиток виробничої діяльності підприємства, його економічного потенціалу. Отже, ефективність життєдіяльності підприємства в довгостроковій перспективі, високі темпи розвитку та підвищення конкурентоспроможності на зовнішніх і внутрішніх ринках забезпечує інвестиційно-іноваційна діяльність.

Розглянуті види життєдіяльності промислового підприємства адекватно відображають її змістовну сутність та є основними в сучасних умовах господарювання.

Принцип динамізму, на відміну від принципу адекватності, вказує на мінливість усіх основних елементів процесу моделювання. Тобто модель необхідно коригувати в процесі змін цілей дослідження, зміни змістовної сутності об'єкта, змінення якісних рівнів величини ознаки. Модель слід налаштовувати на нові умови та завдання. Цей принцип реалізується на практиці завдяки моніторингу стійкості та мінливості змістовної сутності модельованого об'єкта. Економіко-математична модель – умовний, наближений образ об'єкта, виражений за допомогою математичної символіки та співвідношень, які описують характеристики стану об'єкту, його параметри функціонування і розвитку [57]. Звідси випливає, що реальні об'єкти виражаються та описуються завдяки їх характеристикам, точніше – ознакам, які вимірюються за допомогою величин і бувають елементарними та складними.

В економіці об'єкти визначаються завдяки економічним показникам. Економічні показники подаються в натуральній і вартісній формах і мають відповідні одиниці вимірювання, проте вони можуть бути коефіцієнтами. Для економічного аналізу важливо розрізняти екстенсивні й інтенсивні величини.

Принцип динамізму передбачає відображення в моделі впливу змінної часу, що можна здійснити в явному або неявному вигляді. В економіці практично всі види аналізу (економічний, фінансовий і стратегічний) передбачають опис об'єктів за допомогою показників, значення яких спостерігаються в динаміці, тобто протягом визначеного терміну часу. Термін, протягом якого проводиться дослідження, встановлюється особою, яка приймає рішення. Поряд із значенням показників залежно від мети та завдань моделювання можна використовувати їх природи (абсолютні, відносні), індекси (за базою порівняння: базисні, ланцюгові). У моделюванні реалізація принципу динамізму дозволяє визначати причинно-наслідкові зв'язки та механізми – це доволі важливо в моделюванні оцінки діяльності підприємства. Об'єктивно розробляти як дескриптивні, так і прескриптивні моделі дозволяє дотримання принципу динамізму.

Виділяють два найпоширеніших типи динамічних економетричних моделей в економіко-математичному моделюванні: моделі авторегресії і моделі з розподіленим лагом, в яких значення змінної за минулі періоди часу (лагові змінні) безпосередньо включені в модель, та моделі, які враховують динамічну інформацію в неявному вигляді [70]. До моделей другого типу включені змінні, які характеризують очікуваний або бажаний рівень результату, або одного з чинників у момент часу t . Під час формування корпоративних, функціональних стратегій на підприємстві можливість прогнозувати значення показників дозволяє аналітично обґрунтувати планові значення та бажані значення в збалансованій системі показників. З метою знаходження бажаного або оптимального

стану діяльності промислового підприємства доцільно розробити та обчислити нормативні (прескриптивні) моделі.

Стратегічне управління на промисловому підприємстві найчастіше потребує реалізації кількох функціональних стратегій, кожна з яких має свої стратегічні цілі та завдання. У цьому проявляється багатокритеріальна діяльність підприємства. Оскільки на збалансованій системі показників ґрунтується оцінка діяльності промислового підприємства, то в якості частинних критеріїв доцільно розглядати окремі функції ефективності: відносини зі споживачами, використання фінансових ресурсів на підприємстві, використання людського капіталу та розвитку підприємства, організація бізнес-процесів.

Відповідно до основ багатокритеріальної оптимізації щодо суперечності критеріїв оптимальності (тобто неможливості забезпечення оптимального значення за всіма критеріями одночасно) потрібно визначити оптимально компромісні плани на деякому інтервалі. Ці плани повинні мати певну властивість – жоден розв'язок не може бути покращений жодним критерієм без погіршення інших критеріїв. Таким чином, маємо множину допустимих планів – множину Парето-планів, оскільки жоден з них не може бути покращений. Наслідком взаємозамінних скалярних критеріїв, які за рахунок зменшення одних компонентів дозволяють збільшити інші, є множина даних планів. Звідси маємо, що кожний такий план утворює можливість оптимізаційної ефективності діяльності підприємства. Слід пам'ятати, що принципи виділення множини ефективних планів строго наукові. Проте потребує пояснення і обґрунтування визначення на цій множині оптимального компромісного плану.

Принцип заміщення стверджує посередницьку функцію моделі в дослідженні. Те, що модель є не реальним об'єктом, а лише його відображенням, важливо для практики, оскільки завдяки моделям здійснюються експерименти, проводяться сценарії можливих шляхів поведінки реального об'єкта.

Четвертим методологічним принципом моделювання є принцип евристичності, яким націлює на розширене відтворення знань. Тобто на основі обчисленої моделі отримують нові знання про об'єкт. Отже, відбувається удосконалення самої структури моделі та методів моделювання. Дотримання цього принципу заснованого на збалансованій системі показників, у процесі та в результаті моделювання оцінки діяльності підприємства можна: виявити резерви ефективності всієї діяльності підприємства; усунути «вузькі» місця в різних видах діяльності; діагностувати негативні тенденції змін процесів та явищ на підприємстві, які призводять до кризових ситуацій; моніторити стан нормальної життєдіяльності.

Уточнення змістовності методологічних принципів моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників дозволило сформулювати відповідні методичні положення, сутність яких слід розглянути детально.

Положення 1. Про змістовну сутність, структурно-функціональну модель діяльності підприємства. Господарська діяльність промислових підприємств складається з основних видів діяльності (а саме: виробничої, фінансової, маркетингової, інноваційно-інвестиційної, кадрової), які відображають господарсько-виробничі, внутрішньогосподарські й організаційно-господарські відносини сучасного вітчизняного промислового підприємства.

Відповідно до Господарського кодексу України господарська діяльність визначається як діяльність суб'єктів господарювання у сфері суспільного виробництва, спрямована на виготовлення та реалізацію продукції, виконання робіт чи надання послуг вартісного характеру, що мають цінову визначеність [16]. Тому на основі збалансованої системи показників для об'єктивної оцінки діяльності в загальному вигляді її слід подавати таким чином:

$$ДПП = \langle \Phi, B, M, K, II \rangle,$$

де ДПП – діяльність промислового підприємства;

Φ – фінансова діяльність;

B – виробнича діяльність;

M – маркетингова діяльність;

K – кадрова діяльність;

II – інноваційно-інвестиційна діяльність.

Положення 2. Про категоріальний базис моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників. Збалансована система показників у сучасних економічних умовах діяльності підприємств є: системою показників, яка адекватно відображає діяльність підприємства, що обумовлює об'єктивність її оцінки; методом управління, який узгоджує інтереси підприємства та його працівників; інструментом стратегічного управління, в якому конкретизуються місія, бачення, стратегії, стратегічна карта та на основі якого здійснюється контролінг, моніторинг, діагностика та мотивація.

Аналіз теоретичних основ збалансованої системи показників дозволив доповнити це визначення такими ознаками, як узгодженість між основними складовими: фінансовою, клієнтською, внутрішніх бізнес-процесів, навчання та росту, – та розширити їх складовою впливу зовнішнього середовища.

Оцінка діяльності – процес, який передбачає: сумісне вимірювання та аналіз усіх видів діяльності підприємства; узгодженість інтересів підприємства, окремого працівника та клієнтів через узгодженість цілей діяльності; формування чіткої дії причинно-наслідкових взаємозв'язків; взаємозв'язок досягнутих значень показників (оптимальних, бажаних, прогнозних і планових) з метою забезпечення узгодженості операційного та стратегічного рівня управління.

В економіці, здійснюючи оцінку, слід урахувати основні методологічні підходи: системний, ресурсний, ситуаційний, процесний, стратегічний.

Моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників є процесом розроблення моделі, який передбачає послідовність етапів, а також має методичне забезпечення, яке містить частинні показники, сукупність моделей, комплекс математичних методів, послідовність задач і завдань.

Модель оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників – це формалізоване подання за допомогою математичної символіки та співвідношень; воно є математичним виразом характеристик, явищ, процесів, які визначають діяльність на основі системи показників.

На основі збалансованої системи показників комплекс моделей оцінки діяльності підприємства розглядають як сукупність моделей, які системно описують діяльність у статиці та динаміці та визначають її оптимальні величини.

Положення 3. Про ієрархічну структуру збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства. Ієрархічна система показників забезпечує комплексність, повномасштабність та адекватність оцінки діяльності промислового підприємства, яка містить частинні (фізичні величини і коефіцієнти) та інтегральні показники, які визначають елементарні та складні ознаки діяльності.

Показник є носієм інформації. В економіці його призначення є визначальним і пояснюється сутністю даної величини. За визначенням в Економіко-математичному словнику, показник – виражена числом характеристика деякої властивості економічного об'єкта, процесу чи рішення [32, с. 396] До економічних показників відносять абсолютні (у натуральних одиницях вимірювання), відносні, вартісні, трудові показники. Найчастіше фізичні властивості об'єктів відображують абсолютні показники. Якщо фізичну величину перевести у вартісну, то отримаємо вартісні показники.

Відносні величини, отримані як відношення двох однорідних величин, мають нульову розмірність, тобто безрозмірні. Часто безрозмірні одиниці називають коефіцієнтами. В економіці велика кількість показників, виражених

у вигляді коефіцієнтів. Варто зазначити ще одну особливість відносних показників – найчастіше це результативні показники чи показники ефективності, тобто побудовані як співвідношення величин результатів діяльності до величин витрат.

В економіці для визначення складних характеристик явищ і процесів використовують системи показників, які цілісно їх описують. Серед провідних вчених і відомих практиків із проблем управління та аналізу діяльності підприємства немає однозначної думки щодо складу системи частинних показників, які визначають діяльність підприємства з урахуванням її видів. До системи показників доцільно включати такі, що функціонально не дублюють один одного, але кількісно відображують різні характеристики діяльності. Тобто показники в системі слід формувати таким чином, щоб їх величини функціонально не розкладалися на ті самі складові. Такий підхід, характеризуючи властивості діяльності, забезпечує точність інформації, яку відображають показники.

Ієрархічна система показників завжди містить узагальнюючі або інтегральні показники. Відомо, що в економіці побудувати інтегральний показник можна різними аналітичними методами [57]. Найпростішими та найпоширенішими є методи агрегації числової інформації у вигляді суми, середньозваженого; дослідники часто застосовують адитивну та мультиплікативну згортки частинних показників. Застосування математичних методів є найскладнішим способом отримання інтегральних показників. Серед них за явними перевагами виокремлюють методи таксономічного показника розвитку та показника якості. Можливість змістовної інтерпретації обчислювальних етапів із точки зору економіки є основною перевагою цих методів. Детально визначити елементарні характеристики діяльності підприємства можна завдяки системі частинних показників, а на основі значення інтегрального показника – дослідити рівні її стану та розвитку.

Щоб збалансована система показників (надалі – ЗСП) не була громіздкою, кількість частинних показників повинна бути невеликою, але достатньою. За кожною складовою ЗСП рекомендується використовувати в середньому по 5 – 6 частинних показників. Для формування набору частинних показників слід дотримуватись таких вимог:

- 1) відображення цих показників у бухгалтерській, фінансовій, управлінській звітності;
- 2) адекватність системи показників завданням дослідження;
- 3) узгодженість показників за впливом та взаємозв'язками між собою;
- 4) чіткість та однозначність в обчисленні кожного показника;
- 5) врахування критеріїв діяльності підприємства, насамперед, ефективності;

б) адаптивність, тобто гнучке пристосування та налаштування на зміни в зовнішньому середовищі та до внутрішніх умов своєї власної діяльності;

7) існування нормативних значень та інших визнаних реперних рівнів значень кожного показника [52; 109].

З урахуванням умов отримання величин в економіці слід брати до уваги невизначеність і неточність даних, які обумовлені різними причинами. Серед них: невизначеність, яка є причиною труднощів у моделюванні завдань з ухвалення рішень, породжується такими факторами: суперечністю, неповнотою, наявністю об'єктивних випадкових явищ і процесів з невідомою функцією розподілу; низькою точністю інформації, яка використовується для ухвалення рішення; нечіткістю, мінливістю, багатозначністю та множинністю критеріїв оптимальності; необхідністю врахування великої кількості показників під час оцінювання та раціонального вибору альтернатив; невизначеністю дій учасників ринку; нечіткістю параметрів майбутніх подій, проєктів, явищ, факторів; недосконалістю методів прогнозування; залежністю критеріїв, цілей від суб'єктивної поведінки об'єктів ринку; нестабільністю зовнішньої та внутрішньої сфери функціонування підприємства; складною процедурою отримання вихідних даних, необхідних для вирішення задачі; складністю соціально-економічних явищ, які досліджуються; можливістю зміни у ступені доступності ресурсів; впливом природних умов [57].

Положення 4. Про ознаковий простір, критерії та індикатори в моделюванні оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників. Якщо побудована модель формувалась у якісному ознаковому просторі, то вона має високу статистичну якість. Як теоретично, так і практично це обґрунтовувалось і доводилось великою кількістю провідних фахівців з економіко-математичного моделювання – вітчизняних та іноземних. Для оцінки діяльності підприємства моделювання збалансованої системи показників здійснюється в її ознаковому просторі. Він складається з елементарних, складних і латентних ознак діяльності, отримуваних за допомогою математичних методів і моделей. Елементарна ознака діяльності підприємства – це її ключова властивість, яка структурно визначається не більше ніж двома ознаками, які елементарно не визначаються іншими. Складна ознака діяльності підприємства структурно визначається елементарними або іншими складними ознаками, тобто є багатовимірною і зазнає сукупного впливу інших ознак. Елементарні ознаки вимірюються в метричних і неметричних шкалах.

У моделюванні оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників важливо виділяти індикатори – як особливі показники.

За визначенням Економіко-математичного енциклопедичного словника, індикаторами стійкого розвитку є система показників, які характеризують стан, динаміку та тенденції економіки, навколишнього середовища, населення, соціальної сфери країни, регіонів та світу в цілому [57]. Відмінність показників і індикаторів полягає в тому, що останні також є показниками, але особливими, оскільки відображають відхилення від нормативних значень або зміни в динаміці.

Моніторинг і діагностика поточного стану діяльності підприємства здійснюється за допомогою індикаторів. Найчастіше індикаторами виступають або показники ефективності діяльності, або відносні показники, індекси результативності діяльності. Не всі показники діяльності підприємства можуть бути індикаторами. Часто індикатори діяльності підприємства виступають в якості критеріїв. Критерій визначається як ознака, на її основі формується оцінка якості об'єкту, процесу та є виміром самої оцінки. Критерій надає основу для прийняття рішення по оцінці об'єкту на відповідність сформованим вимогам. У кваліметрії критерієм є умова, яка висувається до показника властивості об'єкта дослідження.

Положення 5. Про багатокритеріальність в оцінці діяльності підприємства. Об'єктивність оцінки діяльності промислового підприємства обумовлюється врахуванням декількох критеріїв. Найчастіше ухвалення управлінських рішень щодо управлінні всіма видами діяльності підприємства відбувається з урахуванням одночасно декількох критеріїв. Відомо, що класична збалансована система показників складається із чотирьох складових: фінансової, клієнтської, внутрішніх бізнес-процесів, навчання і розвитку. Додатково до складових ЗСП іноді додають інші, по-перше, для акцентування важливості оцінки відповідної характеристики діяльності підприємства, по-друге, для врахування особливості діяльності конкретного підприємства. Тому в якості частинних критеріїв доцільно розглядати функції ефективності, а саме – ефективності фінансової і маркетингової діяльності, внутрішніх бізнес-процесів, навчання і розвитку персоналу. Максимум ефективності всієї діяльності підприємства досягається з урахуванням частинних критеріїв ефективності. Шляхом розв'язання багатокритеріальної оптимізаційної задачі отримуються оптимальні значення частинних показників діяльності підприємства [35].

Багатокритеріальні оптимізаційні задачі можуть бути як лінійні, так і нелінійні. В економіці необхідність розв'язання задач такого типу обумовлюється існуванням декількох цілей, які не можуть бути відображені одним критерієм. Тому потрібно знайти таку точку області допустимих рішень, яка мінімізує або максимізує всі такі критерії. Якщо мова йде про зіставлення

однорідних критеріїв різних її підсистем, а не про різнорідні критерії однієї системи, то такі задачі є задачами векторної оптимізації.

Позначимо $Z_1(\bar{X})$ – ефективність фінансової діяльності, $Z_2(\bar{X})$ – ефективність маркетингової діяльності, $Z_3(\bar{X})$ – ефективність внутрішніх бізнес-процесів, $Z_4(\bar{X})$ – ефективність процесів навчання та розвитку персоналі, \bar{X} – допустимий розв'язок, Q – область допустимих розв'язків. Змінивши знак функції, задачу мінімізації завжди можна звести до задачі максимізації; задачу багатокритеріальної оптимізації ефективності діяльності підприємства можна сформулювати у вигляді:

$$Z(\bar{X}) = \langle Z_1(\bar{X}), Z_2(\bar{X}), Z_3(\bar{X}), Z_4(\bar{X}) \rangle \rightarrow \max, \quad \bar{X} \in Q.$$

Відомо, що частинні критерії можуть суперечити один одному, деякі діють в одному напрямі, інші – індиферентні. Процес розв'язування багатокритеріальних оптимізаційних задач неминуче пов'язаний з експертними оцінками як самих критеріїв, так і взаємовідношень між ними [70]. Існують кілька методів розв'язування задач багатокритеріальної оптимізації:

1) упорядкування заданої множини критеріїв і послідовна оптимізація за кожним із них (наприклад, метод послідовних поступок);

2) оптимізація одного визнаного найважливішим критерію, водночас інші критерії відіграють роль додаткових обмежень;

3) шляхом введення експертних вагових коефіцієнтів для кожного з критеріїв відбувається зведення багатьох критеріїв до одного таким чином, щоб найважливіший критерій отримав більшу вагу;

4) покращення одних показників за умови, що інші показники не погіршуються, тобто відшукування множини допустимих розв'язків, для яких неможливо одночасно покращити всі частинні показники ефективності – області компромісів (області Парето). Тоді розв'язки, які належать цій області, будуть оптимальними за Парето.

Положення 6. Про порівняльний аналіз в оцінці діяльності підприємства. Оцінка діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників ґрунтується на порівнянні величин в статистиці (в сукупності підприємств) і в динаміці (в різні періоди часу). Процедура порівняння передбачає кількісне та якісне зіставлення різних властивостей, які проявляються в подібності, відмінностях, недоліках, перевагах на двох і більше об'єктах або в динаміці на одному об'єкті.

Однією з обов'язкових процедур в економічному аналізі є порівняння рівнів значень показників, оскільки в процесі порівняння визначаються кращі результати та виявляються резерви, необхідні для успішного здійснення економічної стратегії на підприємстві. Вчасно проводити моніторинг і діагностування негативних відхилень рівнів значень показників у статичній та динамічній дозволяє своєчасне порівняння рівнів величин.

За обсягами, формою, рівнем і періодичністю здійснюється порівняння величин ознак. Оскільки існують загальні результативні показники, які характеризують загальні результати діяльності підприємства та частинні показники, які характеризують різні окремі ознаки як всієї діяльності підприємства, так і кожного окремого виду діяльності та їх окремих характеристик, то за обсягами порівняння величин ознак відрізняють загальні і частинні. Порівняння за рівнем значень показників у статичній реалізовується в сукупності споріднених за типами підприємств і динамічній – для виявлення тенденції розвитку діяльності. Порівняння величин ознак за формою передбачає зіставлення з плановими або бажаними значеннями показників у стратегії підприємства. Однак практичний досвід економічного аналізу свідчить про доцільність проведення комбінованих порівнянь – у статичній і динамічній. Це дає можливість правильно врахувати вплив випадкових факторів на показники та глибоко розкрити тенденції розвитку підприємства.

Порівняння за рівнями значень показників реалізовується в однорідних сукупностях підприємств, середніх значень показників – у різних сукупностях підприємств, середніх значень – у галузі, в Україні, у світі. Порівняння величин ознак діяльності підприємства може проводитись періодично та неперіодично. Періодичність порівняння величин ознак зв'язується з періодичністю проведення облікової, фінансової звітності, постійним моніторингом та діагностикою діяльності підприємства. Неперіодичні порівняння здійснюються при різних видах аналізу за запитом, обумовленим ситуаційними потребами в управлінні підприємством.

Положення 7. Про специфікацію моделі оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників. Вибір математичних методів побудови моделей та складу системи показників є важливою умовою моделювання. У моделюванні склад і змістовність математичних інструментів залежить від цілей дослідження та особливостей концептуальної моделі об'єкта. У формуванні специфікації моделі слід урахувати ціль моделювання, а саме – оцінку діяльності підприємства за допомогою збалансованої системи показників.

Саме тому вона має передбачати опис стану характеристик і процесів діяльності підприємства. Отже, до складу математичних інструментів слід включити інструменти описової статистики в умовах визначеності та невизначеності.

Управління діяльністю підприємства здійснюється на основі дії механізмів, підґрунтям яких є причинно-наслідкові взаємозв'язки. Тому для моделювання оцінки діяльності підприємства потрібно використовувати методи багатовимірної статистичного аналізу: багатофакторний регресійний, канонічний і факторний аналізи.

Видатні науковці з проблем економіко-математичного моделювання розкрили перелік практичних задач в економіці підприємства, які розв'язуються математичними методами багатовимірної статистичного аналізу [52, с. 114–118]. Завдяки застосуванню інструментів описової статистики (розвідувального аналізу) розв'язуються задачі з: планування збирання даних для аналізу характеристик підприємства як об'єкта; перевірки статистичних гіпотез в аналізі характеристик підприємства, оцінка їх невизначеності; наочного зображення наявних тенденцій у змінах характеристик підприємств, що підсилює висновки, зроблені завдяки аналізу результатів аналітичних обчислень; сучасної підтримки прийняття рішень в управлінні (перший рівень, що передбачає використання інструментів описової статистики елементарних ознак об'єкта); дослідження якості даних, зібраних для аналізу; виявлення закономірностей і тенденцій у змінах значень показників, що характеризують підприємство (зокрема, розвитку в цілому); перевірки гіпотези існування типів підприємств за окремими ознаками.

Застосування кластерного аналізу дає змогу вирішити такі завдання в управлінні діяльністю підприємства: визначення груп однорідних, типових підприємств у сукупності за заданими характеристиками, які описують еталонний стан підприємства та об'єднаних за значеннями показників економіки згідно із заданими нормативами чи еталонами в регіоні та у країні згідно з їх рівнями розвитку; визначення характеристик складних явищ, процесів у економіці підприємств, регіону та країни.

Факторний аналіз дозволяє вирішити такі завдання, як: визначення внутрішніх неявних складних факторів розвитку окремого підприємства, підприємств у регіоні, об'єктів і суб'єктів економіки в країні; діагностування ступеня інформативності показників, що визначають фактори розвитку підприємств, та оцінювання рівня інформативності системи основних показників діяльності підприємств; наукове обґрунтування виявлених факторів розвитку підприємств;

проведення комплексного економічного аналізу з урахуванням різних рівнів управління; визначати та оцінювати ієрархічну структуру факторів, що обумовлюють розвиток підприємств, регіону, країни; визначати типи розвитку підприємств.

Багатофакторний регресійний аналіз дає можливість вирішити деякі проблеми в управлінні діяльністю підприємства, зокрема: виявити основні фактори, що впливають на результати діяльності підприємства (вони є керуючими параметрами результатів діяльності); визначити виражені одним показником причино-наслідкові взаємозв'язки між факторами, що впливають на результат функціонування підприємства; визначити ключові фактори, що суттєво впливають на результати діяльності підприємства; визначити вплив окремих факторів на результати діяльності із закріпленням решти на середньому рівні; прогнозувати різні ситуації та їх наслідків у результатах у діяльності підприємств; прогнозувати різні зміни результатів діяльності підприємств виходячи з поточного стану функціонування та зі зміною основних факторів діяльності.

Застосування канонічного аналізу в оцінці діяльності підприємства дозволяє вирішити такі завдання: визначити внутрішні неявні складні економічні фактори розвитку окремого підприємства в розрізі «витрати – результати» або «причина – наслідок», підприємств у регіоні, об'єктів і суб'єктів економіки в країні; діагностування ступеня інформативності показників, що виражають економічні фактори розвитку підприємств та оцінити ступінь інформативності підсистем основних показників економічної діяльності підприємств; провести комплексний економічний аналіз з урахуванням різних рівнів управління; визначити типи економічного розвитку підприємств за критерієм ієрархічної системи факторів, що формують цей розвиток.

Завдяки розробленню інтегрального показника на основі математичних методів (таких, як математичного методу побудови показника якості або методу побудови таксономічного показника розвитку) можна вирішити такі завдання: розробити методику узагальнюючого показника функціонування та розвитку підприємства; визначити порівняльну оцінку функціонування та розвитку підприємств у регіоні, країні, підприємства в динаміці, підприємства відносно його стратегії, підприємств у регіоні, країні відносно умов зовнішнього середовища (відносно програм розвитку), підприємства в динаміці відносно умов зовнішнього середовища (відносно програм розвитку); розробити методичний підхід до комплексно оцінки функціонування та розвитку підприємства за допомогою ієрархічної системи показників і комплексного аналізу й управління функціонуванням і розвитком підприємства.

Наведені переваги математичних методів доводять доцільність їх застосування в моделюванні оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників.

За рекомендаціями провідних фахівців з економічного аналізу й економіки підприємства доцільно обґрунтовувати вибір частинних показників, які слід віднести до збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства.

Положення 8. Про розроблення стратегій на основі результатів моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників. Стратегічне управління – це динамічний процес аналізу, вибору стратегій, забезпечення, планування і реалізації розроблених планів. Тобто це процес, який розв’язує такі завдання: визначення цілі, перетворення стратегічного сценарію і цілі у вимірні одиниці, виконання завдання, розробка стратегії для досягнення бажаних цільових результатів, реалізація і виконання обраної стратегії, оцінка рівня досягнення поставлених цілей та коригування. ЗСП споживач може реалізувати всі етапи стратегічного управління та вирішити його відповідні завдання.

Практика впровадження ЗСП у країнах далеко та близького зарубіжжя свідчить, що на основі системи показників на підприємстві, як правило, успішно вирішуються дві основні проблеми: оцінка результатів діяльності та реалізація стратегії. У системі частинні показники є інструментом, завдяки якому керівництво підприємства демонструє всьому персоналу результати та фактори діяльності, за допомогою яких воно виконує свою місію і стратегічні завдання. Часто збалансовану систему показників розглядають як інструмент, який має три напрями реалізації, а саме: як оцінна система, як інформаційне забезпечення управління на підприємстві, як система стратегічного управління.

Як оцінна система ЗСП спроможна комплексно визначати діяльність підприємства за її видами (фінансову, маркетингову, виробничу, кадрову, інноваційно-інвестиційну) в розрізі її складових: фінансів, клієнтів, внутрішніх бізнес-процесів, навчання і розвитку.

ЗСП як система стратегічного управління є засобом переводу стратегії підприємства в показники, цілі, завдання і норми для кожного працівника. Це реалізується в процедурі каскадування системи показників та розробленні стратегічних карт. На основі ЗСП об’єднується два важливі процеси стратегічного управління – бюджетування та стратегічне планування – і здійснюється удосконалення матеріального стимулювання.

ЗСП як інформаційне забезпечення управління на підприємстві на основі змісту (а саме – ієрархічної структури та значень показників) наочно відображає стан діяльності підприємства в цілому та внесок кожного працівника в загальні результати. Це дає можливість удосконалити документообіг та всю інформаційну систему на підприємстві. Інформаційним носієм для організації обліку та контролю діяльності підприємства виступає стратегічна карта.

Положення 9. Про удосконалення розробки управлінського рішення на основі результатів моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників. Якщо на базі обчисленої математичної моделі можна обґрунтувати та прийняти суттєве управлінське рішення, то процес моделювання являється закінченим. У моделюванні оцінки діяльності на основі збалансованої системи показників, кінцевим етапом є розроблення управлінського рішення щодо підвищення ефективності діяльності підприємства й удосконалення управління нею. На всіх етапах розроблення управлінського рішення доцільно використовувати результати моделювання оцінки діяльності підприємства. Заходи щодо підвищення ефективності діяльності підприємства варто засновувати на її оцінці. Такими етапами є: отримання інформації про ситуацію, визначення цілі, діагностика ситуації, вибір основних варіантів управлінських дій, розроблення сценаріїв розвитку ситуації, експертна оцінка основних варіантів управлінських дій, колективній експертній оцінці, розроблення прогнозу ситуації, генерування альтернативних варіантів рішень, ухвалення рішення особою, що ухвалює рішення, розроблення плану дій, контроль реалізації плану, розроблення оціночної системи, аналіз ситуації, аналіз результатів розвитку ситуації після управлінських дій [19].

Усі зазначені етапи розроблення управлінських рішень щодо підвищення ефективності діяльності підприємства на основі її оцінки потребують відповідного інформаційного забезпечення. Основою цього процесу можуть виступати складові та результати моделювання оцінки діяльності.

Реалізувати методологічні принципи в моделюванні оцінки діяльності на основі збалансованої системи показників та удосконалити аналітичне забезпечення економічного аналізу діяльності підприємства в сучасних умовах дозволяють запропоновані методичні положення. Організація моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників – процес, що потребує належного теоретико-методичного забезпечення; його окремі складові розглянуті в табл. 1.2.

**Складові теоретико-методичного забезпечення моделювання
оцінки діяльності підприємства на основі ЗСП**

Методичні положення	Задачі оцінки діяльності на основі збалансованої системи показників	Економіко-математичні моделі	Математичні методи та аналітико-пізнавальні інструменти
1	2	3	4
1. Про змістовну сутність, структурно-функціональну модель діяльності підприємства	Деталізація змістовної сутності оцінки діяльності підприємства, її структури та характеристик	Концептуальна модель оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	Теоретико-логічний аналіз
2. Про категоріальний базис моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	Деталізація базису дефініції оцінки діяльності підприємства	Модель побудови базису оцінки діяльності підприємства	Теоретико-логічний аналіз
3. Про ієрархічну структуру збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства	Формування складу збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства	Інформаційна модель оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	Теоретико-логічний аналіз, інструменти описової статистики
4. Про ознаковий простір, індикатори та критерії в моделюванні оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	Визначення індикаторів та критеріїв оцінки діяльності підприємства, формування ознакового простору	Модель вибору найбільш інформативних показників у збалансованій системі для оцінки діяльності підприємства	Багатофакторний регресійний аналіз, факторний аналіз, канонічний аналіз
5. Про багатокритеріальність в оцінці діяльності підприємства	Виявлення оптимальних значень показників в збалансованій системі для оцінки діяльності	Багатокритеріальна оптимізаційна модель оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	Методи багатокритеріальної оптимізації
6. Про порівняльний аналіз в оцінці діяльності підприємства	Здійснення порівняльного аналізу діяльності підприємств	Модель оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	Математичні методи побудови інтегрального показника якості

1	2	3	4
7. Про специфікацію моделей оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	Теоретико-логічний аналіз доцільності присутності в збалансованій системі показників для оцінки діяльності частинних показників	Специфікації економіко-математичних моделей оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	Теоретико-логічний аналіз
8. Про розроблення стратегій на основі результатів моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	Розроблення економічних стратегій на основі збалансованої системи показників	Модель бажаних значень частинних показників у збалансованій системі показників для оцінки діяльності підприємства	Методи прогнозування, методи багатокритеріальної оптимізації
9. Про удосконалення розробки управлінського рішення на основі результатів моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	Удосконалення етапів розроблення управлінського рішення на основі збалансованої системи показників	Модель діагностики, моніторингу та контролю оцінки діяльності на основі збалансованої системи показників	Методи прогнозування, методи багатокритеріальної оптимізації

Основою запропонованого теоретико-методичного підходу моделювання оцінки діяльності підприємства виступають розглянуті методичні положення. Збалансована система показників, під якою розуміють сукупність методик, методів, способів і інструментів, дозволяє оцінити стан і ступінь розвитку діяльності підприємства, ідентифікувати фактори підвищення її ефективності, сформулювати рішення щодо стратегічного управління за кожним видом діяльності на підприємстві.

Отже, проведені дослідження дозволяють сформулювати такі висновки: з метою оцінки діяльності підприємства, методологічний рівень моделювання ЗСП дозволив уточнити відповідні принципи моделювання; для оцінки діяльності підприємства концептуальний рівень моделювання ЗСП розглядається як комплекс методичних положень, що формують теоретичні основи моделювання, операційно-методичний рівень представлений комплексом задач, економіко-математичних моделей та методів і аналітико-пізнавальних інструментів.

Розділ 2. Формування моделей оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників

2.1. Формування ознакового простору моделі оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників

Розроблення адекватного ознакового простору є вельми необхідним етапом у розробленні економіко-математичної моделі оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників. Проблеми ознакового простору економіко-математичної моделі методологічного та методичного характеру досліджували фахівці з математичних методів у економіці: В. В. Вітлінський [14], В. С. Пономаренко [58], Т. С. Клебанова [47], Л. М. Малярець [58], О. В. Раєвнева [62], О. І. Черняк [67]. Проаналізувавши роботи цих вчених, можна узагальнити вимоги, які висуваються до формування ознакового простору. Сутність цих вимог полягає в такому:

- 1) оскільки ознаки є факторними, це дає можливість визначати ключові та результативні фактори оцінки;
- 2) ознаки повинні відображати основні властивості об'єкта моделювання;
- 3) в економіці взаємозв'язки між ознаками об'єкта відображають причинно-наслідкові механізми, які є основою його життєдіяльності, управління та розвитку;
- 4) система ознак ієрархічна та складається з елементарних і складних ознак;
- 5) серед ознак слід виділити індикатори та критерії;
- 6) ознаки бувають явними та латентними, інтегральними та узагальнюючими;
- 7) ознаки можуть визначатись в умовах невизначеності та визначеності;
- 8) концептуальну сутність об'єкта повинен відображати перелік ознак;
- 9) з метою подальшого моделювання ознаки необхідно використовувати методи описової статистики, тобто провести розвідувальний аналіз;
- 10) ознаки вимірюються у метричних і неметричних шкалах, це обумовлює вибір математичного методу для моделювання об'єкта та є вимірниками оцінки діяльності підприємства.

У розділі 1 розглянута концептуальна сутнісна оцінка. Згідно з її положеннями, діяльність підприємства репрезентується такими чотирма класичними складовими: фінансовою, внутрішніх бізнес-процесів, клієнтською, навчання й розвитку персоналу та додатковою складовою впливу зовнішнього середовища.

Отже, з метою оцінки діяльності підприємства необхідно сформувавши ієрархічну систему ознак. Вона повинна структуруватися за складовими, комплексно та повномасштабно описувати та визначати діяльність промислового підприємства в сучасних умовах. Це завдання дозволяє виконати аналіз робіт відомих фахівців із проблем економічного аналізу, економіки й управління підприємствами, зокрема, промисловими.

Найчастіше відомі вчені та практики рекомендують щодо збалансованої системи показників для оцінки діяльності промислового підприємства, що більша ніж 75 %, включати показники, подані в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

**Збалансована система показників для оцінки діяльності
промислового підприємства**

Складові ЗСП	Частинні показники та їх позначення
1	2
Фінансова складова	Рентабельність підприємства (x_{11}), рентабельність продажів (x_{12}), коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості (x_{13}), рентабельність власного капіталу (x_{14}), коефіцієнт абсолютної ліквідності (x_{15}), коефіцієнт фінансової стабільності (x_{16}), коефіцієнт автономії (x_{17})
Складова внутрішніх бізнес процесів	Темпи росту продуктивності праці (x_{21}), темпи зростання/зниження собівартості (x_{22}), коефіцієнт використання виробничих потужностей (x_{23}), фондівдача (x_{24}), коефіцієнт зносу основних фондів (x_{25}), питома вага витрат на модернізацію виробництва (x_{26}), фондозброєність (x_{27}), частка власної техніки в загальній кількості основних фондів (x_{28}), частка нової продукції (x_{29}), коефіцієнт оновлення товарної номенклатури (x_{30})
Клієнтська складова	Відношення ціни продукції до галузевих стандартів (x_{31}), питома вага витрат на просування товару (x_{32}), відповідність обсягів поставлених ресурсів потребі в них (x_{33}), частка витрат на гарантійне обслуговування (x_{34}), частка продукції, що підлягала гарантійному обслуговуванню (x_{35}), економічна ефективність експорту (x_{36}), питома вага поставок за прямими договорами (x_{37}), частка порушень договорів постачання (x_{38})

1	2
Складова навчання й розвитку персоналу	Темпи зростання чисельності працівників (x_{41}), питома вага працівників, які підвищили кваліфікацію у звітному році (x_{42}), питома вага працівників віком до 50 років (x_{43}), питома вага працівників, які виконують науково-технічну роботу (x_{44})
Складова впливу зовнішнього середовища	Зміни споживчих цін (x_{51}), зміни цін виробників промислової продукції (x_{52}), приріст (зниження) прямих інвестицій (x_{53}), середньомісячна заробітна плата (x_{54}), чисельність наявного населення (x_{55}), рівень безробіття (x_{56}), офіційний середньомісячний курс гривні до долара США (x_{57}), індекс інфляції в Україні (x_{58})

З метою визначення причинно-наслідкових взаємозв'язків між ознаками та виявлення латентних, інтегральних складних ознак діяльності промислових підприємств потрібно описати елементарні ознаки діяльності підприємств, що досліджувались інструментами описової статистики. Вчені Л. М. Малярець та В. С. Пономаренко вважають, що необхідним початковим етапом вивчення природи функціонування та розвитку об'єкта в економіці є аналіз спостережень або даних його елементарних ознак. Такий процес передбачає аналіз закономірної та випадкової мінливості величини ознаки, сформованої в показник, виявлення закономірної мінливості на фоні випадкової мінливості [58]. Найчастіше до складу інструментів описової статистики відносять показники положення, які описують позиції значень величини ознаки на числовій осі. Такими значеннями є: вибіркове середнє, мода, вибіркоста медіана, мінімальне та максимальне значення величини ознаки, перцентилі (зокрема, кватилі). До інструментів описової статистики належать показники розкиду, які описують ступінь розкиду значень величини відносно свого центру та характеризують ступінь їх мінливості. Ними є: стандартне відхилення, дисперсія, розмах, міжкватильний розмах. Коефіцієнти асиметрії та ексцесу використовують для характеристики форми розподілу значень величини ознаки. Коефіцієнт варіації характеризує ступінь змінності значень показників [58].

За допомогою інструментів описової статистики в статистичному пакеті Statgraphics Centurion були обчислені основних числових характеристик ознак діяльності ПАТ «Завод «Південкабель», ПАТ «Турбоатом», ПАТ «Харківський верстатобудівний завод», ПАТ «Харківський підшипниковий завод» та узагальнені в табл. 2.2.

**Основні числові характеристики ознак діяльності ПАТ «Турбоатом»
і всієї сукупності промислових підприємств,
досліджуваних протягом 2010 – 2016 рр.**

Числові характеристики	Ознаки									
	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{21}	x_{22}	x_{23}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Середня	0,062	0,263	0,015	0,067	0,864	5,819	0,83	1,032	1,158	0,674
	0,1507	0,2003	3,6412	0,2505	0,2664	2,5458	0,6233	1,0233	1,1588	0,6695
Медіана	0,066	0,273	0,015	0,071	0,863	5,89	0,829	1,035	1,09	0,68
	0,1125	0,1915	3,675	0,256	0,0615	1,605	0,58	1,02	1,12	0,685
Мода	–	0,254	0,015	0,071	–	–	–	1,05	1,05	0,68
	–	–	–	–	–	–	0,5	1,01	1,12	–
Дисперсія	0,0003	0,002	0,00006	0,0003	0,002	0,057	0,0003	0,001	0,03	0,001
	0,0099	0,0025	7,0562	0,0171	0,1259	3,7689	0,0283	0,0008	0,0145	0,0108
Стандартизоване відхилення	0,0171	0,049	0,003	0,017	0,047	0,239	0,018	0,032	0,172	0,031
	0,0994	0,0503	2,6563	0,1307	0,3549	1,9414	0,1682	0,0286	0,1205	0,1038
Коефіцієнт варіації	27,72	18,53	16,18	25,62	5,422	4,11	2,166	3,158	14,89	4,66
	65,983	25,093	72,952	52,18	133,216	76,2584	26,9888	2,7992	10,4005	15,5002
Стандартизована похибка	0,0054	0,015	0,0008	0,005	0,015	0,076	0,006	0,01	0,054	0,01
	0,0157	0,0079	0,4200	0,0207	0,0561	0,3069	0,0266	0,0045	0,0191	0,0164
МАД	0,0055	0,024	0,001	0,008	0,035	0,105	0,015	0,02	0,04	0,015
	0,0415	0,028	2,475	0,084	0,048	0,4595	0,1595	0,015	0,03	0,03
Мінімум	0,019	0,158	0,011	0,025	0,81	5,4	0,8	0,98	1,05	0,62
	0,019	0,109	0,011	0,025	0,013	1,056	0,38	0,95	1,05	0,07
Максимум	0,08	0,316	0,02	0,086	0,961	6,09	0,859	1,08	1,6	0,72
	0,369	0,316	7,9	0,498	0,961	6,09	0,859	1,08	1,6	0,78
Розкид	0,061	0,158	0,009	0,061	0,151	0,69	0,059	0,1	0,55	0,1
	0,35	0,207	7,889	0,473	0,948	5,034	0,479	0,13	0,55	0,71
Стандартизований коефіцієнт асиметрії	-2,5058	-1,53	1,006	-2,28	1,186	-1,46	-0,12	-0,26	2,95	-0,77
	2,9053	1,842	-0,1001	-0,2299	2,9124	2,9072	0,1837	-0,109	5,8656	-13,254
Стандартизований коефіцієнт ексцесу	2,9734	0,773	1,336	2,61	0,405	0,203	-0,38	-0,52	3,427	-0,22
	-0,0779	0,26	-1,5619	-1,1917	-0,7945	-0,8004	-2,2796	-0,0311	6,7078	38,9137
Числові характеристики	x_{24}	x_{25}	x_{26}	x_{27}	x_{28}	x_{29}	x_{30}	x_{31}	x_{32}	x_{33}
Середня	1,46	0,433	0,161	21750	0,198	0,055	0,066	0,806	0,12	0,85
	1,2435	0,363	0,12225	8539,15	0,2	0,0545	0,0915	1,1158	0,1385	0,825
Медіана	1,45	0,42	0,15	21804,5	0,195	0,05	0,065	0,8	0,12	1,0
	1,2	0,365	0,13	4754,5	0,19	0,05	0,09	0,845	0,125	1,0
Мода	1,45	1,45	–	–	–	–	0,06	0,8	0,12	1,0
	1,2	0,3	0,13	–	0,15	0,05	0,1	–	0,12	1,0
Дисперсія	0,0008	0,0019	0,002	1,129E7	0,001	0,00009	0,00009	0,0007	0,0002	0,058
	0,018	0,003	0,0024	7,69E7	0,0019	0,0002	0,0004	2,275	0,0019	0,0583
Стандартизоване відхилення	0,029	0,043	0,046	3360	0,012	0,003	0,01	0,027	0,015	0,241
	0,1341	0,0598	0,0495	8773,2	0,0446	0,0154	0,0199	1,5085	0,0438	0,2415

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Коефіцієнт варіації	2,029	9,98	28,46	15,45	18,41	17,67	14,64	3,37	12,42	28,41
	10,7855	16,484	40,477	102,741	22,332	28,1662	21,7948	135,20	31,644	29,275
Стандартизована похибка	0,009	0,0136	0,014	1062	0,011	0,003	0,003	0,008	0,005	0,242
	0,0212	0,0095	0,0078	1387,2	0,007	0,0024	0,0032	0,2385	0,0069	0,0382
МAD	0,03	0,035	0,03	2619	0,03	0,005	0,005	0	0,01	0
	0,05	0,055	0,02	3824,0	0,04	0,01	0,015	0,03	0,025	0
Мінімум	1,42	0,38	0,1	16541	0,15	0,04	0,05	0,75	0,1	0,5
	1,08	0,29	0,04	895,0	0,15	0,03	0,05	0,75	0,06	0,5
Максимум	1,5	0,5	0,25	26540	0,25	0,07	0,08	0,85	0,15	1,0
	1,5	0,5	0,25	26540,0	0,28	0,09	0,12	10,4	0,25	1,0
Розкид	0,08	0,21	0,21	25645,0	0,13	0,06	0,07	–	–	–
	0,42	0,12	0,15	9999	0,1	0,03	0,03	9,65	0,19	0,5
Стандартизований коефіцієнт асиметрії	0,198	0,4963	0,881	–0,12	0,392	0,586	0,143	–0,44	0,649	–1,34
	2,2585	1,3942	0,7005	1,9586	1,2061	1,1230	–0,6145	16,23	1,9879	–1,6
Стандартизований коефіцієнт ексцесу	–0,82	–1,017	–0,05	–0,73	–0,86	–0,33	–0,40	1,07	0,508	–0,79
	–0,9197	–0,9257	–0,0824	–1,1048	–1,6448	–0,6727	–1,1503	51,202	0,0817	–2,14
Числові характеристики	x_{34}	x_{35}	x_{36}	x_{37}	x_{38}	x_{41}	x_{42}	x_{43}	x_{44}	–
Середня	0,021	0,049	1,1418	0,82	0,096	0,996	0,012	0,536	0,022	–
	0,03	0,0425	1,2697	0,7688	0,1045	–	1,0774	0,0833	0,6764	–
Медіана	0,02	0,05	1,1355	0,82	0,1	0,998	0,012	0,535	0,022	–
	0,03	0,04	1,1705	0,815	0,1	0,9926	0,0155	0,6625	0,025	–
Мода	0,02	0,05	–	0,8	0,1	–	0,013	–	0,022	–
	0,03	0,05	–	0,8	0,1	0,9286	–	–	–	–
Дисперсія	0,0005	0,00003	0,0004	0,0004	0,0001	0,0002	0,000001	0,00003	2,33E-7	–
	0,00013	0,00008	0,2209	0,0206	0,0013	0,3077	0,0139	0,0111	0,00012	–
Стандартизоване відхилення	0,007	0,005	0,019	0,021	0,011	0,014	0,001	0,005	0,0004	–
	0,0113	0,009	0,47001	0,1435	0,0354	0,1682	0,5547	0,1183	0,1057	–
Коефіцієнт варіації	35,14	11,58	1,724	2,51	11,2	1,39	8,78	1,01	2,23	–
	37,7426	21,1463	37,017	18,666	33,8467	26,988	51,488	141,769	15,6245	–
Стандартизована похибка	0,007	0,006	0,006	0,006	0,003	0,004	0,0003	0,002	0,0002	–
	0,0018	0,0014	0,0743	0,0227	0,0056	0,0266	0,0877	0,0187	0,0167	–
MAD	0,005	0	0,0115	0,02	0,01	0,005	0,001	0,003	0	–
	0,01	0,01	0,0895	0,035	0,02	0,1595	0,0258	0,0025	0,118	–
Мінімум	0,01	0,04	1,108	0,8	0,08	0,976	0,01	0,53	0,021	–
	0,01	0,03	1,033	0,5	0,05	0,38	0,4	0,01	0,53	–
Максимум	0,03	0,06	1,173	0,85	0,11	1,022	0,013	0,547	0,022	–
	0,07	0,06	4,069	0,95	0,22	0,859	4,0	0,295	0,838	–
Розкид	0,02	0,02	0,065	0,05	0,03	0,046	0,003	0,017	0,001	–
	0,06	0,03	3,036	0,45	0,17	0,479	3,6	0,285	0,308	–
Стандартизований коефіцієнт асиметрії	–0,21	–0,12	0,064	0,62	–0,42	0,223	–0,92	1,32	–1,33	–
	2,5924	–0,2160	14,6909	–2,3452	2,8407	0,1837	10,4611	3,07434	0,1828	–
Стандартизований коефіцієнт ексцесу	–0,47	0,96	–0,336	–0,89	–0,57	0,13	–0,29	0,22	–0,79	–
	3,4684	–1,3321	44,4236	–0,8555	3,606	–2,2795	26,3765	–0,76456	–1,60049	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Числові характеристики	x_{51}	x_{52}	x_{53}	x_{54}	x_{55}	x_{56}	x_{57}	x_{58}	–	–
Середня	9,55	14,45	2,47	3210,3	33177,2	8,14	9,4873	112,2	–	–
Медіана	4,5	14,2	3377,1	3282,0	42929,3	8,1	8,038	111,95	–	–
Мода	4,5	14,2	–	–	–	–	–	–	–	–
Дисперсія	189,407	86,838	4,106E7	476025,	2,512E8	0,8493	24,9009	78,5178	–	–
Стандартизоване відхилення	13,7625	9,3187	6407,92	689,945	15850,8	0,9215	4,99	8,86103	–	–
Коефіцієнт варіації	144,11	64,489	25,9	21,4916	47,7761	11,3218	52,597	7,8975	–	–
Стандартизована похибка	4,352	2,946	2026,36	218,18	5012,45	0,2914	1,578	2,8021	–	–
МАД	0	0	1544,15	437,5	432,5	0,7	0,3105	7,85	–	–
Мінімум	–0,2	0,3	–11140,4	2250,0	4317,2	6,9	5,044	99,8	–	–
Максимум	43,3	31,8	5154,6	4195,0	43434,2	9,6	20,949	124,9	–	–
Розкид	43,5	31,5	16295,0	1945,0	39117,0	2,7	15,905	25,1	–	–
Стандартизований коефіцієнт асиметрії	2,725	0,3718	–1,540	–0,0023	–1,898	0,0985	2,259	–0,073	–	–
Стандартизований коефіцієнт ексцесу	2,589	0,388	–0,0233	–0,5052	0,427	–0,6366	1,6663	–0,815	–	–

Звідси ми бачимо, що показники діяльності ПАТ «Турбоатом», структуровані за складовими збалансованої системи показників мають надзвичайно різну змінність. Незначно змінюються значення таких показників: коефіцієнт фінансової стабільності (x_{16}), коефіцієнт автономії (x_{17}), темпи росту продуктивності праці (x_{21}), фондвіддача (x_{24}), відношення ціни продукції до галузевих стандартів (x_{31}), економічна ефективність експорту (x_{36}), питома вага поставок за прямими договорами (x_{37}), темпи зростання чисельності працівників (x_{41}), питома вага працівників віком до 50 років (x_{43}), питома вага працівників, які виконують науково-технічну роботу (x_{44}). Близький до нормального закону мають розподіли значень усіх показників, крім рентабельності підприємства (x_{11}) і відповідності обсягів поставлених ресурсів потребі в них (x_{33}).

Варто зауважити, що значення всіх показників варіюються. Лише окремі показники мають закон розподілу близький до нормального, а саме такі показники: рентабельність продажів (x_{12}), коефіцієнти оборотності дебіторської заборгованості (x_{13}), рентабельність власного капіталу (x_{14}), темпи росту продуктивності праці (x_{21}), темпи зростання/зниження собівартості (x_{22}), коефіцієнт використання виробничих потужностей (x_{23}), фондвіддача (x_{24}), коефіцієнт зносу основних фондів (x_{25}), питома вага витрат на модернізацію виробництва (x_{26}), частка власної техніки в загальній кількості основних фондів (x_{28}), частка

нової продукції (x_{29}), коефіцієнт оновлення товарної номенклатури (x_{30}), питома вага витрат на просування товару (x_{32}), частка витрат на гарантійне обслуговування (x_{34}), частка продукції, що підлягала гарантійному обслуговуванню (x_{35}), частка порушень договорів постачання (x_{38}), темпи зростання чисельності працівників (x_{41}), питома вага працівників віком до 50 років (x_{43}), питома вага працівників, які виконують науково-технічну роботу (x_{44}).

Щодо показників зовнішнього середовища, то найбільшу варіацію має показник зміни споживчих цін (x_{51}). Близькими до нормального закону є розподіли значень таких показників: зміни цін виробників промислової продукції (x_{52}), рівень безробіття (x_{56}), індекс інфляції в Україні (x_{58}).

Факторний та канонічний аналіз використаємо для визначення причинно-наслідкових взаємозв'язків, які відображають латентні фактори та формують механізми в економіці. Обчислення проводилися в статистичному пакеті Statgraphics Centurion. Згідно з критерієм, коли власні числа кореляційної матриці $\lambda_i \geq 1$, то відповідні фактори залишають. Тому потрібно залишити 9 компонент, які на 84,952 % описують збалансовану систему показників.

Математичні моделі латентних факторів діяльності підприємств, що досліджувались, мають вигляд:

$$F_1 = -0,454x_{11} + 0,73x_{12} - 0,875x_{13} - 0,796x_{14} + 0,981x_{15} + 0,0989x_{16} + 0,785x_{17} + \\ + 0,123x_{21} - 0,04x_{22} - 0,038x_{23} + 0,949x_{24} + 0,704x_{25} + 0,407x_{26} + 0,797x_{27} + 0,032x_{28} - \\ - 0,116x_{29} - 0,763x_{30} - 0,08x_{31} - 0,31x_{32} + 0,023x_{33} - 0,411x_{34} + 0,347x_{35} - 0,172x_{36} + \\ + 0,088x_{37} - 0,005x_{38} - 0,059x_{41} - 0,502x_{42} - 0,864x_{43} - 0,31x_{44} + 0,003x_{51} - 0,002x_{52} - \\ - 0,003x_{53} + 0,006x_{54} + 0,014x_{55} + 0,011x_{56} + 0,007x_{57} - 0,004x_{58};$$

$$F_2 = 0,003x_{11} + 0,254x_{12} + 0,156x_{13} + 0,058x_{14} + 0,003x_{15} + 0,095x_{16} + 0,077x_{17} + \\ + 0,442x_{21} + 0,001x_{22} + 0,229x_{23} + 0,077x_{24} + 0,24x_{25} + 0,748x_{26} + 0,457x_{27} + 0,275x_{28} - \\ - 0,831x_{29} + 0,275x_{30} - 0,256x_{31} + 0,71x_{32} + 0,079x_{33} - 0,587x_{34} + 0,318x_{35} - 0,955x_{36} + \\ + 0,954x_{37} - 0,418x_{38} + 0,035x_{41} + 0,642x_{42} + 0,453x_{43} + 0,124x_{44} + 0,066x_{51} - 0,007x_{52} + \\ + 0,003x_{53} + 0,076x_{54} + 0,038x_{55} - 0,023x_{56} + 0,096x_{57} + 0,005x_{58};$$

$$F_3 = 0,819x_{11} + 0,077x_{12} - 0,432x_{13} + 0,492x_{14} - 0,157x_{15} + 0,05x_{16} + 0,587x_{17} - \\ - 0,103x_{21} - 0,115x_{22} - 0,301x_{23} - 0,016x_{24} + 0,46x_{25} + 0,25x_{26} - 0,339x_{27} + 0,846x_{28} - \\ - 0,312x_{29} + 0,372x_{30} - 0,13x_{31} + 0,244x_{32} - 0,27x_{33} - 0,136x_{34} - 0,538x_{35} - 0,056x_{36} + \\ + 0,086x_{37} + 0,155x_{38} + 0,2x_{41} - 0,547x_{42} - 0,109x_{43} - 0,925x_{44} + 0,014x_{51} - 0,026x_{52} - \\ - 0,043x_{53} + 0,049x_{54} - 0,016x_{55} + 0,079x_{56} + 0,019x_{57} - 0,052x_{58};$$

$$\begin{aligned}
F_4 = & 0,055x_{11} + 0,039x_{12} - 0,007x_{13} + 0,023x_{14} + 0,008x_{15} + 0,018x_{16} + 0,018x_{17} + \\
& + 0,376x_{21} - 0,028x_{22} + 0,032x_{23} - 0,0006x_{24} + 0,176x_{25} + 0,176x_{26} + 0,006x_{27} - 0,176x_{28} + \\
& + 0,046x_{29} + 0,103x_{30} + 0,0006x_{31} - 0,012x_{32} + 0,301x_{33} + 0,223x_{34} + 0,133x_{35} + 0,001x_{36} + \\
& + 0,01x_{37} - 0,214x_{38} - 0,124x_{41} - 0,036x_{42} + 0,047x_{43} - 0,035x_{44} + 0,844x_{51} + 0,944x_{52} - \\
& - 0,271x_{53} + 0,02x_{54} + 0,08x_{55} - 0,263x_{56} + 0,71x_{57} + 0,907x_{58};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_5 = & -0,03x_{11} - 0,119x_{12} + 0,003x_{13} - 0,047x_{14} + 0,021x_{15} - 0,021x_{16} - 0,049x_{17} - \\
& - 0,38x_{21} - 0,059x_{22} + 0,298x_{23} + 0,124x_{24} - 0,179x_{25} + 0,206x_{26} + 0,11x_{27} + 0,267x_{28} + \\
& + 0,09x_{29} + 0,027x_{30} - 0,035x_{31} + 0,352x_{32} - 0,25x_{33} + 0,121x_{34} + 0,046x_{35} + 0,03x_{36} - \\
& - 0,061x_{37} + 0,271x_{38} + 0,058x_{41} - 0,017x_{42} + 0,039x_{43} + 0,022x_{44} + 0,397x_{51} + 0,07x_{52} - \\
& - 0,623x_{53} + 0,949x_{54} + 0,826x_{55} + 0,132x_{56} + 0,635x_{57} - 0,215x_{58};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_6 = & -0,103x_{11} - 0,119x_{12} - 0,03x_{13} - 0,193x_{14} - 0,027x_{15} - 0,015x_{16} + 0,018x_{17} + \\
& + 0,245x_{21} + 0,02x_{22} + 0,322x_{23} - 0,02x_{24} + 0,03x_{25} + 0,079x_{26} - 0,04x_{27} + 0,035x_{28} - \\
& - 0,074x_{29} - 0,018x_{30} + 0,302x_{31} - 0,103x_{32} - 0,594x_{33} + 0,078x_{34} + 0,026x_{35} + 0,238x_{36} + \\
& + 0,032x_{37} + 0,491x_{38} + 0,048x_{41} - 0,05x_{42} - 0,017x_{43} - 0,039x_{44} - 0,072x_{51} - 0,009x_{52} + \\
& + 0,488x_{53} - 0,062x_{54} + 0,18x_{55} - 0,854x_{56} - 0,042x_{57} + 0,162x_{58};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_7 = & 0,182x_{11} + 0,065x_{12} + 0,066x_{13} + 0,146x_{14} + 0,006x_{15} - 0,009x_{16} - 0,012x_{17} + \\
& + 0,207x_{21} - 0,852x_{22} - 0,145x_{23} + 0,106x_{24} + 0,02x_{25} + 0,02x_{26} - 0,041x_{27} - 0,016x_{28} + \\
& + 0,067x_{29} - 0,037x_{30} + 0,357x_{31} + 0,052x_{32} + 0,187x_{33} + 0,088x_{34} + 0,157x_{35} + 0,243x_{36} - \\
& - 0,099x_{37} - 0,292x_{38} - 0,078x_{41} - 0,076x_{42} - 0,01x_{43} - 0,041x_{44} + 0,021x_{51} - 0,127x_{52} + \\
& + 0,269x_{53} - 0,02x_{54} + 0,162x_{55} - 0,073x_{56} + 0,063x_{57} + 0,14x_{58};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_8 = & 0,055x_{11} - 0,063x_{12} - 0,005x_{13} + 0,096x_{14} - 0,03x_{15} + 0,006x_{16} + 0,061x_{17} + \\
& + 0,18x_{21} + 0,067x_{22} + 0,368x_{23} + 0,054x_{24} + 0,221x_{25} - 0,014x_{26} - 0,074x_{27} + 0,051x_{28} + \\
& + 0,098x_{29} + 0,155x_{30} - 0,066x_{31} + 0,251x_{32} + 0,441x_{33} + 0,155x_{34} + 0,157x_{35} + 0,012x_{36} + \\
& + 0,022x_{37} + 0,173x_{38} + 0,855x_{41} - 0,054x_{42} + 0,051x_{43} - 0,11x_{44} - 0,012x_{51} - 0,087x_{52} + \\
& + 0,091x_{53} + 0,009x_{54} + 0,083x_{55} - 0,078x_{56} + 0,052x_{57} - 0,017x_{58};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_9 = & 0,071x_{11} + 0,083x_{12} + 0,0002x_{13} + 0,045x_{14} + 0,002x_{15} - 0,005x_{16} + 0,035x_{17} - \\
& - 0,259x_{21} + 0,058x_{22} + 0,019x_{23} + 0,034x_{24} - 0,011x_{25} + 0,024x_{26} - 0,015x_{27} - 0,035x_{28} - \\
& - 0,04x_{29} - 0,007x_{30} + 0,601x_{31} + 0,113x_{32} - 0,239x_{33} + 0,358x_{34} + 0,202x_{35} - 0,706x_{36} - \\
& - 0,067x_{37} + 0,011x_{38} - 0,018x_{41} - 0,052x_{42} - 0,026x_{43} - 0,005x_{44} - 0,044x_{51} + 0,02x_{52} - \\
& - 0,099x_{53} - 0,061x_{54} - 0,022x_{55} + 0,123x_{56} - 0,041x_{57} + 0,078x_{58}.
\end{aligned}$$

У рівняннях розкладу факторів за показниками аналіз вагових коефіцієнтів $a_{ij} \geq 0,5$ показав, що найвагомішими показниками формування причинно-наслідкових взаємозв'язків в економічних механізмах, що діють на досліджуваних підприємствах, є такі: рентабельність підприємства (x_{11}), рентабельність продажів (x_{12}), коефіцієнти оборотності дебіторської заборгованості (x_{13}), рентабельність власного капіталу (x_{14}), коефіцієнти абсолютної ліквідності (x_{15}), коефіцієнт автономії (x_{17}), темпи зростання/зниження собівартості (x_{22}), фондовіддача (x_{24}), коефіцієнт зносу основних фондів (x_{25}), питома вага витрат на модернізацію виробництва (x_{26}), фондоозброєність (x_{27}), частка власної техніки в загальній кількості основних фондів (x_{28}), частка нової продукції (x_{29}), коефіцієнт оновлення товарної номенклатури (x_{30}), питома вага витрат на просування товару (x_{32}), відповідністю обсягів поставлених ресурсів потреби в них (x_{33}), частка витрат на гарантійне обслуговування (x_{34}), частка продукції, що підлягала гарантійному обслуговуванню (x_{35}), економічна ефективність експорту (x_{36}), питома вага поставок за прямими договорами (x_{37}), темпами зростання чисельності працівників (x_{41}), питома вага працівників, які підвищили кваліфікацію у звітному році (x_{42}), питома вага працівників віком до 50 років (x_{43}), питома вага працівників, які виконують науково-технічну роботу (x_{44}), зміни споживчих цін (x_{51}), зміни цін виробників промислової продукції (x_{52}), приріст (зниженням) прямих інвестицій (x_{53}), середньомісячна заробітня плата (x_{54}), чисельність наявного населення (x_{55}), рівень безробіття (x_{56}), офіційний середньомісячний курсом гривні до долара США (x_{57}), індекс інфляції в Україні (x_{58}). Отже, факторний аналіз показав, що в причинно-наслідкових взаємозв'язках не задіяні показники: коефіцієнт фінансової стабільності (x_{16}), темпи росту продуктивності праці (x_{21}), коефіцієнтом використання виробничих потужностей (x_{23}), відношення ціни продукції до галузевих стандартів (x_{31}), питома вага працівників віком до 50 років (x_{43}).

З метою дослідження ступеня взаємозв'язку показників у системі варто звернутися до канонічного аналізу, використавши статистичний пакет Statgraphics Centurion. Він дає можливість обчислити моделі взаємозв'язку між складовими збалансованої системи показників і виявити найвпливовіші з них, що забезпечують цей взаємозв'язок.

Розглянемо детально моделі взаємозв'язку між складовою внутрішніх бізнес-процесів і всіма іншими складовими збалансованої системи показників. Модель взаємозв'язку між складовою внутрішніх бізнес-процесів і фінансовою складовою має вигляд:

$$r_{U_{1(1)}V_{1(1)}} = 0,995, \quad p - value = 0,0;$$

$$\begin{cases} U_{1(1)} = -0,03x_{21} - 0,007x_{22} - 0,01x_{23} - 0,31x_{24} - 0,156x_{25} + 0,153x_{26} - 0,683x_{27} + \\ + 0,131x_{28} + 0,073x_{29} + 0,039x_{30}, \\ V_{1(1)} = 0,009x_{11} + 0,074x_{12} - 0,489x_{13} + 0,089x_{14} - 0,226x_{15} - 1,21x_{16} + 0,109x_{17}, \end{cases}$$

$$r_{U_{1(2)}V_{1(2)}} = 0,978, \quad p - value = 0,0;$$

$$\begin{cases} U_{1(2)} = -0,052x_{21} - 0,052x_{22} - 0,092x_{23} - 0,212x_{24} + 0,743x_{25} + 0,002x_{26} - \\ - 0,055x_{27} + 0,486x_{28} - 0,256x_{29} + 0,031x_{30}, \\ V_{1(2)} = 0,384x_{11} - 0,001x_{12} - 0,652x_{13} - 0,116x_{14} - 1,58x_{15} + 1,293x_{16} + 0,113x_{17}, \end{cases}$$

$$r_{U_{1(3)}V_{1(3)}} = 0,854, \quad p - value = 0,0;$$

$$\begin{cases} U_{1(3)} = 0,027x_{21} + 0,211x_{22} + 0,015x_{23} - 0,924x_{24} + 0,77x_{25} - 0,015x_{26} + \\ + 0,431x_{27} - 0,108x_{28} + 0,603x_{29} + 0,098x_{30}, \\ V_{1(3)} = -1,29x_{11} + 0,121x_{12} + 1,316x_{13} + 0,475x_{14} - 5,071x_{15} + 5,382x_{16} + 0,444x_{17}. \end{cases}$$

Модель взаємозв'язку між складовою внутрішніх бізнес-процесів і клієнтською складовою має вигляд:

$$r_{U_{2(1)}V_{2(1)}} = 0,994, \quad p - value = 0,0;$$

$$\begin{cases} U_{2(1)} = -0,086x_{21} - 0,051x_{22} + 0,03x_{23} + 0,83x_{24} - 0,474x_{25} + 0,046x_{26} - 1,031x_{27} - \\ - 0,278x_{28} - 0,342x_{29} - 0,137x_{30}, \\ V_{2(1)} = 0,075x_{31} + 0,006x_{32} - 0,037x_{33} + 0,117x_{34} - 0,1x_{35} + 0,041x_{36} - 0,86x_{37} + \\ + 0,01x_{38}, \end{cases}$$

$$r_{U_{2(2)}V_{2(2)}} = 0,896, \quad p\text{-value} = 0,0009;$$

$$\begin{cases} U_{2(2)} = -0,25x_{21} - 0,299x_{22} - 0,391x_{23} - 0,398x_{24} + 0,32x_{25} - 0,399x_{26} + 1,7x_{27} - \\ - 0,663x_{28} - 0,509x_{29} + 0,582x_{30}, \\ V_{2(2)} = -0,149x_{31} - 0,529x_{32} - 0,05x_{33} - 0,422x_{34} + 0,626x_{35} - 0,286x_{36} - 0,456x_{37} - \\ - 0,492x_{38}. \end{cases}$$

Модель взаємозв'язку між складовою внутрішніх бізнес-процесів і складовою навчання й розвитку персоналу має вигляд:

$$r_{U_{3(1)}V_{3(1)}} = 0,987, \quad p\text{-value} = 0,0;$$

$$\begin{cases} U_{3(1)} = -0,025x_{21} - 0,007x_{22} - 0,075x_{23} + 0,011x_{24} + 0,566x_{25} + 0,189x_{26} - 0,461x_{27} + \\ + 0,503x_{28} - 0,09x_{29} + 0,018x_{30}, \\ V_{3(1)} = 0,024x_{41} + 0,33x_{42} + 0,093x_{43} - 1,24x_{44}, \end{cases}$$

$$r_{U_{3(2)}V_{3(2)}} = 0,935, \quad p\text{-value} = 0,0;$$

$$\begin{cases} U_{3(2)} = -0,008x_{21} + 0,017x_{22} - 0,115x_{23} + 0,23x_{24} + 0,183x_{25} - 0,26x_{26} + 0,695x_{27} + \\ + 0,095x_{28} - 0,165x_{29} - 0,191x_{30}, \\ V_{3(2)} = -0,017x_{41} + 1,164x_{42} - 1,636x_{43} - 0,388x_{44}, \end{cases}$$

$$r_{U_{3(3)}V_{3(3)}} = 0,918, \quad p\text{-value} = 0,0;$$

$$\begin{cases} U_{3(3)} = -0,095x_{21} - 0,109x_{22} - 0,0007x_{23} + 0,231x_{24} - 0,305x_{25} - 0,033x_{26} - 1,005x_{27} - \\ - 0,237x_{28} - 0,384x_{29} - 0,037x_{30}, \\ V_{3(3)} = -0,082x_{41} - 2,3x_{42} + 0,914x_{43} + 1,109x_{44}. \end{cases}$$

У моделі взаємозв'язку між складовою внутрішніх бізнес-процесів і складовою впливу зовнішнього середовища на діяльність досліджуваних промислових підприємств коефіцієнти канонічної кореляції за критерієм χ^2 мають низьку значущість. Саме тому не рекомендується робити аналіз за такими моделями.

Детальний аналіз обчислених моделей дозволяє зробити висновок, що складова впливу зовнішнього середовища не має істотного взаємозв'язку з іншими складовими, які характеризують діяльність досліджуваних підприємств. У процесі канонічного аналізу початкові змінні приводяться до стандартизованого вигляду. Тому коефіцієнти у рівняннях для канонічних змінних (U, V) характеризують силу впливу відповідних початкових змінних (показників) на канонічні змінні; це дозволяє за силою впливу провести ранжування ознак або показників [34, с. 279]. Аналіз вагових коефіцієнтів у моделях канонічного аналізу підтверджує причинно-наслідковий взаємозв'язок між впливовими показниками, які були виділені за допомогою факторного аналізу.

Отже, початковий ознаковий простір на основі збалансованої системи показників для оцінки діяльності досліджуваних підприємств рекомендується проводити за такою послідовністю дій:

1) для проведення розвідувального аналізу здійснити теоретико-логічний аналіз основних ознак діяльності підприємства, який повною мірою відображає концептуальну сутність застосування інструментів описової статистики;

2) за допомогою факторного та канонічного аналізу визначити причинно-наслідкові взаємозв'язки;

3) установити вплив факторних ознак на результативні ознаки та встановити ключові фактори впливу;

4) для моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників визначити кінцеву ієрархічну структуру ознакового простору.

Такий ознаковий простір для моделювання оцінки діяльності на основі збалансованої системи показників сучасних великих промислових підприємств дає змогу будувати статистично якісніші економіко-математичні моделі та використовувати ознаки, завдяки яким ухвалюються дієві управлінські рішення.

2.2. Моделювання оцінки діяльності підприємства на основі інтегрального показника якості збалансованої системи показників

Відповідно до визначення терміну «оцінка діяльності підприємства» необхідною складовою аналітичного забезпечення оцінки є обчислення інтегрального показника. Завдяки йому відбувається згортка частинних показників в одну величину, яка і надає інформацію про рівень стану діяльності. Кожен

із частинних показників збалансованої системи показників відображає багатокритеріальність оцінки, а згортка в одну величину дозволяє встановити рівень загального стану діяльності підприємства.

Аналіз математичних методів побудови інтегральних показників в економіці для оцінки властивостей, явищ та процесів доводить доцільність застосування відповідного виду залежно від завдань і задач, які потрібно вирішити та завдяки цим показникам розв'язати.

В інтегральний показник, як правило, об'єднуються частинні показники, які мають різну розмірність і вимірюються в різних величинах: вартісних, фізичних, трудових. Для їх об'єднання або згортки кожен з частинних показників слід перетворити в безрозмірну величину за допомогою відповідної шкали, що робить їх порівняними. Вибір шкали залежить від апріорних відомостей про показник та від точності, з якою необхідно визначити інтегральний показник.

Найпростішою шкалою перетворень є шкала, яка має тільки два значення: нуль, коли маємо незадовільні значення частинного показника, і один, коли маємо задовільні значення показника. Якщо інтегральний показник буде обчислюватись за формулою

$$I_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n x'_{ij}}$$
, де I_i – значення інтегрального показника в i -му періоді; $\prod_{j=1}^n x'_{ij}$ – добуток перетворених значень частинних показників, то фахівці вважають, що такий підхід занадто грубий та жорсткий, оскільки інтегральний показник відразу набуває нульового значення за хоча б одного нульового значення частинного показника [1].

Доволі часто для отримання інтегрального показника користуються іншим підходом. Якщо відомо найкраще або ідеальне значення частинного показника, то вводиться метрика близькості до ідеалу. Тоді безрозмірні величини обчислюються за формулою:

$$I_i = \sum_{j=1}^n \alpha_j \frac{x_{ij} - x_{j0}}{x_{j0}}$$
, де x_{j0} – найкраще, ідеальне значення j -го частинного показника.

Якщо в деякому періоді значення всіх частинних показників співпадуть з еталонними значеннями, то значення інтегрального показника дорівнюватиме 0. Це недоцільно, оскільки суперечить сприйняттю шкали цього показника, а саме: значення близькі до 0 свідчать про низький рівень стану об'єкта чи явища, значення близькі до 1 – про високий рівень.

На практиці спостерігається різний вплив окремих частинних показників на загальний рівень стану, тобто деякі показники впливають більше, деякі –

менше. Для усунення такого недоліку у формулу визначення інтегрального показника вводять деяку вагу α_j : $I_i = \sum_{j=1}^n \alpha_j \frac{x_{ij} - x_{j0}}{x_{j0}}$, причому $\sum_{j=1}^n \alpha_j = 1$ і $\alpha_j > 0$.

Щоб знайти α_j та проранжувати за ступенем впливу, використовують експертні оцінки [1].

В економіці з метою побудови шкали для кожної перетвореної величини рекомендується враховувати як формальні процедури, так і неформальні, які базуються на перевагах особи, яка приймає рішення. Багато науковців вважає, що можна будувати змістовнішу шкалу перетворених величин частинних показників ґрунтуючись на системі переваг.

Для оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників, ураховуючи переваги та недоліки різних математичних методів побудови інтегральних показників, слід використовувати метод побудови показника якості Харрінгтона [36; 37; 39; 57]. Основна ідея цього методу побудови інтегрального показника полягає в розробленні узагальнюючої функції та частинних функцій бажаності. Ідея перетворення значень частинних показників у безрозмірну шкалу бажаності або переваг закладена в основу розроблення частинних функцій бажаності. Поточна шкала належить до психофізичних шкал, метою яких є встановлення відповідності між фізичними та психологічними параметрами. Під фізичними параметрами в економіці розуміють виміряні в метричних шкалах величини та різні естетичні ознаки, які вимірюються в неметричних шкалах. У процесі розроблення шкал бажаності слід користуватись готовими розробленими таблицями відповідності між відношеннями переваг в емпіричній і числовій (психологічній) системах. У шкалі бажаності Харрінгтона встановлені реперні точки, які ділять всю шкалу на інтервали, а саме: $[0; 0,2)$ – дуже погано, $[0,20; 0,37)$ – погано, $[0,37; 0,63)$ – задовільно, $[0,63; 0,80)$ – добре, $[0,80; 1)$ – дуже добре. Шкала має діапазон змін значень від 0 до 1. Перетворені значення показників за шкалою бажаності будемо позначати x'_{ij} , значення $x'_{ij} = 0$ відповідає абсолютно недопустимому значенню ознаки, а значення $x'_{ij} = 1$ – найкращому значенню ознаки. Реперні точки на шкалі бажаності 0,37 та 0,63 пояснюються значенням $\frac{1}{e} \approx 0,37$, а $0,63 \approx 1 - \frac{1}{e}$.

Згідно з обґрунтуваннями вчених В. С. Пономаренко та Л. М. Малярець у розробленні інтегральних показників якості на основі методу Харрінгтона доцільно виокремлювати п'ять основних проблем [57]. Складності виникають у визначенні основних точок фазових змін значень показників, побудові шкали перетворень значень показників, визначення основних точок фазових змін значень показників, визначення узагальненої функції перетворення, а також визначення окремих функцій перетворень. Як зазначалось функція перетворення Харрінгтона має вигляд:

$$y_{ij} = e^{-e^{-x_{ij}}} . \quad (2.1)$$

Графічно ця функція зображена на рис. 2.1. Розглядувана функція рекомендується багатьма вченими, оскільки їй притаманні такі переважальні властивості: неперервність, монотонність і гладкість, і на інтервалах, близьких до 0 і 1, чутливість її істотно нижче, ніж у середній зоні, хоча вона не є єдиною можливою [1].

Симетрично 0 на осі абсцис вчені рекомендують розміщувати кодовані значення показника. На кодованій шкалі значення прийнято вибирати від 3 до 6. Наприклад, 6 інтервалів у бік зростання і 6 інтервалів – у бік спадання значення ознаки. Крутизну кривої в середніх інтервалах визначає вибір числа інтервалів. Наочність кривої бажаності використовують д номограми.

З урахуванням закономірних тенденцій змін значень показників устанавлюються реперні точки на шкалі бажаності для частинних показників. Якщо закономірні тенденції змін значень економічних показників зростаючі (як, наприклад, показники ефективності діяльності, – а саме – рентабельність), то враховується $x_{ij} \geq x_{j \min}$. Якщо ж закономірні тенденції змін значень економічних показників спадаючі (як, наприклад, показники витрат на підприємстві зокрема, собівартість), то враховується $x_{ij} \leq x_{j \max}$. Варто зазначити, що існує і третій вид економічних показників, які мають двосторонні обмеження, а саме $x_{j \min} \leq x_{ij} \leq x_{j \max}$. Необхідно зауважити, що для величин економічних показників введення допоміжної шкали у багатьох випадках є суб'єктивним моментом. Адже відповідність ґрунтується на думках експертів, тому варто формалізовано підтверджувати присутність об'єктивності й обґрунтованості.

Прийнято вважати, що шкала бажаності є спробою формалізувати уявлення особи, яка ухвалює рішення, щодо важливості тих чи інших значень частинних

показників. Це істотний недолік шкали бажаності, оскільки існує залежність від суб'єктивної думки експерта.

Розглянемо різні види функцій перетворень. В економіці в якості функції перетворення величин часто використовують запропоновану американським економістом, демографом та біологом Р. Перлом логістичну функцію, яка описується рівнянням виду [57]:

$$Y(t) = \frac{Y_0}{1 + ae^{-bt}}, \quad (2.2)$$

де $Y(t)$ – чисельність в одиниці обсягу популяції в момент часу t ;

Y_0 – початкова чисельність популяції;

a, b – константи.

На рис. 2.1 наведено логістичну функцію, яка починається в точці $\left(\frac{Y_0}{1+a}\right)$

і координати точки згину якої $t_k = \frac{\ln a}{b}$; $y_k = \frac{Y_0}{2}$.

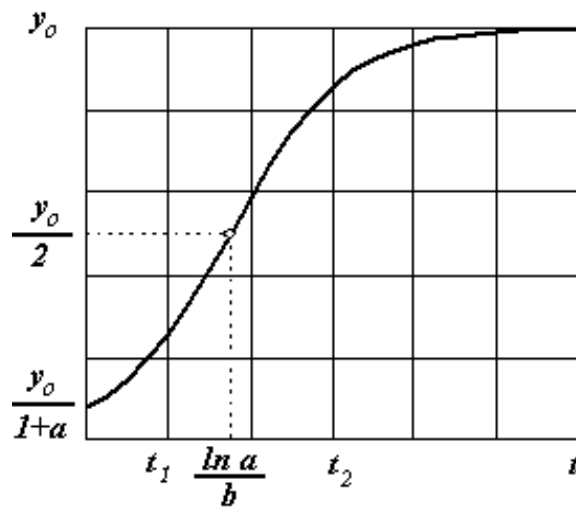


Рис. 2.1. Графік логістичної функції

Відомо, що константа a визначає положення логістичної кривої в часі (зрушення вліво, вправо), константа b – нахил кривої:

$$a = \frac{Y_0}{Y_{t=0}} - 1; \quad b = \frac{(1+a)^2}{ay_0} \left(\frac{dy}{dt} \right)_{t=0}.$$

У збалансованій системі показників оцінки діяльності промислових підприємств усі закономірності змін значень частинних показників односторонні, проте серед них переважна більшість зростаючих, але є окремі показники – спадаючі. Також ще є показники, які в залежності від умов, в яких перебуває підприємство, можуть бути як зростаючими так і спадними. Наприклад, коефіцієнт зносу основних фондів (x_{25}). Монотонні функції перетворення типу логістичної функції рекомендуються для односторонніх типів закономірних змін значень показників [57]:

$$y_{ij} = \frac{100}{1 + e^{\frac{x_{ij} - p_i}{q_i - p_i}}}, \quad (2.3)$$

де q_i – значення показника x_i , за якого функція перетворення набуває значення, не меншого ніж 0,95 (95 %);

p_i – значення показника x_i , за якого функція перетворення набуває значення 0,5 (50 %).

Варто зазначити, що від установлення q_i – значення показника x_i , за якого функція перетворення набуває значення, не меншого ніж 0,95 (95 %) і p_i – значення показника x_i , за якого функція перетворення набуває значення 0,5 (50 %), залежить рівень інтегрального показника якості. Тому присвоювати значення q_i і p_i слід виважено, спираючись на наукові засади.

У своїй монографії В. С. Пономаренко та Л. М. Малярець для встановлення q_i і p_i пропонують спиратись, насамперед на значення тенденцій та нормативних значень частинних показників. Також за відсутності конкретної інформації рекомендується зв'язувати реперні значення таких показників із реперними значеннями показників, для яких відомі ці значення, шляхом введення сталої величини λ , що обчислюється за формулою:

$$\lambda = \frac{x_{f=0,95} - x_{f=0,05}}{x_{0,25} - x_{0,75}},$$

де $x_{f=0,95}$ – реперне значення показника, для якого функція перетворення досягає значення 0,95 (95 %) на шкалі перетворення;

$x_{f=0,05}$ – реперне значення показника, для якого функція перетворення досягає значення 0,05 (5 %) на шкалі перетворення;

$x_{0,25}$ – значення верхнього квантиля;

$x_{0,75}$ – значення нижнього квантиля;

$x_{0,25} - x_{0,75}$ – міжквартильний розмах (усталена/робастна статистична характеристика) [57].

Користуватись величиною λ можна не тільки для відносних частинних показників, але й для абсолютних. Для абсолютних показників рекомендується встановлювати реперні значення, які обчислюються за формулами:

$$x_{f=0,95} = M_e + \frac{\lambda}{2}(x_{0,25} - x_{0,75}),$$

$$x_{f=0,05} = M_e - \frac{\lambda}{2}(x_{0,25} - x_{0,75}),$$

де M_e – медіана в розподілі значень відповідного частинного показника.

Для порівняння та вибору вигляду функції перетворення необхідно обрахувати значення функції за формулами (2.1), (2.2), (2.3) на прикладі вартісного показника рентабельності підприємства (x_{11}). Цей показник характеризує ефективність діяльності підприємства, ступінь віддачі витрат або ступінь використання ресурсів у процесі виробництва та реалізації продукції. Розглядуваний показник застосовується для оцінки та аналізу фінансового стану підприємства, визначає ефективність вкладених коштів у підприємство та раціональне їх використання. Рентабельність характеризує прибутковість підприємства, його кінцеві результати; обчислюється як відношення балансового прибутку до вартості використаних ресурсів, а саме: матеріальних, фінансових, трудових і природних. Від'ємні значення показника рентабельності свідчать про збитки або збиткову діяльність підприємства, додатні значення, навпаки, – про ефективну діяльність. Практики дійшли спільної думки, що не існує єдиного нормативного рівня показника рентабельності підприємства, тому його значення варто аналізувати в динаміці. Прийнято вважати, що чим вище значення аналізованого показника, тим ефективніше діяльність підприємства. Проте задовільний рівень рентабельності більшість економістів пов'язують зі значеннями, більшими за 0,14. Для порівняння різних функцій перетворень обчислимо їх значення за формулами (2.1), (2.2), (2.3) на прикладі показника рентабельності досліджуваних підприємств, а саме ПАТ «Харківський підшипниковий завод»,

ПАТ «Турбоатом», ПАТ «Завод «Південкабель», ПАТ «Харківський верстатобудівний завод» (рис. 2.2).

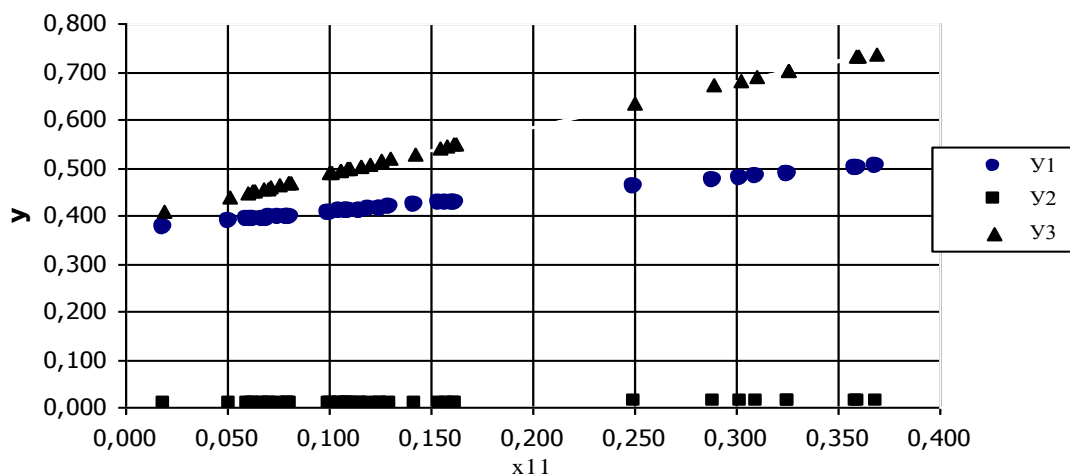


Рис. 2.2. Графіки перетворених значень показника рентабельності вкладених коштів (x_{11}) за різними функціями перетворення

На рис. 2.2 задіяні такі значення: Y_1 – перетворені значення показника за формулою (2.1); Y_2 – перетворені значення показника за формулою (2.2); Y_3 – перетворені значення показника за формулою (2.3).

У цьому випадку значеннями аргументу для функцій перетворення

$$Y_{1,ij} = e^{-e^{-x_{ij}}} \quad \text{та} \quad Y_{3,ij} = \frac{100}{1 + e^{\frac{x_{ij}-p_i}{q_i-p_i}}} \quad \text{були реальні значення показника рентабельності на підприємствах, що досліджувались, але в процесі обчислення значень за другою функцією встановлено } q = 0,36, p = 0,1125.$$

Отже, аналіз перетворених значень показника рентабельності підприємств, що досліджувались (див. рис. 2.2), показав різні значення та їхні різні зміни, чого й варто було чекати, оскільки були різні функції перетворення, хоча й подібні. Завищені перетворені значення показника рентабельності маємо

$$\text{за функцією перетворення } Y_{3,ij} = \frac{100}{1 + e^{\frac{x_{ij}-p_i}{q_i-p_i}}}, \text{ але тут значеннями функції пере-}$$

творення керують параметри q_i та p_i . Значення функції перетворення залежать від правильного встановлення цих параметрів. Для обчислення інтегрального показника якості оцінки підприємства така ситуація не є позитивною. З огляду на те, що на основі інтегрального показника оцінка має бути об'єктивною,

будь-які прив'язки до вибіркових числових характеристик роблять її порівнянною лише в межах цієї вибірки. Якщо необхідно визначити порівняльну оцінку діяльності в межах означеної сукупності, то на величину інтегрального показника не впливає вид функції перетворення. Якщо мова йде про загальну об'єктивну оцінку діяльності підприємств незалежно від їх стану, величини, належності до галузі та інших характеристик, то для перетворення значень частинних показників слід скористатись функцією $YI_{ij} = e^{-e^{-x_{ij}}}$, яка не буде прив'язана до числових характеристики розподілу значень цих показників. Варто зауважити, що в економіці важливо враховувати нормативні, бажані або оптимальні значення. Тому аргумент для функції перетворення пропонується нормувати за формулою: $x' = \frac{x}{x_{\text{норм(опт)}}}$, де x – реальне значення частинного показника; $x_{\text{норм(опт)}}$ – нормативне або оптимальне значення частинного показника.

Як показав розв'язок багатокритеріальної оптимізаційної задачі на основі генетичного алгоритму, для підприємства ПАТ «Турбоатом» оптимальне значення показника рентабельності 0,781, тому значення показника рентабельності підприємства потрібно нормувати за даним оптимальним значенням. На рис. 2.3 представлено перетворені значення за функцією бажаності Харрінгтона для двох випадків: коли значення показника нормовані і коли значення показника стандартизовані.

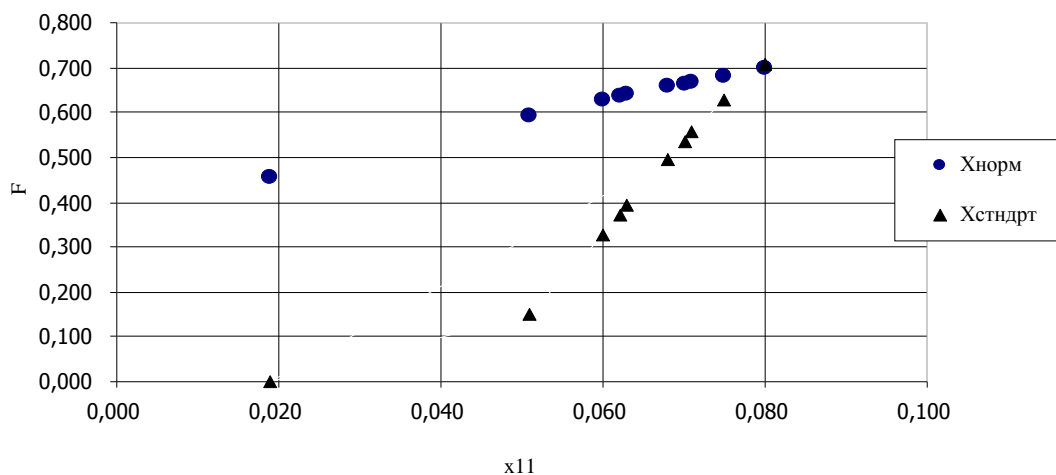


Рис. 2.3. Графік перетворених значень показника рентабельності вкладених коштів ПАТ «Турбоатом» за функцією Харрінгтона у процесі нормування та стандартизації значень

Показник рентабельності продажів (x_{12}) також належить до основних показників ефективності діяльності підприємства. Він відображає суму операційного прибутку, яку отримує підприємство з кожної гривні проданої продукції, та характеризує реалізацію основної продукції та оцінює частку собівартості продукції в продажах. Прийнято вважати, що показник рентабельності продажів відображає операційну діяльність підприємства та пов'язує її зі стратегічною діяльністю.

Зниження витрат на виробництво та реалізацію продукції, зростання загального обсягу продажів є факторами збільшення значень показника рентабельності продажів. Рентабельність продажів обраховується як відношення прибутку від реалізації продукції, робіт, послуг або чистого прибутку до суми отриманої виручки. Виділяють валову рентабельність продажу та операційну рентабельність продажів. Валову рентабельність продажу визначають за валовим прибутком підприємства, а операційну за прибутком від операційної діяльності. Сьогодні за нормальної життєдіяльності підприємства показник рентабельності продажів має бути $x_{12} \geq 0,3$, а в умовах високого податкового тиску $x_{12} \geq 0,15$. На рис. 2.4 подана динаміка перетворених значень показника рентабельності продажів за функцією бажаності.

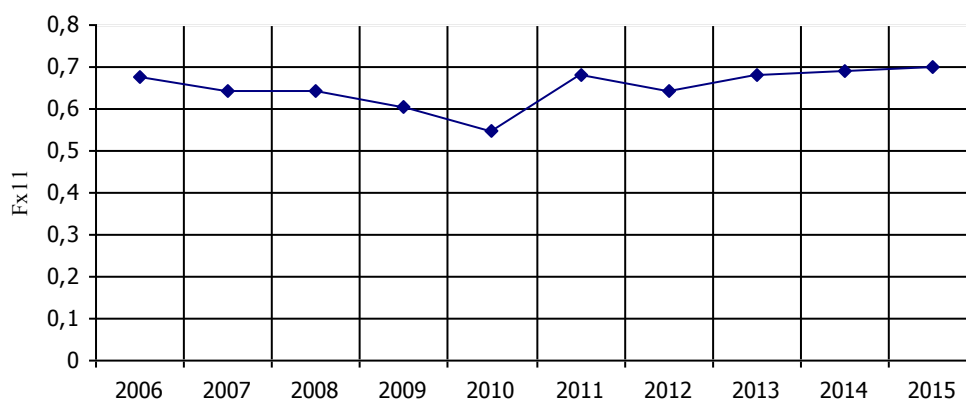


Рис. 2.4. Динаміка значень частинної функції бажаності показника рентабельності продажів підприємства ПАТ «Турбоатом»

Згідно зі шкалою бажаності динаміка показника рентабельності продажів підприємства протягом досліджуваного періоду в основному є задовільною, а за останні роки – доброю (див. рис. 2.4).

Аналогічні обчислення значень частинних функцій бажаності показників збалансованої системи показників фінансової складової дають змогу провести

оцінку їх динаміки на підприємстві. Графіки частинних функцій бажаності показників фінансової складової ЗСП діяльності підприємства на рис. 2.5 демонструють задовільну та добру динаміку.

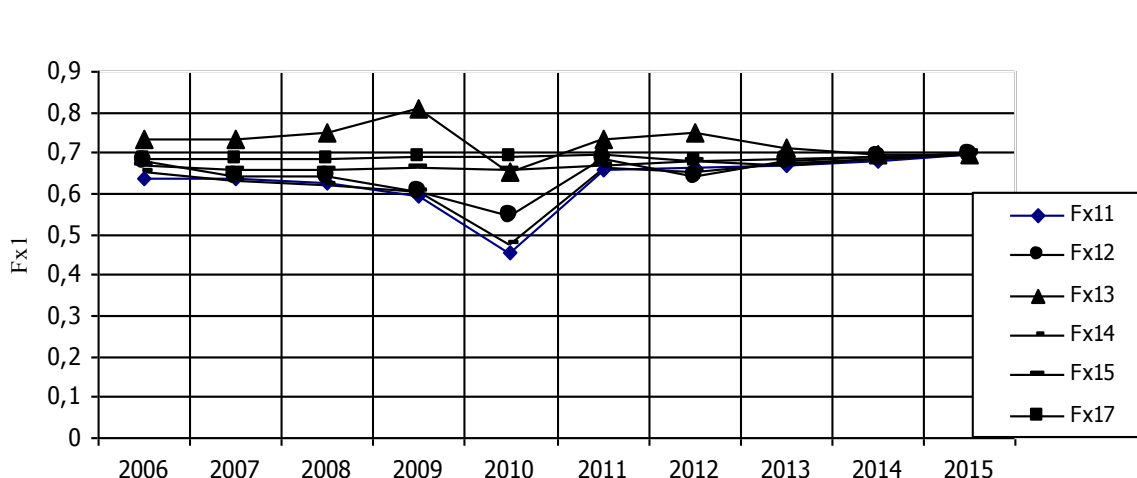


Рис. 2.5. Динаміка значень частинних функцій бажаності показників фінансової складової збалансованої системи показників діяльності підприємства ПАТ «Турбоатом»

Завдяки обчисленню значень частинних функцій бажаності показників збалансованої системи показників складової внутрішніх бізнес-процесів (СВБП) можна провести оцінку динаміки цих показників на підприємстві. Аналіз графіків рис. 2.6 свідчить про задовільний та добрий рівні показників складової внутрішніх бізнес-процесів підприємства.

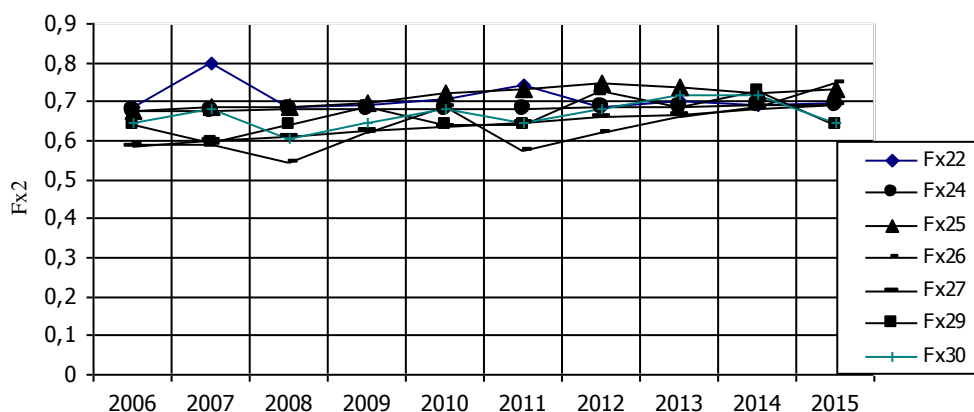


Рис. 2.6. Динаміка значень частинних функцій бажаності показників складової внутрішніх бізнес-процесів збалансованої системи показників діяльності підприємства ПАТ «Турбоатом»

На рис. 2.7 подані обчислені значення частинних функцій бажаності показників клієнтської складової підприємства. Динаміка перетворених значень свідчить про добрий стан даної складової протягом всього періоду дослідження.

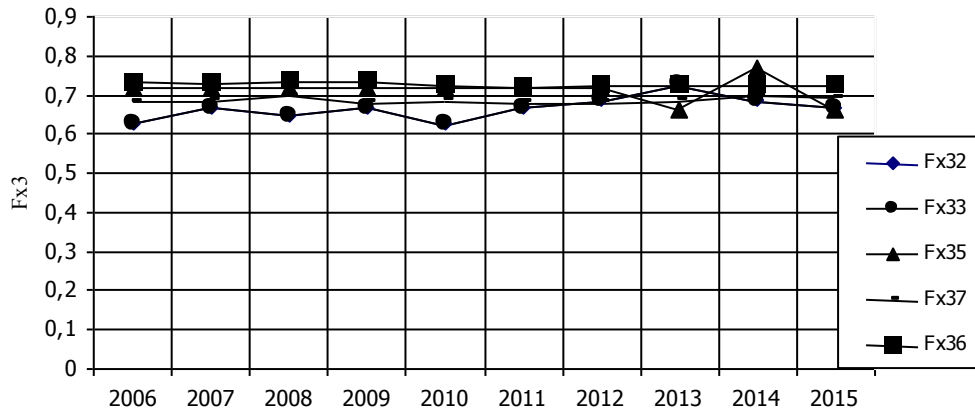


Рис. 2.7. Динаміка значень частинних функцій бажаності показників клієнтської складової діяльності підприємства ПАТ «Турбоатом»

На рис. 2.8 розміщені обчислені значення частинних функцій бажаності показників складової навчання й розвитку персоналу (СНРП) підприємства.

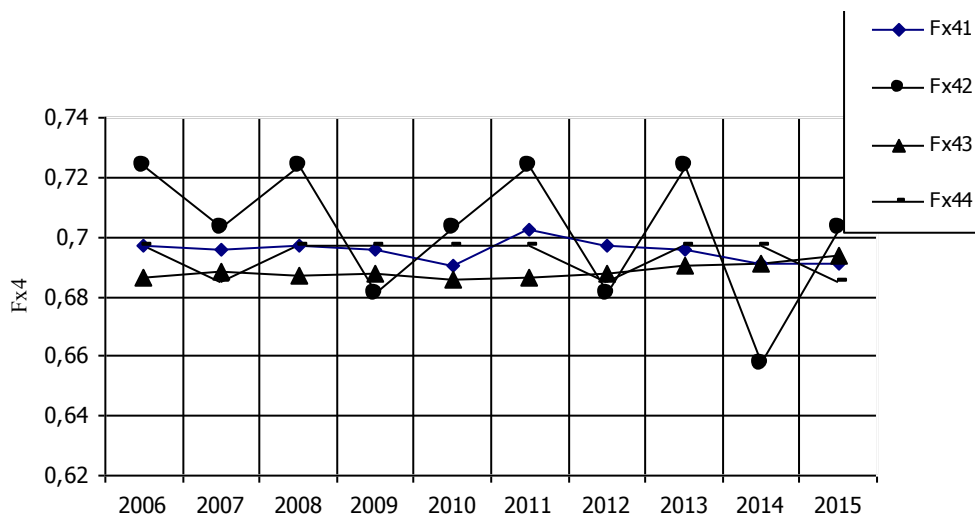


Рис. 2.8. Динаміка значень частинних функцій бажаності складової навчання й розвитку персоналу в діяльності підприємства ПАТ «Турбоатом»

Динаміка перетворених значень свідчить про добрий стан даної складової протягом усього періоду дослідження. Проте спостерігається нестійка зміна

значень показника питомої ваги працівників, які підвищили кваліфікацію у звітному році (x_{42}). Це обумовлюється змістовною суттю цього показника.

Отже, згідно зі шкалою бажаності всі складові збалансованої системи показників мають статистичну узгодженість і задовільний і добрий рівні.

Після вибору шкали бажаності та перетворення значень частинних показників в частинні функції бажаності, вирішують проблему в обчисленні інтегрального показника. Проблема полягає у виборі вигляду узагальненої функції згортки перетворених значень частинних показників в одну величину – інтегральний показник. Згідно з методом Харрінгтона цей показник називають узагальнюючою функцією бажаності. Відсутня одностайна думка серед провідних фахівців з економіко-математичного моделювання щодо вигляду узагальненої функції згортки перетворених значень частинних показників в інтегральний показник.

В економіці найпоширенішими аналітичними методами обчислення інтегральних показників є середні арифметичні. Ґрунтуючись на співвідношеннях окремих видів середніх, маємо, що $\bar{x}_{гар} < \bar{x}_{геом} < \bar{x}_{ариф} < \bar{x}_{квадр} < \bar{x}_{куб}$, де $\bar{x}_{гар}$ –

середня гармонічна (середня гармонічна проста $\bar{x}_{гар} = \frac{n}{\sum \frac{1}{x}}$ і середня гармо-

нічна зважена $\bar{x}_{гар} = \frac{m}{\sum \frac{1}{x}}$, $m = x \cdot f$); $\bar{x}_{геом}$ – середня геометрична (середня гео-

метрична проста $\bar{x}_{геом} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n}$ і середня геометрична зважена $\bar{x}_{геом} =$

$= \sqrt[\sum f]{x_1^{f_1} \cdot x_2^{f_2} \cdot \dots \cdot x_n^{f_n}}$); $\bar{x}_{ариф}$ – середня арифметична (середня арифметична

проста $\bar{x}_{ариф} = \frac{\sum x}{n}$ і середня арифметична зважена $\bar{x}_{ариф} = \frac{\sum x f}{\sum f}$); $\bar{x}_{квадр}$ –

середня квадратична (середня квадратична проста $\bar{x}_{квадр} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}}$ та середня

квадратична зважена $\bar{x}_{квадр} = \sqrt{\frac{\sum x^2 f}{\sum f}}$); $\bar{x}_{куб}$ – середня кубічна (середня кубічна

проста $\bar{x}_{куб} = \sqrt[3]{\frac{\sum x^3}{n}}$ та середня кубічна зважена $\bar{x}_{куб} = \sqrt[3]{\frac{\sum x^3 f}{\sum f}}$).

Слід мати на увазі, що розробляючи інтегральний показник співвідношення між рівнями середніх, треба враховувати вплив кожного окремого показника

на загальний рівень інтегрального показника. Наприклад, у ході обчислення інтегрального показника за середнім геометричним перетворених частинних показників спостерігається ситуація жорсткого врахування нульових значень або значень, близьких до нуля. У добутку це призводить до нульового значення інтегрального показника. У такій ситуації потрібно, щоб узагальнююча функція бажаності була чутлива до малих значень частинних перетворених бажаних значень показників. Узагальнююча функція бажаності, за твердженнями вчених, є кількісним, єдиним, однозначним та універсальним показником якості об'єкта або явища. Значення її зростає з додаванням таких властивостей, як ефективність, адекватність і статистична чутливість. Тоді функцію бажаності можна використовувати в якості критерію оптимізації.

Для вибору методу згортки перетворених значень частинних показників порівняємо обчислені двома способами значення інтегрального показника. На рис. 2.9 графічно показана динаміка інтегральних показників оцінки діяльності підприємства, обчислених двома способами: середнього арифметичного значень частинних функцій бажаності (I_{sa}) і середнього геометричного значень частинних функцій бажаності (I_{sg}).

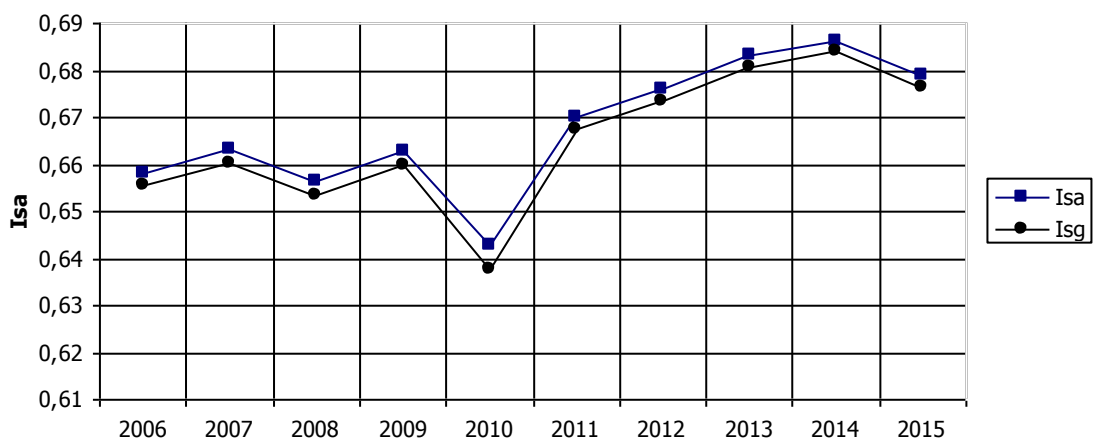


Рис. 2.9. Значення інтегральних показників оцінки діяльності підприємства ПАТ «Турбоатом», обчислених двома способами

Згідно з рис. 2.9 значення інтегрального показника оцінки діяльності підприємства, обчисленого за формулою середнього арифметичного не набагато вищі, ніж значення інтегрального показника, обчисленого за формулою середнього геометричного. Водночас повністю ідентичні тенденції зміни значень показника.

Для формування висновку слід порівняти значення інтегральних показників для оцінки діяльності підприємства, обчислених за двома математичними методами: методом таксономічного показника розвитку та за методом показника якості Харрінгтона. Для порівнянності двох методів у методі таксономічного показника розвитку Плюти за еталон візьмемо оптимальні значення показників, знайдених за допомогою багатокритеріальної оптимізації на основі генетичного алгоритму. На рис. 2.10 надана динаміка інтегрального показника оцінки діяльності на основі показника якості Харрінгтона (за середнім геометричним) (I_{sg}) та динаміка інтегрального показника оцінки діяльності підприємства на основі таксономічного показника розвитку, обчисленого двома способами: з використанням еталона за критерієм $\min \max$ (I_e) та еталона – оптимальних значень показників (I_o).

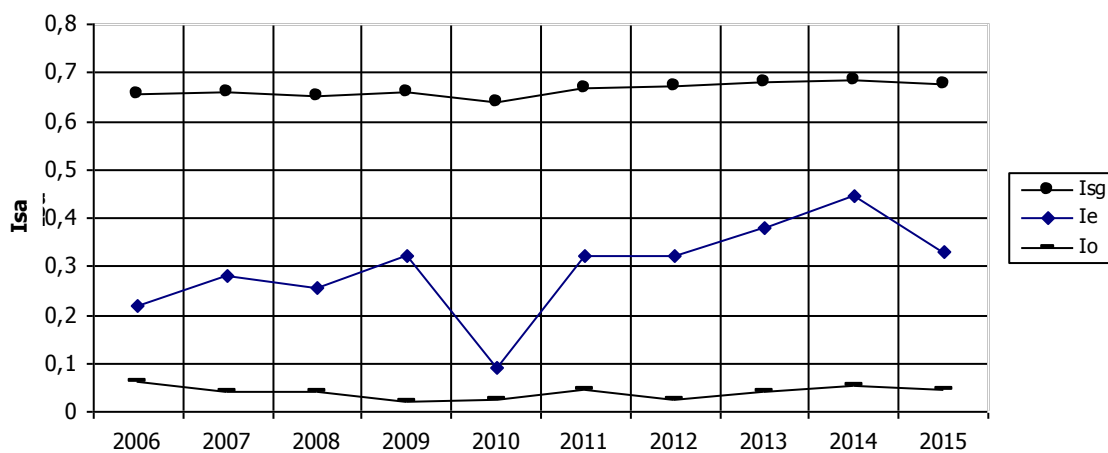


Рис. 2.10 Значення інтегральних показників оцінки діяльності підприємства ПАТ «Турбоатом», обчислених двома методами

Значення інтегрального показника оцінки діяльності підприємства, обчисленого за вдосконаленим методом Харрінгтона, за шкалою Харрінгтона свідчать, що протягом усього періоду дослідження рівень стану діяльності є добрим. Проте діяльність підприємства, оцінка якого ґрунтується на обчисленому за таксономічним показником розвитку інтегральному показнику, не можна вважати позитивним. Отримані суттєво низькі значення інтегрального показника оцінки діяльності підприємства, обчисленого методом таксономічного показника розвитку, де в якості еталону взяті відшукані оптимальні значення у збалансованій системі показників оцінки діяльності підприємства. Інтегральний показник можна

обчислити за методом В. Плюти з використанням в якості еталону оптимальних значень частинних показників. Виходячи з реальних можливостей підприємства, він може свідчити про надзвичайно низький стан діяльності підприємства.

Згідно з обчисленим на основі таксономічного показника розвитку, інтегральним показником діяльності підприємства, підприємство працювало протягом періоду дослідження дуже погано, погано та задовільно.

Перетворення за частинними функціями бажаності було формалізовано; процес здійснений з використанням оптимальних значень частинних показників нормування показників без прив'язки до проміжних перетворень значень частинних показників. Тому можна сказати, що така оцінка діяльності підприємства на основі інтегрального показника якості є обґрунтованою та об'єктивною.

Зміст методичного забезпечення на основі обчислення удосконаленого показника якості з використанням шкали Харрінгтона з метою розроблення інтегрального показника оцінки діяльності підприємства розглянуто в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Методичне забезпечення розроблення інтегрального показника оцінки діяльності підприємства на основі удосконаленого показника якості з використанням шкали Харрінгтона

Завдання окремого етапу розроблення інтегрального показника	Метод чи спосіб вирішення завдання	Очікувані результати
1	2	3
1. Концептуалізація змістовної сутності діяльності підприємства та виокремлення її особливостей		
Аналіз зовнішнього середовища та впливу його факторів на загальний стан діяльності підприємства	Методи аналізу та синтезу; статистичний аналіз	Конкретизовані фактори зовнішнього середовища, що впливають на діяльність підприємства
Загальний аналіз внутрішніх бізнес-процесів на підприємстві	Методи багатовимірного статистичного аналізу, які виявляють внутрішні взаємозв'язки та причинно-наслідкові зв'язки	Конкретизовані внутрішні фактори, які впливають на діяльність підприємства
2. Визначення видів діяльності підприємства та виокремлення їхніх особливостей		
Структуризація діяльності підприємства	Методи аналізу та синтезу; економічний та стратегічний аналіз	Конкретизація складових діяльності підприємства, які є видами діяльності

1	2	3
3. Систематизація показників діяльності підприємства		
Обґрунтувати та сформулювати систему показників діяльності підприємства для її оцінки	Збалансована система показників	Система частинних показників оцінки діяльності підприємства з урахуванням відповідних видів діяльності, які наявні на підприємстві
4. Формування ознакового простору діяльності підприємства		
Визначити найвпливовіші показники оцінки діяльності, встановити їх рейтинг	Методи багатовимірного статистичного аналізу: факторний аналіз, канонічний аналіз, інструменти описової статистики	Набір ключових, найвпливовіших показників, критеріїв
5. Визначення оптимальних значень показників діяльності підприємства		
Розв'язання багатокритеріальної оптимізаційної задачі оцінки діяльності підприємства	Багатокритеріальна оптимізація з використанням генетичного алгоритму	Оптимальні значення показників оцінки діяльності
6. Розроблення частинних функцій бажаності		
Перетворення значень частинних показників оцінки діяльності	Функція перетворення Харрінгтона, нормування значень показників з використанням оптимальних значень	Значення частинних функцій бажаності
7. Вибір способу згортки частинних функцій бажаності в узагальнюючу функцію бажаності		
Обґрунтування способу згортки частинних функцій бажаності в узагальнюючу функцію бажаності	Методи обчислення середніх, статистичні методи із використанням відстані до еталону	Узагальнююча функція бажаності, що є інтегральним показником оцінки діяльності
8. Ідентифікація стану діяльності підприємства		
Визначення рівня діяльності підприємства за значенням інтегрального показника	Шкала бажаності Харрінгтона	Рівень діяльності підприємства
9. Використання інтегрального показника для розроблення управлінського рішення щодо ефективного функціонування та розвитку діяльності підприємства		
9.1. Визначення альтернативних шляхів ефективного функціонування та розвитку діяльності підприємства	Економічний аналіз, стратегічний аналіз	Портфель альтернативних шляхів ефективного функціонування та розвитку діяльності підприємства
9.2. Розроблення заходів з упровадження управлінських рішень щодо ефективного функціонування та розвитку діяльності		

Отже, від науково обґрунтованого інтегрального показника залежить об'єктивність оцінки діяльності підприємства. Це дозволяє визначити рівень діяльності й ідентифікувати її стан, установити альтернативні шляхи ефективного функціонування та розвитку цієї діяльності на конкретному підприємстві. Для розроблення інтегрального показника оцінки діяльності за наукове підґрунтя рекомендуються брати шкалу Харрінгтона та функцію Харрінгтона. Нормування значень показників слід здійснювати на основі використання оптимальних значень показників.

2.3. Вирішення проблем багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства на основі методів багатокритеріальної оптимізації

На основі врахування багатьох критеріїв діяльності можливе виконання умов комплексності, повномасштабності та системності оцінки діяльності підприємства. За допомогою ієрархічної системи показників здійснюється опис діяльності. Ця система є визначальною описовою ознакою діяльності підприємства як об'єкта моделювання, тому назриває проблема встановлення критеріїв оцінки. На думку відомого українського математика А. Вороніна, варто враховувати ієрархічність системи критеріїв у реальних практичних багатокритеріальних задачах [81]. Критеріями учений називає властивості, для яких існують об'єктивні числові характеристики. Також критеріями вважають кількісні показники властивостей об'єкта, числові значення яких є вимірниками якості об'єкта оцінки відносно зазначеної властивості. Кінцевим підсумком ієрархічної декомпозиції є отримання набору критеріїв. Зрозуміло, що за ієрархічною системою можна сформулювати будь-яку багатокритеріальну задачу, на нижньому рівні якої за допомогою векторів критеріїв здійснюється оцінка об'єкта за окремими властивостями, а на верхньому – визначається його оцінка в цілому за допомогою механізму композиції.

На нашу думку, існування ключових характеристик діяльності підприємства зумовлює їх розгляд як основних видів критеріїв оцінки діяльності. Змістовність і величина критеріїв є умовою адекватності, об'єктивності, достовірності оцінки діяльності підприємства. Від змістовної сутності, переліку, структури критеріїв, їх співвідношення між собою та обчислювального алгоритму отримання величини виділяють різні методи оцінки діяльності підприємства в економіці.

Від урахування багатокритеріальності діяльності залежить об'єктивність оцінки діяльності. З цього випливає, що величина оцінки базується на математичному методі її отримання. Проаналізувавши існуючі аналітичні та математичні методи згортки системи критеріїв в одну величину, і можна сказати, що однією з основних проблем є вибір еталонних значень показників, щодо яких здійснюється порівняння та розробляється шкала величини оцінки.

Якщо у формуванні еталону значень показників враховуватимуться оптимальні їх значення, які виходячи з наявних можливостей підприємства та їх реалізації, відображають реально можливі досягнення рівня діяльності, то оцінка діяльності буде об'єктивною.

Спеціалісти з проблем математичного програмування, математичних методів Н. І. Холод, Л. В. Кузнецов, Я. Н. Жихар вважають, що серед багатокритеріальних задач необхідно виділити їх чотири типи:

1) задачі оптимізації на множині цілей, кожна з яких повинна бути врахована у виборі оптимального розв'язку. Задачі складання плану роботи підприємства, де критеріями є економічні показники належать до цього типу;

2) задачі оптимізації на множині об'єктів, якість функціонування кожного з яких оцінюється окремими критеріями. Це задача розподілу дефіцитного ресурсу між підприємствами. У цьому процесі ступінь задовільнення потреб підприємств у ресурсах або отримання максимуму прибутку є критерієм оптимальності;

3) задача оптимізації на множині умов функціонування, в яких відповідно до кожної якості функціонування оцінюється деяким частинним критерієм;

4) задачі оптимізації на множині етапів функціонування, де загальна якість оцінюється загальним векторним критерієм, а якість управління на кожному з них – частинним критерієм. Наприклад, задача розподілу квартального плану цеху за декадами із критерієм максимізації завантаження в кожній декаді кварталу [69].

Як відомо, порівняння рішень за перевагами в багатокритеріальній задачі оптимізації здійснюється не безпосередньо, а за допомогою заданих на множині X числових функцій f_1, f_2, \dots, f_k . Їх називають критеріями, вони утворюють векторний критерій $f = (f_1, f_2, \dots, f_k)$. У загальному випадку задача векторної оптимізації [8, с. 31–33] виглядає таким чином: знайти максимум ефективності діяльності підприємства, яка оцінюється частинними критеріями, що записуються у вигляді цільових функцій $f_j(X)$ ($j = \overline{1, k}$). У вигляді векторної цільової функції можна подати множину критеріїв: $F(X) = \{f_1(X), \dots, f_k(X)\}$,

де $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ ($i = \overline{1, n}$) – вектор змінних, зазвичай $X \geq 0$. Функціональний взаємозв'язок між змінними встановлюється співвідношеннями, на які накладаються обмеження: $g_i(X) \leq b_i$ ($i = \overline{1, m}$). Багатокритеріальна оптимізаційна задача (БОЗ) записується як векторна задача математичного програмування:

$$F(X) = \{f_1(X), \dots, f_k(X)\} \quad (max),$$

$$g_i(X) \leq b_i \quad (i = \overline{1, m}) \quad X \geq 0.$$

Ураховуючи природну суперечність критеріїв оптимальності (тобто неможливість забезпечення оптимального значення за всіма критеріями одночасно) потрібно визначити оптимально компромісні плани на деякому інтервалі. Такі плани мають певну властивість – жоден розв'язок за жодним критерієм не може бути покращений без погіршення інших критеріїв. Розглядається випадок, коли у векторній задачі математичного програмування точки оптимуму X_j^* ($j = \overline{1, k}$), що отримані розв'язанням задачі за кожним критерієм, $f_j(X)$ не співпадають. Тому розв'язок отримується як результат компромісного розв'язання. Це є особливістю задач векторної оптимізації – наявність в області допустимих значень області компромісів, в якій неможливо одночасно покращити всі критерії. Плани, що належать до області компромісів, за Парето називають ефективними, або оптимальними [35].

Тепер розглянемо поняття оптимального, або ефективного, плану. План X^0 не гірший за план X' , якщо $f_j(X^0) \geq f_j(X')$. Якщо серед цих нерівностей хоча б одна строга, то план X^0 краще або має перевагу порівняно з X' . Тобто з переходом від X^0 до X' значення жодного критерію не погіршало і хоча б одного критерію покращало. План X^0 оптимальний за Парето (ефективний), якщо він допустимий і не існує іншого плану X' , для якого $f_j(X^0) \geq f_j(X')$, і хоча б для одного критерію виконується строга нерівність.

Множина поточних планів є наслідком взаємно замінних скалярних критеріїв, які дозволяють за рахунок зменшення одних компонентів збільшити інші. У таких умовах кожний подібний план створює можливості для оптимізаційної ефективності діяльності підприємства.

Шляхом розроблення методів розв'язання векторних задач вирішують ряд особливих проблем. Такими є проблеми: вибору принципу оптимальності, нормалізації, обчислення оптимуму, врахування пріоритету критеріїв.

З визначенням властивостей оптимального розв'язку та з вирішенням питання переваги оптимального розв'язку порівняно з іншими пов'язують проблему вибору принципу оптимальності. Оскільки проблема нормалізації зумовлена різними одиницями та масштабами вимірювання показників чи складових загального критерію, вона може бути вирішена тим методом, за допомогою якого побудована. У випадку різної важливості частинних критеріїв виникає проблема врахування їх пріоритету. Вирішення цієї проблеми можливе різними способами: евристичним шляхом або з використанням математичних методів.

Ефективні розв'язки в загальному випадку не еквівалентні один одному, тому серед двох оптимальних за Парето розв'язків жоден не набуває переваги. Звідси маємо проблему додаткового вивчення ефективних розв'язків. Саме таким чином формулюється деякий критерій, який оптимізується на множині ефективних розв'язків. Але постає інша проблема: оскільки область компромісів, як правило, не є опуклою, виникає задача неопуклого програмування.

Під розв'язком задачі у багатокритеріальних методах розуміють єдину точку ефективної за Парето множини. Для особи, яка приймає рішення (ОПР), це має перевагу, хоча існує небагато розв'язків, які задовольняють умови ефективності. Багатокритеріальні задачі можна класифікувати за такими ознаками: за числом критеріїв, за варіантами оптимізації, за співвідношеннями між критеріями, за рівнем структуризації, за наявністю фактора невизначеності, за типами критеріїв [69; 70].

Отже, початковими етапами багатокритеріальної оптимізації є: визначення системи критеріїв, установлення співвідношення між критеріями на суперечливість чи узгодженість їх дії в одному напрямі, пошук взаємозв'язків між критеріями, оцінка впливу на критерії частинних показників і на основі цього та за рахунок зміни значень показників – покращення тих чи інших критеріїв.

Прийнято вважати, що найбільш вагомою із класифікаційних ознак методів багатокритеріальної оптимізації є ознака за функціями особи, яка приймає рішення, а саме [86]:

- 1) апостеріорні методи;
- 2) методи пошуку оптимального розв'язку без участі ОПР;
- 3) інтерактивні методи;
- 4) апріорні методи.

У першій групі методів вирішальне правило або безпосередній критерій будується на основі деякої аксіоматики без участі ОПР. Тут задача полягає в пошуках деякого компромісного розв'язку (зазвичай у «центральної частині»

фронту Парето). До цієї групи методів належать метод нейтрального компромісного розв'язку та методи глобального критерію. Відмінністю апостеріорних методів є уточнення розв'язку багатокритеріальних оптимізаційних задач ОПР на основі власних переваг після того, як отримана певна множина недомінуючих розв'язків. Ці методи базуються на апроксимації фронту Парето та передбачають використання еволюційних алгоритмів. Великі обчислювальні затрати є загальним недоліком зазначених методів.

У методах, що утворюють групу апріорних методів, розв'язання БОЗ ОПР вносить свої корективи до початку реалізації обчислювальної процедури, яка найчастіше спрямована на зведення багатокритеріальної задачі до однокритеріальної. Сюди відносять метод обмежень, методи скалярної згортки, лексикографічне упорядкування та методи цільового програмування. Загальну цільову функцію подають у вигляді:

- 1) $F(X) = \sum_{j=1}^k f_j(x)$;
- 2) $F(X) = \min_j f_j(x)$;
- 3) $F(X) = \prod_j f_j(x), f_j(x) > 0$;
- 4) $F(X) = -\rho(f_j(x), f(x^*))$,

де $\rho(f_i(x), f_j(x))$ – відстань між критеріальними точками;

$f(x^*)$ – ідеальна точка.

Загальний вигляд загальної цільової функції використовується для частинних критеріїв, приведених до однієї вимірності.

Часто у ході розв'язання багатокритеріальних оптимізаційних задач доводиться вирішувати пов'язані з нормалізацією проблеми. До обчислення безрозмірних величин частинних критеріїв відомі такі підходи:

$$1) \overline{f_j(X)} = \frac{f_j(X)}{f_j^*} \text{ або } \overline{f_j(X)} = \frac{f_j^* - f_j(X)}{f_j^*}, \text{ де } f_j^* \text{ – оптимальне значення}$$

критеріїв;

$$2) \overline{f_j(X)} = \frac{f_j(X) - f_j^{\min}}{f_j^* - f_j^{\min}}, \text{ де } f_j^{\min} \text{ – мінімальне прийнятне значення}$$

j - критерію.

Загальним обчислювальним алгоритмом цих методів є логіка обчислювальних етапів.

Етап I – знаходиться ідеальна точка $y^* = f(x^*)$ та здійснюється вибір вагових коефіцієнтів α_i (деяке додатне число, що характеризує відносну важливість критеріїв; тут $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1, \alpha_i \geq 0, i = \overline{1, k}$).

Етап II – розв'язується задача $F = \sum_{i=1}^m \alpha_i f_i(x) \rightarrow \max$. У згортці частинні критерії можуть бути нормованими.

Етап III – знайдений розв'язок $f(x^k)$ порівнюється з $y^* = f(x^*)$ або з точками, знайденими на попередніх ітераціях. Процедура обчислення вважається завершеною, якщо цей розв'язок задовольняє ОПР. У протилежному випадку ОПР назначає нові вагові коефіцієнти. Обчислювальний алгоритм триватиме, доки ОПР не буде влаштовувати розв'язок. Отриманий розв'язок є оптимальним за Парето.

Малим приростам коефіцієнтів відповідають великі прирости функції, що є суттєвим недоліком; саме тому розв'язок задачі не стійкий. Також недоліком є необхідність обґрунтування вагових коефіцієнтів.

Для згортки векторного критерію А. Г. Гранберг рекомендує «підсилену» форму, а саме: $F = \prod_{i=1}^m f_i(x)$, де частинні критерії мають однакову значущість і важливість. Якщо частинні критерії мають різну важливість, рекомендується використовувати наступну $F = \prod_{i=1}^m f_i^{\lambda_i}(x)$ [17, с. 59–65].

До методів, які використовують обмеження за критеріями, відносять: метод послідовного застосування критеріїв (метод послідовних поступок, метод обмежень); метод головного або провідного критерію.

Змістовність методу головного критерію полягає в тому, що вихідна багато-критеріальна задача зводиться до задачі оптимізації за одним критерієм $f_1(x)$. Такий критерій обирається основним за єдиною умовою, що значення всієї решти (другорядних) критеріїв повинні бути не менше деяких установлених величин. Тобто маємо задачу: $f_1(x) \rightarrow \max, x \in X, f_i(x) \geq t_i, i = \overline{1, m}, i \neq 1$. Будь-який розв'язок x^0 цієї задачі вважається оптимальним.

У методі провідного критерію всі цільові функції, крім однієї, складають обмеження. Якщо $\gamma = (\gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_{k-1})$ – вектор, компоненти якого є нижніми межами відповідних критеріїв, багатокритеріальна задача має вигляд:

$$\begin{aligned} F &= f_1 \text{ (max)}, \\ f_k &\geq \gamma_k \quad (j = \overline{2, k}), \\ q_i(X) &\leq b_i \quad (i = \overline{1, m}), \\ X &\geq 0. \end{aligned}$$

Але тут отриманий розв'язок може бути неефективним, тому необхідно перевіряти його належність до області компромісів. Поточний метод рекомендують застосовувати для розв'язування задач мінімізації повних витрат за умови виконання плану з виробництва різних видів продукції, максимізації випуску комплектних наборів та за умови обмеження на споживання ресурсів.

Метод послідовних поступок має такий алгоритм обчислень:

- 1) за порядком зменшення важливості критерії нумеруються;
- 2) визначається значення f_1^* , і для нього встановлюється величина поступки Δ ;
- 3) розв'язується задача за критерієм f_2 з додатковим обмеженням $f_1(X) \geq f_1^* - \Delta$. Потім етапи 2 і 3 повторюються для критеріїв f_2, \dots, f_k . Проте слід перевіряти отриманий розв'язок на належність до області компромісів.

Прийнято вважати, що метод поступок за нульовими поступками збігається з лексографічним методом розв'язування БОЗ. Критерії строго упорядковані за важливістю у задачах лексикографічного програмування. Для порівняння пари розв'язків насамперед використовується критерій f_1 ; вважається кращим той розв'язок, для якого значення цього критерію більше. У тому випадку, якщо значення першого критерію для обох розв'язків однакові, то використовується критерій f_2 . Перевага віддається тому розв'язку, для якого значення f_2 більше. У випадку, коли і другий критерій не дозволяє визначити кращий розв'язок, залучається f_3 і так далі аж до f_k . Шляхом поетапного розв'язування задачі мінімізації відхилень критеріїв від цільових значень здійснюється врахування інформації про важливість критеріїв. Часто в лексикографічному програмуванні $\tilde{F} = F^*$, $p = 1$. Точка \tilde{F} зазвичай не належить до області допустимих значень; саме тому її інколи називають ідеальною або утопічною точкою. В деяких методах цільового програмування іноді допускається

задання ідеальної множини. Цей метод має свої недоліки: навіть незначні зміни параметрів задачі можуть призвести до вагомих змін розв'язку, а також необхідність визначення поступок за відсутності інформації про наслідки цих кроків. Перевагою поточного методу є концепція обмежень, які накладаються на значення критеріїв. Оскільки ОПР має визначити переваги того чи іншого частинного критерію, такі методи називаються неструктурованими.

Метод цільового програмування передбачає наближення значення кожного критерію до визначеної величини $\tilde{f}_k(x)$, тобто досягнення встановленої цілі. Задача цільового програмування у загальному вигляді формулюється як задача мінімізації сум відхилень цільових функцій від цільових значень з нормованими вагами:

$$d(F(X), \tilde{F}) = \left(\sum_{i=1}^k \alpha_i |f_i(X) - \tilde{f}_i|^p \right)^{\frac{1}{p}} (\min),$$

де $\tilde{F} = (\tilde{f}_1, \dots, \tilde{f}_k)$ – вектор цільових значень;

$A = (\alpha_1, \dots, \alpha_k)$ – вектор ваги, коли $\sum_{i=1}^k \alpha_i = 1, \alpha_i \geq 0, i = \overline{1, k}$;

$d(\cdot)$ – відстань (міра відхилення) між $F(X)$ і \tilde{F} .

Значення $p \in [1; \infty)$. У багатьох випадках, зокрема в лінійному програмуванні, застосуванням цільового програмування вважають $p = 1$.

Методи з цільовими точками призначені для загального випадку множини X і вектор-функції f ; вони базуються на мінімізації деякої відстані від точок множини $Y = f(X)$ до цільових множин $F = \hat{y} + R_+^m$. Метод із цільовими точками реалізується в такій послідовності кроків. На початку в якості цільової точки вибирається ідеальна точка \hat{y}^l . На наступному кроці визначається точка \hat{x}^l , яка є розв'язанням задачі $\min_{x \in X} \rho(f(x), F^l)$, де $F^l = \hat{y}^l + R_+^m$. ОПР порівнює $f(\hat{x}^l), \hat{y}^l$ з y^* і призначає нову цільову точку \hat{y}^{l+1} . Якщо ОПР не задовольняє отримане значення i -ї координати вектора $f(\hat{x}^l)$, то для призначення цільової точки він має збільшити значення відповідної координати \hat{y}^{l+1} . У методі за-

стосовується відстань $\rho_\alpha(y, y^*) = \sum_{i=1}^k \alpha_i \frac{y_i^* - y_i}{y_i^* - y_i^{\min}}$, де значення y_i^{\min} можуть бути

обрані різними способами (наприклад, $y_i^{\min} = \min_{y \in Y} y_i$) або призначені ОПР. Цей метод, не зважаючи на його строгі аналітичні процедури, також евристичний.

У методах, які ґрунтуються на пошуку компромісного розв'язку, застосовується принцип гарантованого результату. Така багатокритеріальна оптимізаційна задача має вигляд: $\max_X \min_j F(X) = (f_1, \dots, f_k)$.

Існує безліч модифікацій поточного методу. Так, у роботі [7] запропонована досить оригінальна його модифікація. Нехай $\lambda_j(X)$ – величина нормованого критерію $\lambda_j(X) = \frac{f_j(X)}{f_j^*}$, ($j = \overline{1, k}$).

Цільова функція має вигляд $\lambda^0(X) = \max_X \min_j \lambda_j(X)$.

Якщо $\lambda = \min_j \lambda_j(X)$, то $\lambda - \lambda_j(X) \leq 0$ і задача матиме вигляд:

$$\begin{aligned} \lambda^0 &= \lambda \quad (\max), \\ \lambda - \lambda_j(X) &\leq 0 \quad (j = \overline{1, k}), \\ q_i(X) &\leq b_i, \quad (i = \overline{1, m}), \\ X &\geq 0. \end{aligned}$$

Отримане розв'язання є ефективним. Значення цільової функції $0 \leq \lambda^0 \leq 1$, проте чим менше λ^0 , тим між критеріями більша суперечність.

Вважається, що доцільно використовувати цей метод, якщо в критеріях задані пріоритети на багатовекторні задачі. У випадку розв'язування задач із неоднорідними критеріями стандартизація критеріїв здійснюється за формулою:

$$\lambda_j(X) = \frac{f_j(X) - f_j^o}{f_j^* - f_j^o}, \quad (j = \overline{1, k}),$$

де f_j^o – найгірше значення, яке приймає цільова функція в області допустимих значень.

За методом рівних найменших відносних відхилень обчислюється відносне відхилення критерію f_j :

$$\rho_j = \left| \frac{f_j^* - f_j(X)}{f_j^*} \right|, \quad (j = \overline{1, k}).$$

Цільова функція матиме вигляд: $\rho = \rho_j (min)$.

Водночас до системи обмежень слід додати $j-1$ рівність, тобто умову рівності відхилень:

$$\left| \frac{f_1^* - f_1(X)}{f_1^*} \right| = \left| \frac{f_j^* - f_j(X)}{f_j^*} \right|, \quad (j = \overline{2, k}).$$

Розв'язок може бути неефективним, тому заздалегідь потрібно виділити область компромісів.

У розглядуваній групі методів використовується інформація про переваги ОНР, що відображається в загальному критерії, який часто реалізується на основі концепції функції корисності у вигляді: $F(X) = (x^* \in X / U(f(x^*))) = \max_{x \in X} U(f(x))$.

Ці методи мають найкраще теоретичне підґрунтя та базуються на побудові функції корисності $U(f(x))$, яка відображає позитивні аспекти ОНР. Слід пам'ятати важливу особливість функції корисності при її побудові: якщо $U(y)$ – функція корисності на Y , яка відображає перевагу деякої ОНР, $\varphi(t)$ – строго зростаюча функція на R^1 , то функція $\tilde{U}(y) = \varphi(U(y))$ також є функцією корисності, яка відображає перевагу цієї ОНР. Іншими словами: якщо для бінарного відношення переваги цієї ОНР існує хоча б одна функція корисності, то їх існує нескінченно багато. Але це не є проблемою, оскільки інтерес становить не сама функція корисності, а поверхня байдужості, яка нею визначається. Тобто розв'язання рівняння $U(y) = const$, яке не змінюються у разі такого перетворення функції корисності.

У безлічі економічних багатокритеріальних оптимізаційних задачах застосовують лінійні функції корисності вигляду $F = \sum_{i=1}^m \alpha_i f_i(x)$, де α_i – деяке додатне число, що характеризує відносну важливість критеріїв, причому $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1, \alpha_i \geq 0, i = \overline{1, k}$. Такий вигляд функції корисності, не зважаючи на достатньо простий її вигляд, має істотний недолік. Функції частинних критеріїв є увігнутими, і великими значеннями вагових коефіцієнтів можна компенсуватися малі значення одного частинного критерію, що не завжди є правильним.

До поточної групи методів розв'язування БОЗ належить також метод аналізу ієрархій, який базується на лінійній згортці критеріїв. Запропонований Т. Сааті, цей метод спирається на модифікацію процедури призначення вагових

коефіцієнтів. Отже, спочатку необхідно визначити показники відносної важливості критеріїв a_{ij} , $i = \overline{1, k}$, $j = \overline{1, k}$, величина яких вимірюється за шкалою $(1, 2, \dots, 9)$. Проте метод містить недоліки не лише лінійної згортки, але і свої власні – введення додаткового неефективного критерію може призвести до зміни вагових коефіцієнтів, що в подальшому викличе зміни у розв'язку задачі. Разом з тим варто зазначити, що цей тип БОЗ широко застосовується у розв'язанні задач із прийняття управлінських рішень.

Серед методів розв'язування БОЗ виділяється метод ELECTRE. Він був запропонований відомим французьким вченим Б. Руа. Цей метод є одним із перших методів, які утворили окремий напрям у групі методів підтримки вибору із скінченного числа альтернатив за кількома критеріями. Замість функції корисності у методі ELECTRE будується правило у вигляді бінарного відношення, яке дає можливість виділити підмножину альтернатив із вихідної сукупності. Альтернативи задані значеннями своїх показників (критеріїв вибору), які можна отримати різними способами, у тому числі і за допомогою математичного моделювання. У якості критеріїв можуть бути як кількісні, так і якісні показники, що є суттєвою перевагою цього методу. Проте необхідність обґрунтування ОПР вагових коефіцієнтів для частинних критеріїв, визначення ціни переходу із класу в клас з метою побудови індексів узгодженості та необхідність вибору й обґрунтування чисел p і q для побудови бінарного відношення є суттєвими його недоліками.

Ітеративні методи розв'язання БОЗ мають безумовну перевагу завдяки організації їх обчислювального алгоритму в діалоговому режимі та постійному контролю параметрів обчислення ОПР. Зокрема це стосується до процедури визначення вагових коефіцієнтів загального критерію, який дозволяє згортати частинні критерії в пошуку оптимального розв'язку БОЗ. Іноді цю групу методів називають методами інтерактивного програмування. ОПР на етапах розв'язування задачі може активно брати участь у процедурах розв'язування; зокрема може змінити або ввести задані раніше вагові коефіцієнти чи поступки за критеріями, визначити напрямок оптимізації. Отримана інформація може стати базою для постановки нової задачі чи отримання проміжного результату. До тих пір, доки ОПР не бути задоволений розв'язком, може продовжуватись такий інтерактивний процес розв'язування задачі. Перевагою методу, є те, що в процесі розв'язування задачі ОПР використовує свій досвід і знання.

До структурованих методів відносять методи: Зайонца – Валеніуса, Джоффіона – Дайєра – Файнберга, Штойєра – Чу Штойєра (для нелінійних задач).

Характерною рисою структурованих методів є використання: вагових коефіцієнтів; градієнтів; обмежень; цільових точок.

Визначення уподобань ОПР у методі Зайонца – Валеніуса спрямоване на зменшення невизначеності у встановленні значень вагових коефіцієнтів. У цьому методі розглядається лінійна БОЗ $y \rightarrow \max, y = Cx, X = (x \in \mathbb{R}^n \mid Ax \leq b)$. Передбачається, що функція корисності також лінійна $U(y) = \sum_{i=1}^k \lambda_i y_i, \sum_{i=1}^k \lambda_i = 1, \lambda_i \geq 0, i = \overline{1, k}$.

Прийнято вважати, що перед черговою ітерацією відомий конус, якому належить вектор ваги λ . Задача ітерації полягає в тому, щоб звужити цей конус. Для звуження конуса використовують результати порівняння точок у просторі критеріїв. Якщо всі сусідні вершини множини X виявились гірші, ніж \tilde{x}_i , то з огляду на те, що задача лінійна, знайдена оптимальна вершина. Недоліком методу є багатократне порівняння двох багатовимірних альтернатив.

Метод Джоффраона – Дайєра – Файнберга (GDF) базується на ідеях відомого методу Френка – Вулфа розв’язування опуклих задач оптимізації, який має вагому перевагу над іншими – швидку збіжність. Варто враховувати, що функції $f_i(x), (i = \overline{1, k})$ увігнуті та диференційовані й ОПР має свої вподобання у вигляді увігнутої диференційованої функції корисності $U(y)$. Проблема полягає в тому, щоб знайти максимум $\max_{x \in X} U(f(x))$, де функція $U(y)$ невідома ОПР. У методі Джоффраона – Дайєра – Файнберга для розв’язання такої задачі пропонується застосувати ітеративну процедуру, яка базується на методі Френка – Вулфа та дає можливість не будувати функцію корисності на всьому просторі. Якщо x_i – поточна точка, необхідно знайти апроксимацію $gradU(f(x))|_{x=x_i}$,

враховуючи, що має місце $\frac{\partial U}{\partial x_j} = \sum_{i=1}^k \frac{\partial U}{\partial y_i} \frac{\partial f_i}{\partial x_j}$. Похідні $\frac{\partial f_i}{\partial x_j}$ можна знайти, оскільки

функції $f_i(x), (i = \overline{1, k})$ задані, а похідні $\frac{\partial U}{\partial y_i}$ знаходять, використовуючи проце-

дуру апроксимації поверхні байдужості функції корисності в точці $y_i = f(x_i)$ критеріального простору. ОПР у розглядуваному методі буде градієнт функції корисності та вказує максимум функції корисності на відрізок. З’являється ускладнення, якщо кількість критеріїв більше двох. Варто сказати, що складною є і процедура побудови градієнта функції корисності, яка передбачає багатократне попарне порівняння критеріальних поступок. Усе зазначене ускладнює застосування методу для розв’язування реальних економічних задач.

Метод Штойера – Чу застосовується для розв’язування нелінійних задач із реалізацією ідей метода Штойера. Пропонується використовувати в нелінійній задачі чебишевські згортки, які зв’язані з ідеальною точкою. Відмінність обох методів полягає в тому, що замість лінійної функції з вагами використовується функція Чебишева $\rho_\lambda(y, y^*) = \max_{i=1, \dots, m} (\lambda_i |y_i^* - y_i|)$. Водночас усі складності метода Штойера зберігаються і додаються нові, пов’язані з нелінійністю задачі.

У методі Штойера лінійність функції корисності не обов’язкова. Лінійна згортка застосовується тільки для апроксимації уподобань. У методі перед початком $(l+1)$ -ї ітерації відомі величини p_i^l, q_i^l , де $\lambda_i \in [p_i^l, q_i^l], i = \overline{1, m}$. На самій ітерації генерується велика кількість (порядку $N = 50m$) наборів ваги $\lambda^s = (\lambda_1^s, \dots, \lambda_m^s), s = \overline{1, N}$ рівномірно розподілених на $[p^l, q^l]$, де $p^l = (p_1^l, \dots, p_m^l), q^l = (q_1^l, \dots, q_m^l)$. Точки нормуються $\sum_{i=1}^m \lambda_i^s = 1, s = \overline{1, N}$. Далі фільтрація точок виконується так, щоб залишилось точок $S = 3m$, які добре представляють множину $[p^l, q^l]$. Розв’язуються задачі $\max_{x \in X} (\tilde{\lambda}^s, Cx)$ для всіх $\tilde{\lambda}^s, s = \overline{1, S}$. У результаті визначаються відповідні точки максимуму $\tilde{x}^{(l, s)}$. Розглядаються вектори $f(x^{(l, s)}), s = \overline{1, S}$ і відповідний вектор $\tilde{\lambda}^s$, який позначається як λ^{l+1} . Будується новий паралелепіпед $[p^{l+1}, q^{l+1}]$, де $p^{l+1} = \lambda^{l+1} - \frac{r^l}{2}, q^{l+1} = \lambda^{l+1} + \frac{r^l}{2}$, причому $r \in (0, 1)$ – число, яке характеризує швидкість стиснення (як правило, воно задається раніше). Недоліком цього методу є те, що стиснення паралелепіпеда відбувається зі швидкістю, яка не залежить від ОПР. Тому цей метод може не дати найбільш бажаного розв’язку (за дуже швидкого стиснення він може бути відсіченим). Оскільки ОПР потрібно вибирати з $3m$ багатокритеріальних альтернатив, метод вважається складним.

До перших ітеративних методів розв’язання БОЗ належить метод STEM, який у сучасних умовах має безліч модифікацій. Основна ідея методу – ставити перед ОПР прості запитання відносно його вподобань. Відповіді використовуються для змінення обмежень на значення частинних критеріїв типу $f_j(x) \geq g_j, j = \overline{1, m}$, а також розширення переліку частинних критеріїв, для яких досягнуто задовільне значення. Змінення обмежень, на відміну від методу поступок, тут відбувається в зручнішій формі. Передбачається, що виконано технічне обмеження на ідеальну точку $y^* > 0$. Спочатку присвоюється $g_j^0 = -G$,

де G – велике число. У результаті l -ї операції алгоритму обчислення повинні бути визначені g_j^l – критеріальні обмеження, які використовуються на $l+1$ ітерації. Далі розв’язують m задач оптимізації $\max_{x \in X} (f_i(x)/f_j(x) \geq g_j^l), i = \overline{1, m}$ та знаходять відповідні точки максимуму. На основі цієї інформації і обчислюються вагові коефіцієнти $\alpha_i^l > 0$ і визначають x^l – розв’язок задачі оптимізації $\max_{x \in X, f_j(x) \geq g_j^l} \sum_{i=1}^m \alpha_i^l f_i(x)$, який є оптимальним за Парето. Надалі ОПР отримує інформацію $f_i(x^l), g^l, y^*$, яку він використовує для посилення обмеження, маючи можливість для розширення переліку критеріїв, за якими наявні задовільні результати. Якщо ОПР має незадовільний результат за критерієм з номером i^* , тоді:

$$g^{l+1} = \begin{cases} g^l, & i \neq i^*, \\ g_{i^*}^l + \Delta, & i = i^*, \end{cases}$$

де Δ – деяке додатне число, яке ОПР встановлює завчасно.

Евристичний вибір Δ є недоліком даного методу, перевага – у процесі розв’язування задачі можливість поточного розширення переліку критеріїв, а також простота в класифікації критеріїв.

Сьогодні існує безліч модифікацій цього методу. Наприклад, в одній із них на першій ітерації поряд з ідеальною точкою y^* знаходиться деякий розв’язок x^0 , оптимальний за Парето, і відповідний невідомуючий критеріальний вектор. Якщо ОПР не задоволений розв’язком, то слід указати: значення якого критерію y_{i^*} не задовільне в найбільшій ступені; за яким критерієм $y_{j_1}, y_{j_2}, \dots, y_{j_l}$ можна йти на поступки; величини поступок $\Delta_1, \dots, \Delta_l$, на які можна піти для збільшення значення y_{i^*} . Далі на основі розв’язку задачі $y_{i^*} \rightarrow \max, x \in X, f_{j_l}(x) \geq f_{j_l}(x^0) - \Delta_l$ знову знаходимо новий розв’язок x^1 і нову невідомуючу за Слейтером критеріальну точку. Після цього ОПР знову визначає найменш задовільний критерій, і обчислювальний процес продовжується.

Розроблена велика група сучасних методів розв’язування БОЗ, у процесі яких ОПР отримує проміжні результати в графічному зображенні. Один із них використовує ідеї метода Джоффріона – Дайєра – Файнберга та є одним із перших ітеративних методів, які базуються на візуалізації. На відміну від методу

GDF, усі поточні розв'язки оптимальні за Парето, а градієнт функції корисності проектується на межу Парето. Потім ОПР вказує вподобану точку на цій проекції. Згідно з методом GDF тут взято способи визначення градієнта функції та підтримка вибору точки однієї кривої в просторі критеріїв. Складність методу полягає в визначенні градієнта функції корисності, водночас він має добру швидкість збіжності.

З розвитком методів розв'язування БОЗ у сучасних умовах поширюється використання інструментів нечіткої логіки. О. О. Морозов вважає, що граничні значення показників ефективності складних організаційно-технічних систем (СОТС) є нечіткими [4]. Обчислювальний алгоритм розв'язання БОЗ вчений пропонує реалізувати за певними етапами. На першому етапі слід сформувати граничні значення показників ефективності СОТС. Із цією метою для кожного показника формується функція належності $\mu_{ij}^{(k)}$, $k = \overline{1, \sigma}$ й індекс нечіткості

$$v_{ij} = \frac{2}{\sigma} \sum_{k=1}^{\sigma} \Lambda(\mu_{ij}^{(k)}, 1 - \mu_{ij}^{(k)}),$$

де σ – кількість характеристики інформації, що виділяється, $\mu_{ij}^{(k)}$ – функції належності, які відповідають різним характеристикам інформації (ступінь формалізації вихідних даних, ступінь повноти, ступінь важливості і тощо). Далі пропонується ввести такі функції належності:

$$\mu_{\cup ij} = \frac{1}{\sigma} \sum_{k=1}^{\sigma} m_{ijm} \cdot \mu_{ij}^{(k)}, \quad \mu_{\cap ij} = \frac{1}{\sigma} \prod_k m_{ijm} \cdot \mu_{ij}^{(k)},$$

де m_{ijm} – ваговий коефіцієнт інформаційної характеристики k . О. О. Морозов вважає, що значення $\mu_{\cup ij}$ і $\mu_{\cap ij}$ можна ототожнювати зі значеннями коефіцієнтів ваги показників ефективності СОТС. У процесі розв'язування задачі нечітка множина, яка характеризує вихідну інформацію про показники i для цілі j , індексує нечітку множину, яка характеризує інформацію про властивості СОТС на першому рівні аналізу $\{\mu_{ij}^{(k)}\} \rightarrow \{\mu_{ij(1)}^{(k)}\}$, аналогічно – на другому рівні і т. д. Нечіткі множини $\{\mu_{ij(1)}^{(k)}\}, \{\mu_{ij(2)}^{(k)}\}, \dots$ характеризують інформацію про властивості системи на відповідних рівнях аналізу. На другому етапі алгоритму придатні варіанти за показниками ефективності пропонується ранжувати за функцією належності нечіткого відношення переваги:

$$\mu_{ij}(X_r, X_l) = \begin{cases} 1, & (X_r, X_l) \in R_{ij}^{\varepsilon_0}, \\ 0,5, & |\lambda^{ij}(X_r, X_l)| \leq \varepsilon_{0ij}, \\ 0, & \lambda^{ij}(X_r, X_l) > \varepsilon_{0ij}, \end{cases}$$

де $\varepsilon_{0ij} \cong \max(v_{ijr(p)}, v_{ijl(p)})$ – область розмиття; p – фіксований рівень аналізу;

$$\lambda^{ij}(X_r, X_l) = \frac{N_r^{ij} - N_l^{ij}}{N_0^{ij}} = \delta_r^{ij} - \delta_l^{ij}, \quad N_r^{ij}, N_l^{ij} - \text{рівні порядку оцінок } X_r, X_l.$$

З кожним λ^{ij} зв'язане відношення ε_0 – переваги $R_{ij}^{\varepsilon_0} = \{(X_r, X_l) / X_r, X_l \in \{X_m\}; \lambda^{ij}(X_r, X_l) > \varepsilon_{0ij}\}$. у результаті цього отримується набір нечітких підмножин $\tilde{X}_1, \tilde{X}_2, \dots, \tilde{X}_m$. Для кожної пари \tilde{X}_r, \tilde{X}_l обчислюють відносні узагальнені відстані та на їх основі розробляється відношення неподібності на множині $\{X_m\}$. На думку автора, для того щоб задача мала розв'язок, потрібно та достатньо, щоб міра несхожості систем у просторі ознак була більше індексу нечіткості, який характеризує рівень інформації про неї.

Третім кроком поточного алгоритму є формування інтегральної оцінки ефективності системи, а саме: $\mu(X_r^{eph}) = V(\mu_{\cap}(X_r), \mu_{\cup}(X_r))$, яку можна розглядати як інтегральний показник якості, визначений на множині $\{X_m\}$. Автор вважає, що за умов невизначеності вихідної інформації про бажаний вигляд системи цей алгоритм багатокритеріальної оптимізації СОТС дає можливість отримувати ефективні управлінські рішення. Водночас, на погляд авторів, доволі дискусійним є припущення щодо великого рівня невизначеності, апріорним – твердження про те, що відшуканий розв'язок може бути далеким від того, який можна отримати в реальних умовах.

Існує багато обчислювальних алгоритмів БОЗ на основі нечітких множин. Так, вітчизняними вченими з Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України Н. В. Семеновою, Л. М. Колечкіною, А. М. Нагірною пропонується розв'язувати БОЗ як багатокритеріальну комбінаторну задачу лексикографічної оптимізації на нечіткій множині альтернатив з лінійними критеріями [85]. В їх роботі досліджуються властивості області допустимих розв'язків та обґрунтовується підхід до розв'язування багатокритеріальної комбінаторної задачі з лінійними цільовими функціями на нечіткій множині альтернатив.

Серед сучасних підходів до розв'язування БОЗ є підходи, які базуються на імітаційних моделях і використовують генетичні алгоритми [80]. Задача оптимізації на основі імітаційного моделювання формулюються таким чином: потрібно знайти значення вхідних змінних (факторів), які оптимізують основний вихідний показник системи – загальний критерій (відгук). Передбачається при цьому, що функція відгуку не може бути обчислена аналітично, але її можна

обчислити за допомогою імітаційного моделювання, тобто за допомогою проведення імітаційного експерименту з моделлю складної системи. За допомогою імітаційних моделей обчислюється значення відгуку для різних комбінацій значень факторів, які пропонує алгоритм оптимізації. Використовуючи значення відгуку, пошуковий алгоритм оптимізації покращує розв'язок. Водночас одними з основних є проблеми тривалих прогонів імітаційних моделей та попередньої збіжності алгоритму оптимізації.

Для розв'язування задач БОЗ з використанням імітаційних моделей та генетичних алгоритмів рекомендується використовувати такі програмні продукти програми моделювання AutoSched, AutoStat AutoSimulations (Inc AutoMod), процедури пошуку: еволюційні стратегії; OptQuest Optimization (Technologies, Inc.), програми моделювання: Arena, Micro Saint, QUEST, процедури пошуку: пошук із заборною, пошук із розсіюванням, нейронні мережі; OPTIMIZ (Visual Thinking International Ltd.), програми моделювання процедури пошуку: еволюційні стратегії, нейронні мережі; SimRunner2 (PROMODEL Corp.), програми моделювання: ProModel, MedModel, Service Model процедури пошуку: еволюційні стратегії, генетичні алгоритми; WITNESS Optimizer (Lanner Group, Inc.), програми моделювання WITNESS, процедури пошуку: імітація отжигу, пошук із заборною.

В якості процедур пошуку розв'язків у більшості пакетів оптимізації використовуються еволюційні стратегії та генетичні алгоритми. Вони добре себе зарекомендували як універсальні алгоритми глобального пошуку, які дають можливість за допустимий термін знаходити квазіоптимальні розв'язки. Розв'язування БОЗ базується на розроблені метамоделі, яка є наближеною математичною моделлю, отриманою в результаті експериментів з імітаційною моделлю для заміщення останньої у ході оптимізації. Причому основними методами побудови метамоделей є регресійні моделі та штучні нейронні мережі (НМ) завдяки їх апроксимуючим можливостям. Так, відомі алгоритми реалізації пошуку розв'язку за допомогою еволюційних обчислень і нейромережових метамоделей: алгоритм на основі контролю особин та алгоритм на основі контролю поколінь [77]; алгоритм, який базується на стратегії інформованості операторів генетичних алгоритмів, яка, зі свого боку, передбачає генерацію великої кількості нащадків у операторах схрещування та мутації генетичного алгоритму та подальших обчислень їх функції придатності за допомогою мета-моделі [78; 79].

Метод *FFANN* є першим інтерактивним методом багатокритеріальної оптимізації з використанням нейронних мереж для апроксимації функції вподобань ОПР.

Із цим методом ОПР оцінює подані йому розв'язки, задаючи конкретні значення своєї функції вподобань за кожним окремим розв'язком. Для спрощення процедури оцінки на кожній ітерації йому надають вектор $\Phi = \{\phi_i = \max \phi_i(X), X \in D_X\}$, якому відповідає значення функції вподобань $\varphi(\Phi) = 0$ та ідеальний вектор $\Phi^* = \{\phi_i^* = \min \phi_i(X), X \in D_X\}$ з оцінкою $\varphi(\Phi^*) = 100$. У цьому методі структура нейронної мережі є такою: компоненти нормалізованого вектора частинних критеріїв оптимальності є входами нейронної мережі, виходом – значення функції вподобань.

З огляду на переваги кожного із інтерактивних алгоритмів рекомендується їх поєднати. Сьогодні не існує загальної стратегії вибору параметрів оптимізації конкретних систем, але зрозуміла одноголосною думка відомих вчених-математиків з проблем БОЗ про доцільність присутності в обчислювальних алгоритмах блоків оптимізації (наприклад, мета-моделі, генетичного алгоритму, блоку експертів, блоку бази даних). Так, архітектура системи оптимізації на основі імітаційного моделювання, генетичного алгоритму та нейромережових може бути такою. На основі генетичного алгоритму розпочинається пошук розв'язку, формування мета-моделі, використовуючи базу даних для передання навчальних прикладів для навчання нейронної мережі, визначається кількість прогонів імітаційної моделі для однієї особини, яку пропонує генетичний алгоритм. На основі мета-моделі реалізується стратегія пошуку. До завдання експертів входить визначення кількості нащадків і спосіб їх генерації в операторах схрещування і мутації на кожному етапі пошуку розв'язку [80].

Отже, за допомогою аналізу сучасних методів БОЗ можна конкретизувати їх переваги та недоліки для розв'язування задачі багатокритеріальної оцінки діяльності підприємства на основі моделювання збалансованої системи показників. У табл. 2.4 подані результати проведеного аналізу.

Таблиця 2.4

Аналіз методів розв'язанні багатокритеріальних оптимізаційних задач для оцінки діяльності підприємства

№ п/п	Методи	Недоліки методу	Переваги методу	Задача, для якої рекомендується метод
1	2	3	4	5
1	Методи без участі ОПР	Не враховуються переваги, вподобання ОПР	Строге математичне підґрунтя	Оптимізація значень показників діяльності підприємства

1	2	3	4	5
2	Методи, які ґрунтуються на скалярній згортці критеріїв в один	Експертне встановлення вагових коефіцієнтів	Визначення ключових, пріоритетних критеріїв	Визначення максимального рівня оцінки діяльності підприємства з урахуванням важливості частинних показників
3	Методи, які використовують обмеження на критерії	Необхідність обґрунтування обмежень на критерії	Можливість розгляду допустимих інтервалів змін значень критеріїв	Визначення оптимальних значень показників з урахуванням виробничо-господарських можливостей підприємства
4	Метод головного критерію	Встановлення пріоритету лише для одного критерію	Акцентування уваги ключовому критерію і можливість управління	Оптимізація значень показників діяльності підприємства зі встановленням головної мети
5	Метод послідовних поступок	Розв'язок слід перевіряти на предмет належності до області компромісів	Реалізація концепції обмежень, які накладають на значення критеріїв	Оптимізація значень показників діяльності підприємства з визначенням стійкості діяльності
6	Методи цільового програмування	Невеликі зміни параметрів задачі можуть призвести до істотної зміни розв'язку	Урахування переваг ОПР	Визначення оптимальних значень показників для досягнення стійкості функціонування підприємства
7	Метод, де застосовується принцип гарантованого результату	Встановлення нижніх меж змін показників	Розв'язок є ефективним	Оптимізація значень показників діяльності підприємства з гарантованою ефективністю
8	На основі концепції функції корисності	Необхідність надання ОПР інформації для побудови функції корисності	Урахування вподобань ОПР	Визначення оптимальних значень показників діяльності з урахуванням переваг ОПР в управлінні
9	Метод аналізу ієрархій	Необхідність надання ОПР інформації в порівнянні критеріїв	Урахування переваг ОПР	Визначення оптимальних значень показників діяльності на основі аналізу їхньої доцільності
10	Метод ELECTRE	Необхідність обґрунтування ОПР вагових коефіцієнтів для частинних критеріїв, визначення ціни переходу із класу в клас для побудови індексів узгодженості	Критерії можуть бути як кількісні, так і якісні показники	Визначення оптимальних значень показників діяльності на основі цілеспрямованого управління з урахуванням переваг напрямів діяльності

1	2	3	4	5
11	Метод Джоффраона – Дайера – Файнберга (GDF)	Багаторазове попарне порівняння критеріальних поступок	Швидка збіжність методу	Оптимізація значень показників діяльності із забезпеченням стійкості
12	Метод Зайонца – Валеніуса	Багатократне порівняння двох багатовимірних альтернатив	Достатньо швидка збіжність методу	Оптимізація значень показників діяльності із врахуванням доцільності альтернатив
13	Метод Штойера	Метод є складним, оскільки ОПР потрібно вибирати з $3m$ багатокритеріальних альтернатив	Необов'язковість умови лінійності функції корисності	Максимізація ефективності діяльності з урахуванням переваг в управлінні
14	Метод Штойера – Чу	Складність реалізації обчислювального алгоритму	Можливість розв'язування нелінійних задач	Максимізація ефективності діяльності з урахуванням реальних нелінійних тенденцій змін значень показників та їх взаємозв'язку
15	Метод STEM	Евристичний вибір зміни значень критеріїв	Розв'язок оптимальний за Парето	Максимізація ефективності діяльності з урахуванням переваг в змінах значень показників
16	Методи з використанням нечіткої логіки	Втрата чітких меж зміни критеріїв	Можливість використання в умовах повної або часткової визначеності та використання неметричних величин	Максимізація ефективності діяльності з урахуванням умов невизначеності функціонування
17	Метод <i>FFANN</i>	Необхідність програмної реалізації в спеціальних програмних середовищах	Використання інформації ОПР та діалогова процедура пошуку розв'язку	Максимізація ефективності діяльності підприємства зі знаходженням оптимальних значень показників з урахуванням пріоритетних напрямів функціонування
18	Методи, які використовують генетичні алгоритми на імітаційні моделі	Складність обчислень, необхідність програмної реалізації в спеціальних програмних середовищах	Використання апроксимації, універсальних процедур пошуку	Максимізація ефективності діяльності підприємства з урахуванням тенденцій до зміни значень показників

Отже, метамодель багатокритеріальної оптимізації збалансованої системи показників оцінки діяльності підприємства має такий вигляд.

Знайти максимум рівня ефективності діяльності підприємства:

$$F = (f_{\Phi C}, f_{CBEP}, f_{KC}, f_{CHIP}) \rightarrow \max,$$

де $f_{\Phi C}, f_{CBEP}, f_{KC}, f_{CHIP}$ – частинні критерії оцінки діяльності підприємства за чотирма складовими збалансованої системи показників (перший рівень):

$$f_{\Phi C} = f(x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{17}) \rightarrow \max,$$

$$f_{CBEP} = f(x_{22}, x_{24}, x_{25}, x_{26}, x_{27}, x_{28}, x_{29}, x_{30}) \rightarrow \max,$$

$$f_{KC} = f(x_{32}, x_{33}, x_{35}, x_{36}, x_{37}) \rightarrow \max,$$

$$f_{CHIP} = f(x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44}) \rightarrow \max;$$

частинні критерії складових діяльності підприємства (другий рівень):

$$f_{11} = x_{11}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{12} = x_{12}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{13} = x_{13}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{14} = x_{14}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{15} = x_{15}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{17} = x_{17}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{22} = x_{22}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{24} = x_{24}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{25} = x_{25}(t) \rightarrow \min,$$

$$f_{26} = x_{26}(t) \rightarrow (\min)\max,$$

$$f_{27} = x_{27}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{28} = x_{28}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{29} = x_{29}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{30} = x_{30}(t) \rightarrow (\min)\max,$$

$$f_{32} = x_{32}(t) \rightarrow (\min)\max,$$

$$f_{33} = x_{33}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{35} = x_{35}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{36} = x_{36}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{37} = x_{37}(t) \rightarrow (\min)\max,$$

$$f_{41} = x_{41}(t) \rightarrow (\min)\max,$$

$$f_{42} = x_{42}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{43} = x_{43}(t) \rightarrow \max,$$

$$f_{44} = x_{44}(t) \rightarrow (\min)\max.$$

Отже, для моделюванні оцінки існування великого набору методів розв'язування БОЗ надає широкі можливості для управління діяльністю підприємства. По-перше, це визначення реально можливого досягнення максимального рівня ефективності діяльності на основі оптимальних значень основних показників діяльності, структурованих за основними критеріями діяльності. По-друге, визначення умов стійкості функціонування підприємства зі збереженням відповідного рівня ефективності діяльності. По-третє, отримання оптимальних значень показників діяльності, які можна використовувати для здійснення оцінки діяльності як еталонні, для розроблення та коригуванні стратегій на підприємстві, обґрунтування планових і бажаних значень показників.

2.4. Розроблення багатокритеріальної оптимізаційної моделі оцінки діяльності підприємства

Умовою стійкої життєдіяльності промислових підприємств є досягнення оптимальних значень основних показників, які визначають ефективність цієї діяльності. Саме тому проблема розв'язування багатокритеріальної оптимізаційної задачі ефективності діяльності підприємства в складних економічних умовах, в яких функціонують більшість вітчизняних підприємств, набуває актуальності. Новими для розв'язування багатокритеріальних оптимізаційних задач є евристичні методи, в яких виділяють еволюційні та поведінкові (імітаційні). До еволюційних методів належать генетичні алгоритми та метод прямого (безпосереднього) пошуку. Поведінкові методи розв'язування багатокритеріальних оптимізаційних задач передбачають моделювання (імітацію) колективної поведінки саморегульованих живих або неживих систем. Найпопулярнішими поведінковими методами є методи поведінки рою бджіл, метод колонії мурах, метод отжигу.

У середовищі Matlab версії R2009b реалізовано три види евристичних алгоритмів: генетичний, який базується на принципах еволюційної теорії живих організмів; прямого пошуку, який заснований на перетвореннях симплексів; алгоритму імітації отжигу, який застосовує ідею фізичного процесу температурного отжигу металів для формування молекулярної структури з мінімальними деформаціями. Сутність і практичну реалізацію оптимізаційних задач в середовищі Matlab детально викладено в роботі Л. М. Малярець, Є. В. Рєзнік, Б. В. Сінкевич [41]. Автори не лише добре описали можливості середовища Matlab для розв'язування оптимізаційних задач, але і продемонстрували приклади розв'язання різних типів оптимізаційних задач, особливо багатокритеріальних.

Найсучаснішими у розв'язуванні задач багатокритеріальної оптимізації є еволюційні методи, які успішно застосовуються в різних галузях науки та практики. За основу цих методів взята ідея природного добору серед живих організмів у природі, за що вони отримали назву «генетичні». Часто генетичні алгоритми застосовуються разом з нейронними мережами, що створює гранично гнучкі, швидкі й ефективні інструменти аналізу даних [41, с. 10]. Генетичні алгоритми доцільно застосовувати для розв'язування задач оптимізації, які не завжди можна розв'язати за допомогою стандартних оптимізаційних методів. Цей метод використовується насамперед у розв'язанні оптимізаційних задач, коли цільова функція є нелійною, стохастичною або розривною, недиференціальною або похідні якої є недостатньо визначеними [41; 42].

Відомо, що в традиційних оптимізаційних методах для пошуку оптимальної точки передбачається інформація про градієнт та похідні. У методі прямого пошуку не задіяна інформація про градієнт цільової функції, вона взагалі може бути відсутньою. У методі прямого пошуку обчислення проводиться за визначеною послідовністю точок (симплексів), які спрямовані на рух за напрямом, наближеним до шуканої оптимальної точки. На кожному кроці обчислювального алгоритму проводиться пошук визначеного симплексу, який є сіткою навколо поточної точки. Такий обчислювальний алгоритм формує сітку шляхом додавання поточної точки до скалярного множника фіксованого набору векторів, які є структурою. Якщо після ітерації точка потрапляє в отриману сітку, яка приводить до покращення цільової функції щодо поточної точки, то ця точка стає відправною точкою для наступного етапу.

Алгоритм імітації отжигу реалізує обчислювальну процедуру, яка відтворює механізм отжигу металів для моделювання стану рівноваги складних систем із заданою кінцевою «температурою». Ідея реалізовувати механізм процесу отжигу металів для розв'язання оптимізаційних задач полягає в тому, що процес оптимізації зв'язують із певною температурою. На початковому етапі встановлюють високу температуру (значення вектора змінних), а потім її східчасто знижують. За кожною температурою виконують серію пробних перебирань розв'язків, і після кожної перестановки обчислюють значення цільової функції. Кращий розв'язок ухвалюється з імовірністю 1. Поточний ймовірнісний механізм дає можливість, ухвалюючи в якості вихідних деякі «погані» розв'язки, переходити через локальні оптимуми та знаходити глобальні. У цьому алгоритмі реалізація ймовірнісного механізму здійснюється наступним способом: якщо в результаті перебору елементів відбулося покращення значення цільової функції F , то генерується випадкове рівномірно розподілене число R у діапазоні $[0, 1]$ і перевіряється умова $R < \exp(-\Delta F/T)$, де ΔF – приріст цільової функції; T – температура на заданому кроці алгоритму. Якщо умова виконується, то отриманий розв'язок вважається новим вихідним; якщо ні, то попередній розв'язок залишається вихідним.

Генетичний алгоритм базується на ідеях еволюційної теорії. Ця теорія стверджує, що кожний біологічний вид цілеспрямовано розвивається й змінюється з метою найкращого пристосування до навколишнього середовища. Оскільки в процесі еволюції багато видів комах і риб набули захисного окрасу, їжак завдяки голкам став невразливим, людина стала власником найскладнішої нервової системи, то можна стверджувати, що еволюція – це процес оптимізації всіх живих організмів. Основним механізмом еволюції є природний добір,

сутність якого полягає в тому, що більш пристосовані особини для виживання й розмноження мають більше можливостей, а отже, приносять більше потомства, порівняно з гірше пристосованими особинами. Завдяки переданню генетичної інформації (генетичному спадкуванню) нащадки успадковують від батьків основні їхні якості. Це і обумовлює той факт, що нащадки сильних індивідумів також будуть відносно добре пристосованими, а їх частка в загальній масі особин буде зростати. Після зміни декількох десятків чи сотень поколінь середня пристосованість особин певного виду помітно зростає.

Принципи роботи генетичних алгоритмів базуються на принципах реалізації механізмів генетичного спадкування в природі, зокрема: у кожній клітині будь-якої тварини міститься вся генетична інформація цієї особини. Ця інформація записана у вигляді набору дуже довгих молекул ДНК (Дезоксирибонуклеїнова кислота). Кожна молекула ДНК – це ланцюжок, що складається з молекул нуклеотидів чотирьох типів, позначуваних А, Т, С і G. Інформація зашифрована у порядку проходження нуклеотидів у ДНК. Таким чином, генетичний код індивідуума – це просто дуже довгий рядок символів, де використовуються всього чотири букви. У тваринній клітці кожна молекула ДНК оточена оболонкою – таке утворення має назву «хромосома».

Кожна вроджена якість особини (колір очей, тип волосся, спадкові хвороби і т. д.) кодується певною частиною хромосоми – геном цієї властивості. Наприклад, ген кольору ока містить інформацію, яка кодує певний колір очей, а різні значення гена називають його алелями.

У процесі розмноження тварин відбувається злиття двох батьківських статевих клітин, і їх ДНК взаємодіють, утворюючи ДНК нащадка. Основний спосіб взаємодії – кросовер (crossover, схрещування, рекомбінація). У ході схрещуванні ДНК предків діляться на дві частини, а потім обмінюються своїми половинками.

У разі успадкування через радіоактивність або інші впливи можливі мутації, у результаті яких у статевих клітинах одного з батьків можуть змінитися деякі гени. Змінені гени передаються нащадкові, надаючи йому нові властивості. Якщо ці нові властивості корисні, вони швидше за все збережуться у цьому виді, що приведе до стрибкоподібного підвищення пристосованості виду.

Наведений механізм еволюційної теорії закладений в основу генетичного алгоритму. Розглянемо сутність багатокритеріальної оптимізаційної задачі, яка базується на генетичному алгоритмі. Маємо складну цільову функцію, яка залежить від багатьох змінних. Потрібно знайти такі значення змінних, за яких значення функції оптимальне, тобто ухвалюється максимальне або мінімальне

значення. Математично задача формалізується так, щоб її розв'язок був поданий у вигляді вектора («хромосоми»). Випадковим чином створюється деяка кількість початкових векторів (початкове покоління). Вони оцінюються з використанням заданої цільової функції (ще її називають функцією пристосованості, придатності), у результаті чого кожному вектору привласнюється певне значення (пристосованість, придатність), яке визначає ймовірність виживання організму, представленого даним вектором. Таке значення може впливати на ймовірність застосування до нього генетичних операторів.

З урахуванням значення пристосованості з отриманої множини розв'язків (покоління) вибираються розв'язок (безумовно кращі особини мають більшу ймовірність бути обраними), до яких застосовуються «генетичні оператори (у більшості випадків схрещування – crossover мутація – mutation), результатом чого є створення нових розв'язків. Для них також обчислюється значення пристосованості, а потім проводиться відбір (селекція) кращих розв'язків у наступне покоління.

Цей набір дій повторюється ітеративно, моделюючи «еволюційний процес», що триває кілька життєвих циклів (поколінь), до тих пір, поки не буде виконаний критерій зупинки алгоритму. Таким критерієм може бути: вичерпання числа поколінь, відпущених на еволюцію; знаходження глобального або субоптимального розв'язку; вичерпання часу, відпущеного на еволюцію. Генетичні алгоритми головним чином слугують для пошуку розв'язків у більших, складних просторах пошуку.

Отже, виділяють такі етапи генетичного алгоритму:

- 1) створення початкової популяції;
- 2) для особин популяції (оцінювання) визначення (завдання) функції пристосованості;
- 3) обчислення пристосованості кожного індивідуума в популяції, потім – середньої пристосованості всієї популяції;
- 4) вибір індивідуумів з поточної популяції в якості двох батьків для реалізації оператора кросинговера (схрещування). Випадковим чином виконується вибір, пропорційно пристосованості батьків;
- 5) формування генотипу нащадків. Для цього із заданою ймовірністю провадять операцію кросинговера над генотипами обраних індивідуумів, – з імовірністю 0,5 обирають одного з нащадків і зберігають його як члена популяції;
- 6) реалізація оператора мутації та отримання генотипу нащадка із заданими ймовірностями;

7) визначення кількості індивідуумів для виключення їх з популяції, щоб розмір її залишався постійним. Поточну популяцію слід оновити залишеними індивідуумами;

8) проведення визначення пристосованості (оцінювання значення цільової функції) і обчислення середньої пристосованості;

9) якщо виконуються умови зупинення, то цикл завершується, інакше – цикл триває.

Отже, спочатку випадковим чином потрібно створити початкову популяцію (у вигляді вектора, що складається з нулів і одиниць); якщо навіть вона виявиться зовсім неконкурентоспроможною, досить швидко генетичний алгоритм переведе її в життєздатну популяцію. Таким чином, на першому етапі не намагаються зробити занадто пристосованих особин; досить того, щоб вони відповідали формату особин популяції і для них можна було підрахувати функцію пристосованості (fitness-функцію). Підсумком першого кроку є популяція H , що складається з N особин.

У наступному відборі із усієї популяції вибирають певну її частку, яка залишиться «живою» на поточному етапі еволюції. Існують різні способи проведення відбору. Ймовірність виживання особини p повинна залежати від значення функції пристосованості. Сама частка s особин, що вижили, є параметром генетичного алгоритму; її просто задають заздалегідь. За підсумками відбору з N особин популяції H повинні залишитися sp особин, які ввійдуть у підсумкову популяцію H' ; інші особини гинуть.

Розмноження в генетичних алгоритмах відбувається, як у природі: щоб отримати нащадка, необхідно мати рівно двоє батьків. У різних алгоритмах розмноження визначається по-різному. Головна вимога до розмноження: нащадок (нащадки) повинні мати можливість успадкувати риси обох батьків, «змішавши» їх яким-небудь досить розумним способом. Отже, щоб провести операцію розмноження, потрібно вибрати $(1-s)p/2$ пар гіпотез із H і провести з ними розмноження, отримавши по два нащадки від кожної пари. Якщо розмноження визначене так, щоб давати одного нащадка, потрібно вибрати $(1-s)p$ пара). Далі додати цих нащадків у H' ; у результаті H' буде складатися з N особин. Недоліком усіх генетичних алгоритмів є брак різноманітності в особинах. В алгоритмі досить швидко виділяється один генотип – локальний екстремум, тому всі елементи популяції програють йому відбір, і вся популяція «заповнюється» копіями цієї особини. Існують різні способи боротьби з таким небажаним ефектом; один з них – вибір для розмноження не тільки найбільш пристосованих, а взагалі всіх особин.

Процедура мутації така сама, як і розмноження: є деяка частка мутантів m , що є параметром генетичного алгоритму; на кроці мутацій потрібно вибрати $m \times n$ особин, а потім необхідно змінити їх відповідно до заздалегідь визначених операцій мутації. Схематично роботу генетичного алгоритму представлено логікою етапів (рис. 2.11).

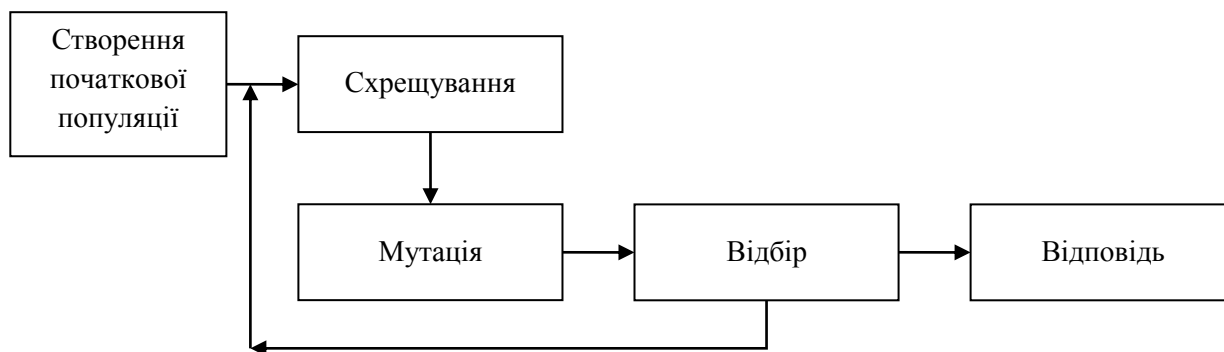


Рис. 2.11. Логіка роботи генетичного алгоритму

У генетичному алгоритмі ітерації здійснюються згідно з життєвим циклом популяції, а саме за кількома випадковими схрещуваннями (за допомогою кросовера) і мутаціями, у результаті яких до популяції додається визначена кількість нових індивідумів. У генетичному алгоритмі відбір – це процес формування нової популяції зі старої, після чого стара популяція гине. Після відбору до нової популяції знову застосовуються операції кросовера та мутації, потім знову відбувається відбір і так далі.

Біологічна термінологія також застосовується в генетичному алгоритмі.

Інтерактивні методи багатокритеріальної оптимізації базуються на гіпотезі єдиної скалярної функції його переваг. Водночас, вважається, що більшому значенню функції $F(X)$ відповідає розв'язок X , який є переважальним з точки зору ОПР. Першим інтерактивним методом багатокритеріальної оптимізації з використання нейронних мереж для апроксимації функції переваг ОПР є метод *FFANN* (Feed-Forward Artificial Neural Networks). Метод, розроблений американськими професорами М. Саном, А. Стамом та Р. Штойером [3 – 6], передбачає використання штучної нейронної мережі прямого поширення. У методі *FFANN*, задаючи конкретні значення своєї функції переваг у кожному розв'язку, ОПР оцінює розв'язки. Для полегшення процедури оцінки на кожній ітерації надається вектор надиру $F^{nad} = \{f_i^{nad} = \max f_i(X), X \in D_x\}$, якому відповідає значення функції переваг $\psi(F^{nad}) = 0$, та ідеальний вектор $F^* = \{f_i^* = \min f_i(X), X \in D_x\}$

з оцінкою $\psi(F^*)=100$, де $\min F(X)=F(X^*)$, $X \in R^n$ – вектор параметрів, що варіюють, D_x – обмежена та замкнута множина допустимих значень цього вектора, $F(X)=(f_1(X), f_2(X), \dots, f_m(X))$ – векторний критерій оптимальності. ОПР шукає такий вектор X^* , що є розв'язком задачі багатокритеріальної оптимізації та мінімізує на множині D_x кожний із частинних критеріїв оптимальності.

У нейронній мережі входами – компоненти нормалізованого вектора частинних критеріїв оптимальності, виходом є значення функції переваг. За твердженням розробників, метод є робастним до вибору архітектури нейронної мережі, а саме – до кількості нейронів у прихованому шарі.

Метод *FFANN* реалізується за такими етапам.

Етап 1. Генерують s недомінуючих векторів X^j , $j \in [1:s]$ на множині допустимих значень D_x . Обчислюють значення відповідного векторного критерію оптимальності $F^j = F(X^j)$, $j \in [1:s]$. Відкривають лічильник кількості ітерації $h = 1$.

Етап 2. Для оцінки ОПР надаємо s значень векторного критерію оптимальності F^j , $j \in [1:s]$ разом з векторами F^* і F^{nad} . На основі отриманої інформації про переваги ОПР визначаємо найкращий вектор $F^{(k)}$, який відшукано на всіх ітераціях. Якщо поточний найкращий розв'язок задовольняє ОПР, він є розв'язком БОЗ, і обчислювання закінчуються.

Етап 3. Нормалізують компоненти кожного з s критеріальних векторів за формулою:

$$\bar{f}_i^j = \frac{f_i^j - f_i^*}{f_i^{nad} - f_i^*}, i \in [1:m], j \in [1:s].$$

Етап 4. ОПР кожному розв'язку присвоює значення своєї функції переваг $\psi(F^j)$ та здійснює нормалізацію оцінок:

$$\bar{\psi}(F^j) = \frac{\psi(F^j) - \psi^*}{\psi^{nad} - \psi^*}, i \in [1:m], j \in [1:s].$$

Етап 5. На основі нормалізованих векторів F^j $j \in [1:s]$ та їх нормалізованих оцінок здійснюють навчання нейронної мережі *FFANN*.

Етап 6. Використовуючи виходи нейронної мережі *FFANN* для обчислення значень цільової функції, розв'язують багатокритеріальну оптимізаційну задачу для отримання нового вектора розв'язків для поточної h -ої ітерації:

$$\max_{X \in D_X} \tilde{\psi}(F) = \tilde{\psi}(F^{(h+1)}).$$

Етап 7. Якщо значення векторного критерію оптимальності $F^{(h+1)}$ є новим для ОПР, то генерують нові не домінуючі $(s-1)$ розв'язки. У протилежному випадку ігнорують $F^{(h+1)}$, генерують s нових розв'язків та переходять на етап 2.

Для генерації не домінуючих розв'язків автори методу пропонують використовувати розширену зважену згортку Чебишева:

$$\min_{X \in D_X, \alpha > 0} \left\{ \alpha + \rho \sum_{i=1}^m \lambda_i (f_i - f_i^{**}) \right\},$$

$$\alpha \geq \lambda_i (f_i - f_i^{**}), \forall i \in [1:m],$$

де $\rho > 0$ мала додатна константа, вектор F^{**} має координати $f_i^{**} = f_i^* - \varepsilon$, $\varepsilon > 0$,

ε – мала додатна константа. Область допустимих значень вектора вагових множників $\Lambda \in D_\Lambda \subset R^m$ має вигляд $D_\Lambda = \left\{ \Lambda \mid \lambda_i \geq 0, \sum_{i=1}^m \lambda_i = 1 \right\}$.

Навчання нейронної мережі відбувається стандартним методом обраного поширення похибки.

Відомим недоліком даного методу є те, що розв'язки, які генеруються нейронною мережею, не завжди є Парето оптимальними. Через це автори методу модифікували його та назвали метод *FFANN-2*.

У методі *FFANN-2* довільним чином генерують $20m$ вагових векторів $\Lambda \in D_\Lambda$, де m – число частинних критеріїв оптимальності. Автори методу рекомендують використовувати число розв'язків, яке дорівнює $20m$, на основі проведеного ними емпіричного дослідження. Далі серед $20m$ вагових векторів вибирають $2s$ вектори, які найбільше віддалені один від одного на фронті Парето. Використовуючи вихід навченої нейронної мережі $\tilde{\psi}$ як значення функції переваг ОПР, обчислюють значення функції $\tilde{\psi}(F)$ за поданням на вхід $2s$ векторів F^j $j \in [1:2s]$. Серед усіх отриманих значень $\tilde{\psi}^j = \tilde{\psi}(F^j)$, $j \in [1:2s]$ вибирають s векторів F^k $k \in [1:s]$, які забезпечують максимальне значення $\tilde{\psi}^k$ $k \in [1:s]$.

У цій модифікації методу нейронна мережа, яка реалізує апроксимацію функції переваг ОНР, не бере участі в пошуку найкращого за ОНР розв'язку, а надає різні варіанти розв'язків, які повинен оцінити ОНР.

Під керівництвом професора А. П. Карпенко [82; 83] вчені здійснили удосконалення попередніх варіантів методу. Їх модифікація методу – метод *FREF* базується на операції скалярної згортки частинних критеріїв оптимальності $\varphi(X, \Lambda)$, де $\Lambda \in D_\Lambda \subset R^m$ – вектор вагових множників, $D_\Lambda = \left\{ \Lambda \mid \lambda_i \geq 0, \sum_{i=1}^m \lambda_i = 1 \right\}$ – множина допустимих значень цього вектора. Спосіб згортки не фіксується; це можуть бути адитивна, мультиплікативна чи інші згортки.

За кожним фіксованим вектором Λ метод скалярної згортки зводить розв'язування БОЗ до розв'язування однокритеріальної задачі глобальної умовної оптимізації $\min_{X \in D_X} \varphi(X, \Lambda) = \varphi(X^*, \Lambda)$.

Оскільки D_X обмежене та замкнуте, то розв'язок даної задачі існує.

Якщо за кожним $\Lambda \in D_\Lambda$ розв'язок задачі єдиний, то у відповідність кожному з допустимих векторів Λ ставиться єдиний вектор X^* і відповідні значення частинних критеріїв оптимальності $f_1(X^*), f_2(X^*), \dots, f_m(X^*)$. Ця обставина дозволяє передбачити, що функція переваг ОНР $\psi(X, F) \in R^1$ визначена не на множині D_X , а на множині D_Λ .

Отже, основна ідея методу *FREF* полягає в побудові апроксимації функції переваг ОНР $\tilde{\psi}(\Lambda)$ на множині D_Λ і пошуку вектора $\Lambda^* \in D_\Lambda$, який максимізує функцію переваг ОНР. Тобто вектор $\Lambda^* \in D_\Lambda$ знаходять у результаті розв'язування однокритеріальної задачі $\max_{\Lambda \in D_\Lambda} \tilde{\psi}(\Lambda) = \tilde{\psi}(\Lambda^*)$.

Перехід від простору варіативних параметрів R^n до простору вагових множників R^m , дозволяє спростити пошук найкращого з точки зору ОНР розв'язку, оскільки $m \ll n$. Основною процедурою в методі *FREF* є апроксимація функції переваг; з цією метою запропоновано використовувати нейронні мережі, апарат нечіткої логіки та нейронно-нечіткі системи.

Загальна логіка методу *FREF* складається з послідовності етапів. Багатокритеріальна оптимізаційна система деяким чином, можливо і випадково, послідовно генерує k векторів $\Lambda_i, i \in [1:k]$ та для кожного з цих векторів виконує такі дії:

- 1) розв'язують однокритеріальну задачу $\min_{X \in D_X} \varphi(X, \Lambda) = \varphi(X^*, \Lambda)$;
- 2) показують ОНР знайдені розв'язки X^* та відповідні значення всіх частинних критеріїв оптимальності $f_1(X^*), f_2(X^*), \dots, f_m(X^*)$;

3) ОПР оцінює ці дані і вводить до багатокритеріальної функції цілі відповідне значення переваг $\psi(\Lambda_i)$.

Перший етап. На основі всіх наявних у багатокритеріальній оптимізаційній системі значень $\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_k$ вектора Λ і відповідних оцінок функції переваг $\psi(\Lambda_1), \psi(\Lambda_2), \dots, \psi(\Lambda_k)$ багатокритеріальна система виконує такі дії:

1) будує функцію $\tilde{\psi}_1(\Lambda)$, яка апроксимує функцію в околі точок $\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_k$;

2) відшукує максимум функції $\tilde{\psi}_1(\Lambda)$ – розв’язує однокритеріальну задачу $\max_{X \in D_X} \tilde{\psi}_1(\Lambda) = \tilde{\psi}_1(\Lambda_1^*)$;

3) з відшуканим вектором Λ_1^* розв’язують однокритеріальну задачу $\min_{X \in D_X} \varphi(X, \Lambda) = \varphi(X^*, \Lambda)$ – знаходять вектор параметрів і відповідні значення частинних критеріїв оптимальності та для оцінки показують ОПР. ОПР оцінює запропонований йому розв’язок та вводять у систему відповідне значення своєї функції переваг $\psi(\Lambda_1^*)$.

Другий етап. На основі всіх наявних в системі значень вектора Λ та відповідних оцінок функції переваг $\psi(\Lambda_1), \psi(\Lambda_2), \dots, \psi(\Lambda_k), \psi(\Lambda_1^*)$ багатокритеріальна система виконує апроксимацію функції $\psi(\Lambda)$ в околі точок $\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_k, \Lambda_1^*$ – будує функцію $\tilde{\psi}_2(\Lambda)$. І так далі – за схемою першого етапу до тих пір, доки ОПР не зупиниться на якому-небудь розв’язку.

Отже, у методі *FREF* ОПР аналізує розв’язки, які належать множині Парето.

Існує інший клас інтерактивних методів, які базуються на парних порівняннях, коли ОПР вносить свої переваги у вигляді парного порівняння окремих розв’язків у багатокритеріальну систему [4 – 6]. Так, альтернатива X^i і відповідне значення векторного критерію оптимальності F^i краще набору (X^j, F^j) , що позначається $F^i \prec F^j$ або два набори (X^i, F^i) і (X^j, F^j) невиразні, що позначається $F^i \equiv F^j$. На основі отриманої інформації багатокритеріальна оптимізаційна система визначеним способом будує апроксимацію функції переваг ОПР $\tilde{\psi}(X, F)$ з метою забезпечення коректного ранжування даних. Тобто, якщо $F^i \prec F^j$, то $\tilde{\psi}(X^i, F^i) > \tilde{\psi}(X^j, F^j)$; якщо $F^i \equiv F^j$, то $\tilde{\psi}(X^i, F^i) \approx \tilde{\psi}(X^j, F^j)$. Вважається, що всі методи цього класу ґрунтуються на підході, що полягає в комбінації одного з еволюційних алгоритмів із процедурою побудови функції переваг ОПР $\tilde{\psi}(X, F)$. Загальна схема методів даного класу така.

Етап 1. Генерація початкової популяції розв'язків $P^{(0)}$.

Етап 2. Одним із методів наближеної побудови множини Парето отримуємо початкову апроксимацію цієї множини: формують множину розв'язків $P^{(h)}$.

Етап 3. З множини $P^{(h)}$ вибирають число розв'язків (X, F) , що дорівнює s для оцінки. Потім ОПР ранжує ці розв'язки та вносить інформацію в систему.

Етап 4. Багатокритеріальна оптимізаційна система на основі отриманої інформації будує апроксимацію функції переваг ОПР $\tilde{\psi}^{(h)}$.

Етап 5. Обчислюють метод наближеної побудови множини Парето; в якості функції пристосування окремих розв'язків використовують функцію переваг ОПР $\tilde{\psi}^{(h)}$ і формують множину розв'язків $P^{(h+1)}$.

Етап 6. Якщо умова зупинення виконана, то обчислення завершується. У протилежному випадку здійснюється перехід на етап 2.

Основний критерій зупинення – отримання найбільш задовольняючих розв'язків. Проте на етапі випробування методу на текстових задачах багатокритеріальної оптимізації, за відсутності реального ОПР, можуть бути розглянуті інші умови. Наприклад, виконання наперед заданого числа ітерацій діалогу з ОПР або досягнення фіксованого числа ітерацій методу наближеної побудови множини Парето. Модифікацією цього методу є сучасні методи, а саме: IEM, PI-ЕМО-VF, BC-ЕМО, серед яких перспективними є *PREF* і *BC-ЕМО*.

Пропонується метод інтерактивного пошуку оптимальних розв'язків багатокритеріальної функції ефективності діяльності підприємства, яка описується збалансованою системою показників з урахуванням функцій змін значень цих показників протягом періоду дослідження та відповідних закономірних тенденцій змін цих показників. На ефективність діяльності підприємства впливає багато випадкових факторів, що обумовлює доцільність використання методу багатокритеріальної оптимізації на основі генетичного алгоритму, який базується на природному доборі всіх можливих станів.

Постановка задачі. Знайти максимум рівня ефективності діяльності підприємства ПАТ «Турбоатом»:

$$F = \left(\begin{array}{l} x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{17}, x_{22}, x_{24}, x_{25}, x_{26}, x_{27}, x_{28}, x_{29}, x_{30}, x_{32}, x_{33}, \\ x_{35}, x_{36}, x_{37}, x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44} \end{array} \right) \rightarrow \max,$$

$$\text{тобто } F = \left(\begin{array}{l} f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8, f_9, f_{10}, f_{11}, f_{12}, f_{13}, f_{14}, f_{15}, f_{16}, f_{17}, \\ f_{18}, f_{19}, f_{20}, f_{21}, f_{22}, f_{23} \end{array} \right)$$

де частинні показники є частинними критеріями оцінки діяльності підприємства та структуровані за чотирма складовими: фінансовою (ФС): $(x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{17})$, внутрішніх бізнес-процесів (СВБП) $(x_{22}, x_{24}, x_{25}, x_{26}, x_{27}, x_{28}, x_{29}, x_{30})$, клієнтською (КС) $(x_{32}, x_{33}, x_{35}, x_{36}, x_{37})$ навчання і розвитку персоналу (СНРП) $(x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44})$ [8].

Фінансова складова визначається показниками: рентабельністю вкладених коштів (x_{11}) , чистою рентабельністю продажів (x_{12}) , коефіцієнтом оборотності дебіторської заборгованості (x_{13}) , рентабельністю власного капіталу (x_{14}) , коефіцієнтом абсолютної ліквідності (x_{15}) , коефіцієнтом фінансування (x_{16}) , коефіцієнтом фінансової автономії (x_{17}) .

Складова внутрішніх бізнес-процесів визначається показниками: темпами приросту продуктивності праці (x_{21}) , темпами зростання/зниження витрат на гривню товарної продукції (x_{22}) , коефіцієнтом використання середньорічної виробничої потужності (x_{23}) , фондівіддачею (x_{24}) , коефіцієнтом зносу основних засобів (x_{25}) , питомою вагою витрат на модернізацію виробництва у загальній структурі витрат (x_{26}) , фондоозброєністю (x_{27}) , часткою власної техніки в загальній кількості основних фондів (x_{28}) , часткою принципово нової продукції у загальному обсязі виробництва (x_{29}) , коефіцієнтом оновлення продукції (x_{30}) .

Клієнтська складова характеризується такими показниками: відношенням ціни на продукцію до фіксованої ціни на поточну продукцію (x_{31}) , питомою вагою витрат на просування товару в структурі собівартості товару (x_{32}) , відповідністю планових ресурсів з потребами в них (x_{33}) , часткою витрат на гарантійне обслуговування в структурі собівартості товару (x_{34}) , часткою продукції, яка підлягає гарантійному обслуговуванню в структурі загального обсягу виготовленої продукції (x_{35}) , економічною ефективністю експорту (x_{36}) , питомою вагою поставок за прямими договорами порівняно із загальною кількістю поставок (x_{37}) , часткою порушень договорів постачання у порівнянні з загальною кількістю поставок (x_{38}) .

Складова навчання й розвитку персоналу визначається показниками: темпами зростання чисельності працівників (x_{41}) , питомою вагою працівників, які підвищили кваліфікацію у звітному році в загальній їх чисельності (x_{42}) , питомою вагою працівників віком до 50 років у загальній їх чисельності (x_{43}) , питомою вагою працівників, які виконують науково-технічну роботу в загальній їх чисельності (x_{44}) .

Рівняння кривих росту, що описують зміну значень показників протягом періоду дослідження, такі:

$$x_{11} = f_1 = \sqrt{0,0028 + 0,000033 t^2} \rightarrow \max, R^2 = 0,4488, F = 6,51, DW = 1,644,$$

$$x_{12} = f_2 = \sqrt{0,0565 + 0,00039 t^2} \rightarrow \max, R^2 = 0,3234, F = 3,82, DW = 1,809,$$

$$x_{13} = f_3 = 0,0159 - 0,00003 t^2 \rightarrow \max, R^2 = 0,5783, F = 10,74, DW = 2,805,$$

$$x_{14} = f_4 = \sqrt{0,0032 + 0,000038 t^2} \rightarrow \max, R^2 = 0,458, F = 6,76, DW = 1,8448,$$

$$x_{15} = f_5 = \sqrt{0,6678 + 0,0021 t^2} \rightarrow \max, R^2 = 0,7604, F = 25,39, DW = 1,7789,$$

$$x_{17} = f_6 = 0,8117 + 0,0121 \ln t \rightarrow \max, R^2 = 0,3448, F = 4,59, DW = 1,804,$$

$$x_{22} = f_7 = \sqrt{1,6295 - 0,047 t} \rightarrow \max, R^2 = 0,406, F = 6,09, DW = 2,886,$$

$$x_{24} = f_8 = \frac{1}{0,71 - 0,0045 t} \rightarrow \max, R^2 = 0,9478, F = 145,33, DW = 2,642,$$

$$x_{25} = f_9 = \sqrt{2,2602 - 0,047 \ln t} \rightarrow \min, R^2 = 0,821, F = 36,7, DW = 1,081,$$

$$x_{26} = f_{10} = \sqrt{0,0013 + 0,0004 t^2} \rightarrow \max, R^2 = 0,662, F = 15,68, DW = 1,948,$$

$$x_{27} = f_{11} = 15655 + 1108,18 t \rightarrow \max, R^2 = 0,997, F = 2691,08, DW = 2,562,$$

$$x_{28} = f_{12} = \frac{1}{6,731 - 0,277 t} \rightarrow \max, R^2 = 0,791, F = 30,32, DW = 1,008,$$

$$x_{29} = f_{13} = \exp(-3,23 + 0,14\sqrt{t}) \rightarrow \max, R^2 = 0,322, F = 3,81, DW = 2,419,$$

$$x_{30} = f_{14} = \sqrt{0,0033 + 0,0002 t} \rightarrow \max, R^2 = 0,516, F = 8,21, DW = 2,069,$$

$$x_{32} = f_{15} = \frac{1}{10,533 - 0,928\sqrt{t}} \rightarrow \max, R^2 = 0,4056, F = 5,46, DW = 2,05,$$

$$x_{33} = f_{16} = \sqrt{0,0028 + 0,00003 t^2} \rightarrow \max, R^2 = 0,4488, F = 6,51, DW = 1,644,$$

$$x_{35} = f_{17} = \frac{1}{19,592 + 0,027 t^2} \rightarrow \max, R^2 = 0,644, F = 11,35, DW = 3,296,$$

$$x_{36} = f_{18} = \sqrt{0,658 + 0,0006 t^2} \rightarrow \max, R^2 = 0,419, F = 5,77, DW = 2,503,$$

$$x_{37} = f_{19} = \frac{1}{1,235 - 0,0004 t^2} \rightarrow \min, R^2 = 0,378, F = 5,73, DW = 1,873,$$

$$x_{41} = f_{20} = \frac{1}{0,997 + 0,0002 t^2} \rightarrow \min, R^2 = 0,6022, F = 12,03, DW = 2,406,$$

$$x_{42} = f_{21} = \frac{1}{77,493 + 4,276 t} \rightarrow \max, R^2 = 0,559, F = 9,52, DW = 3,351,$$

$$x_{43} = f_{22} = \sqrt{0,282 + 0,00014 t^2} \rightarrow \max, R^2 = 0,7079, F = 19,39, DW = 0,949,$$

$$x_{44} = f_{23} = (0,148 - 0,00001 t^2)^2 \rightarrow \max, R^2 = 0,464, F = 7,54, DW = 2,497.$$

На наступному етапі розв'язування багатокритеріальної оптимізаційної задачі оцінювання ефективності діяльності підприємства відбувається врахування інтервалів змін значень частинних критеріїв. Для оцінки діяльності промислових підприємств зміни значень частинних показників на визначених інтервалах часу мають межі. Межі слід урахувати в пошуку розв'язку багатокритеріальної оптимізаційної задачі. Межі доцільно обґрунтовувати з урахуванням числових характеристик розподілів значень цих показників на визначеному інтервалі часу та прогнозів, обчислених за наведеними кривими росту.

Для цієї задачі прогнозні значення щодо кожного частинного показника за складовими збалансованої системи показників для оцінки діяльності промислового підприємства такі. На три наступні періоди часу прогнози показників фінансової складової: $x_{11} - 0,0823; 0,0872; 0,092$; $x_{12} - 0,322; 0,336; 0,35$; $x_{13} - 0,0123; 0,012; 0,011$; $x_{14} - 0,089; 0,094; 0,099$; $x_{15} - 0,961; 0,986; 1,012$; $x_{17} - 0,841; 0,842; 0,843$. На три наступні періоди часу прогнози показників складової внутрішніх бізнес-процесів: $x_{22} - 1,052; 1,029; 1,005$; $x_{24} - 1,513; 1,523; 1,533$; $x_{25} - 0,384; 0,379; 0,374$; $x_{26} - 0,244; 0,261; 0,279$; $x_{27} - 27845,0; 28953,2; 30061,4$; $x_{28} - 0,271; 0,294; 0,32$; $x_{29} - 0,063; 0,064; 0,065$; $x_{30} - 0,073; 0,076; 0,077$. На три наступні періоди часу прогнози показників клієнтської складової: $x_{32} - 0,134; 0,137; 0,139$; $x_{33} - 0,083; 0,087; 0,092$; $x_{35} - 0,044; 0,042; 0,041$; $x_{36} - 0,855; 0,864; 0,872$; $x_{37} - 0,841; 0,847; 0,854$. Прогнози показників складової навчання й розвитку персоналу: $x_{41} - 0,981; 0,977; 0,972$; $x_{42} - 0,011; 0,011; 0,011$; $x_{43} - 0,547; 0,55; 0,553$; $x_{44} - 0,021; 0,021; 0,021$.

Отже, з урахуванням числових характеристик розподілів значень показників діяльності підприємства на визначеному інтервалі часу та прогнозів, обчислених за наведеними кривими росту система обмежень на зміну їх значень така:

$$\begin{aligned}
 &0,019 \leq x_{11} \leq 0,092; & 0,158 \leq x_{12} \leq 0,35; & 0,011 \leq x_{13} \leq 0,02; & 0,025 \leq x_{14} \leq 0,099; \\
 &0,81 \leq x_{15} \leq 1,012; & 0,8 \leq x_{17} \leq 0,859; & 1,005 \leq x_{22} \leq 1,6; & 1,42 \leq x_{24} \leq 1,533; \\
 &0,374 \leq x_{25} \leq 0,5; & 0,1 \leq x_{26} \leq 0,28; & 16541 \leq x_{27} \leq 30061,4; \\
 &0,15 \leq x_{28} \leq 0,32; & 0,04 \leq x_{29} \leq 0,07; & 0,05 \leq x_{30} \leq 0,08; & 0,1 \leq x_{32} \leq 0,14; \\
 &0,5 \leq x_{33} \leq 1,0; & 0,04 \leq x_{35} \leq 0,06; & 0,855 \leq x_{36} \leq 1,173; & 0,8 \leq x_{37} \leq 0,854; \\
 &0,972 \leq x_{41} \leq 1,023; & 0,01 \leq x_{42} \leq 0,013; & 0,53 \leq x_{43} \leq 0,553; & 0,021 \leq x_{44} \leq 0,022.
 \end{aligned}$$

Використавши програмне середовище MatLab, знайдемо множину Парето розв'язків, а саме – реалізувавши процедуру Multiobjective optimization using Genetic Algorithm (скорочено – gamultiobj). Генетичний алгоритм повторює певну кількість разів процедури модифікації популяції (набір окремих розв'язків), тим самим добиваючись отримання нових наборів розв'язків (нові популяції). Для цього на кожному кроці з популяції вибираються «батьківські особини», тобто розв'язки, спільна модифікація яких (схрещування) призводить до формування нової особини в наступному поколінні. Алгоритм використовує три види правил, на основі яких формується нове покоління: правила відбору, схрещування і мутації.

Властиві генетичному алгоритму характеристики для розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації сприяють їх ефективному застосуванню, оскільки базуються на використанні множини потенціальних розв'язків – популяції та глобальному пошуку в декількох напрямках. До виду цільової функції і обмежень генетичний алгоритм не висуває ніяких вимог. В обчислювальній процедурі було враховано тип популяції як подвійний вектор із розміром популяції 120; причому функція вибору реалізується як випадковий вибір з двох осіб з параметрами відтворення 0,3 і 0,5. Функція мутації залежить від обмежень, коли схрещування середнє, напрям міграції – вперед, тобто в напрямку останньої субпопуляції та кожні 20 поколінь. На рис. 2.12 подані результати даних обчислень.

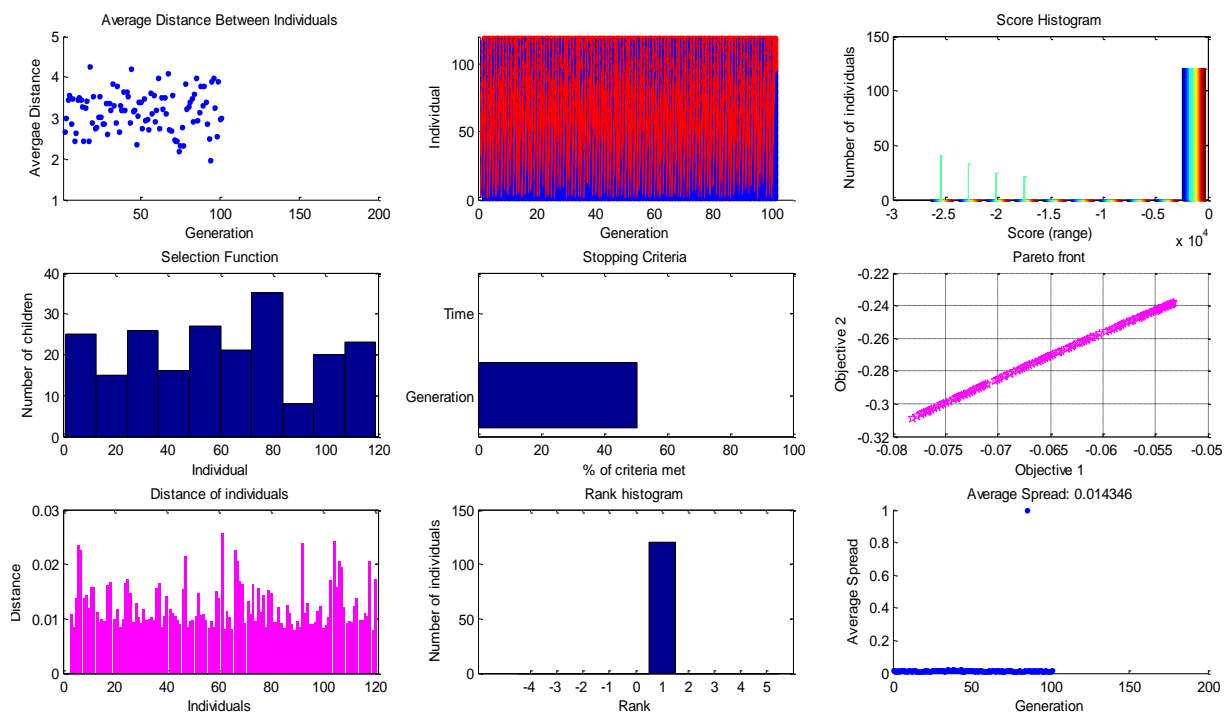


Рис. 2.12. Результати обчислень багатокритеріальної оптимізаційної задачі ефективності діяльності підприємства ПАТ «Турбоатом» на основі ЗСП

Оптимальні значення частинних показників оцінки діяльності підприємства такі:

$$\begin{aligned}x_{11} &= 0,0781, x_{12} = 0,3089, x_{13} = 0,0129, x_{14} = 0,0836, x_{15} = 0,9367, x_{17} = 0,8395, \\x_{22} &= 1,077, x_{24} = 1,5037, x_{25} = 1,467, x_{26} = 0,203, x_{27} = 26725,9024, x_{28} = 0,2523, \\x_{29} &= 0,0616, x_{30} = 0,0728, \\x_{32} &= 0,1316, x_{33} = 0,0761, x_{35} = 0,0449, x_{36} = 0,8473, x_{37} = 0,8368, \\x_{41} &= 0,9833, x_{42} = 0,0115, x_{43} = 0,544, x_{44} = 0,0216.\end{aligned}$$

Водночас середня відстань дорівнює 0,00588, а швидкість 0,014975.

Оптимальні значення показників є основою для порівняльної оцінки та слугують базою для розроблення стратегій діяльності підприємства.

Отже, розв'язувати багатокритеріальну оптимізаційну задачу ефективності діяльності підприємства на основі реалізації генетичного алгоритму рекомендується в такій послідовності етапів:

- 1) сформувані на множині допустимих значень D_x недомінуючі вектори $X^j, j \in [1 : s]$;
- 2) створити початкову популяцію;
- 3) для особин популяції (оцінювання) визначити функцію пристосованості;
- 4) обчислити пристосованість кожного індивідуума в популяції, а потім – середню пристосованість всієї популяції;
- 5) для реалізації оператора кросингвера (схрещування) зробити вибір індивідуумів з поточної популяції в якості двох батьків;
- 6) сформувані генотип нащадків;
- 7) реалізувані оператор мутації із заданими ймовірностями й отримати генотип нащадка;
- 8) визначити кількість індивідуумів для виключення їх з популяції, з метою збереження їх постійного розміру;
- 9) визначити пристосованість (оцінити значення цільової функції) і визначити середньою пристосованість, обчисливши значення відповідного векторного критерію оптимальності $F^j = F(X^j), j \in [1 : s]$;
- 10) провести аналіз отриманих розв'язків.

Якщо вони задовольняють ОПР, то процес варто зупинити; таким чином отримуємо оптимальний розв'язок задачі. Якщо не задовольняє, то обчислювальний алгоритм слід продовжити та повернутись до етапу 3.

Розділ 3. Моделювання оцінки економічної стійкості підприємства

3.1. Оцінка виробничо-господарської діяльності підприємства

Важливість оцінки виробничо-господарської діяльності підприємства полягає в об'єктивному визначенні реального стану його функціонування, його виробничих, фінансових, кадрових, маркетингових можливостей для дотримання чинної стратегії, визначення резервів, інтенсифікації розвитку та вирішення проблемних ситуацій. Метою проведення оцінки виробничо-господарської діяльності підприємства є її комплексне та системне дослідження для підвищення ефективності діяльності та посилення об'єктивності результатів оцінювання.

Відома роль оцінки й аналізу виробничо-господарської діяльності в системі управління нею, зокрема як функції управління, що передбачає аналітичне порівняння досягнутих результатів із плановими. Цей процес супроводжується пошуком і творчим підходом до вирішення поставлених завдань на підприємстві. Саме тому процедура оцінки включає: показники, які характеризують і визначають ознаки виробничо-господарської діяльності; аналітичні інструменти, завдяки яким виявляють тенденції та зміни значень цих показників; етапи узагальнення та формування висновків щодо наявних ситуацій; внутрішні механізми; причинно-наслідкові ланцюги у взаємозв'язках; формування рекомендацій щодо розроблення управлінського рішення на основі результатів оцінки.

Ключовими напрямками оцінки та аналізу виробничо-господарської діяльності є: формування системи показників, що характеризує її стан; кількісний аналіз значень цих показників для виявлення сутності наявних явищ і процесів у діяльності підприємства проведення якісного аналізу тенденцій та зміни значень показників, формування висновків і рекомендацій.

Характерними особливостями оцінки та аналізу в системі управління є діалектичність підходу до вивчення економічних процесів, тобто: обумовленість економічних явищ причинними зв'язками і взаємозалежностями; розуміння переходу кількості в якість, появи нової якості, заперечення, боротьби протилежностей, відмирання старого та появу нового; виявлення та вимірювання взаємозв'язків і взаємозалежностей показників, які ґрунтуються на знанні об'єктивних закономірностей розвитку економічних процесів на підприємстві. Саме тому оцінка та аналіз виробничо-господарської діяльності підприємства передбачає визначення та виявлення факторів, що впливають на ознаки виробничо-господарської діяльності та на загальний рівень її розвитку.

Отже, для проведення стратегічної оцінки виробничо-господарської діяльності, спираючись на концептуальні основи аналізу в управлінні діяльністю підприємства, необхідно теоретично й аналітично обґрунтувати систему показників. На основі сформованої системи показників виробничо-господарської діяльності підприємства потрібно аналітично обґрунтувати доцільність наявності кожного показника. Для цього потрібно встановити найвпливовіші показники виробничо-господарської діяльності досліджуваних підприємств у кожній з виділених підсистем: виробничій, фінансовій, маркетинговій та кадровій. Існує багато рекомендацій у спеціальній літературі щодо аналітичного обґрунтування такої системи.

Скористаємось рекомендаціями автора монографії [35] Л. М. Малярець, для визначення найбільш впливових підконтрольних показників із застосуванням математичного методу багатовимірного статистичного аналізу – факторного. Факторний аналіз належить до складу методів багатовимірного статистичного аналізу, які в економіці використовують переважно для розв’язання практичних задач. У сучасній математичній статистиці, як відомо, під факторним аналізом розуміють сукупність методів, які на основі наявних зв’язків ознак об’єкта дозволяють виявляти латентні узагальнювальні характеристики. Існує сукупність елементарних ознак об’єкта x_j , взаємодія яких передбачає наявність певних причин, тобто деяких латентних факторів. Останні встановлюються в результаті узагальнення елементарних ознак і виступають як інтегровані характеристики чи ознаки, але складніші, вищого рівня. Використавши принцип обчислення латентних факторів (першої компоненти, що пояснює максимум всієї змінності всіх показників, другої компоненти, що незалежна від першої і має пояснювати максимум залишкової змінності показників тощо), можна дійти висновку, що майже всю загальну змінність показників у системі спроможна відновити невелика кількість таких компонент.

Отже, для кожної підсистеми виробничо-господарської діяльності п’яти досліджуваних підприємств: державне підприємство «Харківський завод транспортного устаткування» (ДП «ХЗТУ»), «Харківський завод транспортного устаткування» (ПрАТ «ХЗТУ»), ВАТ «Харківський підшипниковий завод», ТОВ «Машгідропривід», ВАТ «Турбоатом», за допомогою спеціального статистичного пакета Statgraphics Centurion були обчислені моделі латентних факторів для фінансової підсистеми, які мають такий вигляд:

$$F_1^1 = 0,00008x_1 - 0,345x_2 + 0,436x_3 + 0,165x_4 + 0,656x_5 + 0,393x_6 + 0,862x_7 + 0,574x_8 + 0,947x_9 + 0,82x_{10} + 0,255x_{11} + 0,96x_{12} + 0,933x_{13} + 0,864x_{14},$$

$$F_2^1 = 0,024x_1 + 0,773x_2 + 0,642x_3 + 0,887x_4 + 0,618x_5 + 0,766x_6 + 0,413x_7 + 0,66x_8 + 0,036x_9 - 0,536x_{10} - 0,008x_{11} + 0,138x_{12} + 0,227x_{13} + 0,286x_{14},$$

$$F_3^1 = -0,925x_1 - 0,073x_2 - 0,279x_3 + 0,334x_4 - 0,241x_5 + 0,064x_6 + 0,03x_7 - 0,252x_8 + 0,173x_9 + 0,02x_{10} + 0,855x_{11} + 0,061x_{12} + 0,102x_{13} + 0,357x_{14}.$$

Ці три латентні фактори на 86,124 % описують систему показників фінансової підсистеми виробничо-господарської діяльності досліджуваних підприємств. Причому перший фактор описує на 51,193 %, другий – на 21,296 %, третій – на 13,636 %. Оскільки перший фактор має найбільшу дисперсію, то для визначення рейтингу впливу показників у підсистемі скористаємось факторними навантаженнями саме першого фактора. Рейтинг показників є такими: коефіцієнт абсолютної ліквідності (x_{12}), коефіцієнт автономії (x_9), коефіцієнт термінової ліквідності (x_{13}), коефіцієнт загальної ліквідності (покриття) (x_{14}), рентабельність оборотних активів (x_7), коефіцієнт забезпеченості власними оборотними засобами (x_{10}), чиста рентабельність продажів (x_5), рентабельність інвестицій (x_8), коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості (x_3), рентабельність власного капіталу (x_6), коефіцієнт оборотності запасів (x_2). Решта три показники фінансової підсистеми виявились не впливовими у взаємозв'язку, це коефіцієнт оборотності активів (x_1), коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості (x_4), коефіцієнт маневреності власного капіталу (x_{11}). Послідовність впливових показників сформована у напрямі зниження факторних навантажень за умови $a_{ij} \geq 0,3$. Аналіз послідовності впливових показників у фінансовій підсистемі дозволяє визначити цей фактор як здатність підприємств здійснювати ефективну фінансову діяльність.

Для виробничої підсистеми показників виробничо-господарської діяльності підприємств рівняння латентних факторів мають вигляд:

$$F_1^2 = -0,765y_1 + 0,172y_2 + 0,04y_3 + 0,279x_4 + 0,858y_5 - 0,798y_6 + 0,905y_7 + 0,965y_8 - 0,755y_9,$$

$$F_2^2 = -0,462y_1 + 0,845y_2 - 0,682y_3 + 0,889x_4 + 0,347y_5 - 0,483y_6 + 0,112y_7 - 0,081y_8 - 0,01y_9.$$

Ці латентні фактори описують на 77,172 % систему показників виробничої підсистеми виробничо-господарської діяльності досліджуваних підприємств.

Перший фактор описує на 57,501 %, другий – на 19,671 %. Згідно зі значеннями факторних навантажень першого фактора рейтинг показників є таким: рентабельність виробництва (y_8), рентабельність основних засобів (y_7), фондодіада (y_5), фондоозброєність (y_6), коефіцієнт зносу основних засобів (y_1), питома вага матеріальних витрат на виробництві (y_9). Не впливають на взаємозв'язок у підсистемі такі показники: коефіцієнт оновлення (введення основних засобів) (y_2), коефіцієнт вибуття основних засобів (y_3), коефіцієнт приросту основних засобів (y_4). Аналіз послідовності впливових показників дозволяє визначити цей фактор як вплив ефективності основних засобів на рентабельність виробництва.

Для маркетингової підсистеми показників виробничо-господарської діяльності підприємств рівняння латентних факторів мають вигляд:

$$F_1^3 = 0,834z_1 + 0,914z_2 - 0,081z_3 - 0,047z_4 - 0,237z_5 - 0,026z_6 - 0,738z_7,$$

$$F_2^3 = 0,14z_1 - 0,163z_2 + 0,96z_3 + 0,97z_4 - 0,148z_5 + 0,322z_6 + 0,139z_7,$$

$$F_3^3 = 0,45z_1 - 0,27z_2 - 0,205z_3 - 0,151z_4 + 0,883z_5 - 0,697z_6 + 0,461z_7.$$

Три дані латентні фактори на 85,86 % описують систему показників маркетингової підсистеми виробничо-господарської діяльності досліджуваних підприємств. Перший фактор описує на 35,61 %, другий – на 33,244 %, третій – на 17,006 %. Згідно зі значеннями факторних навантажень першого та другого факторів рейтинг показників є таким: частка ринку (z_2), коефіцієнт валового прибутку (z_1), собівартість продукції (z_7), коефіцієнт доведення продукту до споживача (z_4), коефіцієнт зміни обсягу продажів (z_3). У маркетинговій підсистемі не мають впливу показники: частка збутових витрат в обсязі реалізованої продукції (z_5), частка нових продуктів (z_6). Аналіз послідовності впливових показників дозволяє визначити ці фактори як вплив собівартості продукції на конкурентну одиницю на ринку.

Для кадрової підсистеми показників виробничо-господарської діяльності підприємств рівняння латентних факторів мають вигляд:

$$F_1^4 = 0,036v_1 + 0,276v_2 - 0,463v_3 + 0,935v_4 + 0,967v_5 + 0,147v_6 + 0,596v_7 + 0,72v_8,$$

$$F_2^4 = 0,949v_1 + 0,823v_2 - 0,067v_3 + 0,135v_4 + 0,015v_5 - 0,23v_6 + 0,48v_7 + 0,454v_8,$$

$$F_3^4 = -0,005v_1 - 0,343v_2 + 0,843v_3 + 0,211v_4 - 0,202v_5 + 0,93v_6 - 0,26v_7 - 0,382v_8.$$

Ці три латентні фактори на 88,507 % описують систему показників кадрової підсистеми виробничо-господарської діяльності досліджуваних підприємств. Перший фактор описує на 52,622 %, другий – на 20,996 %, третій – на 14,889 %. Згідно зі значеннями факторних навантажень першого фактора рейтинг показників є таким: коефіцієнт обороту кадрів зі звільнення (v_5), коефіцієнт обороту кадрів з прийняття (v_4), витрати робочого часу на одного працівника (v_8), коефіцієнт плинності персоналу (v_7), темп зростання чисельності працівників (v_3). Невпливовими показниками в підсистемі виявились: продуктивність праці (v_1), середня заробітна плата (v_2), коефіцієнт відновлення працівників (v_6). Аналіз послідовності впливових показників дозволяє визначити перший фактор як динаміку руху персоналу.

Отже, виділені в кожній підсистемі найвпливовіші показники дозволяють здійснювати оцінку виробничо-господарської діяльності в цілому (причому, змінюючи значення, наприклад, найбільш рейтингових показників). Можна вважати, що в підсистемах опосередковано буде змінюватись і значення інших показників. Існування у кожній підсистемі незв'язаних показників потребує додаткового їх розгляду та вияснення причин виникнення такої ситуації.

Для оцінки виробничо-господарської діяльності підприємств необхідно визначити рівень розвитку кожної підсистеми окремого підприємства та проаналізувати його динаміку протягом досліджуваного періоду (2013 – 2015 рр.).

Аналіз спеціальної наукової літератури з проблематики економіко-математичного моделювання та його застосування в розв'язуванні практичних задач в економіці промислових підприємств показав, що найпопулярнішими є такі методи згортання сукупності показників: адитивний і мультиплікативний, також спеціально розроблені математичні методи, які для реалізації потребують використання статистичних інструментів.

Так, здійснити часткову згортку дозволяють методи багатовимірного статистичного аналізу: багатовимірне шкалювання, канонічні кореляції, факторний, кластерний та дискримінантний аналіз. Вважається, що згортання системи показників до однієї величини дозволяють зробити математичні методи побудови таксономічного показника розвитку та визначення показника якості. Згідно з математичними процедурами методу побудови таксономічного показника розвитку здійснюється повна редукція простору ознак із використанням еталона, який найчастіше формується за критерієм мінімаксу. Метод побудови таксономічного показника був використаний для визначення рівня розвитку кожної підсистеми виробничо-господарської діяльності окремого підприємства.

Результати його обчислення наведені в табл. 3.1, де показані значення інтегральних показників розвитку кожної підсистеми виробничо-господарської діяльності досліджуваних підприємств.

Таблиця 3.1

Інтегральні показники розвитку підсистем виробничо-господарської діяльності підприємств у динаміці (2013 – 2015 рр.)

Підсистема/Роки	2013	2014	2015
ПрАТ «ХЗТУ»			
Фінансова підсистема	0,6188	0,4877	0,59587
Виробнича підсистема	0,2466	0,2022	0,19885
Маркетингова підсистема	0,1468	0,1791	0,14446
Кадрова підсистема	0,1353	0,1613	0,12811
Загальний рівень	0,2869	0,25758	0,26682
ДП «ХЗТУ»			
Фінансова підсистема	0,1077	0,0921	0,11813
Виробнича підсистема	0,1311	0,1191	0,15179
Маркетингова підсистема	0,1984	0,2305	0,18105
Кадрова підсистема	0,1546	0,1855	0,14792
Загальний рівень	0,148	0,1568	0,14972
ТОВ «Машгідропривід»			
Фінансова підсистема	0,0433	0,0551	0,04754
Виробнича підсистема	0,0304	0,031	0,03774
Маркетингова підсистема	0,0931	0,1189	0,10361
Кадрова підсистема	0,1391	0,1643	0,12987
Загальний рівень	0,0765	0,09233	0,07969
ВАТ «Турбоатом»			
Фінансова підсистема	0,6646	0,8238	0,83585
Виробнича підсистема	0,3516	0,4093	0,45087
Маркетингова підсистема	0,1567	0,1847	0,14585
Кадрова підсистема	0,1623	0,1929	0,15294
Загальний рівень	0,3338	0,40268	0,39638
ВАТ «Харківський підшипниковий завод»			
Фінансова підсистема	0,0107	0,0126	0,01372
Виробнича підсистема	0,1321	0,1558	0,1693
Маркетингова підсистема	0,1195	0,1489	0,12282
Кадрова підсистема	0,1654	0,1972	0,15657
Загальний рівень	0,1069	0,12863	0,1156

У табл. 3.1 значення інтегральних показників свідчать про високий розвиток протягом трьох років фінансової підсистеми виробничо-господарської діяльності підприємства ВАТ «Турбоатом» і достатній розвиток цієї підсистеми на підприємстві ПрАТ «ХЗТУ». Виробнича підсистема на підприємстві ВАТ «Турбоатом» має достатньо позитивну динаміку; проте ця система потребує вдосконалення на підприємстві ПрАТ «ХЗТУ». Решта три підприємства мають надзвичайно низький рівень розвитку всіх підсистем виробничо-господарської діяльності, який зберігається всі три роки.

У цілому розвиток виробничо-господарської діяльності досліджуваних підприємств, протягом трьох років, низький, за винятком ВАТ «Турбоатом». Тому з метою розроблення управлінських рішень щодо покращення стану виробничо-господарської діяльності всіх підприємств слід визначити вплив найбільш значущих показників у кожній підсистемі. Для цього потрібно обчислити регресійні залежності рівня розвитку кожної підсистеми виробничо-господарської діяльності від частинних показників, які її описують. Для побудови багатофакторної лінійної регресійної моделі залежності рівня розвитку фінансової підсистеми від частинних показників їх було розділено на дві частини – залежно від рейтингу впливу. Тому рівняння залежностей мають вигляд:

$$I_x = 0,237 + 9,414x_{12} - 1,616x_{13} + 0,517x_{14},$$

$$t_a = 1,03; t_{b_1} = 4,86; t_{b_2} = -4,65; t_{b_3} = 3,05.$$

Обчислені значення статистики Стьюдента свідчать про те, що із п'яти перших, визначених за факторним аналізом рейтингових показників тільки три показники – коефіцієнт абсолютної ліквідності (x_{12}), коефіцієнт термінової ліквідності (x_{13}), коефіцієнт загальної ліквідності (покриття) (x_{14}) – впливають на підвищення рівня фінансової підсистеми. Тобто рівень розвитку фінансової підсистеми підприємств підвищує саме здатність підприємств швидко перетворювати активи на гроші.

Коефіцієнт детермінації свідчить про те, що мінливість узагальнювального показника рівня фінансової підсистеми пояснюється на 91,724 % мінливістю факторів, що були включені до моделі. Автокореляцію залишків було перевірено за статистикою Дарбіна – Уотсона, критерій підтвердив її існування. Тому побудовану модель не рекомендують використовувати для прогнозування.

За критерієм Фішера $F = 18,47$ маємо, що модель є значущою в цілому. Згідно із цією моделлю, за умови підвищення коефіцієнта ліквідності на 0,001 рівень

фінансової підсистеми зросте на 0,009, а якщо коефіцієнт загальної ліквідності підвищиться на 0,1, то рівень фінансової підсистеми зросте на 0,05.

Оскільки коефіцієнт абсолютної ліквідності показує, яка частина поточних зобов'язань може бути погашена відразу, то згідно з динамікою значень цього показника протягом трьох років необхідно терміново розробляти заходи щодо збільшення його значень до рівня 0,2. Загальну оцінку ліквідності активів дає коефіцієнт загальної ліквідності; водночас він відображає, яка сума поточних активів підприємства припадає на одну гривню поточних зобов'язань. Аналіз значень цього показника на підприємствах показав, що у ПрАТ «ХЗТУ» і ТОВ «Машгідропривід» він більший від одиниці; ці підприємства своєчасно погашають борги. Оскільки коефіцієнт термінової ліквідності відображає спроможність підприємства в разі зменшення обсягів реалізації покрити свої зобов'язання перед кредиторами. Значення цього показника на підприємствах протягом періоду дослідження менші від одиниці. Це свідчить про високий рівень фінансового ризику, а отже, про надзвичайно мінімальні можливості для залучення додаткових фінансових ресурсів.

Для фінансової підсистеми була обчислена ще одна модель залежності рівня розвитку фінансової підсистеми від частинних показників, які мають нижчий рейтинг, ніж попередні:

$$I_x = 0,196 + 0,801x_{10},$$
$$t_a = 3,016; t_{b_1} = 2,657.$$

Отже, значущим фактором, що впливає на рівень фінансової підсистеми виробничо-господарської діяльності виявився лише коефіцієнт забезпеченості власними оборотними засобами (x_{10}). Не впливають на рівень фінансової підсистеми такі показники, як: чиста рентабельність продажів (x_5), рентабельність інвестицій (x_8), коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості (x_3), рентабельність власного капіталу (x_6). Коефіцієнт детермінації свідчить про те, що мінливість рівня фінансової підсистеми пояснюється на 50,22 % мінливістю факторів, що були включені до моделі. Побудовану модель не рекомендують використовувати для прогнозу за статистикою Дарбіна – Уотсона. За критерієм Фішера $F = 7,06$ маємо, що модель у цілому значуща. Аналіз динаміки значень коефіцієнта забезпеченості власними оборотними засобами на досліджуваних підприємствах показав про зменшення рівня платоспроможності та кредитоспроможності підприємств. Проте зі збільшенням значення коефіцієнта забез-

печеності власними оборотними засобами на 0,01 рівень фінансової підсистеми зросте на 0,08.

Модель залежності рівня розвитку виробничої підсистеми від частинних показників має вигляд:

$$I_y = 0,51 - 0,32y_1,$$
$$t_a = -2,09; t_{b_1} = 7,88.$$

Обчислені значення статистики Стьюдента підтверджують значущість лише одного фактора – коефіцієнта зносу основних засобів (y_1); решта п'ять – рентабельність виробництва (y_8), рентабельність основних засобів (y_7), фондо-віддача (y_5), фондоозброєність (y_6), питома вага матеріальних витрат на виробництво (y_9) – не є значущими. Коефіцієнт детермінації свідчить про те, що мінливість рівня виробничої підсистеми пояснюється на 89,88 % мінливістю факторів, що були включені до моделі. За статистикою Дарбіна – Уотсона, побудовану модель не рекомендують використовувати для прогнозу. За критерієм Фішера $F = 62,18$ маємо результат, що модель значуща в цілому. Отже, в разі збільшення коефіцієнта зносу основних засобів хоча б на 0,1 рівень розвитку виробничої підсистеми зменшиться на 0,032. Аналіз динаміки цього показника на досліджуваних підприємствах довів наявність великої кількості зношених основних засобів. Це обумовлює застосування застарілих технологічних процесів і як наслідок – низьку конкурентоспроможність продукції та низький рівень рентабельності.

Показники маркетингової підсистеми не впливають на рівень її розвитку, тому варто шукати інші причини формування низького рівня розвитку цієї підсистеми.

Модель залежності рівня розвитку кадрової підсистеми від частинних показників має вигляд:

$$I_v = -0,005 + 0,0009v_3 + 0,49v_5 - 0,4v_7,$$
$$t_a = -0,17; t_{b_1} = 3,64; t_{b_2} = 7,42; t_{b_3} = -6,95.$$

Обчислені значення статистики Стьюдента підтверджують значущість трьох фактів з п'яти: темпу зростання чисельності працівників (v_3); коефіцієнта обороту кадрів зі звільнення (v_5); коефіцієнта плинності персоналу (v_7). Два

інших фактори не є значущими, це коефіцієнт обороту кадрів з прийняття (v_4) і витрати робочого часу на одного працівника (v_8). Коефіцієнт детермінації свідчить про те, що мінливість рівня кадрової підсистеми на 92,73 % пояснюється мінливістю факторів, що були включені до моделі. За статистикою Дарбіна – Уотсона, побудовану модель не рекомендують використовувати для прогнозу. За критерієм Фішера $F = 21,26$ маємо, що модель загалом значуща.

Використавши результати обчислень за факторним аналізом, методом побудови таксономічного показника розвитку та регресійного багатфакторного аналізу, можна сформулювати схему причинно-наслідкових взаємозв'язків, яка є картою для розроблення заходів щодо підвищення ефективності виробничо-господарської діяльності та обґрунтування бажаних значень показників функціональних стратегій на підприємстві. Аналогічна процедура визначення впливу частинних показників на рівень розвитку підсистем виробничо-господарської діяльності була здійснена і для підприємств ВАТ «Турбоатом» і ВАТ «Харківський підшипниковий завод».

Для продовження процедури формування аналітичного забезпечення стратегічної оцінки досліджуваних підприємств потрібно прогнозувати значення частинних показників. У системі стратегічного управління виробничо-господарською діяльністю підприємства (особливо в стратегічному плануванні) процедура прогнозування є найважливішою і передбачає науково обґрунтоване твердження про можливі стани діяльності в майбутньому, альтернативні шляхи та терміни досягнення цих станів. Фахівці з проблем стратегічного аналізу вважають, що стратегічне прогнозування є об'єднавчою ланкою між теорією та практикою регулювання діяльності підприємства та виконує дві ключові функції: передбачувальну (описову) та керівну, – що сприяє оформленню прогнозу в план діяльності. В управлінні діяльністю підприємства результати прогнозу використовуються у двох напрямках: теоретико-пізнавальному (яким забезпечується вивчення і вдосконалення методики та методології робіт зі формування прогнозів, виявлення тенденцій та факторів розвитку діяльності) й управлінському. Її метою є створення необхідних умов для підвищення наукового рівня відповідних управлінських рішень.

З метою формування прогнозу значень показників виробничо-господарської діяльності підприємств, завдяки яким слід здійснювати оцінку, використаємо динамічний ряд значень частинних показників кожної підсистеми цієї діяльності. Для прогнозування значення показників застосуємо моделі кривих росту, які можна обчислити за допомогою статистичного пакета Statgraphics

Centurion. Отримуємо такі прогнози значень показників для підприємства ПрАТ «ХЗТУ».

Рівняння кривої росту для коефіцієнта оборотності активів (x_1):
 $x_1 = \sqrt{0,03 + 0,0001t^2}$. Перевірка якості обчислених моделей була здійснена статистичними критеріями – критерієм Фішера, критерієм Дарбіна – Уотсона і коефіцієнтом детермінації: $F = 1,05$; $DW = 1,181$; $R^2 = 7,46$. Результати свідчать про низьку якість розробленої моделі, тому цю модель недоцільно застосовувати для прогнозування.

Рівняння кривої росту коефіцієнта оборотності запасів (x_2):
 $x_2 = \frac{1}{-0,657 + 1,38\sqrt{t}}$; причому $R^2 = 25,76$; $F = 4,51$; $DW = 1,7$. Це свідчить про статистичну якість розробленої моделі. Прогнозні значення цього показника на наступні квартали такі: на IV квартал 2015 р. – 0,205, на I квартал 2016 р. – 0,198, на II квартал 2016 р. – 0,192. Отже, у наступних трьох кварталах на підприємстві очікується зниження значення коефіцієнта оборотності запасів.

Модель кривої росту коефіцієнта оборотності дебіторської заборгованості (x_3): $x_3 = 0,815 - \frac{0,58}{t}$, причому $R^2 = 12,23$; $F = 1,81$; $DW = 1,13$, що свідчить про низьку статистичну якість розробленої моделі, тому з її використанням прогноз робити недоцільно.

Модель прогнозу коефіцієнта оборотності кредиторської заборгованості (x_4): $x_4 = \sqrt{0,037 + 0,0002t^2}$, причому $R^2 = 8,348$; $F = 1,18$; $DW = 1,17$. Це свідчить про низьку статистичну якість розробленої моделі, тому за цією моделлю прогноз робити недоцільно.

Модель прогнозу чистої рентабельності продажів (x_5): $x_5 = 0,026 - 0,0002t^2$, причому $R^2 = 0,176$; $F = 0,02$; $DW = 2,48$. Це свідчить про низьку статистичну якість розробленої моделі, тому цю модель у прогнозуванні використовувати недоцільно.

Модель прогнозування рентабельності власного капіталу (x_6): $x_6 = 0,071 - \frac{0,07}{t}$, причому $R^2 = 0,461$; $F = 0,06$; $DW = 2,91$. Це свідчить про низьку статистичну якість розробленої моделі, тому за нею прогноз робити недоцільно.

Модель прогнозу рентабельності оборотних активів (x_7): $x_7 = 0,011 - \frac{0,012}{t}$, причому $R^2 = 0,577$; $F = 0,08$; $DW = 2,97$. Це свідчить про низьку статистичну

якість розробленої моделі, тому цю модель використовувати для прогнозу недоцільно.

Модель прогнозування рентабельності інвестицій (x_8): $x_8 = 0,002 + 0,011 \ln t$, причому $R^2 = 0,743$; $F = 0,10$; $DW = 2,8$. Це свідчить про низьку статистичну якість розробленої моделі, тому за цією моделлю прогноз робити недоцільно.

Модель прогнозування коефіцієнта автономії (x_9): $\ln x_9 = -2,67 + 0,193 \ln t$, причому $R^2 = 40,263$; $F = 8,76$; $DW = 1,97$. Це свідчить про достатню статистичну якість розробленої моделі. Прогнозні значення цього показника на наступні квартали такі: на 4-й квартал 2015 р. – 0,119, на I квартал 2016 р. – 0,12, на II квартал 2016 р. – 0,121. Отже, в наступних трьох кварталах на підприємстві передбачається невелике зростання значення коефіцієнта автономії.

Модель прогнозування коефіцієнта забезпеченості власними оборотними засобами (x_{10}): $x_{10} = -0,224 + 0,0007t^2$, причому $R^2 = 69,16$; $F = 29,15$; $DW = 2,11$. Це свідчить про високу статистичну якість розробленої моделі. Прогнозні значення цього показника на наступні квартали такі: на 4-й квартал 2015 р. – 0,054, на I квартал 2016 р. – 0,0323, на II квартал 2016 р. – 0,009. Отже, в наступних трьох кварталах на підприємстві прогнозується невелике зростання значення забезпеченості власними оборотними засобами.

Модель прогнозування коефіцієнта маневреності власного капіталу (x_{11}): $x_{11} = -3,677 + 0,758\sqrt{t}$, причому $R^2 = 68,72$; $F = 28,56$; $DW = 2,56$. Це свідчить про високу статистичну якість розробленої моделі. Прогнозні значення цього показника на наступні квартали такі: на 4-й квартал 2015 р. – 0,644, на I квартал 2016 р. – 0,55, на II квартал 2016 р. – 0,46. Отже, в наступних трьох кварталах на підприємстві очікується невелике зростання значення коефіцієнта маневреності власного капіталу.

Для прогнозу значень коефіцієнта абсолютної ліквідності (x_{12}) була обчислена модель: $x_{12} = \sqrt{-0,0007 + 0,002 \ln(t)}$, причому $R^2 = 2,8$; $F = 0,37$; $DW = 1,94$. Це свідчить про низьку статистичну якість розробленої моделі, тому задіювати її і прогнозуванні недоцільно. Не слід за обчисленою моделлю прогнозувати значення коефіцієнта термінової ліквідності (x_{13}).

Модель прогнозування коефіцієнта загальної ліквідності (покриття) (x_{14}): $x_{14} = \sqrt{0,6 + 0,0011t^2}$, причому $R^2 = 71,14$; $F = 32,04$; $DW = 2,1$. Це свідчить про високу статистичну якість розробленої моделі. Прогнозні значення цього

показника на наступні квартали такі: на 4-й квартал 2015 р. – 0,942, на I квартал 2016 р. – 0,962, на II квартал 2016 р. – 0,982. Отже, на підприємстві в наступних трьох кварталах очікується зростання значення коефіцієнта загальної ліквідності (покриття).

Були обчислені моделі прогнозування тенденцій змін значень показників виробничої підсистеми виробничо-господарської діяльності підприємства ПрАТ «ХЗТУ». Для прогнозування значень коефіцієнта зносу основних засобів

(y_1) була обчислена модель: $y_1 = \sqrt{0,278 - \frac{0,07}{t}}$, причому $R^2 = 28,64$; $F = 5,22$;

$DW = 2,48$. Це свідчить про невисоку статистичну якість розробленої моделі, тому за цією моделлю прогноз є сумнівним. Сумнівним є й прогноз фондовіддачі (y_5), оскільки обчислена модель $y_5 = \sqrt{0,069 + 0,001t^2}$ має низьку статистичну якість.

Модель прогнозування фондоозброєності (y_6): $y_6 = (9,83 + 0,006t^2)^2$, причому $R^2 = 74,58$; $F = 38,15$; $DW = 1,03$. Це свідчить про достатню статистичну якість розробленої моделі. Прогнозні значення цього показника на наступні квартали такі: на IV квартал 2015 р. – 127,97, на I квартал 2016 р. – 132,32, на II квартал 2016 р. – 137,014. Отже, на підприємстві в наступних трьох кварталах очікується зростання значення фондоозброєності. Не варто прогнозувати значення рентабельності основних засобів (y_7), оскільки обчислена модель

$y_7 = 0,015 - \frac{0,016}{t}$ має низьку статистичну якість. Аналогічно низьку статистичну

якість мають обчислені модель прогнозу рентабельності виробництва (y_8):

$y_8 = -0,009 + 0,033 \ln t$ та прогнозу питомої ваги матеріальних витрат на вироб-

ництво (y_9): $y_9 = \sqrt{0,08 + 0,92 \ln t}$.

Моделі прогнозування тенденцій змін значень показників маркетингової підсистеми показників виробничо-господарської діяльності підприємства ПрАТ «ХЗТУ» дають змогу стверджувати, що коефіцієнта валового прибутку (z_1):

$z_1 = 0,102 - 0,003t$ має низьку статистичну якість, тому на її основі прогнозувати не варто. Про сумнівність точності прогнозу показників: частки ринку (z_2)

за моделлю $z_2 = \exp(-3,67 - 0,007 t^2)$, коефіцієнта зміни обсягу продаж (z_3) за моделлю

$z_3 = \sqrt{0,84 + 0,02t^2}$, коефіцієнта доведення продукту до споживача (z_4)

за моделлю $z_4 = \sqrt{0,83 + 0,019t^2}$, частки збутових витрат в обсязі реалізованої

продукції (z_5) за моделлю $z_5 = \frac{1}{0,65 + 0,004t^2}$, собівартості продукції (z_7) за моделлю $z_7 = \sqrt{0,000003 + 775660t^2}$ свідчать їх обчислені статистичні критерії.

Моделі прогнозування тенденцій змін значень показників кадрової підсистеми виробничо-господарської діяльності підприємства ПрАТ «ХЗТУ» свідчать про те, що не слід прогнозувати за моделлю $v_1 = \sqrt{151,539 + 22,98t^2}$ значення показника продуктивності праці (v_1).

Модель прогнозу середньої заробітної плати (v_2): $v_2 = \sqrt{151,539 + 22,98t^2}$, причому $R^2 = 74,92$; $F = 38,82$; $DW = 1,19$. Це свідчить про достатню статистичну якість розробленої моделі. Прогнозні значення цього показника на наступні квартали такі: на 4-й квартал 2015 р. – 8,61, на I квартал 2016 р. – 8,9, на II квартал 2016 р. – 9,2. Отже, на підприємстві в наступних трьох кварталах очікується зростання значення середньої заробітної плати. Не слід прогнозувати за моделлю $v_3 = \sqrt{10538 - 5,14t^2}$ значення показника темпу зростання чисельності працівників (v_3) та коефіцієнта обороту кадрів із прийняття (v_4) за моделлю $v_4 = \sqrt{0,021 - 0,00003t^2}$, коефіцієнта обороту кадрів зі звільнення (v_5) за моделлю $v_5 = \sqrt{0,015 - 0,00009t^2}$.

Модель прогнозу коефіцієнта відновлення працівників (v_6): $v_6 = \exp(0,268 - 0,003t^2)$, причому $R^2 = 34,79$; $F = 6,94$; $DW = 2,034$. Це свідчить про достатню статистичну якість розробленої моделі. Прогнозні значення поточного показника на наступні квартали такі: на 4-й квартал 2015 р. – 0,592, на I квартал 2016 р. – 0,534, на II квартал 2016 р. – 0,48. Отже, на підприємстві в наступних трьох кварталах очікується зменшення значення коефіцієнта відновлення працівників.

Модель прогнозу коефіцієнта плинності персоналу (v_7): $v_7 = \exp(-2,89 + 0,37 \ln(t))$, причому $R^2 = 42,37$; $F = 9,56$; $DW = 1,48$. Це свідчить про достатню статистичну якість розробленої моделі. Прогнозні значення цього показника на наступні квартали такі: на 4-й квартал 2015 р. – 0,155, на I квартал 2016 р. – 0,158, на II квартал 2016 р. – 0,162. Отже, на підприємстві в наступних трьох кварталах очікується зростання значення коефіцієнта плинності персоналу. Не слід прогнозувати за моделлю $v_8 = \frac{1}{0,002 + \frac{0,0002}{t}}$ значення

показника витрат робочого часу на одного працівника (v_8).

Отримані прогностні значення показників виробничо-господарської діяльності за її підсистемами можна покласти в основу формування бажаних значень показників функціональної та корпоративної стратегії підприємства.

Таким чином, методичний підхід щодо оцінки виробничо-господарської діяльності підприємства слід проводити згідно з етапами, які наведені в табл. 3.2, де запропоновано рекомендований перелік математичних інструментів для виконання відповідних завдань оцінки та змістовність отриманих результатів оцінки.

Таблиця 3.2

**Змістовність методичного підходу до оцінки
виробничо-господарської діяльності підприємства**

Етап	Завдання	Початкові вхідні дані	Інструменти виконання завдання	Результати вирішення
1	2	3	4	5
1. Теоретичний аналіз сутності виробничо-господарської діяльності підприємства	Визначення стану виробничо-господарської діяльності підприємства	Роботи провідних спеціалістів, які вирішували теоретичні та практичні проблеми виробничо-господарської діяльності підприємства	Теоретико-логічний аналіз	Узагальнення сучасної змістовності та складових виробничо-господарської діяльності підприємства
2. Формування системи показників виробничо-господарської діяльності підприємства	Обґрунтування вибору показників з метою включення їх до системи показників виробничо-господарської діяльності підприємства	Роботи вчених і практиків, а також методики оцінки діяльності підприємства	Теоретико-логічний аналіз	Склад показників виробничо-господарської діяльності підприємства, з якої в майбутньому будуть відібрані показники для оцінки
3. Визначення причинно-наслідкових зв'язків і взаємозалежностей між показниками виробничо-господарської діяльності підприємства	Застосування факторного аналізу з метою визначення причинно-наслідкових зв'язків і взаємозалежностей між показниками виробничо-господарської діяльності підприємства	Значення показників досліджуваних підприємств за три останні роки	Факторний аналіз	Визначений механізм взаємозв'язку між показниками виробничо-господарської діяльності підприємств

1	2	3	4	5
4. Оцінка рівня розвитку кожної підсистеми виробничо-господарської діяльності підприємства окремого підприємства та загального її рівня	Визначення рівня розвитку кожної підсистеми виробничо-господарської діяльності підприємства окремого підприємства та загального її рівня	Значення найвпливовіших показників виробничо-господарської діяльності досліджуваних підприємств за три останні роки	Математичний метод побудови таксономічного показника розвитку	Рівень розвитку кожної підсистеми виробничо-господарської діяльності підприємства окремого підприємства та оптимальний її рівень
5. Діагностика рівня розвитку кожної підсистеми виробничо-господарської діяльності підприємства окремого підприємства та загального її рівня	Розроблення шкали найвпливовіших показників виробничо-господарської діяльності підприємств	Значення узагальнювальних показників виробничо-господарської діяльності досліджуваних підприємств, за три останні роки	Інструменти описової статистики, а саме – числового розподілу значень найвпливовіших показників	Шкала узагальнювальних показників виробничо-господарської діяльності підприємств
6. Оцінка впливу основних показників виробничо-господарської діяльності на рівень її розвитку	Визначення залежності від найвпливовіших її показників рівня розвитку кожної підсистеми виробничо-господарської діяльності	Значення узагальнювальних показників виробничо-господарської діяльності підприємств та її найвпливовіших показників	Багатофакторний регресійний аналіз	Вплив основних показників виробничо-господарської діяльності підприємства на рівень розвитку її підсистем
7. Прогнозування основних показників виробничо-господарської діяльності підприємств	Побудова моделі прогнозування основних показників виробничо-господарської діяльності підприємств	Часовий ряд найвпливовіших показників виробничо-господарської діяльності підприємств	Моделі кривих росту	Прогнозні значення на майбутні три періоди найвпливовіших показників виробничо-господарської діяльності підприємств для оцінки
8. Аналіз показників виробничо-господарської діяльності підприємств із метою оцінки	Обґрунтування системи показників виробничо-господарської діяльності підприємств з метою оцінки	Результати попередніх етапів використання методичного підходу	Теоретико-логічний аналіз	Система показників для проведення оцінки виробничо-господарської діяльності підприємства

Отже, запропонований методичний підхід дає можливість науково сформулювати та здійснити процедуру оцінки, а також практично перевірити дієздатність цих інструментів у сучасних умовах.

3.2. Визначення внутрішніх факторів і взаємозв'язків складових економічної стійкості підприємства

Аналіз робіт спеціалістів із проблем економічного аналізу діяльності та вирішення проблем економічної стійкості показав доцільність змістовності системи показників економічної стійкості із їх структурною узгодженістю зі складовими ресурсних можливостей підприємства. Отже, сформована система показників економічної стійкості враховує змістовну сутність згідно з її складовими. Обґрунтована система показників економічної стійкості дає змогу детально дослідити та визначити всі аспекти економічної стійкості підприємства.

Результати дослідження змістовної сутності економічної стійкості та рекомендації провідних вчених і практиків свідчать про необхідність її оцінки за допомогою системи показників, структурованих за складовими (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Система показників для оцінки економічної стійкості підприємства

Складові	Показники
1	2
1. Структурна складова ресурсних можливостей підприємства	
1.1. Витратна стійкість	Відношення ціни на продукцію до фіксованої ціни на поточну продукцію (x_1), рівень рентабельності продукції (x_2), відношення ціни на продукцію до фіксованої ціни на поточну продукцію (x_3), темпи зростання/зниження собівартості (x_4), питома вага витрат на просування товару в структурі собівартості товару (x_5), питома вага витрат на модернізацію виробництва у загальній структурі витрат (x_6), частка принципово нової продукції у загальному обсязі виробництва (x_7)
1.2. Виробнича стійкість	Коефіцієнт використання середньорічної виробничої потужності (x_8), кількість упроваджених у виробництво нових технологій (x_9), питома вага витрат на придбання машин, устаткування, інструментів, інших основних фондів і капітальні витрати, пов'язані з упровадженням інновацій у загальному обсязі витрат на інновації (x_{10}), фондоозброєність (x_{11}), відповідність обсягів поставлених ресурсів потребі в них (x_{12}), виконання

1	2
	нормативної величини запасів (x_{13}), питома вага працівників, які підвищили кваліфікацію у звітному році в загальній їх чисельності (x_{14}), питома вага працівників віком до 50 років в загальній їх чисельності (x_{15}), питома вага працівників, які виконують науково-технічну роботу в загальній їх чисельності (x_{16}), ступінь зносу основних засобів (x_{17}), частка власна техніки в загальній кількості основних фондів (x_{18}), темпами росту продуктивності праці (x_{19}), рентабельність основних фондів (x_{20}), фондвіддача (x_{21})
1.3. Фінансова стійкість	Коефіцієнт фінансової автономії (x_{22}), коефіцієнт структури довгострокових вкладів (x_{23}), коефіцієнт фінансування (x_{24}), загальний коефіцієнт покриття (x_{25}), коефіцієнт абсолютної ліквідності (x_{26}), коефіцієнт поточної ліквідності (x_{27}), коефіцієнт оборотності основного капіталу (x_{28}), коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості (x_{29}), коефіцієнт оборотності запасів (x_{30}), чиста рентабельність продажу (x_{31}), рентабельність власного капіталу (x_{32}), рентабельність вкладених коштів (x_{33})
2. Стійкість щодо періоду роботи	
2.1. Стійкість функціонування	Співвідношення між вартістю майна підприємства та його кредиторською заборгованістю (x_{34}), коефіцієнт накопичення зносу (x_{35}), коефіцієнт самофінансування (x_{36}), рівень виконання планів (x_{37}), рівень динаміки планів (x_{38}), питома вага підрозділів, що мають самостійний баланс (x_{39}), наявність фондів розвитку на підприємстві для кожного підрозділу (x_{40}), ступінь відповідальності за підрозділами (x_{41}), зона ризику для підприємства (x_{42})
3. Стійкість на різних видах ринків	
3.1. Стійкість на ринку товарів та послуг	Частка принципово нової продукції в загальному обсязі виробництва (x_{43}), коефіцієнт оновлення продукції (x_{44}), частка витрат на гарантійне обслуговування в структурі собівартості товару (x_{45}), частка продукції, що підлягала гарантійному обслуговуванню в структурі загального обсягу виготовленої продукції (x_{46}), економічна ефективність експорту (x_{47}), індекс фізичного обсягу продукції, що експортується (x_{48}), коефіцієнт віддачі коштів, вкладених в експортні операції (x_{49})
3.2. Стійкість на ринку засобів виробництва	Темп зростання доходу від здавання майна (x_{50}), частка майна, що використовується як застава для залучених коштів (x_{51}), питома вага поставок за прямими договорами (x_{52}), частка порушень договорів постачання (x_{53}), частка дебіторської заборгованості в коштах підприємства (x_{54})

Розвинена у роботі система показників (див. табл. 3.3) комплексно відображає ознаки економічної стійкості та задовольняє вимоги, які висуваються в ході оцінки до системи показників. Проведений аналіз праць відомих науковців показав, що існує два основних підходи до оцінки економічної стійкості.

Вони відрізняються за рівнем складності: підхід (передбачає використання окремого економічного показника чи однієї складової економічної стійкості) та комплексний підхід (базується на системі частинних показників і передбачає обчислення інтегрального показника). Кожен із них має свої переваги, тому для оцінки економічної стійкості слід поєднати обидва підходи.

Підприємство є складною соціально-економічною системою. Відомо, що, окрім значної кількості елементів, складні системи характеризуються різними за типом (тобто неоднорідними) зв'язками між елементами: структурними (в тому числі причинно-наслідковими), ієрархічними, інформаційними, функціональними, просторово-часовими.

Один із способів опису систем полягає в оцінці кількості елементів, які входять до системи (змінних, складових, станів), і різних взаємозв'язків між ними. Однією з умов забезпечення стійкості функціонування соціально-економічних систем є міцні причинно-наслідкові зв'язки між їх елементами. Оскільки характеристики соціально-економічних систем виражаються показниками, то з метою вирішення проблем економічної стійкості підприємства необхідно проаналізувати внутрішні причинно-наслідкові взаємозв'язки між показниками, що описують кожен зі складових економічної стійкості: структурну складову ресурсних можливостей підприємства (витратну, фінансову, виробничу), стійкості щодо періоду роботи, стійкості стосовно різних видів ринків та взаємозв'язки між складовими.

Для проведення такого аналізу рекомендується використовувати багатовимірні статистичні методи. Вони дозволяють визначити взаємозв'язки між частинними показниками, між складовими та рейтинг міжсистемного взаємозв'язку показників шляхом факторного та канонічного аналізу. У факторному аналізі вважається, що саме існування тісного кореляційного співвідношення між показниками є наслідком дії спільної для них причини, що не є явною (тобто завчасно не відома для дослідника). За наслідками прояву причин – латентних факторів будують математичні моделі цих факторів. Їх кількість значно менша, ніж кількість початкових показників, що описують соціально-економічну систему. Отже, велику кількість показників, що описують складові економічної стійкості, можна замінити невеликою кількістю факторів, що мають таку ж інформативність, що і система показників.

У цьому аналізі фактори формуються за екстремальним принципом. Перша компонента має пояснювати максимум усієї змінності всіх показників; друга компонента, яка незалежна від першої, має пояснювати максимум залишкової змінності ознак і т. д. Майже всю загальну змінність показників спроможна відновити невелика кількість таких компонент.

Алгоритм факторного аналізу передбачає такі етапи:

- 1) для матриці вхідних даних (X) обчислюється матриця кореляцій (R);
- 2) вирішується проблема спільності (R_h);
- 3) вирішується проблема факторів (A);
- 4) вирішується проблема обертання (W);
- 5) вирішується проблема оцінки факторів (F).

У загальному випадку факторний аналіз рекомендується використовувати для виявлення та визначення узагальнюючих характеристик. Вони є факторами, які характеризують скорочений простір початкових показників, що описують соціально-економічні системи. Розпізнавання факторів і формулювання їх назви проводиться на основі вагових коефіцієнтів a_{jr} з матриці відображення A . На основі значень цих вагових коефіцієнтів a_{jr} встановлюються рейтинг впливу показників на фактори, та факторів на показник. У сучасних умовах ці проблеми вирішуються в спеціальних програмних середовищах або статистичних пакетах, зокрема Statgraphics Centurion.

Виявлені в кожній складовій економічній стійкості підприємств латентні фактори дають можливість установити першопричини, які обумовлюють зміну значень показників і забезпечують тісні взаємозв'язки. Для реалізації факторного аналізу в якості висхідної інформації послуговували значення 54 показників, структурованих за шістьма складовими економічної стійкості, а саме: виробничою, витратною, фінансовою, функціонування щодо життєвого циклу, стійкості на ринках товарному та засобів виробництва п'яти машинобудівних підприємств протягом десяти років.

За результатами обчислень факторного аналізу за кожною складовою економічної стійкості підприємств у статистичному пакеті Statgraphics Centurion отримані моделі. Модель латентних факторів витратної стійкості складається з двох рівнянь. Тобто перші два фактори на 64,626 % пояснюють змінність усієї системи показників та виглядають наступним чином:

$$F_1 = 0,422x_1 - 0,897x_2 + 0,694x_5 + 0,871x_6 + 0,762x_7;$$

$$F_2 = 0,934x_4 - 0,323x_5.$$

Для визначення внутрішнього взаємозв'язку між показниками витратної стійкості підприємств варто врахувати значимі та знехтувати не значущими показниками. Вважатимемо, що реперним факторним навантаженням є $a_{ij} \geq 0,3$.

Ілюстрація впливу показників на фактори витратної стійкості досліджуваних підприємств можна подати у вигляді схеми (рис. 3.1).

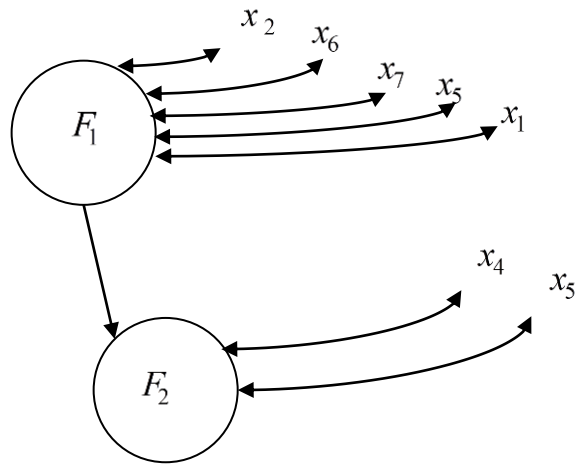


Рис. 3.1. Взаємозв'язок між факторами і показниками витратної стійкості досліджуваних підприємств

За обрахунками факторного аналізу та з рис. 3.1, основним і визначальним фактором економічної стійкості є перший фактор. Він пояснює 46,946 % мінливості показників і визначається рейтингом таких з них: x_2 – рівень рентабельності продукції, x_6 – питома вага витрат на модернізацію виробництва в загальній структурі витрат, x_7 – частка принципово нової продукції у загальному обсязі виробництва, x_5 – питома вага витрат на просування товару в структурі собівартості товару, x_1 – відношення ціни на продукцію до фіксованої ціни на поточну продукцію. У наведеному переліку показників кожен два з них характеризують рівень конкурентоспроможності та рівень інноваційних витрат.

Найбільший вплив латентного фактора має рівень рентабельності продукції (x_2). Цей показник характеризує кількість прибутку від реалізації на 1 грн собівартості. Введемо позначення: Пр1 – ПАТ «Турбоатом», Пр2 – ПАТ «Харківський підшипниковий завод», Пр3 – ПАТ «Харківський верстатобудівний завод», Пр4 – ПАТ «Завод «Південкабель»», Пр5 – ПАТ «Автрамат». На рис. 3.2 наведена динаміка показника рівня рентабельності продукції (x_2).

Отже, на підприємствах значення рівня рентабельності продукції різний. На підприємствах ПАТ «Автрамат», ПАТ Завод «Південкабель», порівняно з іншими підприємствами, спостерігається стійкий високий рівень рентабельності продукції.

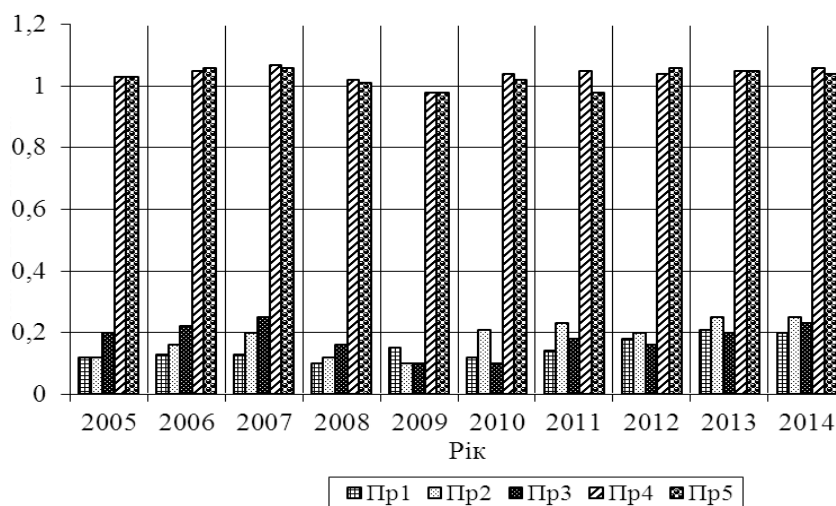


Рис. 3.2. Динаміка рівня рентабельності продукції (x_2) на досліджуваних підприємствах

Питома вага витрат на модернізацію виробництва у загальній структурі витрат (x_6) – за силою впливу фактора являється другим показником. Він визначає ступінь зацікавленості підприємства в оновленні виробничих потужностей та характеризує частку витрат на модернізацію виробництва в загальному капіталі підприємства. Динаміка показника питомої ваги витрат на модернізацію виробництва у загальній структурі витрат (x_6) на досліджуваних підприємствах подана на рис. 3.3.

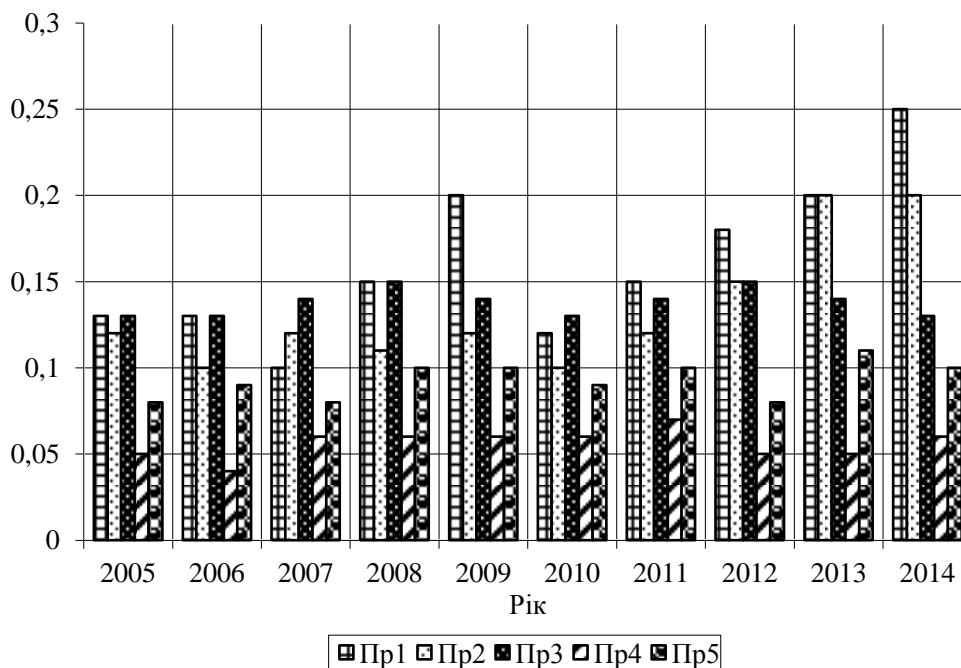


Рис. 3.3. Динаміка показника питомої ваги витрат на модернізацію виробництва у загальній структурі витрат (x_6)

Підприємства ПАТ «Турбоатом», ПАТ «Харківський верстатобудівний завод», ПАТ «Харківський підшипниковий завод» проводять політику модернізації виробництва, що не характерно для решти підприємств.

Третій показник у рейтингу впливу фактора – частка принципово нової продукції у загальному обсязі виробництва (x_7). Цей показник характеризує рівень удосконалення виробничого процесу на підприємстві за рахунок інноваційної діяльності. Згідно з рис. 3.4, підприємства ПАТ «Харківський підшипниковий завод» і ПАТ «Турбоатом» на введення нових технологій (або випуск нової продукції) витрачають набагато більше коштів, ніж інші підприємства, хоча ця тенденція із 2011 р. поступово зменшується. Підприємство ПАТ Завод «Південкабель» витрачає на ці позиції найменше порівняно з іншими досліджуваними підприємствами.

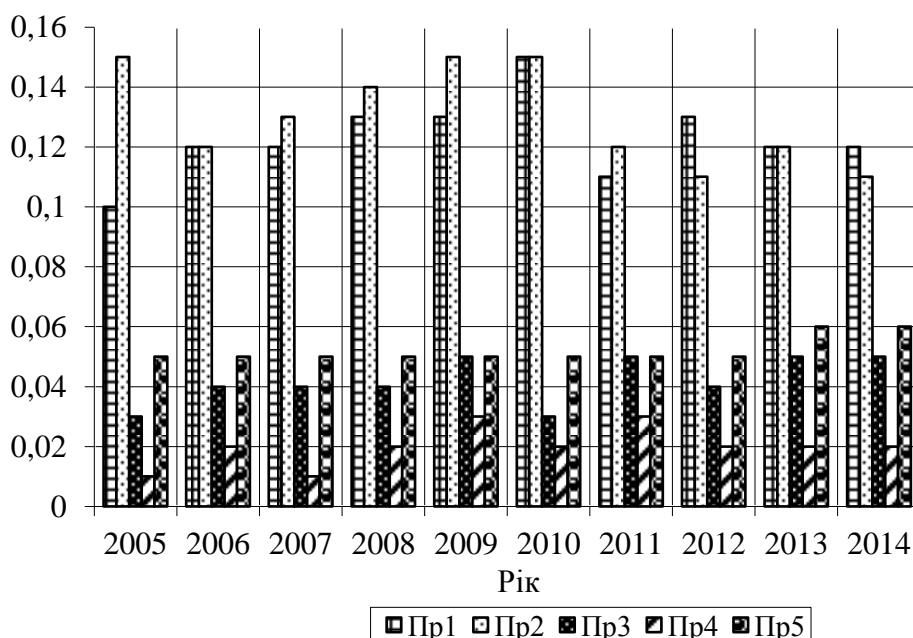


Рис. 3.4. Частка принципово нової продукції в загальному обсязі виробництва (x_7) на досліджуваних підприємствах

Важливим показником, який характеризує витратну стійкість підприємства, є питома вага витрат на просування товару в структурі собівартості товару (x_5), динаміка якого зображена на рис. 3.5.

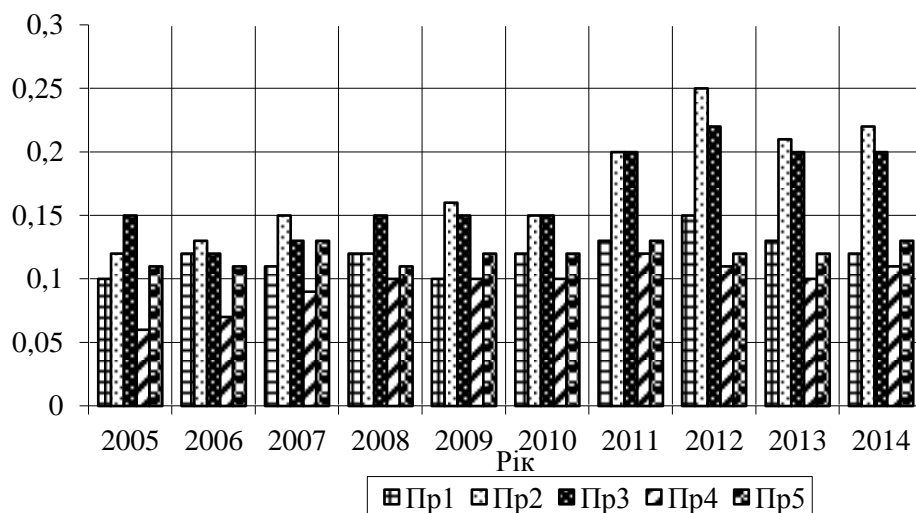


Рис. 3.5. **Питома вага витрат на просування товару в структурі собівартості товару (x_5)**

ПАТ «Харківський верстатобудівний завод» і ПАТ «Харківський підшипниковий завод», порівняно з іншими підприємствами, витрачають чималі кошти на просування товару. Витрати ж інших підприємств протягом досліджуваного періоду можна вважати сталими.

Показник відношення ціни на продукцію до фіксованої ціни на поточну продукцію (x_1) був обчислений як відношення ціни на продукцію підприємства (у цьому випадку – основного виду продукції) до середньої ціни у галузі. Він є одним із показників, який характеризує рівень конкурентоспроможності продукції. У тому випадку, коли підприємство є монополістом у своїй країні, то до розрахунку обирається середня ціна в галузі країн – конкурентів (рис. 3.6).

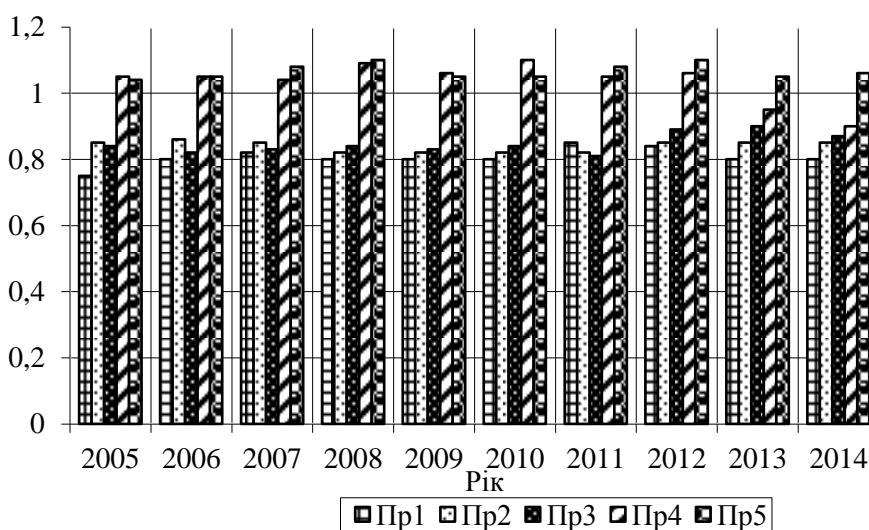


Рис. 3.6. **Динаміка показника відношення ціни на продукцію до фіксованої ціни на поточну продукцію (x_1)**

Динаміка показника на всіх обраних промислових підприємствах свідчить про стабільність його рівня протягом десяти років.

Другий латентний фактор впливає на такі показники, як: темпи зростання/зниження собівартості (x_4) і питома вага витрат на просування товару в структурі собівартості товару (x_5). Як бачимо з рис. 3.7, на всіх підприємствах спостерігається зростання собівартості продукції. Це негативна ситуація, оскільки призводить до підвищення рівня виробничих витрат на підприємстві. Це впливає або на поступове підвищення ціни продукції (що може привести до ризику втрати частки ринку для збуту продукції у порівнянні із цінами конкурентів), або на зменшення частки прибутку підприємства. Як правило, зростання собівартості продукції пов'язане із відповідним зростанням елементів собівартості товарів, ціни на які змінюються залежно від коливання курсу валют (паливо, енергоносії).

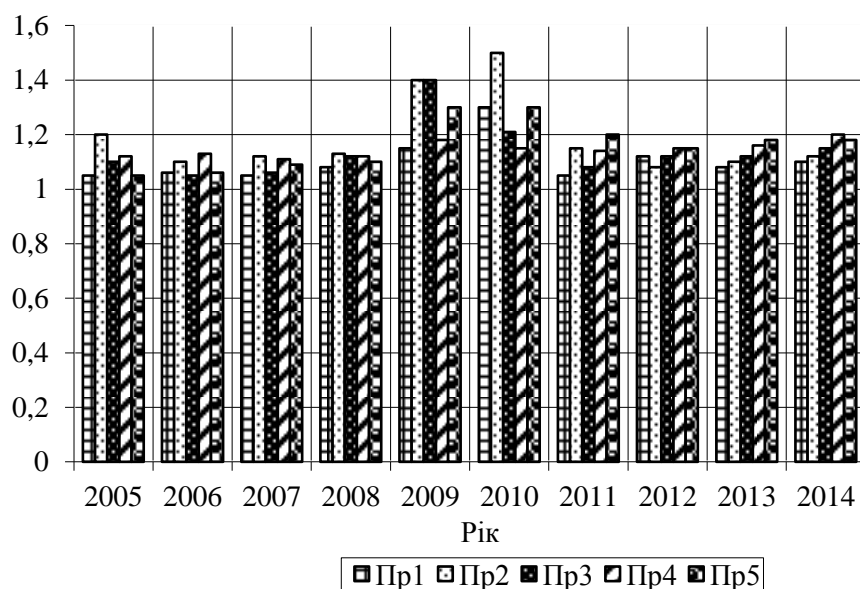


Рис. 3.7. Динаміка темпів зростання/зниження собівартості x_4

Отже, латентний фактор конкурентоспроможності підприємства свідчить про те, що вона істотно впливає на витратну стійкість досліджуваних підприємств. Продукція розглядуваних підприємств затребувана на ринках. Для всіх підприємств характерним є управління виробничими витратами. Це підтверджують і темпи зростання виробничих витрат, які не перевищують показника інфляції. Аналізовані підприємства приділяють значну увагу просуванню своїх товарів на ринки, оновленню виробництва, впровадженню нових методів і технологій.

Модель факторів у виробничій складовій містить чотири латентних фактора, які пояснюють 78,4 % загальної сукупності.

Рівняння моделі латентних факторів виробничої складової економічної стійкості досліджуваних промислових підприємств мають вигляд:

$$F_1 = 0,438x_8 + 0,742x_9 + 0,816x_{10} + 0,85x_{11} - 0,47x_{15} + 0,82x_{20} + 0,842x_{21};$$

$$F_2 = 0,521x_8 + 0,314x_{10} + 0,853x_{14} + 0,819x_{15} + 0,54x_{16} - 0,692x_{17} - 0,368x_{21};$$

$$F_3 = -0,793x_{16} + 0,952x_{18} + 0,317x_{21};$$

$$F_4 = 0,662x_{12} + 0,362x_{14} + 0,831x_{19}.$$

Основним, визначальним фактором економічної стійкості у виробничій складовій виступає перший фактор, який пояснює 34,2 % мінливості показників. Детальний економічний аналіз динаміки показників, які є визначальними в моделях факторів виробничої складової економічної стійкості показав, що:

1) досліджувані підприємства за показниками організаційно-технічного рівня виробництва знаходяться на високому рівні;

2) на підприємствах виробничі потужності використовуються менше ніж на 80 %, що є негативною тенденцією;

3) трудовими ресурсами найкраще забезпечене ПАТ «Турбоатом», на якому працює молодий кваліфікований колектив з вищою освітою; на всіх підприємствах спостерігається ріст показників продуктивності праці, фондівіддачі та позитивна тенденція змін рентабельності;

4) практично всі показники забезпечення сировиною та матеріалами мають рівень близький до 1, тобто є доволі низьким.

На фінансову складову економічної стійкості підприємства впливають три латентних фактора, які описують 88,7 % загальної сукупності.

Рівняння моделі латентних факторів фінансової складової економічної стійкості досліджуваних промислових підприємств мають вигляд:

$$F_1 = -0,873x_{22} + 0,860x_{23} - 0,605x_{24} - 0,488x_{26} - 0,334x_{27} + 0,850x_{28} + 0,883x_{29} + 0,904x_{30} - 0,386x_{31} - 0,377x_{33};$$

$$F_2 = 0,337x_{22} + 0,786x_{24} + 0,951x_{25} + 0,843x_{26} + 0,925x_{27} - 0,488x_{28} - 0,416x_{29} - 0,364x_{30} + 0,659x_{31} - 0,691x_{33};$$

$$F_3 = 0,991x_{32}.$$

Детальний економічний аналіз показників, на які найбільше впливають визначені латентні фактори фінансової складової економічної стійкості підприємств, дозволив зробити такі висновки: підприємства мають достатній запас фінансової стійкості; ПАТ «Турбоатом» за платоспроможністю та кредитоспроможністю, показниками рентабельності являється лідером; ПАТ «ХПЗ» за діловою активністю випереджає інші підприємства.

У складовій функціонування підприємства діють чотири латентних фактори. Їх рівняння моделі мають вигляд:

$$F_1 = 0,650x_{34} + 0,909x_{36} + 0,802x_{38} - 0,386x_{39} + 0,392x_{40};$$

$$F_2 = 0,534x_{34} + 0,885x_{39} + 0,892x_{40};$$

$$F_3 = 0,754x_{37} - 0,869x_{42};$$

$$F_4 = -0,433x_{34} + 0,915x_{35} - 0,314x_{37}.$$

Визначальним фактором функціонування підприємства є перший фактор, який пояснює 33,7 % мінливості всіх показників, які характеризують дану складову. Найпотужнішим за силою впливу першого фактора на показники є коефіцієнт самофінансування (x_{36}), який відображає, наскільки підприємство може розвиватися за рахунок власних коштів, а також характеризує неефективність використання залучених коштів. Аналіз динаміки дозволяє сформулювати такі висновки: найбільші значення цього показника для всіх підприємств (окрім ПАТ «Турбоатом») спостерігаються в 2009 і 2011 р. Наявність фондів розвитку на підприємстві для кожного підрозділу (x_{40}) характеризує автономність підрозділів підприємства, що, зі свого боку, спонукає зменшити бюрократичну узгодженість. Такі фонди існують тільки для двох підприємств – ПАТ «ХПЗ» і ПАТ «Турбоатом». Варто зауважити, що підприємство ПАТ «Завод «Південкабель» знаходиться у великій зоні ризику, що є негативним фактором.

На складову позиціонування підприємств на ринку товарів і послуг впливають три фактора, які на 62,91 % характеризують систему частинних показників, що описують дану складову.

Рівняння моделі латентних факторів складової позиціонування підприємств на ринку товарів і послуг за економічною стійкістю досліджуваних промислових підприємств мають вигляд:

$$F_1 = 0,648x_{44} + 0,695x_{46} - 0,820x_{49};$$

$$F_2 = 0,845x_{43} + 0,499x_{44} - 0,565x_{46} + 0,337x_{47};$$

$$F_3 = -0,343x_{43} + 0,313x_{44} - 0,658x_{45} + 0,786x_{48}.$$

Коефіцієнт віддачі коштів, вкладених в експортні операції (x_{49}), має найбільше факторне навантаження у визначальному першому факторі. Цей показник відображає, скільки коштів отримало підприємство від експорту на 1 грн, вкладену в експорт. Найбільше значення показника протягом десяти років спостерігається на підприємстві ПАТ «Турбоатом», що обумовлено його найбільшою орієнтацією на експорт та ефективним менеджментом. Другий латентний фактор найбільше впливає на показник частки принципово нової продукції у загальному обсязі виробництва (x_{43}). Цей показник відображає, на скільки на підприємствах оновлюється продукція. Чим більшим є розглядуваний показник, тим більше нової продукції є в асортименті підприємства. Динаміка показує, що для різних підприємств спостерігаються різні тенденції цього показника. Так, для ПАТ «ХПЗ» найбільші значення зафіксовано в 2011 р., для ПАТ «Турбоатом» в 2010 – 2012 р., для ПАТ «ХВЗ» – в 2011 – 2012 р., для ПАТ «Автрамат» – в 2007 р., для ПАТ «Завод «Південкабель» – в 2012 – 2013 р. Причому найбільше значення представлено у ПАТ «ХПЗ».

На складову позиції підприємства на ринку засобів виробництва впливають два латентних фактора, які описують 63,7 % загальної сукупності частинних показників:

$$F_1 = 0,569x_{51} - 0,523x_{52} + 0,697x_{53} + 0,826x_{54};$$

$$F_2 = 0,823x_{50} - 0,696x_{52} + 0,398x_{54}.$$

За рейтингом впливу найбільш значущим в першому факторі є частка дебіторської заборгованості в коштах підприємства (x_{54}). Відомо, що для цього показника характерне невелике значення, оскільки існує податковий лаг між поставкою товару та розрахунком за ньому. Проте велика дебіторська заборгованість свідчить про помилки у відносинах з дебіторами з боку підприємства. Найнижче значення цього показника спостерігається на підприємствах ПАТ «ХПЗ» і ПАТ «Турбоатом» у 2009 – 2011 р., відповідно. Найгірша тенденція поточного показника у ПАТ «Завод «Південкабель». Темп зростання доходу від здачі майна (x_{50}) є важливим показником, який характеризує діяльність підприємства за отримання додаткового доходу від невикористаного майна. У 2013 р. значення темпу зростання доходу перевищує 1. Це означає, що дохід від здавання майна на всіх досліджуваних підприємствах зростає. Однак така ситуація є дуже небезпечною.

З метою визначення внутрішніх взаємозв'язків безпосередньо між складовими економічної стійкості підприємства рекомендується використати метод багатовимірної статистичного аналізу – канонічний аналіз, адже саме цей метод дозволяє оцінити зв'язок між двома системами випадкових величин, що є системами показників, які описують кожну із складових. Алгоритм обчислення канонічного аналізу такий:

1) формується матриця значень початкових змінних, які є показниками. Вона складається з двох частин: факторних ознак (x_i) і результативних ознак (y_j);

2) з урахуванням двох груп ознак обчислюється коваріаційна або ж кореляційна матриця;

3) визначаються вектори коефіцієнтів у розкладі нових канонічних змінних U і V за відповідними показниками;

4) обраховуються канонічні коефіцієнти кореляції r_{UV} ;

5) оцінюється значущість канонічних кореляцій.

Аналіз структури канонічних змінних і величини канонічних кореляцій дозволяє здійснити відбір найбільш інформативних змінних за характеристикою тісноти зв'язку між двома множинами змінних і змістовності процесу.

Для обчислення канонічного аналізу між складовими економічної стійкості (виробничої, витратної, фінансової, стійкості щодо періоду роботи, стійкості стосовно різних видів ринків) був використаний пакет Statgraphics Centurion. Для аналізу взаємозв'язку між складовими економічної стійкості досліджуваних підприємств залишило лише перші рівняння у всіх моделях, адже саме перші канонічні змінні мають найтісніші взаємозв'язки. Рейтинг міжсистемного взаємозв'язку показників визначимо на основі цих рівнянь. Отже, моделі взаємозв'язку між складовими економічної стійкості досліджуваних підприємств і рейтинг міжсистемного взаємозв'язку показників мають такий вигляд:

1) модель взаємозв'язку між витратною і виробничою складовими:

$$r_{U_1^1 V_1^1} = 0,989652$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1^1 = -0,0067708x_8 - 0,00116405x_9 - 0,0659085x_{10} - 0,793896x_{11} + 0,0335478x_{12} - \\ \quad - 0,680209x_{14} - 0,155356x_{15} + 0,4973x_{16} - 0,175632x_{17} + 0,0210232x_{18} + \\ \quad + 0,0221057x_{19} + 0,136431x_{20} + 0,0611225x_{21}; \\ V_1^1 = -0,0126404x_1 + 0,313547x_2 + 0,00406198x_4 - 0,0889579x_5 - 0,23173x_6 - \\ \quad - 0,539804x_7; \end{array} \right.$$

$$x_{11} > x_{14} > x_{16} > x_{17} > x_{15} > x_{20} > x_{10} > x_{21} > x_{12} > x_{19} > x_{18} > x_9 > x_8, \\ x_7 > x_2 > x_6 > x_5 > x_1 > x_4;$$

2) модель взаємозв'язку між витратною і фінансовою складовими:

$$r_{U_1^2 V_1^2} = 0,978599$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1^2 = -0,0205925x_{22} - 1,3897x_{23} - 0,808196x_{24} + 0,361138x_{25} + 0,625958x_{26} - \\ - 0,39706x_{27} + 0,39706x_{27} + 0,340654x_{28} + 0,338066x_{29} + 0,348113x_{30} + \\ + 0,0289287x_{31} - 0,0301139x_{32} - 0,273139x_{33}; \\ V_1^2 = -0,0325439x_1 + 0,621544x_2 - 0,0134048x_4 - 0,0305688x_5 - 0,0666621x_6 - \\ - 0,381167x_7; \end{array} \right.$$

$$x_{23} > x_{24} > x_{26} > x_{27} > x_{25} > x_{30} > x_{28} > x_{29} > x_{33} > x_{32} > x_{31} > x_{22},$$

$$x_2 > x_7 > x_6 > x_1 > x_5 > x_4;$$

3) модель взаємозв'язку між витратною і складовою функціонування підприємства:

$$r_{U_1^3 V_1^3} = 0,986293$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1^3 = 0,746505x_{34} + 0,0179843x_{35} - 0,445577x_{36} + 0,101276x_{37} - 0,0568377x_{38} + \\ + 0,3384x_{39} - 1,49321x_{40} + 0,0242779x_{42}; \\ V_1^3 = -0,146997x_1 + 0,72682x_2 - 0,0111035x_4 + 0,118783x_5 - 0,0915967x_6 - \\ - 0,36599x_7; \end{array} \right.$$

$$x_{40} > x_{34} > x_{36} > x_{39} > x_{37} > x_{35} > x_{42} > x_{35}, x_2 > x_7 > x_1 > x_5 > x_6 > x_4;$$

4) модель взаємозв'язку між витратною складовою і складовою позиціонування підприємств на ринку товарів та послуг:

$$r_{U_1^4 V_1^4} = 0,870454$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1^4 = -0,5754878x_{43} + 0,0502729x_{44} - 0,169521x_{45} + 0,552104x_{46} + 0,0347681x_{47} - \\ - 0,223929x_{48} - 0,148574x_{49}; \\ V_1^4 = 0,02602894x_1 + 0,434914x_2 + 0,133877x_4 - 0,107132x_5 - 0,139334x_6 - \\ - 0,485787x_7; \end{array} \right.$$

$$x_{43} > x_{46} > x_{48} > x_{45} > x_{49} > x_{44} > x_{47}, x_7 > x_2 > x_6 > x_4 > x_5 > x_1;$$

5) модель взаємозв'язку між витратною складовою і складовою позиціонування підприємств на ринку засобів виробництва:

$$r_{U_1^5 V_1^5} = 0,876135$$

$$\begin{cases} U_1^5 = 0,0635075x_1 + 0,0493212x_2 - 0,14703x_4 + 0,398248x_5 + 0,16088x_6 + \\ + 0,752275x_7; \\ V_1^5 = -0,1014364x_{50} - 0,364938x_{51} + 0,496664x_{52} - 0,0820972x_{53} - 0,382464x_{54}; \\ x_7 > x_5 > x_6 > x_4 > x_1 > x_2, \quad x_{52} > x_{54} > x_{51} > x_{50} > x_{53}; \end{cases}$$

6) модель взаємозв'язку між виробничою і фінансовою складовими:

$$r_{U_1^6 V_1^6} = 0,998415$$

$$\begin{cases} U_1^6 = 0,0116548x_8 - 0,00900802x_9 + 0,148086x_{10} + 0,396835x_{11} + 0,0103875x_{12} - \\ - 0,0798579x_{14} - 0,435347x_{15} - 0,413624x_{16} + 0,113713x_{17} - 0,0541169x_{18} - \\ - 0,0140907x_{19} - 0,033536x_{20} - 0,00131086x_{21}; \\ V_1^6 = 0,253866x_{22} - 0,0400709x_{23} + 0,118617x_{24} - 0,0152363x_{25} + 0,377988x_{26} + \\ + 0,0233379x_{27} - 0,163041x_{28} - 0,0259689x_{29} - 0,127424x_{30} - 0,0308203x_{31} - \\ - 0,0112246x_{32} + 0,0263229x_{33}; \\ x_{15} > x_{16} > x_{11} > x_{10} > x_{17} > x_{14} > x_{18} > x_{20} > x_{19} > x_8 > x_{12} > x_9 > x_{21}, \\ x_{26} > x_{22} > x_{28} > x_{30} > x_{24} > x_{23} > x_{31} > x_{33} > x_{29} > x_{27} > x_{25} > x_{32}; \end{cases}$$

7) модель взаємозв'язку між виробничою складовою і складовою функціонування підприємств:

$$r_{U_1^7 V_1^7} = 0,996569$$

$$\begin{cases} U_1^7 = 0,005811898x_8 + 0,00735617x_9 - 0,0462817x_{10} - 0,47677x_{11} - 0,00184267x_{12} - \\ - 0,759893x_{14} + 0,187052x_{15} - 0,0599899x_{16} - 0,137033x_{17} + 0,100211x_{18} + \\ + 0,0316451x_{19} + 0,0351504x_{20} - 0,118778x_{21}; \\ V_1^7 = -0,04619684x_{34} - 0,0223262x_{35} + 0,0834265x_{36} - 0,00874302x_{37} + 0,0247586x_{38} - \\ - 0,0921711x_{39} - 0,930653x_{40} + 0,0101901x_{42}; \\ x_{14} > x_{11} > x_{15} > x_{17} > x_{21} > x_{18} > x_{16} > x_{10} > x_{20} > x_{19} > x_9 > x_8 > x_{12}, \\ x_{40} > x_{39} > x_{36} > x_{34} > x_{38} > x_{35} > x_{42} > x_{37}; \end{cases}$$

8) модель взаємозв'язку між виробничою складовою і складовою позиціонування підприємств на ринку товарів та послуг:

$$r_{U_1^8 V_1^8} = 0,971305$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1^8 = -0,01211838x_8 + 0,0113788x_9 + 0,433537x_{10} - 0,416588x_{11} + 0,0521477x_{12} - \\ - 0,181759x_{20} + 0,20704x_{21} + 0,384351x_{14} - 0,634505x_{15} - 0,234127x_{16} + \\ + 0,801683x_{17} - 0,0212465x_{18} - 0,0297566x_{219}; \\ V_1^8 = -0,0215016x_{43} - 0,0655791x_{44} + 0,140068x_{45} - 0,005284x_{46} - 0,105804x_{47} + \\ + 0,0349567x_{48} + 0,93548x_{49}; \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} x_{17} > x_{15} > x_{10} > x_{11} > x_{14} > x_{16} > x_{21} > x_{20} > x_{12} > x_{19} > x_{18} > x_8 > x_9, \\ x_{49} > x_{45} > x_{47} > x_{44} > x_{48} > x_{43} > x_{46}; \end{array}$$

9) модель взаємозв'язку між виробничою складовою і складовою позиціонування підприємств на ринку засобів виробництва:

$$r_{U_1^9 V_1^9} = 0,981599$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1^9 = -0,0159113x_8 - 0,0563778x_9 - 0,232266x_{10} + 1,06713x_{11} - 0,0698774x_{12} + \\ + 0,145837x_{14} + 0,875264x_{15} + 0,0082608x_{16} + 0,248392x_{17} + 0,0658159x_{18} + \\ + 0,06649127x_{19} - 0,19385x_{20} - 0,165803x_{21}; \\ V_1^9 = -0,0588839x_{50} - 0,317865x_{51} + 0,909704x_{52} - 0,0845739x_{53} - 0,0635614x_{54}; \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} x_{11} > x_{15} > x_{17} > x_{10} > x_{20} > x_{21} > x_{14} > x_{12} > x_{19} > x_{18} > x_9 > x_8 > x_{16}, \\ x_{52} > x_{51} > x_{53} > x_{54} > x_{50}; \end{array}$$

10) модель взаємозв'язку між фінансовою складовою і функціонування підприємств:

$$r_{U_1^{10} V_1^{10}} = 0,995246$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1^{10} = 0,05776478x_{22} - 0,89135x_{23} - 0,18588x_{24} + 0,0324954x_{25} - 0,533167x_{26} - \\ - 0,211033x_{27} + 0,0746191x_{28} + 0,00361517x_{29} + 0,14021x_{30} + 0,0478904x_{31} - \\ - 0,0286806x_{32} - 0,0782151x_{33}; \\ V_1^{10} = -0,1842634x_{34} - 0,0185112x_{35} + 0,0160873x_{36} - 0,035452x_{37} + 0,00896814x_{38} + \\ + 0,0323477x_{39} + 0,875635x_{40} - 0,0159083x_{42}; \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} x_{23} > x_{26} > x_{27} > x_{24} > x_{30} > x_{33} > x_{28} > x_{22} > x_{31} > x_{25} > x_{32} > x_{29}, \\ x_{40} > x_{34} > x_{37} > x_{39} > x_{35} > x_{36} > x_{42} > x_{38}; \end{array}$$

11) модель взаємозв'язку між фінансовою складовою і складовою позиціонування підприємств на ринку товарів та послуг:

$$r_{U_1^{11}V_1^{11}} = 0,958213$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1^{11} = 0,434644x_{22} - 0,390884x_{23} - 2,36789x_{24} + 0,790759x_{25} + 1,05688x_{26} - \\ - 0,3076219x_{27} + 0,080163x_{28} + 0,672367x_{29} - 0,215029x_{30} - \\ - 0,104564x_{31} - 0,10873x_{32} - 0,053181x_{33}; \\ V_1^{11} = -0,06709834x_{43} + 0,177573x_{44} - 0,0985648x_{45} - 0,300521x_{46} + \\ + 0,100001x_{47} - 0,0457946x_{48} - 0,754267x_{49}; \\ x_{24} > x_{26} > x_{25} > x_{29} > x_{22} > x_{23} > x_{27} > x_{30} > x_{32} > x_{31} > x_{28} > x_{33}, \\ x_{49} > x_{46} > x_{44} > x_{47} > x_{45} > x_{43} > x_{48}; \end{array} \right.$$

12) модель взаємозв'язку між фінансовою складовою і складовою позиціонування підприємства на ринку засобів виробництва:

$$r_{U_1^{12}V_1^{12}} = 0,961582$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1^{12} = 0,193296x_{22} + 0,968568x_{23} + 2,6609x_{10} - 0,352686x_{25} - \\ + 2,02256x_{26} + 0,370929x_{27} + 0,370375x_{28} + 0,136781x_{29} - \\ - 0,128538x_{30} - 0,0456657x_{31} + 0,0543137x_{32} + 0,0669483x_{33}; \\ V_1^{12} = -0,0349726x_{50} - 0,123063x_{51} + 0,886037x_{52} - 0,296872x_{53} + \\ + 0,0130579x_{54}; \\ x_{24} > x_{26} > x_{23} > x_{27} > x_{28} > x_{25} > x_{22} > x_{29} > x_{30} > x_{33} > x_{32} > x_{31}, \\ x_{52} > x_{53} > x_{51} > x_{50} > x_{54}; \end{array} \right.$$

13) модель взаємозв'язку між складовою функціонування підприємства і складовою позиціонування підприємств на ринку товарів та послуг:

$$r_{U_1^{13}V_1^{13}} = 0,943909$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1^{13} = -0,00495647x_{34} - 0,116682x_{35} + 0,422743x_{36} - 0,166486x_{37} - 0,166486x_{37} - \\ - 0,103632x_{38} - 0,471561x_{39} + 0,883337x_{40} - 0,314364x_{42}; \\ V_1^{13} = 0,189189x_{43} - 0,11616x_{44} + 0,167481x_{45} - 0,406358x_{46} - \\ - 0,0639574x_{47} + 0,0161727x_{48} + 0,677933x_{49}; \\ x_{40} > x_{39} > x_{36} > x_{42} > x_{37} > x_{35} > x_{38} > x_{34}, \\ x_{49} > x_{46} > x_{43} > x_{45} > x_{44} > x_{47} > x_{48}; \end{array} \right.$$

14) модель взаємозв'язку між складовою функціонування підприємства і складовою позиціонування підприємства на ринку засобів виробництва:

$$r_{U_1^{14}V_1^{14}} = 0,905527$$

$$\begin{cases} U_1^{14} = -0,6539068x_{34} - 0,0446072x_{35} + 0,55781x_{36} + 0,168406x_{37} - \\ \quad - 0,128974x_{38} - 0,00760594x_{39} + 1,12985x_{40} - 0,502145x_{42}; \\ V_1^{14} = -0,1937314x_{50} + 0,172379x_{51} + 0,337853x_{52} - 0,391934x_{53} - 0,491977x_{54}; \\ x_{40} > x_{34} > x_{36} > x_{42} > x_{37} > x_{38} > x_{35} > x_{39} >, x_{54} > x_{53} > x_{52} > x_{50} > x_{51}; \end{cases}$$

15) модель взаємозв'язку між складовою позиціонування підприємств на ринку товарів та послуг і складовою позиціонування підприємства на ринку засобів виробництва:

$$r_{U_1^{15}V_1^{15}} = 0,863679$$

$$\begin{cases} U_1^{15} = 0,410883x_{43} - 0,0281775x_{44} + 0,0737782x_{45} - 0,441328x_{46} - \\ \quad - 0,00109376x_{47} + 0,277585x_{48} - 0,842807x_{49}; \\ V_1^{15} = -0,250184x_{50} - 0,941919x_{51} + 0,145564x_{52} - 0,0862992x_{53} + 0,0450336x_{54}; \\ x_{49} > x_{46} > x_{43} > x_{48} > x_{45} > x_{44} > x_{47}, x_{51} > x_{54} > x_{50} > x_{52} > x_{53}. \end{cases}$$

Можна зробити висновок, що найтісніше між собою зв'язані наступні показники: питома вага витрат на модернізацію виробництва; рівень рентабельності продукції; фондоозброєність; питома вага витрат на введення нових технологій або випуску нової продукції; питома вага працівників віком до 50 років у загальній їх чисельності; коефіцієнт фінансової стабільності; коефіцієнт структури довгострокових вкладів; співвідношення між вартістю майна та його кредиторською заборгованістю; коефіцієнт абсолютної ліквідності; наявність фондів розвитку на підприємстві для кожного підрозділу; коефіцієнт самофінансування; коефіцієнт оновлення продукції; частка продукції, що зазнала гарантійного обслуговування в структурі загального обсягу виготовленої продукції; коефіцієнт віддачі коштів вкладених в експортні операції; частка майна, що використовується як застава для залучених коштів; питома вага постачань за прямими договорами; частка порушень договорів постачання порівняно із загальною кількістю договорів; частка дебіторської заборгованості в коштах підприємства.

Отже, аналіз внутрішніх факторів і взаємозв'язків в економічній стійкості підприємства рекомендується здійснювати в послідовності етапів (рис. 3.8).

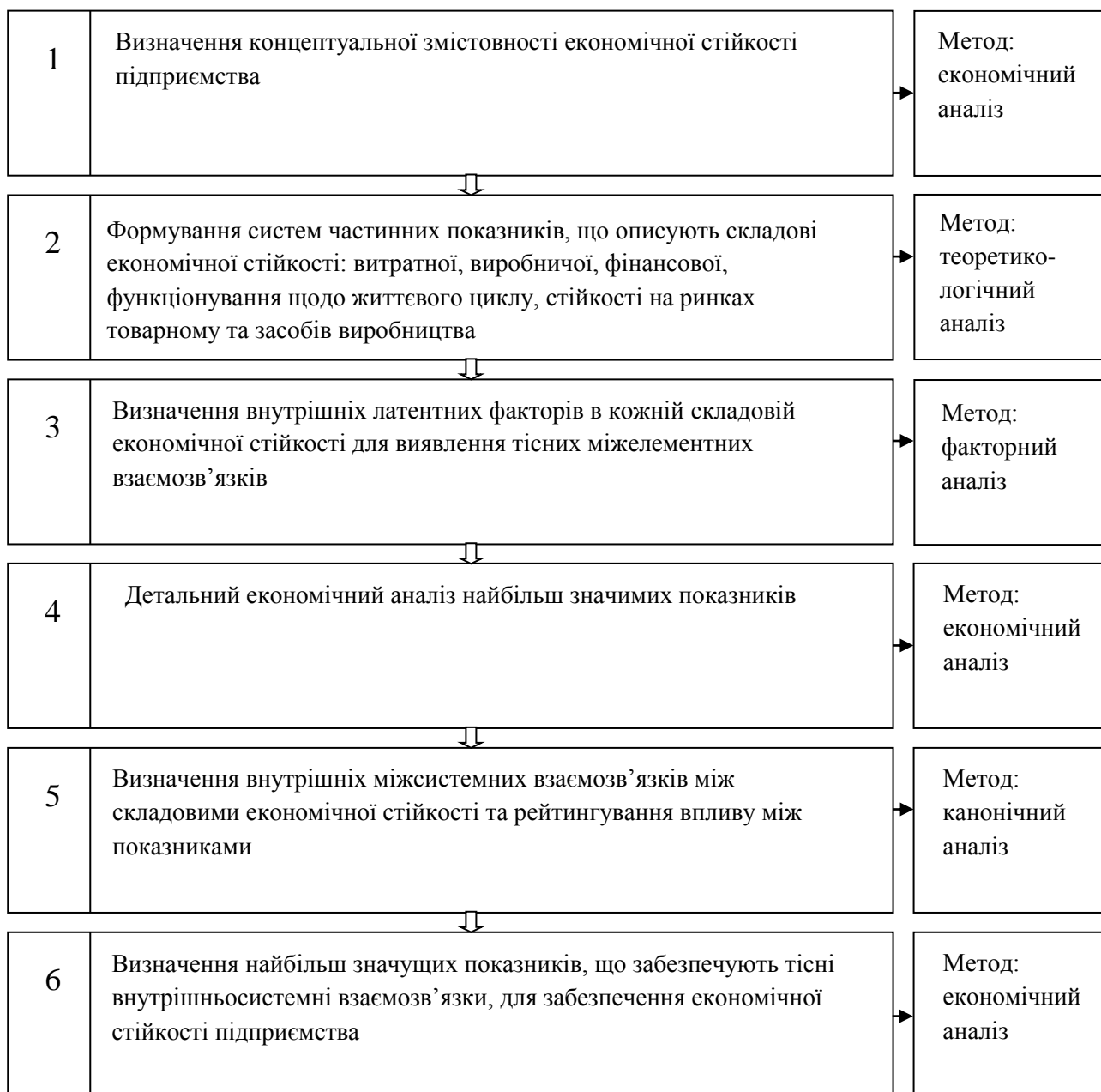


Рис. 3.8. Етапи за якими реалізується аналіз внутрішніх факторів і взаємозв'язків в економічній стійкості підприємства

Найбільш значущі показники, які забезпечують тісні внутрішньосистемні взаємозв'язки в економічній стійкості підприємства є діагностичними для визначення її стану. На основі причинно-наслідкових зв'язків вони дозволяють розробляти економіко-організаційні заходи щодо підтримки стану стійкості та формувати управлінські рішення у випадку відхилень від нього.

3.3. Обґрунтування оптимальних значень показників підприємства для оцінки його економічної стійкості

Беручи до уваги сучасні складні умови функціонування, для підприємств необхідно організувати свою діяльність так, щоб оптимально використовувати свій потенціал для забезпечення економічної стійкості. Управління економічною стійкістю передбачає втілення ряду рішень, які дозволяють отримати найкращий або оптимальний результат, але при цьому слід завжди враховувати реальні умови діяльності підприємства. Тісний взаємозв'язку між структурними елементами економічної стійкості та підтримка оптимального співвідношення між ними дозволять досягти максимального рівня результативності. Отже, завдання управління економічною стійкістю підприємства можна розглядати як оптимізаційну задачу. Її розв'язання надає оптимальні значення частинних показників, які змістовно відображають стійкість та її причинно-наслідкові взаємозв'язки. Водночас досягається екстремум, наприклад, максимум, результативного критерію діяльності підприємства.

Відомо, що в задачах оптимізації мають бути виділені характеристики об'єкта, які можна та потрібно варіювати для досягнення цілі. Такі характеристики називають керуючими змінними або керуючими параметрами, а в задачі оптимізації будь-який набір значень керуючими змінних є розв'язком. Значення керуючих змінних у реальних економічних задачах можуть бути обмеженими. Розв'язок, який задовольняє покладені обмеження, вважають допустимим розв'язком. Оптимальним називають допустимий розв'язок, за якого цільова функція досягає свого екстремуму.

У дослідженні економічної стійкості підприємств попередньо було визначено латентні фактори, які діють в кожній складовій економічної стійкості. Сумісно вони впливають на взаємозв'язки між складовими економічної стійкості, зумовлюючи досягнення максимуму результативності діяльності на підприємстві. Ці фактори дозволяють використовувати причинно-наслідкові взаємозв'язки для регулювання рівнів показників, що відображають стан економічної стійкості підприємства.

У задачах умовної оптимізації як цільову функцію, так і систему обмежень можна складати різними способами, зокрема: як на основі теоретичного аналізу, так і за допомогою статистичних методів. Аналіз рейтингу найбільш впливових показників у кожній складовій економічної стійкості показав, що до найбільш значущих за тісністю взаємозв'язку входить коефіцієнт самофінансування.

Тобто його можна обрати в якості критерію цільової функції оптимізаційної задачі структури складових економічної стійкості підприємства.

Відомо, що коефіцієнт самофінансування характеризує фінансовий стан підприємства та показує, яка частина чистого прибутку спрямована на його розвиток, тобто на збільшення накопиченого капіталу. Також поточний показник показує співвідношення джерел фінансових ресурсів, тобто у скільки разів власні джерела фінансових ресурсів перевищують позичені та залучені кошти. Прийнято вважати, що коли коефіцієнт самофінансування більший ніж 100 %, то збільшення накопиченого капіталу зв'язане не лише із чистим прибутком, призначеним на розвиток підприємства, але і зі зростанням решти складових накопиченого капіталу. Залежно від етапу розвитку підприємства пріоритетним може бути фінансування або постійних активів, або оборотного капіталу.

Використаємо позначення відшуканих латентних факторів у кожній складовій економічної стійкості, а саме: у витратній – F_1^1, F_2^1 ; у виробничій – F_2^2, F_3^2, F_4^2 ; у фінансовій – F_2^3, F_3^3, F_4^3 ; у складовій функціонування – F_2^4, F_3^4, F_4^4 ; у складовій позиції підприємств на ринку товарів і послуг – F_2^5, F_3^5, F_4^5 ; у складовій позиції підприємства на ринку засобів виробництва – F_1^6, F_2^6 . Ці фактори виражаються лінійно через частинні показники кожної складової економічної стійкості та впливають на зміну значень коефіцієнта самофінансування. Отже, в якості критерію оптимізації можна взяти цей показник, обчисливши залежність коефіцієнта самофінансування від виявлених факторів, які впливають на економічну стійкість досліджуваних підприємств. Побудована функція залежності коефіцієнта самофінансування (x_{36}) від латентних факторів впливу в кожній складовій економічної стійкості підприємства за допомогою інструментів множинного регресійного аналізу з використанням статичного пакету Statgraphics Centurion має вигляд:

$$x_{36} = 0,6247 - 0,0202F_1^2 + 0,0212F_2^2 + 0,0111F_4^2 - 0,0279F_1^3 + 0,0264F_1^4 + 0,0106F_2^5.$$
$$t_a = 130,8 \quad t_{b_1} = -5,14 \quad t_{b_2} = 2,72 \quad t_{b_3} = 2,29 \quad t_{b_4} = -5,74 \quad t_{b_5} = 5,43 \quad t_{b_6} = 2,06.$$

Оскільки $R^2 = 0,9483$; $F = 131,63$; $DW = 1,37$, обчислена багатфакторна регресійна модель статистично якісна. За специфікацією до моделі були включені всі дев'ятнадцять латентних факторів шести складових економічної стійкості

досліджуваних підприємств. У моделі залишились тільки значущі фактори, їх шість. Незначущими виявились фактори витратної складової та складової позиції підприємства на ринку засобів виробництва; отже, на коефіцієнт самофінансування вони не впливають. Найбільший вплив на коефіцієнт самофінансування здійснюють фактори виробничої складової (їх три), також по одному фактору фінансової складової, складової функціонування та складової позиції підприємств на ринку товарів і послуг. Оскільки латентні фактори з частинними показниками економічної стійкості зв'язані лінійно, то вигляд цільової функції максимізації самофінансування підприємств такий:

$$\begin{aligned}
 F_{(x_{36})} = & 0,6247 - 0,0202(0,438x_8 + 0,742x_9 + 0,816x_{10} + 0,85x_{11} - 0,47x_{15} + 0,82x_{20} + \\
 & + 0,842x_{21}) + 0,0212(0,521x_8 + 0,314x_{10} + 0,853x_{14} + 0,819x_{15} + 0,54x_{16} - 0,692x_{17} - \\
 & - 0,368x_{21}) + 0,0111(0,662x_{12} + 0,362x_{14} + 0,831x_{19}) - 0,0279(-0,873x_{22} + 0,860x_{23} - \\
 & - 0,605x_{24} - 0,488x_{26} - 0,334x_{27} + 0,850x_{28} + 0,883x_{29} + 0,904x_{30} - 0,386x_{31} - \\
 & - 0,377x_{33}) + 0,0264(0,650x_{34} + 0,802x_{38} - 0,386x_{39} + 0,392x_{40}) + \\
 & + 0,0106(0,845x_{43} + 0,499x_{44} - 0,565x_{46} + 0,337x_{47}) \rightarrow \max.
 \end{aligned}$$

Економічна стійкість є особливою характеристикою підприємства, пов'язаною з можливістю відхилення значень показників, а отже, з можливістю різних станів життєдіяльності зі збереженням результативності й ефективності діяльності, то система обмежень в оптимізаційній задачі має відповідати вимогам та мати як теоретичне, так і практичне підґрунтя. Використаємо інструменти описової статистики для обґрунтування системи обмежень оптимізаційної задачі. Нерівності щодо зміни значень показників для всіх досліджуваних підприємств сформуємо на основі мінімального та максимального значень; за допомогою стандартної похибки здійснимо їх коригування. Отже, система обмежень щодо інтервалів змін значень показників має такий вигляд:

$$\begin{aligned}
 0,0564 \leq x_8 \leq 0,7936, \quad 0,0 \leq x_9 \leq 3,1287, \quad 0,0167 \leq x_{10} \leq 0,3633, \quad 0,0 \leq x_{11} \leq 27724,8, \\
 0,4644 \leq x_{12} \leq 1,0356, \quad 0,0 \leq x_{14} \leq 0,3105, \quad 0,5165 \leq x_{15} \leq 0,8515, \\
 0,0086 \leq x_{16} \leq 0,0424, \quad 0,2818 \leq x_{17} \leq 0,5082, \quad 0,0461 \leq x_{19} \leq 1,0839, \\
 0,0045 \leq x_{20} \leq 0,1554, \quad 0,9889 \leq x_{21} \leq 1,5211, \quad 0,3582 \leq x_{22} \leq 0,8808, \\
 0,0 \leq x_{23} \leq 0,4144, \quad 0,8078 \leq x_{24} \leq 6,3382, \quad 0,0 \leq x_{26} \leq 1,0078, \quad 0,1461 \leq x_{27} \leq 1,4618, \\
 0,0 \leq x_{28} \leq 2,0255, \quad 0,0 \leq x_{29} \leq 8,2498, \quad 0,0 \leq x_{30} \leq 2,608, \quad 0,1021 \leq x_{31} \leq 0,3229, \\
 0,0054 \leq x_{33} \leq 0,3825, \quad 0,4416 \leq x_{34} \leq 3,6824, \quad 0,9457 \leq x_{38} \leq 1,0643,
 \end{aligned}$$

$$0,0162 \leq x_{39} \leq 0,1037, \quad 0,0 \leq x_{40} \leq 1,07, \quad 0,028 \leq x_{43} \leq 0,092, \quad 0,0078 \leq x_{44} \leq 0,123, \\ 0,0083 \leq x_{46} \leq 0,0717, \quad 0,9732 \leq x_{47} \leq 4,1288.$$

Отримана лінійна оптимізаційна задача максимізації коефіцієнта самофінансування за оптимальних рівнів частинних показників економічної стійкості. Ця оптимізаційна задача була розв'язана в Excel з використанням модуля «Пошук рішень». Отже, маємо оптимальні значення показників економічної стійкості, а саме:

$$x_8 = 0,7936, \quad x_9 = 0,0, \quad x_{10} = 0,0167, \quad x_{11} = 0,0, \quad x_{12} = 1,0356, \quad x_{14} = 0,3105, \\ x_{15} = 0,8515, \quad x_{16} = 0,0424, \quad x_{17} = 0,2818, \quad x_{19} = 1,0839, \quad x_{20} = 0,0045, \quad x_{21} = 0,9889, \\ x_{22} = 0,8808, \quad x_{23} = 0,0, \quad x_{24} = 6,3382, \quad x_{26} = 1,0078, \quad x_{27} = 1,4618, \quad x_{28} = 0,0, \\ x_{29} = 0,0, \quad x_{30} = 0,0, \quad x_{31} = 0,3229, \quad x_{33} = 0,3825, \quad x_{34} = 3,6824, \quad x_{38} = 1,0643, \\ x_{39} = 0,0162, \quad x_{40} = 1,07, \quad x_{43} = 0,092, \quad x_{44} = 0,123, \quad x_{46} = 0,0083, \quad x_{47} = 4,1288.$$

Значення коефіцієнта самофінансування, що є критерієм, буде максимальним і дорівнюватиме 0,94145. Як бачимо, оптимальними є різні значення показників економічної стійкості і не обов'язково максимальні. Тобто максимального значення цільова функція досягає в вершині багатокутника, що є областю допустимих розв'язків. Оптимальними значеннями частинних показників є скориговані максимальні значення: коефіцієнта використання виробничих потужностей (x_8), відповідності розмірів поставлених ресурсів та їх необхідної потреби (x_{12}), питомої ваги працівників, що підвищили кваліфікацію у звітному році в загальній їх чисельності (x_{14}), питомої ваги працівників віком до 50 років у загальній їх чисельності (x_{15}), питомої ваги працівників, які виконують науково-технічну роботу в загальній їх чисельності (x_{16}), темпів росту продуктивності праці (x_{19}), коефіцієнта фінансової автономії (x_{22}), коефіцієнта фінансової стабільності (x_{24}), коефіцієнт абсолютної ліквідності (x_{24}), коефіцієнта поточної ліквідності (x_{27}), рентабельності продажу (x_{31}), рентабельності вкладених коштів (x_{33}); стійкості функціонування щодо життєвого циклу: співвідношення між вартістю майна та його кредиторською заборгованістю (x_{34}), рівня динаміки планів (x_{38}), наявності фондів розвитку на підприємстві для кожного підрозділу (x_{40}), частки принципово нової продукції в загальному обсязі виробництва (x_{43}), коефіцієнта оновлення продукції (x_{44}), економічної ефективності експорту (x_{47}).

Розв'язок оптимізаційної задачі показує, що досягти максимуму коефіцієнта самофінансування можна за допустимих оптимальних значень решти показників економічної стійкості, що є мінімальними (скоригованими) за системою обмежень. Це кількість упроваджених у виробництво нових технологій (x_9), питома вага витрат на машини, устаткування, інструменти, інші основні фонди і капітальні витрати, пов'язані з упровадженням інновацій у загальному обсязі витрат на інновації (x_{10}), фондоозброєність (x_{11}), ступінь зносу основних фондів (x_{17}), рентабельність основних фондів (x_{20}), фондівіддача (x_{21}); коефіцієнт оборотності основного капіталу (x_{28}), коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості (x_{29}), коефіцієнт оборотності запасів (x_{30}), питома вага підрозділів, що мають самостійний баланс (x_{39}), доля продукції, що зазнала гарантійного обслуговування, в структурі загального обсягу виготовленої продукції (x_{46}).

Якщо в умовах кожного конкретного підприємства продовжити задачу, то отримаємо оптимальні значення показників економічної стійкості за умови максимізації значення коефіцієнта самофінансування з урахуванням внутрішньої стійкості, яка обумовлена причинно-наслідковими взаємозв'язками. Так, система обмежень щодо значень частинних показників на підприємстві ПАТ «Турбоатом» була сформована з урахуванням числових характеристик розподілу значень кожного показника, що описує економічну стійкість підприємства, а саме – мінімального та максимального значень та стандартної похибки система має вигляд:

$$\begin{array}{lll}
 0,6101 \leq x_8 \leq 0,7299, & 0,7506 \leq x_9 \leq 3,2494, & 0,2399 \leq x_{10} \leq 0,363, \\
 0,0 \leq x_{11} \leq 27602,6, & 0,42362 \leq x_{12} \leq 1,07638, & 0,00967 \leq x_{14} \leq 0,01333, \\
 0,52829 \leq x_{15} \leq 0,54871, & 0,0209 \leq x_{16} \leq 0,0222, & 0,3663 \leq x_{17} \leq 0,5137, \\
 0,9697 \leq x_{19} \leq 1,0903, & 0,1078 \leq x_{20} \leq 0,1322, & 1,4106 \leq x_{21} \leq 1,5094, \\
 0,79432 \leq x_{22} \leq 0,86468, & 5,3244 \leq x_{24} \leq 6,1656, & 0,7952 \leq x_{26} \leq 0,9758, \\
 1,1913 \leq x_{27} \leq 1,4267, & 0,0019 \leq x_{28} \leq 0,0031, & 0,0102 \leq x_{29} \leq 0,0208, \\
 0,0068 \leq x_{30} \leq 0,0092, & 0,1426 \leq x_{31} \leq 0,3314, & 0,0136 \leq x_{33} \leq 0,0854, \\
 3,2017 \leq x_{34} \leq 3,5973, & 1,0155 \leq x_{38} \leq 1,0645, & 0,0369 \leq x_{43} \leq 0,0731, \\
 0,0469 \leq x_{44} \leq 0,0831, & 0,0077 \leq x_{46} \leq 0,0323. &
 \end{array}$$

Отже, маємо оптимальні значення показників економічної стійкості підприємства ВАТ «Турбоатом»:

$$x_8 = 0,7299, \quad x_9 = 0,7506, \quad x_{10} = 0,23987, \quad x_{11} = 0,0, \quad x_{12} = 1,0764, \quad x_{14} = 0,0133, \\ x_{15} = 0,5487, \quad x_{16} = 0,0222, \quad x_{17} = 0,3663, \quad x_{19} = 1,0903, \quad x_{20} = 0,1078, \quad x_{21} = 1,4106, \\ x_{22} = 0,8808, \quad x_{23} = 0,8647, \quad x_{24} = 6,1656, \quad x_{26} = 0,9758, \quad x_{27} = 1,4267, \quad x_{28} = 0,0019, \\ x_{29} = 0,0102, \quad x_{30} = 0,0068, \quad x_{31} = 0,3314, \quad x_{33} = 0,0854, \quad x_{34} = 3,5973, \quad x_{38} = 1,0645, \\ x_{43} = 0,0731, \quad x_{44} = 0,0831, \quad x_{46} = 0,0077.$$

Значення коефіцієнта самофінансування, що є критерієм, буде максимальним на підприємстві та дорівнюватиме 0,84482. Такий високий рівень самофінансування можливий за мінімальних значень показників: кількість упроваджених у виробництво нових технологій (x_9), питома вага витрат на машини, устаткування, інструменти, інші основні фонди та капітальні витрати, пов'язані з упровадженням інновацій у загальному обсязі витрат на інновації (x_{10}), фондоозброєність (x_{11}), ступінь зносу основних фондів (x_{17}), рентабельність основних фондів (x_{20}), фондоддача (x_{21}); коефіцієнт оборотності основного капіталу (x_{28}), коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості (x_{29}), коефіцієнт оборотності запасів (x_{30}), частка продукції, що зазнала гарантійного обслуговування в структурі загального обсягу виготовленої продукції (x_{46}). Порівнюючи перелік цих показників із переліком показників, визначеним для всієї групи підприємств, спостерігаємо, що він майже не змінився, змінилися лише оптимальні значення показників. Отже, встановити величину зростання показників можна за відхиленнями, що визначають економічну стійкість, при цьому значення коефіцієнта самофінансування також зростатиме. Допустимі відхилення оптимальних значень показників ПАТ «Турбоатом» від оптимальних значень, обчислених для всіх досліджуваних підприємств, знаходяться за формулою $\Delta x_i = X_i^{onm} - x_i^{onm}$, де X_i^{onm} – оптимальне значення і-го показника для всіх підприємств, що досліджувались, x_i^{onm} – оптимальне значення і-го показника для підприємства ПАТ «Турбоатом». Таким чином:

$$\Delta x_8 = 0,06369, \quad \Delta x_9 = -0,75056, \quad \Delta x_{10} = -0,22317, \quad \Delta x_{12} = -0,04078, \\ \Delta x_{14} = 0,297167, \quad \Delta x_{15} = 0,302787, \quad \Delta x_{16} = 0,020247, \quad \Delta x_{17} = -0,08453, \\ \Delta x_{19} = -0,00641, \quad \Delta x_{20} = -0,10333, \quad \Delta x_{21} = -0,42174, \quad \Delta x_{22} = 0,016116$$

$$\begin{aligned}
 & , \Delta x_{24} = 0,172563, \quad \Delta x_{26} = 0,031979, \quad \Delta x_{27} = 0,035095, \quad \Delta x_{28} = -0,0019, \\
 & \Delta x_{29} = -0,01024, \quad \Delta x_{30} = -0,00682, \quad \Delta x_{31} = -0,00854, \quad \Delta x_{33} = 0,297075, \\
 & \Delta x_{34} = 0,085091, \quad \Delta x_{38} = -0,00022, \quad \Delta x_{43} = 0,018927, \quad \Delta x_{44} = 0,039945, \\
 & \Delta x_{46} = 0,000633.
 \end{aligned}$$

Значення коефіцієнта x_{36} зростає: $\Delta x_{36} = 0,94145 - 0,84482 = 0,09663$.

Розглянемо відносні відхилення реальних значень показників від оптимальних значень, що знайдені виходячи з обмежень реальних умов діяльності підприємства ПАТ «Турбоатом». Вони обчислені за формулою $\varepsilon_{x_{st}} = \frac{x_i^{onm} - x_i}{x_i^{onm}}$,

де x_i^{onm} – оптимальне значення і-го показника для підприємства ПАТ «Турбоатом». Спочатку розглянемо динаміку значень коефіцієнта самофінансування на підприємстві протягом десяти років (рис. 3.9).

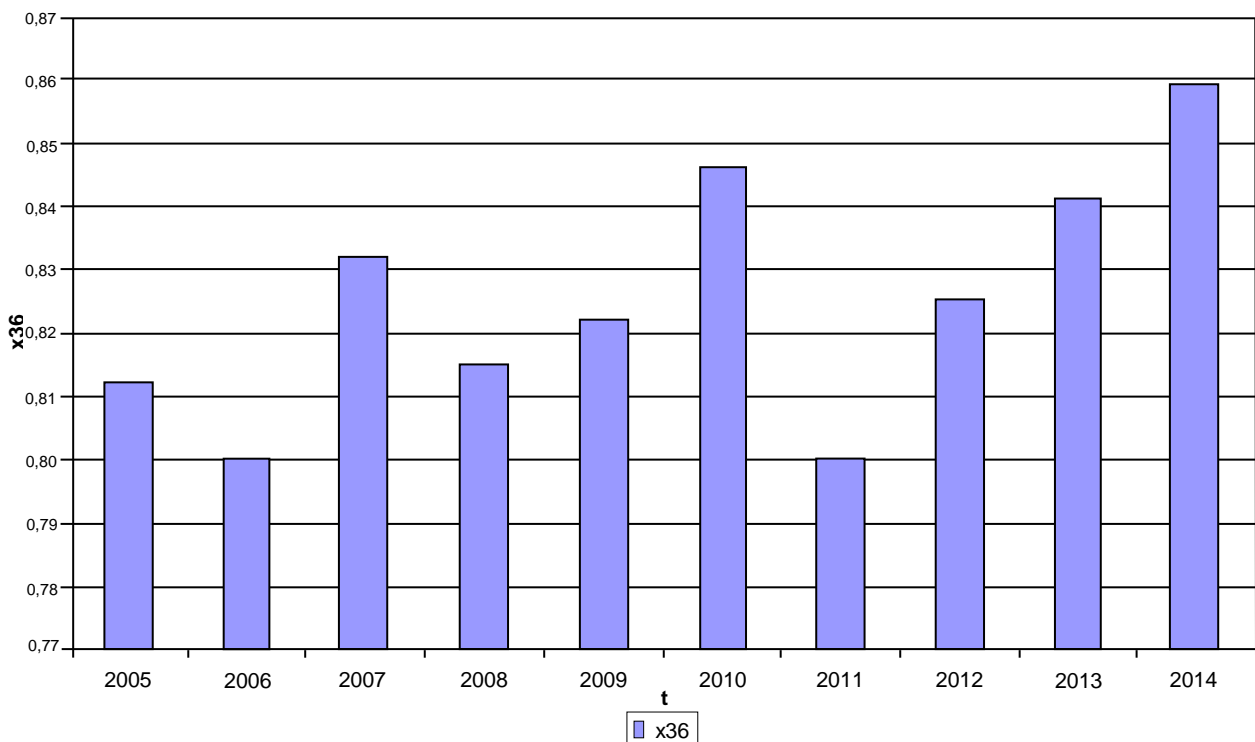


Рис. 3.9. Динаміка значень коефіцієнта самофінансування (x_{36}) на підприємстві ПАТ «Турбоатом»

Як видно з рис. 3.9, на підприємстві протягом десяти років зберігається стабільно високе значення коефіцієнта самофінансування. Саме мінімальне значення було 0,8, оптимальним значенням цього показника є 0,82. На рис. 3.10

показані відносні відхилення реальних значень поточного показника від оптимального значення.

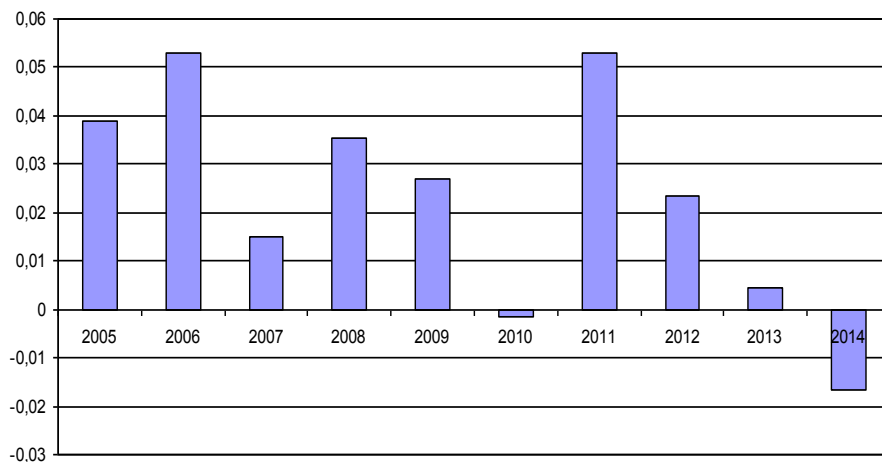


Рис. 3.10. Динаміка відносних відхилень значень коефіцієнта самофінансування (x_{36}) від оптимального на ПАТ «Турбоатом»

Максимальне відносне відхилення значень коефіцієнта самофінансування (x_{36}) від оптимального відбулось двічі: в 2005 і 2010 р. і склало 5,305 %.

На рис. 3.11 подана динаміка відносних відхилень значень показників виробничої стійкості: коефіцієнта використання виробничих потужностей (x_8), кількості упроваджених у виробництво нових технологій (x_9), питомої ваги витрат на машини, устаткування, інструменти, інші основні фонди та капітальні витрати, пов'язані з упровадженням інновацій у загальному обсязі витрат на інновації (x_{10}), відповідності розмірів поставлених ресурсів та їх необхідної потреби (x_{11}), питомої ваги працівників, які підвищили кваліфікацію у звітному році в загальній їх чисельності (x_{14}), питомої ваги працівників віком до 50 років у загальній їх чисельності (x_{15}), питомої ваги працівників, які виконують науково-технічну роботу в загальній їх чисельності (x_{16}), ступінь зносу основних фондів (x_{17}), темпів росту продуктивності праці (x_{19}), рентабельності основних фондів (x_{20}), фондо-віддача (x_{21}).

Отже, майже всі відносні відхилення показників виробничої стійкості від оптимальних значень в цілому знаходять в умовному інтервалі від $-0,6$ до $0,6$, крім одного показника, а саме кількості упроваджених у виробництво нових технологій (x_9). Але такі значні коливання поточного показника негативно не впливають на економічну стійкість.

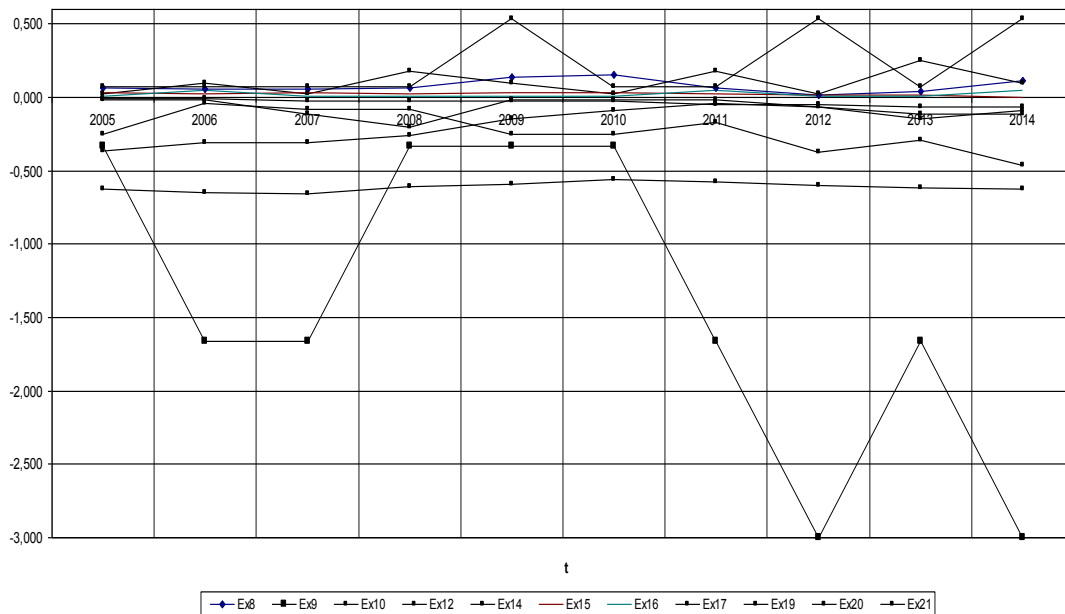


Рис. 3.11. Динаміка відносних відхилень значень показників виробничої стійкості від оптимальних значень ПАТ «Турбоатом»

На рис. 3.12 представлена динаміка відносних відхилень значень показників фінансової складової: коефіцієнта фінансової автономії (x_{22}), коефіцієнта фінансової стабільності (x_{24}), коефіцієнта абсолютної ліквідності (x_{26}), коефіцієнта поточної ліквідності (x_{27}), коефіцієнта оборотності основного капіталу (x_{28}), коефіцієнта оборотності дебіторської заборгованості (x_{29}), коефіцієнта оборотності запасів (x_{30}), рентабельності продажу (x_{31}), рентабельність вкладених коштів (x_{33}).

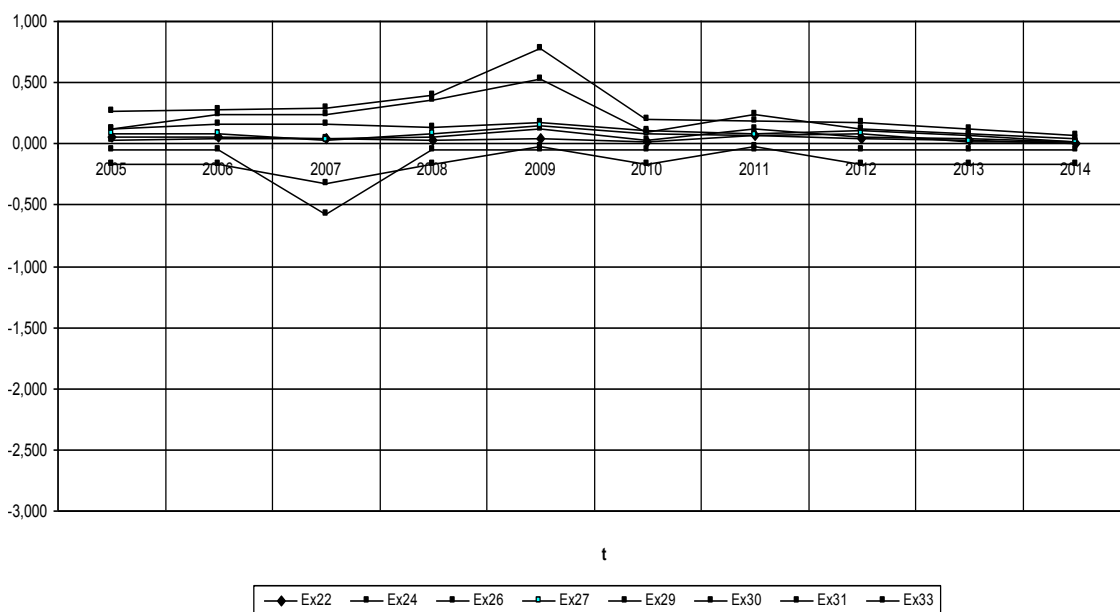


Рис. 3.12. Динаміка відносних відхилень значень показників фінансової складової від оптимальних значень ПАТ «Турбоатом»

Рис. 3.12 демонструє чітку узгодженість відносних відхилень, які потрапляють в інтервалі від $-0,6$ до $0,6$.

Динаміка відносних відхилень значень показників стійкості функціонування щодо життєвого циклу (співвідношення між вартістю майна і його кредиторською заборгованістю (x_{34}) та рівнем динаміки планів (x_{38})) наведена на рис. 3.13.

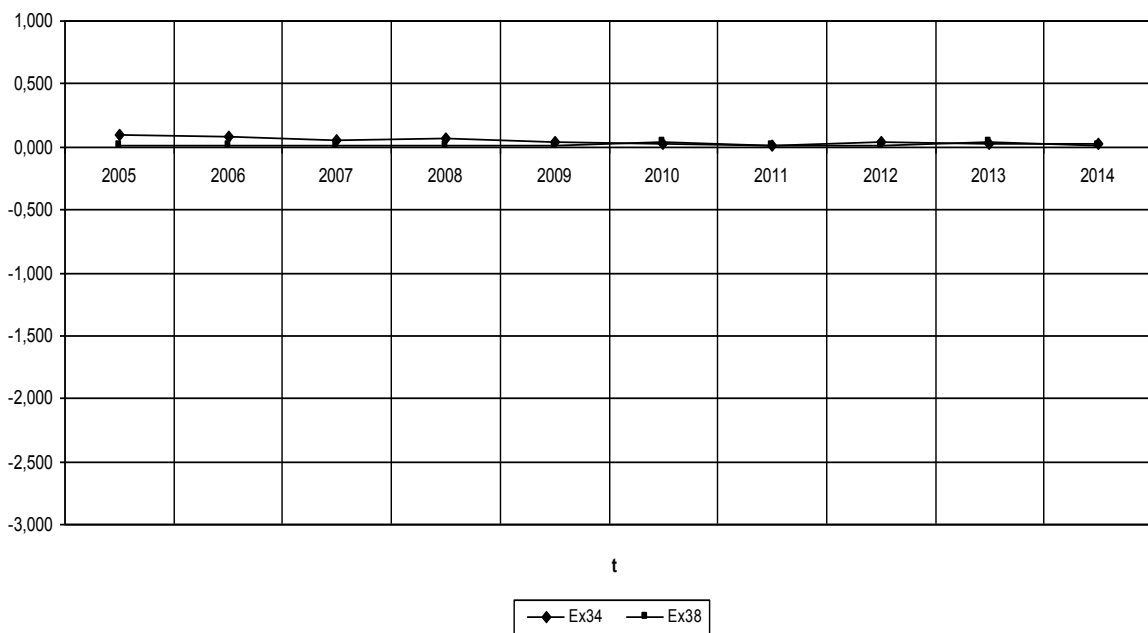


Рис. 3.13. Динаміка відносних відхилень значень показників стійкості функціонування щодо життєвого циклу від оптимальних значень ПАТ «Турбоатом»

Варіація відносних відхилень значень показників стійкості функціонування щодо життєвого циклу від оптимальних значень незначне, тобто підприємство у своїй діяльності досягало майже оптимальних значень цих показників.

Динаміка відносних відхилень значень показників стійкості на ринку товарів і послуг наведена на рис. 3.14. На рисунку графічно показані частка нової продукції (x_{43}), коефіцієнт оновлення продукції (x_{44}), частка продукції, що зазнала гарантійного обслуговування, в структурі загального обсягу виготовленої продукції (x_{46}). Спостерігаються значні коливання частки продукції, що зазнала гарантійного обслуговування, в структурі загального обсягу виготовленої продукції (x_{46}). Такий відхід від оптимальних значень забезпечує розглядуваний вид стійкості.

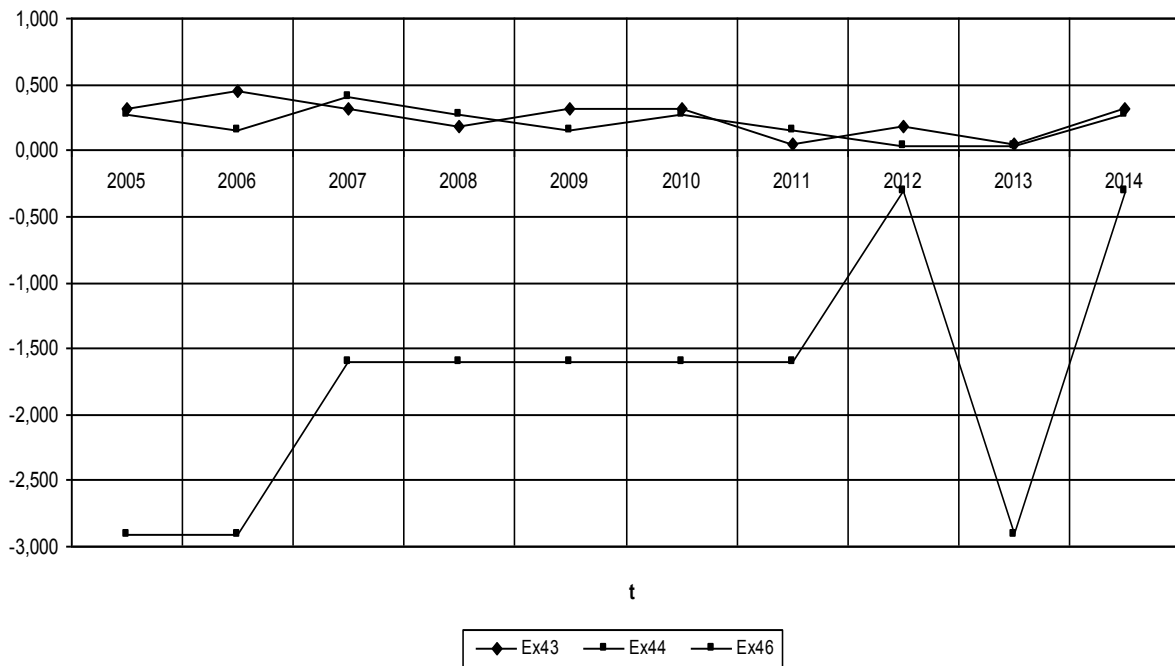


Рис. 3.14. Динаміка відносних відхилень значень показників стійкості на ринку товарів і послуг від оптимальних значень ПАТ «Турбоатом»

Можна зробити висновок, що навіть значні коливання значень показників від оптимальних зміцнюють стійкість і не призводять до розхитування системи економічної стійкості функціонування підприємства.

На підприємстві ПАТ «Харківський підшипниковий завод» проведемо аналогічне дослідження. Система обмежень щодо значень частинних показників на цьому підприємстві була сформована з урахуванням числових характеристик розподілу значень кожного показника, який описує економічну стійкість підприємства, а саме – мінімального та максимального значень і стандартної похибки. Система приведена до вигляду:

$$\begin{array}{lll}
 0,6513 \leq x_8 \leq 0,8088, & 0,1675 \leq x_9 \leq 3,8325, & 0,2603 \leq x_{10} \leq 0,3697, \\
 0,0 \leq x_{11} \leq 14089,56, & 0,2882 \leq x_{12} \leq 1,2108, & 0,2664 \leq x_{14} \leq 0,3026, \\
 0,7864 \leq x_{15} \leq 0,8496, & 0,0358 \leq x_{16} \leq 0,0422, & 0,27 \leq x_{17} \leq 0,37, \\
 0,9097 \leq x_{19} \leq 1,1103, & -0,02 \leq x_{20} \leq 0,19, & 1,0325 \leq x_{21} \leq 1,3675, \\
 0,3434 \leq x_{22} \leq 0,5276, & 1,0456 \leq x_{24} \leq 1,1014, & 0,0223 \leq x_{26} \leq 0,0356, \\
 0,3447 \leq x_{27} \leq 0,7742, & 1,6259 \leq x_{28} \leq 2,0141, & 6,0068 \leq x_{29} \leq 8,3932, \\
 1,9422 \leq x_{30} \leq 2,6578, & 0,0729 \leq x_{31} \leq 0,2661, & 0,0659 \leq x_{33} \leq 0,1441, \\
 1,6437 \leq x_{34} \leq 2,0524, & 0,9225 \leq x_{38} \leq 1,0775, & 0,0503 \leq x_{43} \leq 0,0996, \\
 0,0786 \leq x_{44} \leq 0,1314, & 0,0118 \leq x_{46} \leq 0,0482. &
 \end{array}$$

Для підприємства ПАТ «Харківський підшипниковий завод» маємо такі оптимальні значення показників економічної стійкості:

$$x_8 = 0,8088, \quad x_9 = 0,1675, \quad x_{10} = 0,2603, \quad x_{11} = 0,0, \quad x_{12} = 1,1208, \quad x_{14} = 0,3026, \\ x_{15} = 0,8496, \quad x_{16} = 0,0422, \quad x_{17} = 0,27, \quad x_{19} = 1,1103, \quad x_{20} = -0,02, \quad x_{21} = 1,0325, \\ x_{22} = 0,5276, \quad x_{24} = 1,1014, \quad x_{26} = 0,0356, \quad x_{27} = 0,7742, \quad x_{28} = 1,6259, \quad x_{29} = 6,0068, \\ x_{30} = 1,9422, \quad x_{31} = 0,2661, \quad x_{33} = 0,1441, \quad x_{34} = 2,0524, \quad x_{38} = 1,0775, \quad x_{43} = 0,0996, \\ x_{44} = 0,1314, \quad x_{46} = 0,0118.$$

Значення коефіцієнта самофінансування, що є критерієм, на підприємстві буде максимальним та дорівнюватиме 0,508506. Таке оптимальне значення коефіцієнта самофінансування є низьким.

Якщо порівняти оптимальні значення показників ПАТ «Харківський підшипниковий завод» з оптимальними значеннями, обчисленими для всіх підприємств, то маємо такі істотні відхилення:

$$\Delta x_{10} = -0,24361, \quad \Delta x_{12} = -0,17522, \quad \Delta x_{14} = 0,007867, \quad \Delta x_{15} = 0,001922, \\ \Delta x_{16} = 0,000171, \quad \Delta x_{17} = 0,011828, \quad \Delta x_{19} = -0,02645, \quad \Delta x_{20} = 0,0045, \\ \Delta x_{21} = -0,04356, \quad \Delta x_{22} = 0,353201, \quad \Delta x_{24} = 5,236827, \quad \Delta x_{26} = 0,972142, \\ \Delta x_{27} = 0,687545, \quad \Delta x_{28} = -1,62591, \quad \Delta x_{29} = -6,00682, \quad \Delta x_{30} = -1,94224, \\ \Delta x_{31} = 0,056779, \quad \Delta x_{33} = 0,23838, \quad \Delta x_{34} = 1,63005, \quad \Delta x_{38} = -0,01321, \\ \Delta x_{43} = -0,00766, \quad \Delta x_{44} = -0,00835, \quad \Delta x_{46} = -0,00347.$$

Значення коефіцієнта самофінансування зросте: $\Delta x_{36} = 0,94145 - 0,508506 = 0,43294$. Розглянемо на цьому підприємстві динаміку значень коефіцієнта самофінансування протягом 2005 – 2014 р. (рис. 3.15).

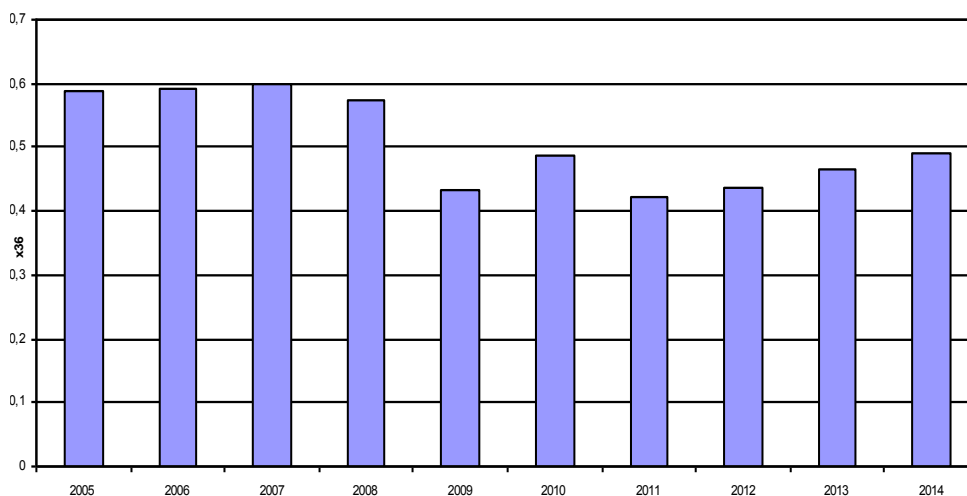


Рис. 3.15. Динаміка значень коефіцієнта самофінансування (x_{36}) на підприємстві ПАТ «Харківський підшипниковий завод»

Протягом десяти років, як свідчить рис. 3.15, на підприємстві поступово знижувалось і так занижене значення коефіцієнта самофінансування. На рис. 3.16 подані відносні відхилення реальних значень розглядуваного показника від оптимального значення.

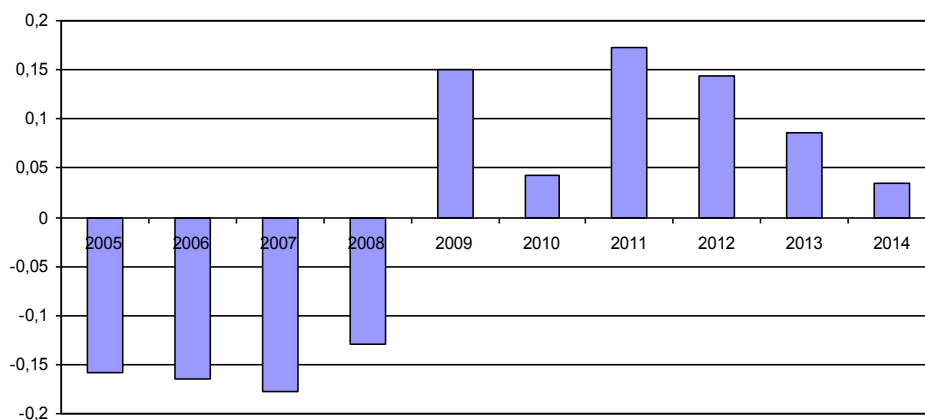


Рис. 3.16. Динаміка відносних відхилень значень коефіцієнта самофінансування (x_{36}) від оптимального на підприємстві ПАТ «Харківський підшипниковий завод»

Попри те, що протягом десяти років підприємство мало низькі значення коефіцієнта самофінансування, останні шість років ці значення набагато нижчі, ніж повинні бути виходячи з наявних можливостей підприємства.

На рис. 3.17 відображена динаміка відносних відхилень значень показників виробничої стійкості.

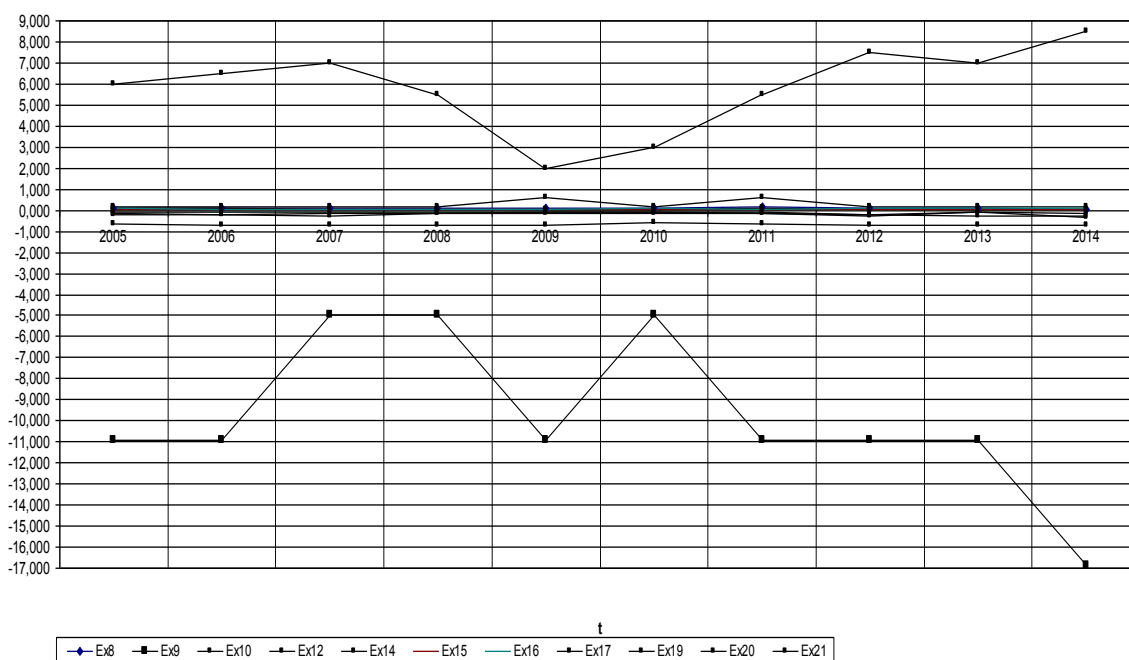


Рис. 3.17. Динаміка відносних відхилень значень показників виробничої стійкості від оптимальних ПАТ «Харківський підшипниковий завод»

Відносні значення показників кількості упроваджених у виробництво нових технологій (x_9) і рентабельності основних фондів (x_{20}) протилежні за знаком.

На підприємстві була проведена збиткова політика оновлення виробничих фондів, яка призвела до надзвичайно хиткої економічної стійкості.

На рис. 3.18 подана динаміка відносних відхилень значень показників фінансової складової.

Спостерігаємо чітку узгодженість відносних відхилень, які перебувають в інтервалі від $-0,5$ до $0,5$, але загальний фінансовий стан на підприємстві низький.

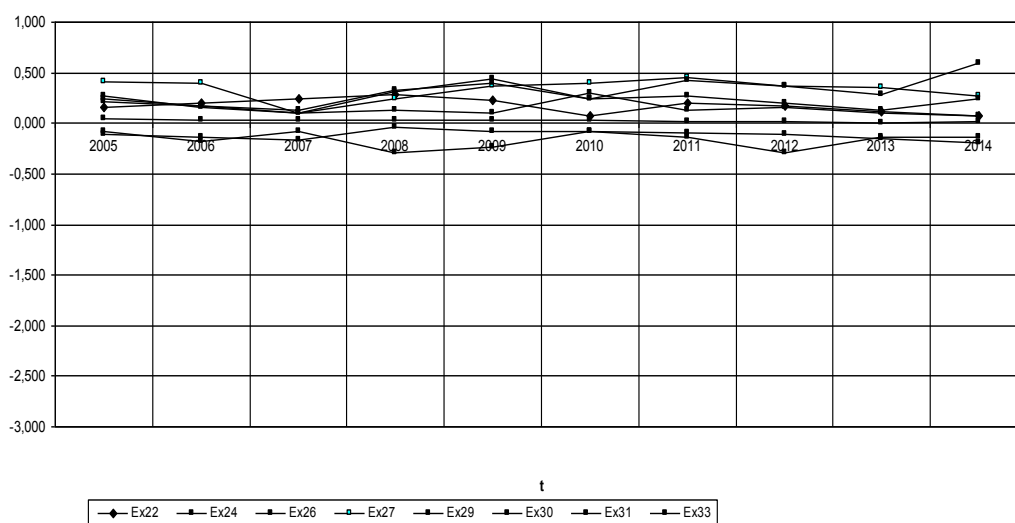


Рис. 3.18. Динаміка відносних відхилень значень показників фінансової складової від оптимальних значень показників ПАТ «Харківський підшипниковий завод»

Динаміка відносних відхилень значень показників стійкості функціонування щодо життєвого циклу, зображена на рис. 3.19.

Варіювання відносних відхилень значень показників стійкості функціонування життєвого циклу від оптимальних значень також незначне.

Динаміка відносних відхилень значень показників стійкості на ринку товарів і послуг подана на рис. 3.20.

Значні відхилення від оптимальних притаманні частці продукції, що знала гарантійного обслуговування (x_{46}).

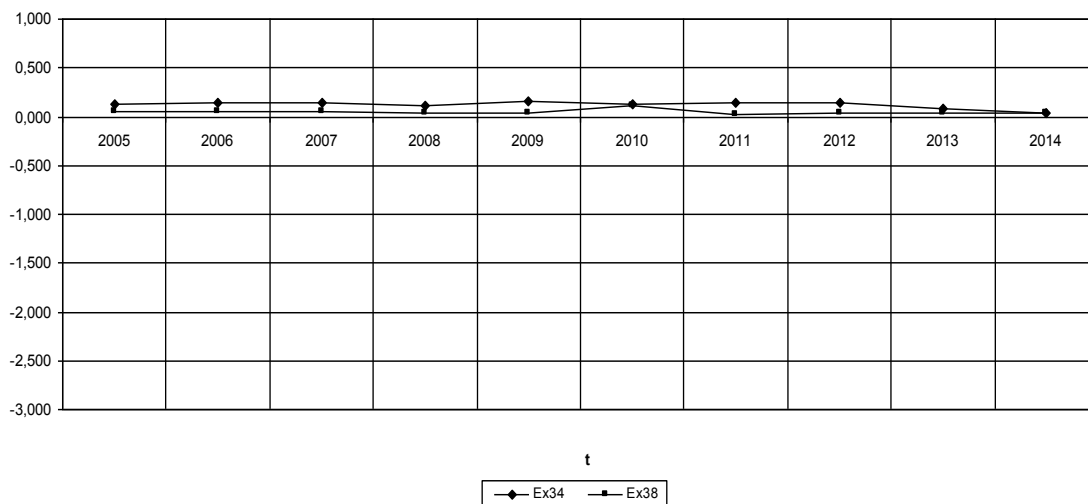


Рис. 3.19. Динаміка відносних відхилень значень показників стійкості функціонування щодо життєвого циклу від оптимальних значень ПАТ «Харківський підшипниковий завод»

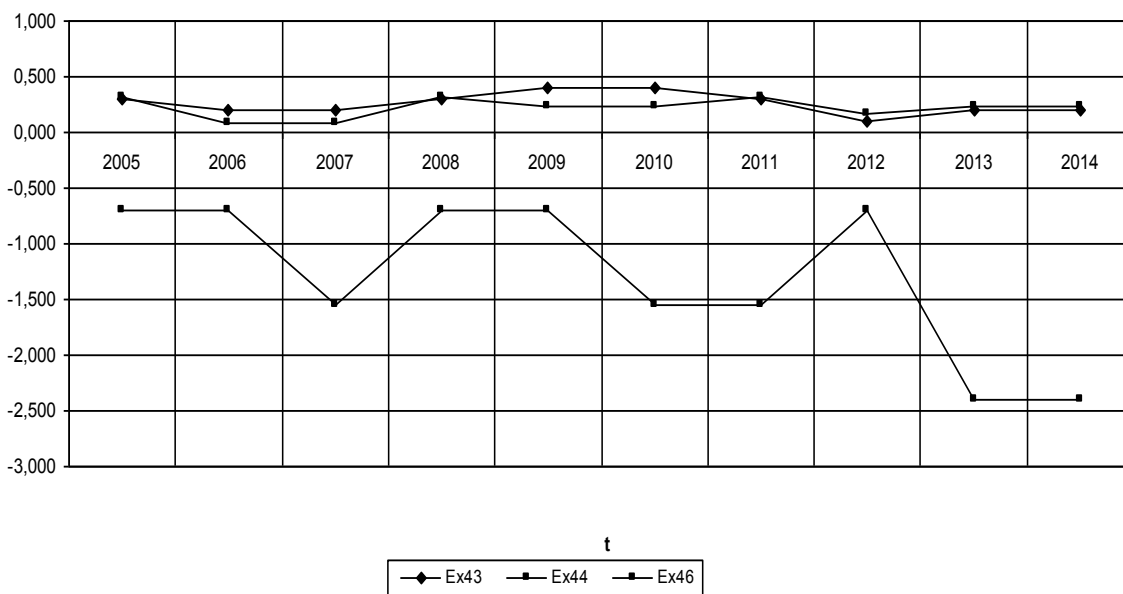


Рис. 3.20. Динаміка відносних відхилень значень показників стійкості на ринку товарів та послуг від оптимальних значень ПАТ «Харківський підшипниковий завод»

Отже, значні відхилення показників економічної стійкості підприємства від оптимально можливих зумовлюють економічну нестійкість на розглядуваному підприємстві. Підприємство має резерви покращення своєї стійкості майже за всіма показниками, необхідно лише обрати правильну політику управління.

Розділ 4. Методичне забезпечення оцінки і аналізу діяльності підприємства

4.1. Методичний підхід до оцінки економічної стійкості підприємства

Методичний підхід до оцінки економічної стійкості підприємства є основою розроблення та здійснення заходів щодо підвищення економічної стійкості та її інформаційно-аналітичного забезпечення. Результати оцінки економічної стійкості дозволяють провести аналіз, здійснити контроль за результатами діяльності підприємства, визначити наскільки ефективно проводиться управління ресурсами підприємства та всіма видами діяльності, виявити здатність до стабільного та успішного його функціонування на ринках.

Методика рекомендує реалізовувати процедуру визначення економічної стійкості промислових підприємств за такими етапами: уточнення сучасної змістовності економічних умов поняття економічної стійкості підприємств; формування системи показників, які характеризують економічну стійкість; обчислення числових характеристик сукупності значень кожного показника в динаміці; визначення внутрішніх причинно-наслідкових залежностей на основі виявлених латентних факторів; визначення критерію економічної стійкості підприємства на основі рейтингової оцінки впливу показників; визначення цільової функції для оптимізаційної задачі; формування системи обмежень; розв'язання оптимізаційної задачі; порівняння абсолютних і відносних відхилень реальних значень показників економічної стійкості від оптимальних; аналіз визначених відхилень; обґрунтування отриманих висновків щодо причин відповідного стану економічної стійкості підприємства. Наведений підхід до визначення економічної стійкості промислових підприємств базується на обчисленнях. Урахування реальних умов функціонування підприємства й оптимальних значень показників дає змогу виявити резерви, можливості підприємств у досягненні максимального рівня критерію результативності діяльності та допоможе в складних умовах економіки ухвалювати дієві управлінські рішення.

У результаті проведеного аналізу теоретико-методичних засад оцінки економічної стійкості підприємства доведено необхідність застосування системного підходу до оцінки економічної стійкості; загальний методичний підхід має стати його практичною реалізацією.

Першим етапом методичного підходу має бути вивчення концептуального змісту економічної стійкості підприємства й обґрунтування процесу її оцінки з уточненням основних категорій процесу оцінки економічної стійкості підприємства. Морфологічний аналіз взаємозв'язку категорій «економічна стійкість» та «економічний розвиток» показав, що вони тісно взаємозв'язані та є суміжними у визначенні кожної з них окремо. Для оцінки економічної стійкості її доцільно визначати як системну характеристику підприємства, яка відображає узгодженість його складових як економічної системи та яка проявляється в збереженні нормативних тенденцій змін економічних показників діяльності підприємства, що забезпечує рівноважний стан в умовах його економічного розвитку. Сьогодення диктує свої умови функціонування вітчизняних підприємств, тому економічна стійкість потребує розгляду в таких аспектах: рівноважності в розвитку підприємства; здатності повертатися до початкового стану; ресурсному, що забезпечує ефективність діяльності підприємства; внутрішньому взаємозв'язку, який обумовлює збереження стійкості. З метою управління економічною стійкістю підприємства доцільно структурувати її за складовими. Такими є: структурна складова ресурсних можливостей підприємства, яка утворена витратною стійкістю, виробничою стійкістю та фінансовою стійкістю; економічна стійкість щодо періоду роботи (початкова стійкість і стійкість функціонування); економічна стійкість стосовно різних видів ринків (стійкість на: товарному ринку, на ринку засобів виробництва, на фінансовому ринку); стійкість до наявних дестабілізаційних факторів: внутрішніх (організаційних, технологічних, соціальних, фінансово-економічних) і зовнішніх (соціально-політичних, економічних, демографічних, фінансових, науково-технічних).

Проаналізувавши тлумачення процедур оцінки в різних науках, були сформульовані рекомендації, за якими процес оцінки економічної стійкості підприємства слід розглядати як установлення певної величини (якщо вона вимірюється в неметричних шкалах) і порівняння величин (якщо вимірювання відбулося в метричних шкалах), досягнуто рівня з еталонним, нормативним або плановим. Пропоновано також проведення аналізу та формування висновку з метою розроблення управлінського рішення.

Для об'єктивності оцінки варто керуватись основними методологічними підходами: процесним, системним, ресурсним, ситуаційним, стратегічним. Об'єктивність оцінки залежить від складу системи показників та інструментів, які використовуються у визначенні величин і проведенні аналізу. В економіці оцінка має здійснюватись на основі дотримання відповідних принципів. Підприємство

за принципом системності розглядається як складна кібернетична система, яка складається із ряду підсистем і перебуває із зовнішнім середовищем у постійному взаємозв'язку. Принцип комплексності підкреслює, що оцінка повинно охоплювати всі підсистеми та складові організації. Принцип синтезу свідчить про сполучення статичних, динамічних і порівняльних оцінок; це передбачає необхідність оцінки як на поточний момент часу, так і дослідження динаміки в часі та порівняння із нормативними, галузевими чи показниками конкурентів. Принцип поєднання кількісних та якісних оцінок заключається в сполученні кількісних та якісних методів аналізу. Кількісні методи реалізуються за допомогою застосування розрахунково-обчислювальних процедур і встановлення числових критеріїв. Якісні методи є завершальною стадією оцінки і, використовуючи кількісні методи за допомогою шкал або матриць, надають словесну характеристику стану підприємства. Принцип формалізації у своїй основі містить алгоритмізацію процесу оцінки внутрішнього стану організації, чітку визначеність оцінок і послідовність їх визначення.

Другим етапом методичного підходу є формування системи частинних показників, які описують економічну стійкість за складовими.

Наступним блоком етапів методичного підходу до оцінки економічної стійкості підприємства є визначення та аналіз впливу на економічну стійкість зовнішніх і внутрішніх факторів. Для цього варто враховувати, що сучасне зовнішнє середовище підприємства характеризується підвищеною складністю та мінливістю. У загальній діагностиці необхідно враховувати фактори зовнішнього середовища, від яких залежить загальна ефективність діяльності підприємства: політичні, економічні, соціальні, конкурентні, технологічні, ринкові та міжнародні. Для кожного окремого підприємства кожен із факторів діє або позитивно (що відкриває нові можливості для підвищення рівня ефективності діяльності) або негативно (що стримує розвиток і функціонування діяльності підприємства та призводить до зниження досягнутих рівнів показників ефективності).

Іноді виокремлюють групу факторів, які в різних ситуаціях діють по-різному або яких факторів можна корегувати. До економічних факторів зовнішнього середовища належать: рівень зайнятості населення, темпи інфляції, податкові ставки, курс долара, банківські кредити та інші. Політичні фактори здійснюють вплив через діяльність урядових інститутів, регіональних і місцевих органів влади та управління. Прийняття нових нормативних документів, непередбачувані політичні події суттєво впливають на діяльність підприємства.

Технологічні фактори зумовлені змінами в технології виробництва продукції, послуг і засобів зв'язку, в проектуванні, впровадженні ноу-хау, використанні інформаційних технологій тощо. Байдужість до цих факторів суттєво впливає на позиції підприємства на ринку та, як наслідок, – на його ефективність. Соціальні фактори зв'язані зі зміною соціальних відношень у суспільстві та обумовлюються складом і змістовністю соціальних методів управління, створення сприятливих умов праці, соціальної відповідальності підприємства. Сутність конкурентних факторів зовнішнього середовища зумовлена врахуванням майбутніх цілей конкурентів, їх стратегій, перспектив їх позиції в галузі з метою використання у боротьбі на ресурсних ринках кадрів, капіталу, науково-технічних нововведень. Ринкові фактори відображаються в зміні життєвих циклів товарів і послуг, цінового механізму, рівні конкуренції, рекламних компаніях, демографічній ситуації, розподілі доходів населення. Дія міжнародних факторів пов'язана зі змінами валютного курсу, змінами в поведінці зовнішніх ринків, країн-партнерів та іншим.

У цілому стан вітчизняних машинобудівних підприємств можна охарактеризувати як сукупність таких рис: витіснення з внутрішнього ринку вітчизняних виробників машинобудівної промисловості та скорочення їх частки на світових ринках через нездатність швидко адаптуватись до змін світової кон'юнктури; зростання імпорту більш конкурентоспроможної машинобудівної продукції в Україну завдяки відновленню споживчого попиту з боку реального сектора та домогосподарств за умови поліпшення кредитування і стабілізації фінансової системи; поглиблення науково-технологічного відставання виробництва на підприємствах вітчизняного машинобудування від світових лідерів і «консервування» технологічно застарілого устаткування. Деякі підгалузі вітчизняного машинобудування (зокрема, літако- та суднобудування, військова техніка, озброєння і космічна) на міжнародному ринку є конкурентоспроможними. Проте їх експортні можливості залишаються не реалізованими повною мірою.

На діяльність підприємства також впливають і умови функціонування в регіонах. Підприємства вітчизняного машинобудівного комплексу територіально зосереджені в усіх областях.

На сучасному етапі машинобудівна галузь об'єднує 11 267 підприємств із виробництва різноманітних машин і устаткування, приладів і апаратури, різних видів транспортних засобів. З них великих – 146, середніх – 1 834 і малих – 928 підприємств, що становить 40 % від кількості тих, які перебувають на балансі

в промисловості. Більша частина підприємств (90 %) приватизована, причому понад 80 % з них викуплено повністю. Машинобудівні підприємства формують доволі потужний корпоративний сектор вітчизняної економіки, в якому переважають акціонерні товариства.

Відомо, що Харків є одним з найбільших машинобудівних центрів країни, адже в Харківській області зосереджено близько 1/5 підприємств машинобудування України.

У структурі обсягів реалізації машинобудування переважає продукція підприємств із виробництва машин та устаткування, питома вага якої становить 43,2 % обсягу реалізації галузі. Серед цих підприємств: ДП «Завод ім. В. О. Малишева», ПАТ «Турбоатом», ПАТ «ХТЗ», ВАТ «Світло Шахтаря», ПАТ «Харківський верстатобудівний завод» ЗАТ «ЛКМЗ» та ін. Підприємства з виробництва електричного, електронного та оптичного устаткування реалізують 35,2 % продукції галузі. До них належать: ДП «Завод «Електроважмаш», ДП «ХЕМЗ», ПАТ «Електромашина», ВАТ «Укрелектромаш», Харківський державний приладобудівний завод ім.Т. Г. Шевченка, ДП «Радіозавод «Протон», ВАТ «Конектор», ПАТ «Завод «Південкабель» та інші.

На виробництво транспортних засобів та устаткування припадає 21,6 % реалізованої продукції машинобудування. До цієї підгалузі належать: ДП «ХЗТУ», Харківське державне авіаційне виробниче підприємство, ДНВП «Об'єднання «Комунар», ДП «Харківський машинобудівний завод «ФЕД», Український державний центр по експлуатації спеціалізованих вагонів «Укрспецвагон», ВАТ «Харківський велосипедний завод «ВОДАН», ВАТ «Вовчанський агрегатний завод» та ін.

Аналіз функціонування досліджуваних підприємств показав, що спільними для машинобудівних підприємств є проблеми відновлення на основі використання інноваційних технологій основного капіталу та реалізації вітчизняних наукових розробок, забезпечення конкурентоспроможності кінцевої продукції, подальшої зміни структури товарного виробництва та розвитку інвестиційного машинобудування. Проблеми розвитку машинобудування є частиною загальних проблем економіки, які потребують свого вирішення на нових засадах інноваційного соціально-економічного розвитку країни.

Здійснений на основі офіційних статистичних документів і робіт провідних фахівців аналіз впливу факторів зовнішнього середовища функціонування промислових підприємств довів, що доцільно виокремлювати найбільш впливові дестабілізаційні фактори, зокрема: міжнародні економічні фактори (світова

економічна криза, незацікавленість в українському ринку, зростання ціна на нафту та енергоносії), національні економічні фактори (інфляційні процеси, несприятлива фіскальна та грошово-кредитна політика, рейдерське захоплення), соціально-політичні загрози (політична криза, погіршення демографічної ситуації в країні, зміна пріоритетів споживачів). До загальних внутрішніх дестабілізуючих факторів економічної стійкості підприємства варто віднести: фактори, які пов'язані з низьким організаційним рівнем персоналу підприємства (висока плинність кадрів, неефективна система мотивації персоналом, низький рівень менеджменту) та низьким рівнем організації на підприємстві (неефективна стратегія, невиконання планів, неефективна організаційна структура підприємства).

Виділені блоки методичного підходу до оцінки економічної стійкості.

Блок 1. Визначення внутрішніх латентних факторів для виявлення тісних міжелементних взаємозв'язків у кожній складовій економічної стійкості передбачає використання багатовимірного статистичного методу – факторного аналізу.

Блок 2. Визначення внутрішніх міжсистемних взаємозв'язків між складовими економічної стійкості та ранжування впливу між показниками. З метою визначення внутрішніх взаємозв'язків між складовими економічної стійкості підприємства рекомендується використати метод багатовимірного статистичного аналізу – канонічний аналіз. Цей метод дає можливість оцінити зв'язок між двома системами випадкових величин, за якими організовані показники, які описують кожну із складових.

Для встановлення найбільш значимих показників, які забезпечують тісні внутрішньосистемні взаємозв'язки в економічній стійкості підприємства, їх слід рейтингувати за силою впливу. Ці показники у визначення стану економічної стійкості є діагностичними. Вони дають можливість на основі причинно-наслідкових зв'язків розробляти економіко-організаційні заходи щодо її підтримки й у випадку відхилень від стану стійкості, формувати управлінські рішення.

Блок 3. Визначення оптимальних значень показників і допустимих їх відхилень із метою закріплення рівноважного стану економічної стійкості. Для реалізації розглядуваного блоку рекомендовано розробляти та розв'язувати оптимізаційні задачі. У ході дослідження економічної стійкості підприємств попередньо були визначені латентні фактори, які діють у кожній складовій економічної стійкості. Сукупно вони впливають на взаємозв'язки між складовими економічної стійкості, підштовхуючи до досягнення максимуму в результативності діяльності на підприємстві. Поточні фактори дозволяють використовувати

причинно-наслідкові взаємозв'язки для регулювання рівнів показників, які відображають стан економічної стійкості підприємства.

Аналіз рейтингу найбільш впливових показників у кожній складовій економічної стійкості показав, що до числа найбільш значущих за тіснотою взаємозв'язку входить коефіцієнт самофінансування. Саме його було рекомендовано в якості критерію цільової функції оптимізаційної задачі. Інструменти описової статистики рекомендується застосовувати для обґрунтування системи обмежень оптимізаційної задачі.

Нерівності щодо зміни значень показників для всіх досліджуваних підприємств рекомендується складати на основі мінімального та максимального значень; за допомогою стандартної похибки здійснюємо їх коригування. За відхиленнями можна встановити величину зростання показників, які визначають економічну стійкість; причому значення коефіцієнта самофінансування також зростатиме. Обчислюючи абсолютні та відносні відхилення, з метою збереження економічної стійкості, варто встановити допустимі інтервали відхилень.

Блок 4. Розроблення управлінських заходів щодо коригування економічної стійкості підприємства передбачає з'ясування причин відхилень досягнутих значень показників від оптимальних, що вийшли за межі допустимості. Це початкова процедура розроблення управлінського рішення щодо збереження та рівноважного стану економічної стійкості. Розроблення заходів щодо коригування негативних змін значень показників економічної стійкості є прерогативою відділу контролю, якщо він створений на підприємстві, або бухгалтерії, яка провадить управлінський облік. Дієва здатність ухваленого управлінського рішення за результатами оцінки економічної стійкості залежить від доведення його до відповідальних осіб, які повинні виконувати його, здійснюючи заходи щодо коригування негативних змін значень показників і відшукувати резерви їх зростання.

Отже, на основі розробленого методичного підходу до оцінки економічної стійкості підприємства (рис. 4.1) забезпечується комплексне її управління, визначення шляхів подальшої життєдіяльності та розвитку підприємства.



Рис. 4.1. Етапи методичного підходу до оцінки економічної стійкості підприємства

4.2. Методичне забезпечення оцінки рівня економічної стійкості підприємств та його прогнозування

В управлінні економічною стійкістю промислових підприємств важливо знати рівень її розвитку, тобто інтегральний показник, який однією величиною комплексно відображає стан економічної стійкості, та прогнозувати змінення значень показників, які її характеризують. Спроби оцінювати економічну стійкість промислових підприємств тільки фінансовими показниками є обмеженим підходом. Навіть порівняння значень системи частинних показників із нормативними або оптимальними потребує визначення рівня економічної стійкості. Здійснений аналіз вітчизняних методик щодо оцінки економічної стійкості підприємств надав можливість виділити недоліки. Серед них, зокрема, відсутність обґрунтованих еталонів значень частинних показників, констатація лише значення інтегрального показника економічної стійкості без прив'язки до шкали величини поточного показника, використання розширеної системи частинних показників, попередньо не перевірених на взаємозв'язок і значущість. Саме тому оцінка та аналіз рівня економічної стійкості підприємств є необхідною, але не достатньою умовою управління нею.

Відомо, що в економіці побудувати інтегральний показник можна різними аналітичними методами. Прийнято вважати, що найчастіше використовують методи агрегації числової інформації у вигляді суми, середньозваженого. Багато вчених-економістів у своїх дослідженнях застосовують адитивну та мультиплікативну згортки частинних показників. Іншим напрямом розроблення інтегральних показників є застосування математичних методів – таких, як метод таксономічного показника розвитку або показника якості. Перевагою цього напрямку є передбачення в побудові інтегрального показника процедури «аналіз – синтез». В економіці об'єкт дістає поглибленого вивчення завдяки системі частинних показників, а визначення рівня його розвитку здійснюється на основі значення інтегрального показника.

У застосуванні математичних методів згортки системи частинних показників в інтегральний типовими процедурами є: обґрунтування доцільності присутності в системі кожного частинного показника; стандартизація або нормування значень частинних показників; безпосередній метод редукції величин в інтегральний показник; обчислення інтегрального показника в динаміці. Спеціалісти з проблем математичних методів виділяють різні групи методів обчислення інтегральних показників. Одна з них об'єднує методи, які передбачають існування еталону досягнення значень показників (еталонних рівнів величини

ознаки) та знаходження відстані від реального рівня до еталонного. Типовим представником першої групи методів є метод побудови таксономічного показника розвитку В. Плюти. Перевагами цього методу є простота в обчисленні та чіткість в інтерпретації, можливість формування ієрархічної системи показників, які описують об'єкт. Особливістю розглядуваного математичного методу є розподіл усієї системи частинних показників на стимулятори, дестимулятори, номінатори. У тому випадку, коли неправильно здійснена класифікація ознак, це призведе до отримання нелогічних значень таксономічного показника. Щоб рівень інтегрального показника можна було порівнювати, варто науково обґрунтувати еталонні значення. В основному еталонні значення знаходять за критерієм Міні-Макс за всією сукупністю значень. Еталонні значення частинних показників іноді формують на основі теоретико-логічного аналізу рекомендацій відомих фахівців із проблем економічного аналізу та наявних законодавчо-правових актів.

З метою оцінки рівня розвитку економічної стійкості досліджуваних машинобудівних підприємств обраховуємо інтегральний показник, беручи до уваги лише впливові показники, які зумовлюють причинно-наслідкові взаємозв'язки, що формують стійкість. Тому інтегральний показник економічної стійкості досліджуваних промислових підприємств обчислимо за частинними показниками:

виробничої стійкості – за: коефіцієнтом використання виробничих потужностей (x_8), кількістю упроваджених у виробництво нових технологій (x_9), питомою вагою витрат на машини, устаткування, інструменти, інші основні фонди і капітальні витрати, пов'язані з упровадженням інновацій у загальному обсязі витрат на інновації (x_{10}), фондоозброєністю (x_{11}), відповідністю розмірів поставлених ресурсів та їх необхідної потреби (x_{12}), питомою вагою працівників, які підвищили кваліфікацію у звітному році в загальній їх чисельності (x_{14}), питомою вагою працівників віком до 50 років у загальній їх чисельності (x_{15}), питомою вагою працівників, які виконують науково-технічну роботу в загальній їх чисельності (x_{16}), ступенем зносу основних фондів (x_{17}), темпами росту продуктивності праці (x_{19}), рентабельністю основних фондів (x_{20}), фондодачею (x_{21});

фінансова складова – за: коефіцієнтом фінансової автономії (x_{22}), коефіцієнтом структури довгострокових вкладів (x_{23}), коефіцієнтом фінансової стабільності (x_{24}), коефіцієнтом абсолютної ліквідності (x_{26}), коефіцієнтом поточної ліквідності (x_{27}), коефіцієнтом оборотності основного капіталу (x_{28}), коефіцієнтом

оборотності дебіторської заборгованості (x_{29}), коефіцієнтом оборотності запасів (x_{30}), рентабельністю продажу (x_{31}), рентабельністю вкладених коштів (x_{33}); стійкістю щодо періоду роботи: співвідношенням між вартістю майна та його кредиторською заборгованістю (x_{34}), коефіцієнтом самофінансування (x_{36}), рівнем динаміка планів (x_{38}), питомою вагою підрозділів, що мають самостійний баланс (x_{39}), наявністю фондів розвитку на підприємстві для кожного підрозділу (x_{40});

стійкість на ринку товарів та послуг: частка принципово нової продукції в загальному обсязі виробництва (x_{43}), коефіцієнт оновлення продукції (x_{44}), частка продукції, що зазнала гарантійного обслуговування, в структурі загального обсягу виготовленої продукції (x_{46}), економічна ефективність експорту (x_{47}).

Як уже зазначалося, під час обчислення інтегрального показника економічної стійкості методом побудови таксономічного показника розвитку важливо правильно вибрати еталонні значення кожного частинного показника. Використавши критерій Міні-Макс з урахуванням стандартної похибки, були обчислені інтегральні показники економічної стійкості для всіх підприємств, які досліджувались у динаміці. У табл. 4.1 представлені значення інтегральних показників на підприємствах ПАТ «Турбоатом» (Пр1), ПАТ «Харківський підшипниковий завод» (Пр2), ПАТ «Харківський верстатобудівний завод» (Пр3), ПАТ «Південкабель» (Пр4), ПАТ «Автрамат» (Пр5) за 2005 – 2014 р.

Таблиця 4.1

Значення інтегрального показника економічної стійкості підприємств (I_{ec}) протягом 2005 – 2014 рр.

Підприємство	Період дослідження (роки)									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ПАТ «Турбоатом»	0,290	0,276	0,423	0,370	0,139	0,335	0,273	0,454	0,497	0,498
ПАТ «Харківський підшипниковий завод»	0,242	0,361	0,425	0,351	0,180	0,173	0,281	0,445	0,399	0,467
ПАТ «Харківський верстатобудівний завод»	0,296	0,324	0,342	0,388	0,083	0,282	0,389	0,442	0,486	0,401
ПАТ «Завод «Південкабель»»	0,218	0,282	0,340	0,230	0,046	0,248	0,299	0,314	0,266	0,303
ПАТ «Автрамат»	0,343	0,304	0,413	0,394	0,110	0,200	0,378	0,229	0,302	0,261

З метою порівняння рівня економічної стійкості необхідно розробити шкалу значень цієї величини. За допомогою шкали визначають величини ознак об'єкта, вони є інструментом, який забезпечує точність вимірювання. За С. Стівенсоном розрізняють чотири типи шкал: шкала порядку, шкала найменувань, шкала інтервалів, шкала відношень. За підходом до шкал, запропонованим К. Кумбсом, їх слід розглядати як математичні конструкції, що спираються на два важливі моменти: об'єкти і відстані між ним. В обґрунтуванні шкали величини економічної стійкості досліджуваних промислових підприємств необхідно керуватись цими двома моментами. Будуючи шкалу, яка за своїми властивостями є інтервальною шкалою, потрібно врахувати розподіл значень інтегрального показника на досліджуваних підприємствах та числові характеристики: середню і середньоквадратичне відхилення:

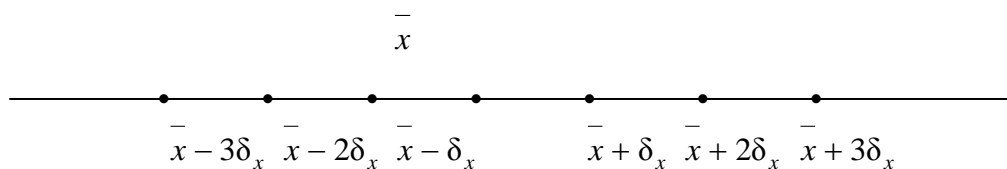


Рис. 4.2. Рекомендований вигляд шкали

На рис. 4.3 наведено закон розподілу та графічне зображення числових характеристик («вусатий ящик») значень інтегрального показника економічної стійкості досліджуваних промислових підприємств.

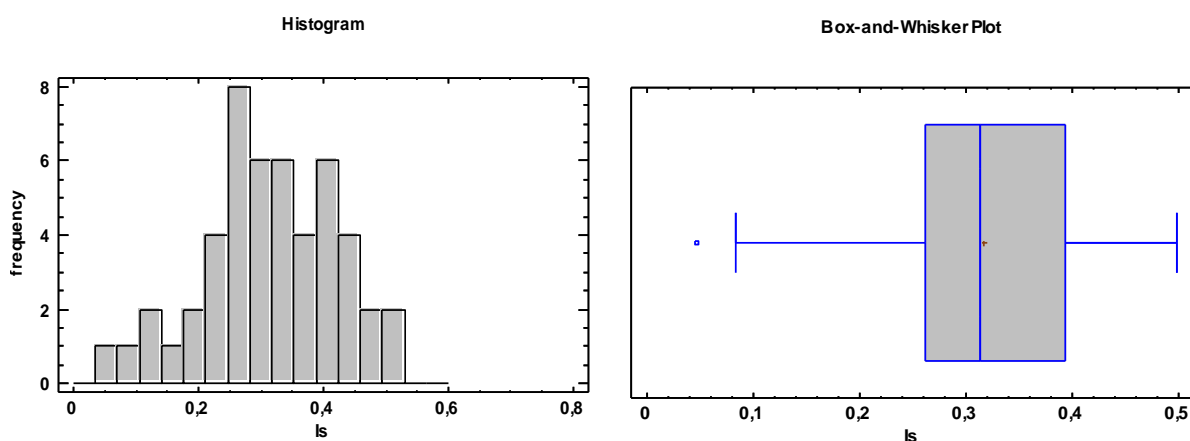


Рис. 4.3. Гістограма та «вусатий ящик» значень інтегрального показника економічної стійкості промислових підприємств

З рис. 4.3 маємо закон розподілу значень інтегрального показника економічної стійкості промислових підприємств, він близький до нормального. Обчислені числові характеристики сукупності значень інтегрального показника економічної стійкості такі: середнє значення – 0,3164 (\bar{I}_{ec}), медіана – 0,314, дисперсія – 0,0114, середньоквадратичне відхилення – 0,1067, мінімальне значення – 0,046, максимальне значення – 0,498, розкид значень – 0,452. Урахуємо, що значення інтегрального показника змінюється від 0 до 1. Отже, для ідентифікації рівня економічної стійкості досліджуваних промислових підприємств маємо інтервали змін значень інтегрального показника (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Інтервали змін значень інтегрального показника економічної стійкості досліджуваних підприємств

	$\bar{I}_{ec} - 3\sigma$	$\bar{I}_{ec} - 2\sigma$	$\bar{I}_{ec} - \sigma$	$\bar{I}_{ec} + \sigma$	$\bar{I}_{ec} + 2\sigma$	$\bar{I}_{ec} + 3\sigma$
Реперні значення	0,000	0,103	0,2097	0,4231	0,5298	0,6365
Інтервали	[0,0,103)		[0,103,0,3164)	[0,3164,0,4231)	[0,4231,0,6365)	[0,6365,1)
Рівень	Кризовий стан		Критичний стан	Відносний стан	Рівноважний стан	Ідеальний стан

Отже, аналіз змісту табл. 4.2 свідчить про мінливість протягом 2005 – 2014 рр. рівнів економічної стійкості на кожному підприємстві. Однак існують позитивні тенденції змін рівнів економічної стійкості. Зокрема, протягом трьох років на підприємстві ПАТ «Турбоатом» зберігається рівноважний стані. Також це стосується ПАТ «Харківський верстатобудівний завод» та ПАТ «Харківський підшипниковий завод». Протягом досліджуваного періоду економічна стійкість ПАТ «Автрамат» є кризово-критична, що становить загрозу життєдіяльності підприємства.

З метою розроблення дієвих управлінських заходів варто знати прогноз значень як частинних показників, так і загального рівня економічної стійкості на кожному підприємстві. У прогнозуванні економічних показників одним із простих математичних підходів є моделювання на основі кривих росту тенденції їх розвитку. Для нього будується функція часу $y = f(x)$ і вважається, що вплив інших факторів несуттєво чи непрямо враховується через фактор часу.

Екстраполяція значень є основним принципом прогнозування на основі моделей кривих росту. В обчисленні моделей кривих росту потрібно дотримуватись таких етапів: вибір виду кривої, форма якої відповідає характеру зміни часового ряду; оцінка параметрів обраної кривої; перевірка обраної кривої на адекватність, оцінка точності моделей та остаточний вибір кривої росту; обчислення точкового та інтервального прогнозів. З використанням пакету Statgraphics Centurion проведено обчислення кривих росту для прогнозу значень показників економічної стійкості досліджуваних підприємств. Завдяки статистичними критеріями була перевірена якість усіх розроблених моделей, зокрема проведено обчислення коефіцієнтів детермінації, значення критерія Фішера та значення критерія Дарбіна – Уотсона. За значенням критерія Дарбіна – Уотсона перевірено залишки на наявність значущих автокореляцій між послідовними спостереженнями в тому порядку, в якому вони розташовані у масиві даних; якщо p – value більше ніж 0,05, то серійні автокореляції відсутні.

Обчислення показало, що для підприємства ПАТ «Турбоатом» моделі прогнозу значень показників економічної стійкості мають рівняння кривої росту

для коефіцієнта використання виробничих потужностей (x_8):
$$x_8 = \frac{1}{1,509 - \frac{0,097}{t}}$$
,

причому $R^2 = 2,844$; $F = 0,20$; $DW = 1,251$. Це свідчить про низьку якість розробленої моделі, тому за даною моделлю прогноз не варто робити.

Рівняння кривої росту для упроваджених у виробництво нових технологій (x_9): $x_9 = \sqrt{1,506 + 0,061t^2}$, причому $R^2 = 43,38$; $F = 5,36$; $DW = 1,96$, що свідчить про статистичну якість розробленої моделі. Прогнозні значення поточного показника наступні: на 2015 р. – 2,98, на 2016 р. – 3,21, на 2017 р. – 3,21. Отже, на підприємстві на наступні три роки очікується впровадження трьох нових технологій.

Для прогнозу питомої ваги витрат на машини, устаткування, інструменти, інші основні фонди і капітальні витрати, пов'язаних з упровадженням інновацій у загальному обсязі витрат на інновації (x_{10}) модель:

$$x_{10} = \frac{1}{4,232 - 0,13t}$$

($R^2 = 82,57$; $F = 33,17$; $DW = 3,01$, це свідчить про статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення цього показника такі: на 2015 р. – 0,36, на 2016 р. – 0,37, на 2017 р. – 0,37. Маємо позитивну тенденцію зростання питомої ваги витрат на машини, устаткування, інструменти, інші основні фонди

і капітальні витрати, пов'язані з упровадженням інновацій у загальному обсязі витрат на інновації.

Модель прогнозу фондоозброєності (x_{11}) має вигляд: $x_{11} = e^{9,458+0,23\sqrt{t}}$;

($R^2 = 99,689$; $F = 2241,36$; $DW = 2,802$, що свідчить про статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення даного показника наступні: на 2015 р. – 27 429,2, на 2016 р. – 28 374,0, на 2017 р. – 28 374,0. Передбачається зростання значення поточного показника, це вельми важливо для підвищення економічної стійкості, зокрема випереджальний ріст виробництва продукції порівняно із зростанням основних виробничих фондів.

Для прогнозу показника відповідності розмірів поставлених ресурсів та їх необхідної потреби (x_{12}) модель має вигляд: $x_{12} = 1,08 - 0,041t$; ($R^2 = 20,833$; $F = 1,84$; $DW = 3,088$, це свідчить про статистичну якість розробленої моделі). Маємо не задовільні прогнозні значення поточного показника: на 2015 р. – 0,625, на 2016 р. – 0,583, на 2017 р. – 0,583. Оцінюючи ресурси підприємства, варто визначати їх відповідність розмірів поставлених ресурсів щодо необхідної в них потреби, адже достатня їх кількість спроможна задовольнити значні потреби у виробництві великого обсягу продукції.

Для інноваційного розвитку трудових ресурсів на підприємстві важлива тенденція зростання показника питомої ваги працівників. Проте підвищили кваліфікацію у звітному році, у загальній їх чисельності, але вирахувати прогнозне значення поточного показника неможливо. Обчислена модель прогнозу показника питомої ваги працівників, які підвищили кваліфікацію, у загальній їх чисельності у звітному році (x_{14}): $x_{14} = \frac{1}{81,84 + 0,068t^2}$; ($R^2 = 8,255$; $F = 0,63$;

$DW = 3,383$) – виявилась низької статистичної якості, тому за такою моделлю прогноз робити недоцільно.

Для оцінки ефективності використання трудових ресурсів та визначення динаміки для забезпечення економічної стійкості підприємства прогноз показника питомої ваги працівників віком до 50 років у загальній їх чисельності (x_{15}) має вагоме значення. Модель прогнозу цього показника: $x_{15} = \sqrt{0,281 + 0,0002t^2}$; ($R^2 = 69,23$; $F = 15,75$; $DW = 0,792$, це свідчить про відносну статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення поточного показника такі: на 2015 р. – 0,547, на 2016 р. – 0,55, на 2017 р. – 0,55, тобто питома вага

працівників віком до 50 років у загальній їх чисельності протягом наступних трьох років майже не зміниться.

У сучасних умовах необхідною складовою забезпечення економічної стійкості промислових підприємств є розвиток наукової та інноваційної діяльності. Для прогнозу показника питомої ваги працівників, які виконують науково-технічну роботу у загальній їх чисельності (x_{16}) на ПАТ «Турбоатом» була обчислена модель: $x_{16} = (0,148 - \frac{0,002}{t})^2$ ($R^2 = 3,658$; $F = 0,27$; $DW = 1,973$, це свідчить про погану статистичну якість розробленої моделі), тому прогноз робити за такою моделлю не варто, однак поточний показник майже не змінюється протягом десяти років і становить 0,022.

Важливим фактором підвищення ефективності діяльності підприємства, а отже, і економічної стійкості є рівень використання основних фондів та їхній стан. Для прогнозу показника ступеня зносу основних фондів (x_{17}) модель:

$$x_{17} = \frac{1}{1,816 + 0,328 \ln t}; \quad (R^2 = 72,17; \quad F = 18,16; \quad DW = 1,2, \text{ це свідчить про}$$

статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення цього показника: на 2015 р. – 0,384, на 2016 р. – 0,38, на 2017 р. – 0,38, що свідчить про можливе зменшення рівня показника ступеня зносу основних фондів.

Одним із основних показників ефективності використання робочої сили на підприємстві є темпи росту продуктивності праці (x_{19}). Для прогнозу цього показника модель має вигляд: $x_{19} = \sqrt{0,995 + \frac{0,312}{t}}$ ($R^2 = 34,15$; $F = 3,63$; $DW = 0,876$, це свідчить про відносну статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення цього показника такі: на 2015 р. – 1,011, на 2016 р. – 1,01, на 2017 р. – 1,01, це доволі позитивна динаміка на підприємстві.

Для прогнозу показника рентабельності основних фондів (x_{20}) модель:

$$x_{20} = \frac{1}{8,725 - 0,002t^2} \quad (R^2 = 1,835; \quad F = 0,13; \quad DW = 1,634, \text{ це свідчить про по-}$$

гану статистичну якість розробленої моделі), тому за такою моделлю прогноз робити не слід.

Прийнято вважати, що фондівдача є найбільш узагальнюючим показником використання основних фондів. З метою прогнозу показника фондівдачі (x_{21}) модель: $x_{21} = 1,355 + 0,045\sqrt{t}$; ($R^2 = 92,27$; $F = 83,64$; $DW = 2,01$, це свідчить про статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення поточного показника такі: на 2015 р. – 1,506, на 2016 р. – 1,512, на 2017 р. – 1,512.

Динаміка поточного показника протягом десяти років та прогнозні значення демонструють позитивну тенденцію зростання.

Фінансова стійкість є однією із складових економічної стійкості підприємства, ключовим показником якої є коефіцієнт фінансової автономії (x_{21}).

Модель для прогнозу значень: $x_{22} = \sqrt{0,677 + 0,0004 t^2}$ ($R^2 = 17,794$; $F = 1,52$; $DW = 1,843$, це свідчить про статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення поточного показника такі: на 2015 р. – 0,85, на 2016 р. – 0,855, на 2017 р. – 0,855. Чим коефіцієнт фінансової автономії більше від 0,5, тим залежність підприємства від зовнішніх джерел фінансування менша.

Для прогнозу коефіцієнта фінансової стабільності (x_{24}) модель:

$x_{24} = \sqrt{32,75 + 0,021t^2}$ ($R^2 = 6,64$; $F = 0,50$; $DW = 2,475$, це свідчить про погану статистичну якість розробленої моделі), тому за такою моделлю прогноз робити не варто. Для прогнозу коефіцієнта абсолютної ліквідності (x_{26}) модель:

$x_{26} = 0,806 + 0,002t^2$ ($R^2 = 86,41$; $F = 44,51$; $DW = 2,515$, це свідчить про відносну статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення поточного показника такі: на 2015 р. – 0,973, на 2016 р. – 1,005, на 2017 р. – 1,005. Достатнім вважається значенням коефіцієнта абсолютної ліквідності більше ніж 0,2.

Коефіцієнт поточної ліквідності виражає спроможність підприємства за рахунок усіх оборотних активів погашати свої поточні зобов'язання. Для прогнозу

коефіцієнта поточної ліквідності (x_{27}) обчислена модель: $x_{27} = \sqrt{1,657 + 0,003 t^2}$ ($R^2 = 27,42$; $F = 2,64$; $DW = 1,711$, це підтверджує статистичну якість розробленої моделі).

Прогнозні значення поточного показника такі: на 2015 р. – 1,403, на 2016 р. – 1,424, на 2017 р. – 1,424, це позитивна тенденція, адже значення поточного показника менші за 1 і свідчать про незадовільний стан ліквідності.

Коефіцієнт оборотності основного капіталу також являється одним із ключових фінансових показників, який характеризує інтенсивність використання коштів підприємства. За цим коефіцієнтом проводиться аналіз оборотності капіталу.

Модель для прогнозу коефіцієнта оборотності основного капіталу (x_{28}): $x_{28} = 0,003 - 0,0002\sqrt{t}$ ($R^2 = 17,21$; $F = 1,45$; $DW = 2,779$, це свідчить про статистичну якість розробленої моделі).

Прогнозні значення поточного показника такі: на 2015 р. – 0,002, на 2016 р. – 0,002, на 2017 р. – 0,002. Згідно обчисленої моделі рівняння коефіцієнта оборотності дебіторської заборгованості $x_{29} = \sqrt{0,0002 - 0,00001t^2}$ ($R^2 = 20,63$; $F = 1,82$; $DW = 2,86$,

це свідчить про відносну статистичну якість розробленої моделі) отримали: на 2015 р. – 0,012, на 2016 р. – 0,011, на 2017 р. – 0,011. Незначні значення поточного показника свідчать про швидке перетворення дебіторської заборгованості в грошовий еквівалент та підвищення ліквідності оборотних коштів підприємства. Для прогнозу коефіцієнта оборотності запасів (x_{30}) модель:

$$x_{30} = \sqrt{0,00005 + \frac{0,00002}{t}} \quad (R^2 = 11,16; \quad F = 0,88; \quad DW = 2,42, \text{ це свідчить про}$$

погану статистичну якість розробленої моделі), тому за такою моделлю прогноз робити не варто.

Для прогнозу рентабельності продажу (x_{31}) модель: $x_{31} = \sqrt{0,048 + 0,0005t^2}$ ($R^2 = 51,35; \quad F = 7,39; \quad DW = 2,415$, це свідчить про статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення цього показника такі: на 2015 р. – 0,333, на 2016 р. – 0,351, на 2017 р. – 0,351. Чим вище значення поточного показника, тим ефективніше виробництво, тому маємо позитивну тенденцію зростання значення.

Для прогнозу рентабельності вкладених коштів (x_{33}) модель: $x_{33} = \sqrt{0,003 + 0,00004t^2}$ ($R^2 = 51,17; \quad F = 7,33; \quad DW = 1,852$, це свідчить про статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення цього показника такі: на 2015 р. – 0,084, на 2016 р. – 0,09, на 2017 р. – 0,09. З метою прогнозу співвідношення між вартістю майна та кредиторською заборгованістю (x_{34})

модель: $x_{34} = \frac{1}{\sqrt{0,307 - 0,011 \ln t}}$ ($R^2 = 64,886; \quad F = 12,93; \quad DW = 2,103$, це свід-

чить про статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення цього показника такі: на 2015 р. – 3,549, на 2016 р. – 3,56, на 2017 р. – 3,56.

Для прогнозу коефіцієнта самофінансування (x_{36}) модель: $x_{36} = \sqrt{0,657 + 0,0006t^2}$ ($R^2 = 38,4; \quad F = 4,36; \quad DW = 2,42$, це свідчить про відносну статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення цього показника такі: на 2015 р. – 0,856, на 2016 р. – 0,864, на 2017 р. – 0,864.

Для прогнозу рівня динаміки планів (x_{38}) модель: $x_{38} = \frac{1}{0,96 - \frac{0,018}{t}}$

($R^2 = 2,68; \quad F = 0,19; \quad DW = 2,875$, це свідчить про погану статистичну якість розробленої моделі), тому за такою моделлю прогноз робити не варто.

З метою прогнозу частки принципово нової продукції у загальному обсязі виробництва (x_{43}) модель:
$$x_{44} = \frac{1}{14,44 + \frac{19,11}{t}} \quad (R^2 = 53,27; \quad F = 7,98;$$

$DW = 2,285$, це свідчить про відносну статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення поточного показника такі: на 2015 р. – 0,062, на 2016 р. – 0,062, на 2017 р. – 0,062.

Для прогнозу коефіцієнта оновлення коефіцієнт оновлення продукції (x_{44}) модель: $x_{44} = \sqrt{0,003 + 0,0002t}$ ($R^2 = 17,28; \quad F = 1,46; \quad DW = 1,96$, це свідчить про відносну статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення поточного показника такі: на 2015 р. – 0,074, на 2016 р. – 0,076, на 2017 р. – 0,076.

З метою прогнозу долі продукції, що зазнала гарантійного обслуговування в структурі загального обсягу виготовленої продукції (x_{46}) модель:

$$x_{46} = \frac{1}{38,62 + 0,44t^2} \quad (R^2 = 34,25; \quad F = 3,65; \quad DW = 3,33, \text{ це свідчить про від-}$$

носну статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення цього показника такі: на 2015 р. – 0,011, на 2016 р. – 0,01, на 2017 р. – 0,01.

Для прогнозу економічної ефективності експорту (x_{47}) модель:

$$x_{47} = \frac{1}{0,84 + 0,0211 \ln t} \quad (R^2 = 49,15; \quad F = 06,77; \quad DW = 1,61, \text{ це свідчить про}$$

статистичну якість розробленої моделі). Прогнозні значення цього показника такі: на 2015 р. – 1,121, на 2016 р. – 1,12, на 2017 р. – 1,12.

Аналогічним чином обчислюємо моделі прогнозування значень показників економічної стійкості підприємства та за всіма значущими показниками проводимо рівень значень. Виходячи з показників реального забезпечення економічної стійкості аналізованого підприємства, було побудовано дерево цілей (рис. 4.4).

Отже, на основі обчислення інтегрального показника за методом побудови таксономічного показника розвитку доцільно визначати рівень економічної стійкості промислових підприємств. З метою ідентифікації рівня економічної стійкості варто розробляти шкалу величини. На врахуванні закону розподілу значень інтегрального показника та числових характеристик сукупності його значень ґрунтується шкала величини економічної стійкості.

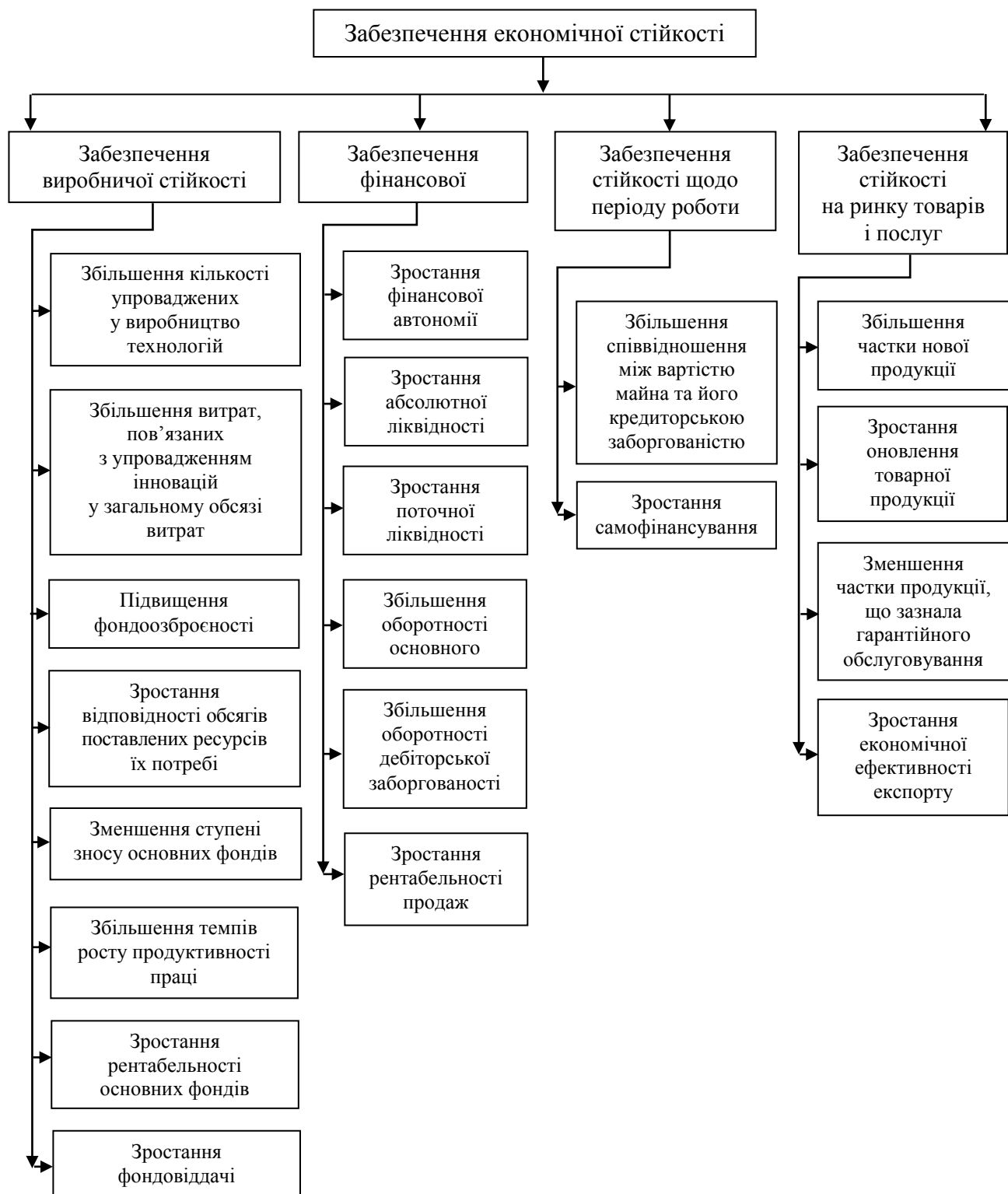


Рис. 4.4. Дерево цілей щодо забезпечення економічної стійкості ПАТ «Турбоатом»

Для процедури моніторингу економічної стійкості підприємств у перспективі пропонується обчислювати значення прогнозу на основі побудованих кривих росту за кожним із показників, які найбільше впливають на економічну

стійкість. Логіка побудови методичного забезпечення оцінки рівня економічної стійкості підприємств та його прогнозування складається з таких етапів:

1) формування системи найбільш впливових і значущих частинних показників, які перебувають у причинно-наслідкових взаємозв'язках, що підтримують стан рівноваги та розвитку;

2) методом побудови таксономічного показника розвитку обчислення інтегрального показника економічної стійкості підприємства;

3) ідентифікація рівня економічної стійкості за допомогою побудови шкали величини;

4) прогнозування в найближчій перспективі значень частинних показників економічної стійкості з метою моніторингу;

5) розроблення заходів щодо коригування стану життєдіяльності підприємства для забезпечення економічної стійкості.

Запропоноване методичне забезпечення дає змогу об'єктивно визначити рівень економічної стійкості, провести її оцінки з метою розроблення дієвих управлінських заходів щодо стійкого розвитку підприємства.

4.3. Аналітичне забезпечення обґрунтування бажаних значень показників у стратегічному плануванні діяльності підприємства

У своїй праці [6] відомий фахівець із проблем стратегічного управління І. Ансофф стверджує, що стратегічне планування – це ухвалення оптимального стратегічного рішення, а стратегічний менеджмент пов'язаний з досягненням стратегічних результатів, а саме: захопленням нових ринків, упровадженням нових товарів і технологій. І далі: стратегічне планування – це аналітичний процес, стратегічний менеджмент – організаційний процес. Згідно з твердженням П. Лоранжа, стратегічне планування передбачає набір дій і рішень, які приводять до розроблення специфічних стратегій, призначених для досягнення поставлених цілей організації [44, с. 152]. Наведене зумовлює необхідність наукового обґрунтування аналітичного забезпечення стратегічного планування діяльності підприємства.

У межах стратегічного планування фахівці виділяють чотири основних види управлінської діяльності, зокрема:

1) розподіл ресурсів, за яким передбачається розподіл обмежених ресурсів – матеріальних, фінансових, управлінські таланти та технологічний досвід;

2) адаптація до зовнішнього середовища, тобто пристосування як до сприятливих можливостей, так і до загроз;

3) внутрішня координація, яка включає узгодженість стратегічних дій для відображення сильних і слабких сторін діяльності підприємства з метою досягнення ефективної інтеграції внутрішніх операцій;

4) стратегічне передбачення, що ґрунтується на здійсненні прогнозних процедур, які базуються як на експертних даних, так і на екстраполяції даних.

Стратегічне планування включає три логічних етапи:

1) аналіз поточного та майбутнього стану діяльності підприємства та середовища;

2) на основі аналізу розробляються цілі та шляхи їх досягнення;

3) визначається набір інструментів, який дозволяє більш ефективно реалізувати вибрані стратегії.

Спеціальна література з проблем стратегічного менеджменту рекомендує формувати схему поточного процесу за такою послідовністю етапів: формування стратегії, яка враховує вплив зовнішнього та внутрішнього середовищ, реалізація сформованої стратегії, стратегічний контроль. Процес розроблення стратегії сам по собі достатньо складний, він передбачає такі етапи: визначення місії; окреслення цілей; аналіз внутрішніх можливостей; аналіз зовнішнього середовища; аналіз існуючих альтернатив і вибір стратегії; розроблення або оптимізація організаційної структури; реалізація розробленої стратегії [4; 56].

За логікою етапів, прийнято вважати, що відправною точкою в процесі стратегічного планування є перегляд місії підприємства, яка залишалася незмінною в найближчі п'ять років і може зазнавати коригування в процесі стратегічного аналізу. Місія підприємства відображає ключове завдання життєдіяльності підприємства відповідно до основного виробництва продукції, основних ринків її реалізації та основних технологій згідно із зовнішнім середовищем функціонування та культурою організації. На етапі встановлення цілей ідентифікується та проводиться аналіз тенденцій, які наявні в зовнішньому та внутрішньому середовищі, окреслюється загальна мета організації, будується ієрархія цілей – «дерево цілей», встановлюються індивідуальні цілі та завдання. Усе це знаходить відображення в стратегічних картах. Зрозуміло, що цілі закріплюються в певних рівнях значень економічних показників. Зокрема, зниження трудовитрат на виробництво продукції відображається в зменшенні значення показника трудомісткості продукції.

Мета – це бажаний кінцевий результат, якого керівництво та персонал організації прагне досягнути та яка формується на основі поточних проблем підприємства. Установлення цільових показників є основним етапом формування цілей, який складається з: виявлення та аналізу тенденцій поточної діяльності

підприємства, окреслення загальної мети підприємства, побудови ієрархії цілей, встановлення індивідуальних цілей та завдань як інструменту забезпечення їхнього виконання. Загальноприйнята вимога до цілей – вони мають бути чітко сформульовані й обов'язково кількісно вимірюватися. Змістовність та етапи досягнення цілей відображають цільові показники. Варто зазначити, що саме збалансована система показників спроможна бути цільовими показниками як за змістовністю та структурою, так і за величинами.

Як зазначають вчені та практики, в сучасних умовах однаково корпоративну стратегію мають майже всі великі промислові підприємства. Це легко пояснити, адже всі вітчизняні промислові підприємства проводять свою діяльність у складних економічних умовах від впливом дестабілізаційних політичних та економічних факторів. Такими є, зокрема, анексія Криму, затягування із проведенням глибинних реформ економіки та державного управління, неспроможність влади подолати корупцію, відтік капіталу з країни, відсутність продуманої валютно-курсової політики НБУ, неконтрольована девальвація національної валюти, відсутність рішучих дій із подолання зниження платоспроможності населення, скорочення зовнішньоторговельної діяльності й обсягів промислового виробництва. Серед множини цих проблем окремою ланкою відділяють зовнішні фактори: скорочення попиту на продукцію машинобудівних підприємств; відсутність належного розвитку внутрішнього ринку; зростання частки імпорту у внутрішньому споживанні та зменшення експорту; наявність високої конкуренції; значні коливання курсу і знецінення національної валюти; відсутність проектів загальнодержавного рівня з оновлення виробництва; відсутність належного рівня інвестиційних ресурсів; політична нестабільність, нерозвиненість ринку лізингових послуг і фондового ринку. До характерних внутрішніх факторів належать: нестача у сфері управління та виробництва достатньо обізнаного персоналу; високий рівень зносу основних засобів; неконкурентоспроможність і недостатня гнучкість стратегії стосовно асортименту та ціни; відсутність належного фінансування; невчасність і недостатня обґрунтованість управлінських рішень відповідно до змін зовнішнього середовища; зростання дебіторської та невчасне непогашення кредиторської заборгованостей.

Аналіз показав, що на досліджуваних машинобудівних підприємствах ПАТ «Харківський підшипниковий завод», ПАТ «Турбоатом», ПАТ «Завод «Південкабель», ПАТ «Харківський верстатобудівний завод» користуються стратегією виживання. Причиною цьому є кризовий стан економіки й ускладненням економічних відносин із Росією, яка є одним з основних споживачів

ринків збуту продукції. Саме через це в умовах нестабільності, високої інфляції, перебування товарів у стадії насичення та спаду їх життєвого циклу потрібна політика пристосування. Тому в ситуації, коли підприємства працюють неефективно, але ще не досягнуто позначки критичної точки, спостерігається скорочення надлишкової робочої сили, відмова від виробництва нерентабельних товарів і неефективних інвестицій.

Підприємства також керуються діловими стратегіями, що розробляються для кожного виду діяльності, та функціональними стратегіями, які призначаються для кожного функціонального напрямку діяльності.

Зокрема, ПАТ «Турбоатом» проводить свою діяльність, застосовуючи стратегію лідерства за витратами. Підприємству належить велика частка ринку, тому першочерговим завданням є суворий контроль за витратами. Саме тому підприємство отримує прибуток навіть за умов, коли конкуренти потрапили в зону збитку, та є захищеними від споживачів, що можуть впливати на ціну товару.

У якості ділової стратегії ПАТ «Харківський підшипниковий завод» використовує стратегію диференціації, яка базується на випуску унікальної продукції, що не має аналогів. Водночас варто проводити вкладення в дослідження. Сьогодні підприємство реалізує комплексний проект модернізації, загальна вартість якого становить 25 млн євро. У планах закладені створення продукції високої якості, освоєння виробництва підшипників нового покоління та, відповідно, збільшення обсягів виробництва. Реалізація обраної стратегії спрямована на завоювання прихильності клієнтів до продукції підприємства, що знизить їх чутливість до ціни.

Діловою стратегією підприємств ПАТ «Харківський верстатобудівний завод», ПАТ «Завод «Південкабель» є стратегія концентрації. Адже вони здійснюють активну діяльність на конкретному сегменті ринку, зокрема виготовляють продукцію для вітчизняного та зовнішніх ринків. Підприємства мають міжнародний рівень сертифікації та орієнтовані на потреби клієнтів.

Ділові стратегії (бізнес-стратегії) є підставою для формування функціональних стратегій підприємства, що відповідають частково функціям менеджменту та можуть бути подані як стратегії забезпечення.

На ефективності внутрішніх бізнес-процесів базується виробнича стратегія, вона дає можливість створювати та розвивати висококонкурентний виробничий потенціал підприємства. Виробнича стратегія реалізується за рахунок: створення нового виробництва (ефективного використання наявного виробничого потенціалу, придбання нових технологій); управління якістю продукції;

налагодження ритмічності виробництва; модернізації технологічного процесу (введення новітніх методів виготовлення продукції з використання передових технологій, застосування сучасних матеріалів високої якості) [51].

Фінансова стратегія підприємства спрямована на забезпечення належного рівня фінансування, який досягається за умови належного управління капіталом, активами, прибутком, інвестиціями.

З використанням фінансової стратегії з'являється можливість: максимально ефективно використовувати фінансові можливості підприємства; встановлювати перспективні відносини з іншими суб'єктами господарювання, державними структурами та фінансовими установами; розробляти заходи з довготривалого забезпечення фінансової стійкості; забезпечувати операційну й інвестиційну діяльність підприємства; формувати методи управління та способи виходу з кризового стану.

Маркетингова стратегія – це стратегія, зорієнтована на ринкові цінності за рахунок вдалої реалізації на підприємстві середньо- та короткострокових завдань. Вона відображається показниками клієнтської складової збалансованої системи показників.

Стратегія управління персоналом спрямована на розвиток і вдосконалення людського капіталу підприємства.

Стійкою до тенденцій сьогодення є виробнича стратегія ВАТ «Турбоатом», що зумовлено його стабільним стратегічним значенням для країни. Підприємство має сертифікацію міжнародного незалежного експерта. Це дає змогу брати участь у тендерах, створюючи конкуренцію таким промисловим гігантам, як Alstom, Voith, General Electric, Siemens, Andritz Hidro, ОАО Силовые машины. Підприємство повною мірою використовує наявний виробничий потенціал з метою створення нового виробництва; виробничі процеси організовані ритмічно, система управління якістю продукції працює ефективно.

Підприємство характеризується гнучкістю та ефективністю чинної фінансової стратегії. Підприємство є прибутковим і цілком забезпечує операційну й інноваційно-інвестиційну діяльність, здійснює регулярні податкові відрахування до місцевого бюджету, вчасно виплачує дивіденди та заробітну плату.

ВАТ «Турбоатом» має розроблену ефективну маркетингову стратегію, про це свідчить його висока конкурентоспроможність. Частка підприємства у структурі поставок для АЕС на світовому ринку становить близько 13 %, тобто посідає четверте місце серед підприємств інших країн світу. Підприємство активно співпрацює з великою кількістю країн: Китаєм, Болгарією, Угорщиною, Аргентиною, Фінляндією, Грецією, Норвегією, Мексикою, Ісландією.

Подальшому збільшенню клієнтської бази та обсягів виробництва сприяють висока якість продукції та ефективна цінова політика.

Керуючись розробленою стратегією управління персоналом, на підприємстві проводиться узгодження особистих цілей працівників із цілями підприємства шляхом реалізації його власних бізнес-процесів, це дає можливість уникати соціальних конфліктів. На підприємстві розроблена система винагород, що забезпечує мотивацію, проводиться навчання та перекваліфікація персоналу, організовується належні умови праці, відпочинок та оздоровлення, заробітна плата встановлюється на належному рівні.

ВАТ «Турбоатом» реалізовує активну діяльність у напрямі покращення інноваційної стратегії за рахунок розроблення нових видів продукції та удосконалення чинних технологій. Оскільки підприємство працює на міжнародних ринках, важливим завданням є утримання досягнутої позиції та розкриття перспектив, чого можна досягнути за рахунок інноваційно-інвестиційної діяльності.

Зі сказаного зрозуміло, що першим етапом у стратегічному плануванні є аналіз поточного та майбутнього станів діяльності підприємства та середовища. У попередніх підрозділах було обґрунтовано, що на основі збалансованої системи показників можна здійснити об'єктивний аналіз та оцінку діяльності підприємства, використовуючи: відповідну систему вимірників, критерії ефективності, ключові фактори ефективності; причинно-наслідкові взаємозв'язки фінансової, маркетингової, кадрової, виробничої, інноваційно-інвестиційної діяльності (в розрізі показників за складовими: клієнти, фінанси, внутрішні бізнес-процес, розвитку й навчання). З використанням методичного забезпечення розроблення інтегрального показника оцінки діяльності підприємства на основі удосконаленого показника якості із застосуванням функції бажаності Харрінгтона були обчислені інтегральні показники фінансової (If), клієнтської (Ikc) і складових внутрішніх бізнес-процесів (Ivbp) і навчання та розвитку (Inrp).

На рис. 4.5 спостерігається узгодженість у змінах значень інтегральних показників усіх чотирьох складових ЗСП, лише в 2011 р. відбувся суттєвий стрибок униз фінансової складової. Попри те, що зміни значень інтегральних показників узгоджені, найнижчу градацію на підприємстві протягом останніх десяти років має складова внутрішніх бізнес-процесів. Тому з метою підвищення рівня розвитку діяльності на підприємстві варто сформулювати програму цілеспрямованих дій щодо здійснення поставленого завдання.

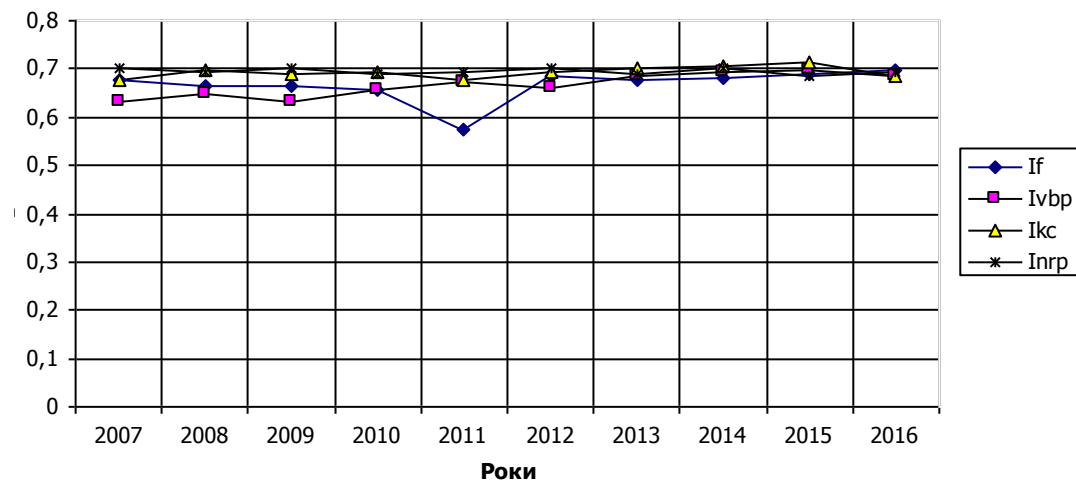


Рис. 4.5. Значення інтегральних показників складових збалансованої системи показників ВАТ «Турбоатом» у динаміці

З огляду на потужність впливу необхідно проаналізувати фактори зовнішнього середовища. Ключовими факторами зовнішнього середовища є фактори макросередовища, а саме: економічні, ринкові, політичні, технологічні, соціально-культурні, міжнародні, географічні. До економічних факторів належать: стабільність національної валюти, рівень зайнятості, сальдо платіжного балансу, наявність та доступність кредитних засобів, грошові доходи домогосподарств та їхній розподіл, рівень відсоткових ставок на капітал, співвідношення попиту й пропозиції на галузевому ринку. До політичних факторів належать: митне, податкове та інше законодавство, політична стабільність, валютне регулювання, система податкових пільг і заохочень, захист навколишнього середовища. Ринкові фактори складають демографічні зміни в регіонах і державі, рівень конкуренції в галузі, життєвий цикл продукції. До технологічних факторів належать: зношення основних виробничих фондів, рівень асигнувань на НДДКР, конкурентоспроможність технології на зовнішньому ринку, оцінку рівня розвитку технології. Географічні фактори складають кліматичні умови в регіонах, географічні відмінності в структурі розподілу доходу, доступність сировинних ресурсів, подорожчання енергоносіїв, відкритість міжнародних ринків, транспортні умови. Соціально-культурні фактори формуються змінами соціальних настанов до культурних цінностей, новими можливостями у виробництві продукції, відношенням соціальних груп до підприємництва. До міжнародних факторів належать міжнародна конкуренція, система державного регулювання зовнішньоекономічної діяльності, міжнародні інвестиції, заходи інших держав із захисту внутрішнього ринку [45].

Безумовно, всі вказані фактори зовнішнього середовища здійснюють вплив на діяльність підприємства. Однак можливості математичних інструментів не дають змоделювати вплив всієї зазначеної системи факторів зовнішнього середовища на діяльність підприємства в цілому, рівень якої визначається інтегральним показником. З метою дослідження впливу факторів зовнішнього середовища варто обчислити багатофакторну регресійну модель залежності інтегрального показника оцінки діяльності підприємства ПАТ «Турбоатом» (I_{sg}) від основних факторів середовища. Тут: x_1 – номінальний ВВП (млн грн), x_2 – інфляція, x_3 – податкові надходження до державного бюджету (млн грн), x_4 – індекс споживчих цін (%), x_5 – рівень безробіття, x_6 – індекс конкурентоспроможності України, x_7 – середньомісячна заробітна плата в Україні (грн), x_8 – капітальні інвестиції (млн дол. США).

Обчислена модель має вигляд:

$$I_{sg} = 0,652 - 1,099E - 7 \cdot x_3 + 0,00061x_4 - 0,03x_5 + 0,000008x_8.$$

Розглядувана модель має високу статистичну якість: коефіцієнт детермінації дорівнює 97,01 %, статистика Фішера – 32,48, статистика Дарбіна – Уотсона – 2,786. Отже, на рівень діяльності підприємства ПАТ «Турбоатом» серед восьми вказаних основних факторів зовнішнього середовища впливають лише індекс споживчих цін, податкові надходження до державного бюджету, рівень безробіття та капітальні інвестиції. Тому їх варто враховувати в процесі розроблення управлінських рішень.

З метою оцінки майбутнього стану діяльності підприємства слід зробити прогноз значень цільових показників. На основі кривих росту був здійснений прогноз значень кожного частинного показника ЗСП. Для більш точного обґрунтування планових значень показників поточну процедуру варто доповнити етапом визначення оптимальних значень частинних показників ЗСП, розв'язавши багатокритеріальну оптимізаційну задачу для кожної складової.

Для стратегічного планування надзвичайно важлива процедура визначення бажаних значень показників діяльності. Відомо, що обчислений прогноз значень показників за моделями прогнозування враховує трендові тенденції до зміни значень. Для наукового обґрунтування планових бажаних значень показників необхідно базуватися і на оптимальних значеннях, адже вони демонструють можливі рівні за умови оптимальних співвідношень між значеннями частинних і інтегральних показників. Отже, оптимальні значення

свідчать про можливі рівні значень за умови раціональних взаємозв'язків, що забезпечуються оптимальним управлінням на підприємстві.

Як правило, на підприємстві одночасно формують та реалізують декілька функціональних стратегій, тому варто визначати оптимальні значення на основі розв'язання багатокритеріальної оптимізаційної задачі. Для визначення оцінки діяльності підприємства рекомендовано використовувати чотири складові: фінансова, яка подається частинними показниками $x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{17}$, складова внутрішніх бізнес-процесів – $x_{22}, x_{24}, x_{25}, x_{26}, x_{27}, x_{28}, x_{29}, x_{30}$, клієнтська складова – $x_{32}, x_{33}, x_{35}, x_{36}, x_{37}$, складова навчання й розвитку персоналу – $x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44}$. Тому багатокритеріальних задач також потрібно виділити чотири. Не дивлячись на те, що в задачах враховуються складні причинно-наслідкові взаємозв'язки між частинними та інтегральними показниками, багатокритеріальні оптимізаційні задачі не залежать одна від одної.

Для початку визначимо оптимальні значення частинних показників фінансової складової, це є першою оптимізаційною задачею. Першим критерієм задачі є критерій рівня розвитку фінансової складової; він максимізується. На рівень розвитку фінансової складової безпосередньо впливають фактори, які виражаються її частинними показниками. Цей вплив визначає особа, яка ухвалю рішення і може їх установлювати залежно від поточного стану діяльності, стратегічних завдань і цілей підприємства. Тому перший частинний критерій рекомендовано формувати скалярно з урахуванням залежностей рівня розвитку фінансової складової від його факторів протягом досліджуваного періоду. Отже, критерій подається як скалярний з урахуванням вагових коефіцієнтів $\alpha = (0,2 \ 0,15 \ 0,1 \ 0,15 \ 0,1 \ 0,3)$, залежно від поточної ситуації на підприємстві. Отже, вигляд частинних критеріїв такий:

Перший критерій: за $F_1^1 \rightarrow \max$ (максимум рівня розвитку фінансової складової):

$$F_1^1 = 0,2 \cdot \frac{1}{0,8995 - 0,2131 \ln x_{11}} + 0,15 \cdot \sqrt{0,623 - \frac{0,0451}{x_{12}}} + 0,1 \cdot \sqrt{1,231 + \frac{0,04}{x_{13}}} + \\ + 0,15 \cdot (0,9869 + 0,623 \ln x_{14})^2 + 0,1 \cdot \sqrt{1,0433 + \frac{0,5157}{x_{15}}} + 0,3 \cdot \sqrt{0,3168 + 0,1861x_{17}^2}.$$

Другим критерієм є рівень розвитку внутрішніх бізнес-процесів, який теж максимізується. Рівень розвитку внутрішніх бізнес-процесів також залежить

від частинних показників фінансової складової. Про це свідчить багатофакторна регресійна залежність, а саме:

$F_2^1 \rightarrow \max$ (максимум рівня розвитку складової внутрішніх бізнес-процесів): $F_2^1 = 0,920927 - 1,6448x_{12} - 10,952x_{13} + 5,056x_{14}$.

Були обчислені моделі залежностей рівнів розвитку клієнтської складової і складової навчання й розвитку персоналу. Вони показали, що на ці рівні розвитку складових фінансові показники не впливають, проте впливають на загальний рівень розвитку діяльності підприємства:

$F_3^1 \rightarrow \max$ (максимум загального рівня діяльності підприємства):

$$F_3^1 = 0,7154 - 0,602x_{12} - 3,065x_{13} + 2,4558x_{14}.$$

Це третій критерій, який також максимізується. Обмеженнями в цій задачі є реальні інтервали зміни значень частинних та інтегрального показника рівня розвитку фінансової складової і числові характеристики законів розподілу значень показників.

Для визначення прогнозу значень інтегрального показника фінансової складової необхідно обчислити модель кривої росту. У цій задачі вона має вигляд:

$$I_f = \sqrt{0,4226 + 0,00059 t^2}, \quad R^2 = 0,42414, \quad F = 2,05, \quad DW = 2,168.$$

За цим рівнянням максимальне прогнозне значення рівня розвитку фінансової складової становить 0,7222. На основі багатофакторної лінійної залежності рівня розвитку від факторів, що визначаються її частинними показниками, маємо перше обмеження:

$$0,4504 + 1,0232x_{11} + 0,2282x_{12} + 3,3615x_{13} + 0,2867x_{14} + 0,0131x_{15} + 0,0145x_{17} \leq 0,7222.$$

Обмеженнями є й інтервали зміни значень частинних фінансових показників з урахуванням числових характеристик розподілу значень показників діяльності підприємства на визначеному інтервалі часу та прогнозів, обчислених за кривими росту система обмежень на зміну їхніх значень:

$$0,019 \leq x_{11} \leq 0,092; \quad 0,158 \leq x_{12} \leq 0,35; \quad 0,011 \leq x_{13} \leq 0,02; \\ 0,025 \leq x_{14} \leq 0,099; \quad 0,81 \leq x_{15} \leq 1,012; \quad 0,8 \leq x_{17} \leq 0,859.$$

Перша задача: визначення оптимальних значень показників для фінансових стратегій за умови максимізації критеріїв – рівнів розвитку всіх складових і загального рівня розвитку:

$$F_1^1 \rightarrow \max, \quad F_2^1 \rightarrow \max, \quad F_3^1 \rightarrow \max, \quad \text{за обмежень:}$$

$$0,4504 + 1,0232x_{11} + 0,2282x_{12} + 3,3615x_{13} + 0,2867x_{14} + 0,0131x_{15} + 0,0145x_{17} \leq 0,7222.$$

$$0,019 \leq x_{11} \leq 0,092; \quad 0,158 \leq x_{12} \leq 0,35; \quad 0,011 \leq x_{13} \leq 0,02;$$

$$0,025 \leq x_{14} \leq 0,099; \quad 0,81 \leq x_{15} \leq 1,012; \quad 0,8 \leq x_{17} \leq 0,859.$$

Розв'язувати цю складну багатокритеріальну задачу слід у програмному середовищі MatLab, використовуючи процедуру *fminimax*. [41; 42].

Використавши процедуру *fminimax* у програмному середовищі MatLab, отримали такий оптимальний розв'язок:

$$x_{11} = 0,019, \quad x_{12} = 0,158, \quad x_{13} = 0,02, \quad x_{14} = 0,025, \quad x_{15} = 1,012, \quad x_{17} = 0,8.$$

Значення частинних критеріїв дорівнюють:

$$F_1^1 = 0,7301, \quad F_2^1 = 0,5833, \quad F_3^1 = 0,6204.$$

Аналогічно були сформульовані умови решти трьох багатокритеріальних оптимізаційних задач стосовно обчислення оптимальних значень частинних показників складової внутрішніх бізнес-процесів, клієнтської складової, складової навчання й розвитку персоналу.

Друга задача: визначення оптимальних значень показників для виробничих стратегій, які враховують внутрішні бізнес-процеси:

1-й критерій: рівень розвитку внутрішніх бізнес-процесів (*max*):

$$F_1^2 = 0,1 \cdot \sqrt{0,4655 - 0,0153x_{22}} + 0,1 \cdot \sqrt{1,8986 - \frac{2,1207}{x_{24}}} + 0,1 \cdot \sqrt{1,2587 + 1,2895x_{25}^2} +$$

$$+ 0,15 \cdot \frac{1}{1,3356 + \frac{0,0251}{x_{26}}} + 0,1 \cdot \sqrt{0,06 + 0,0026\sqrt{x_{27}}} + 0,1 \cdot \sqrt{0,6097 - \frac{0,0317}{x_{28}}} +$$

$$+ 0,2 \cdot \sqrt{0,3846 + 19,2674x_{29}^2} + 0,15 \cdot \frac{e^{0,1173+8,7288x_{30}}}{1 + e^{0,1173+8,7288x_{30}}};$$

2-й критерій: рівень розвитку клієнтської складової (*max*):

$$F_2^2 = 0,5566 - 0,0515x_{22} + 1,393x_{29}.$$

3-й критерій: загальний рівень розвитку діяльності підприємства (*max*):

$$F_3^2 = 0,0843 + 0,406x_{24}.$$

За обмежень:

$$\begin{aligned} &1,71077 + 0,0252x_{22} - 1,0566x_{24} + 0,168x_{25} + 0,3112x_{24} + 0,000009x_{27} + \\ &+ 0,454x_{28} + 1,1527x_{29} \leq 0,72, \\ &1,005 \leq x_{22} \leq 1,6; 1,42 \leq x_{24} \leq 1,533; 0,374 \leq x_{25} \leq 0,5; 0,1 \leq x_{26} \leq 0,28; \\ &16541 \leq x_{27} \leq 30061,4; 0,15 \leq x_{28} \leq 0,32; 0,04 \leq x_{29} \leq 0,07; 0,05 \leq x_{30} \leq 0,08. \end{aligned}$$

Використавши процедуру *fminimax* у програмному середовищі MatLab, отримали такий оптимальний розв'язок:

$$x_{22} = 1,005, x_{24} = 1,42, x_{25} = 0,374, x_{26} = 0,1, x_{27} = 16541,0, x_{28} = 0,15, x_{29} = 0,04, x_{30} = 0,05.$$

Значення частинних критеріїв дорівнюють:

$$F_1^2 = 0,6449, F_2^2 = 0,6641, F_3^2 = 0,1046.$$

Третя задача: визначення оптимальних значень показників для маркетингових (клієнтських) стратегій:

1-й критерій: рівень розвитку клієнтської складової (*max*):

$$\begin{aligned} F_1^3 = &0,2 \cdot \frac{1}{1,2621 + \frac{0,0215}{x_{32}}} + 0,1 \frac{1}{1,4561 - 0,0161x_{33}^2} + 0,1 \cdot \sqrt{0,4568 + 9,6445x_{35}^2} + \\ &+ 0,3 \cdot \sqrt{0,2772 + \frac{0,2318}{x_{36}}} + 0,3 \cdot \sqrt{0,4076 + 0,1081x_{37}^2}; \end{aligned}$$

2-й критерій: рівень розвитку внутрішніх бізнес-процесів (*max*):

$$F_2^3 = 0,459 + 1,1916x_{32} - 0,0835x_{33} + 2,762x_{35};$$

3-й критерій: загальний рівень розвитку діяльності підприємства (*max*):

$$F_3^3 = 0,5706 + 0,8841x_{32}.$$

За обмежень:

$$0,4457 + 0,812x_{32} + 0,0033x_{33} + 0,9963x_{35} + 0,0402x_{36} + 0,0637x_{37} \leq 0,6976,$$

$$0,1 \leq x_{32} \leq 0,14; 0,5 \leq x_{33} \leq 1,0; 0,04 \leq x_{35} \leq 0,06; 0,855 \leq x_{36} \leq 1,173;$$

$$0,8 \leq x_{37} \leq 0,854.$$

Використавши процедуру *fminimax* у програмному середовищі MatLab, отримали такий оптимальний розв'язок:

$$x_{32} = 0,1, x_{33} = 0,5, x_{35} = 0,04, x_{36} = 1,173, x_{37} = 0,8.$$

При цьому значення частинних критеріїв дорівнюють:

$$F_1^3 = 0,6869, F_2^3 = 0,2711, F_3^3 = 0,659.$$

Четверта задача: визначення оптимальних значень показників для стратегій управління персоналом (навчання й розвитку персоналу):

1-й критерій: рівень розвитку складової навчання й розвитку персоналу (*max*)

$$F_1^4 = 0,25 \cdot \sqrt{-0,00014 + 0,012x_{41}^2} + 0,2 \cdot \frac{1}{10,5739 - 9327,11x_{42}^2} + 0,2 \cdot \frac{1}{17,7137 - \frac{4,5514}{x_{43}}} + 0,35 \cdot \sqrt{-0,0084 + 0,1369\sqrt{x_{44}}};$$

2-й критерій: рівень розвитку фінансової складової (*max*):

$$F_2^4 = -4,9499 + 2,1472x_{41} + 6,4884x_{43},$$

3-й критерій: загальний рівень розвитку діяльності підприємства (*max*):

$$F_3^4 = -1,4243 + 0,5637x_{41} + 2,8724x_{43}.$$

За обмежень:

$$0,4644 + 0,057x_{41} + 5,5097x_{42} + 0,0957x_{43} + 2,5917x_{44} \leq 0,6902,$$

$$0,972 \leq x_{41} \leq 1,023; 0,01 \leq x_{42} \leq 0,013; 0,53 \leq x_{43} \leq 0,553; 0,021 \leq x_{44} \leq 0,022.$$

Використавши процедуру *fminimax* у програмному середовищі MatLab, отримали такий оптимальний розв'язок:

$$x_{41} = 0,972, x_{42} = 0,01, x_{43} = 0,53, x_{44} = 0,021.$$

При цьому значення частинних критеріїв дорівнюють:

$$F_1^4 = 0,1065, F_2^4 = 0,586, F_3^4 = 0,646.$$

Майже всі визначені бажані значення показників ЗСП, крім складової внутрішніх бізнес процесів, забезпечать достатній рівень функціонування підприємства. У табл. 4.3 поданні обчислені бажані значення показників діяльності підприємства для формування відповідних функціональних стратегій на підприємстві ПАТ «Турбоатом».

Таблиця 4.3

Значення ЗСП для обґрунтування функціональних стратегій на підприємстві ПАТ «Турбоатом»

Показники	Нормативна тенденція	Оптимальні значення		Прогнозні значення	Планові значення	Орієнтири управлінських рішень
1	2	3		4	5	6
Для фінансових стратегій						
Рентабельність вкладених коштів (x_{11})	збільшення	0,019	0,0781	0,0823; 0,0872; 0,092	[0,019; 0,0781]	Незадовільний стан

1	2	3		4	5	6
Чиста рентабельність продажів (x_{12})	збільшення	0,158	0,3089	0,322; 0,336; 0,35	[0,158; 0,3089]	Задовільний стан
Коефіцієнти оборотності дебіторської заборгованості (x_{13})	збільшення	0,02	0,0129	0,0123; 0,012; 0,011	[0,02; 0,0129]	Незадовільний стан
Рентабельність власного капіталу (x_{14})	збільшення	0,025	0,0836	0,089; 0,094; 0,099	[0,025; 0,0836]	Незадовільний стан
Коефіцієнт абсолютної ліквідності (x_{15})	збільшення	1,012	0,9367	0,961; 0,986; 1,012	[0,9367; 1,012]	Задовільний стан
Коефіцієнт автономії (x_{17})	збільшення	0,8	0,8395	0,841; 0,842; 0,843	[0,8; 0,8395]	Задовільний стан
Для виробничих стратегій, які враховують внутрішні бізнес-процеси						
Темпи зростання/зниження витрат на грн товарної продукції (x_{22})	зниження	1,005	1,077	1,052; 1,029; 1,005	[1,005; 1,077]	Незадовільний стан
Фондовіддача (x_{24})	збільшення	1,42	1,5037	1,513; 1,523; 1,533	[1,42; 1,5037]	Задовільний стан
Коефіцієнт зносу основних засобів (x_{25})	зменшення	0,374	0,467	0,384; 0,379; 0,374	[0,374; 0,467]	Незадовільний стан
Питома вага витрат на модернізацію виробництва в загальній структурі витрат (x_{26})	збільшення	0,1	0,203	0,244; 0,261; 0,279	[0,1; 0,203]	Незадовільний стан
Фондоозброєність (x_{27})	збільшення	16541	26725	27 845,0; 28 953,2; 30 061,4	[16 541; 26 725]	Задовільний стан
Частка власної техніки в загальній кількості основних фондів (x_{28})	збільшення	0,15	0,2523	0,271; 0,294; 0,32	[0,15; 0,2523]	Незадовільний стан

Продовження табл. 4.3

1	2	3		4	5	6
Частка нової продукції у загальному обсязі виробництва (x_{29})	збільшення	0,04	0,0616	0,063; 0,064; 0,065	[0,04; 0,0616]	Незадовільний стан
Коефіцієнт оновлення продукції (x_{30})	збільшення	0,05	0,0728	0,073; 0,076; 0,077	[0,05; 0,0728]	Незадовільний стан
Для маркетингових (клієнтських) стратегій						
Питома вага витрат на просування товару в структурі собівартості товару (x_{32})	збільшення	0,1	0,1316	0,134; 0,137; 0,139	[0,1; 0,1316]	Задовільний стан
1	2	3		4	5	6
Відповідність планових ресурсів з потребами в них (x_{33})	збільшення	0,05	0,0761	0,083; 0,087; 0,092	[0,05; 0,0761]	Незадовільний стан
Частка продукції, що підлягає гарантійному обслуговуванню в структурі загального обсягу виготовленої продукції (x_{35})	збільшення	0,04	0,0449	0,044; 0,042; 0,041	[0,04; 0,0449]	Незадовільний стан
Економічна ефективність експорту (x_{36})	збільшення	1,173	0,8473	0,855; 0,864; 0,872	[0,8473; 1,173]	Задовільний стан
Питома вага поставок за прямими договорами в загальній кількості поставок (x_{37})	зменшення	0,8	0,8368	0,841; 0,847; 0,854	[0,8; 0,8368]	Задовільний стан
Для стратегій управління персоналом (навчання й розвитку персоналу)						
Темпи зростання чисельності працівників (x_{41})	зменшення	0,972	0,9833	0,981; 0,977; 0,972	[0,972; 0,9833]	Задовільний стан
Питома вага працівників, які підвищили кваліфікацію у звітному році в загальній їх чисельності (x_{42})	збільшення	0,01	0,0115	0,011; 0,011; 0,011	[0,01; 0,0115]	Незадовільний стан

1	2	3		4	5	6
Питома вага працівників віком до 50 років у загальній їх чисельності (x_{43})	збільшення	0,53	0,544	0,547; 0,55; 0,553	[0,53; 0,544]	Задовільний стан
Питома вага працівників, які виконують науково-технічну роботу в загальній їх чисельності (x_{44})	збільшення	0,021	0,0216	0,021; 0,021; 0,021	[0,021; 0,0216]	Незадовільний стан

Проведений економічний аналіз досягнутих значень показників на підприємстві і взаємозв'язків між ними виявив деякі негативні тенденції розвитку його економічних процесів. Потребують додаткових управлінських заходів процеси, пов'язані зі змінами, які спостерігаються в значеннях частинних показників діяльності підприємства.

Отже, у процедурі визначення бажаних значень показників ЗСП у процесі формування відповідної функціональної стратегії слід керуватись такою логікою етапів:

- 1) визначення прогнозних значень частинних показників на основі обчислення кривих росту;
- 2) розв'язання багатокритеріальної оптимізаційної задачі з використанням генетичного алгоритму з метою визначення оптимальних значень показників ЗСП;
- 3) визначення оптимальних значень показників ЗСП на основі розв'язання багатокритеріальної оптимізаційної задачі за процедурою *fminimax*, яка ґрунтується на методі послідовного квадратичного програмування (SQP);
- 4) узгодження обчислених значень показників ЗСП та їх аналіз;
- 5) визначення інтервалу бажаних значень показників ЗСП підприємства.

Ця процедура вдосконалює аналітичне забезпечення обґрунтування бажаних значень показників у процесі стратегічного планування діяльності підприємства.

Висновки

Проведено аналіз теоретичних основ збалансованої системи показників та її традиційного визначення, що дозволило розширити це визначення додатковою складовою впливу зовнішнього середовища та узгодити її з іншими традиційними складовими: фінансовою, клієнтською, внутрішніх бізнес-процесів, навчання та росту персоналу. Це з практичної точки зору дає змогу врахувати істотну наявну залежність означених чотирьох складових від зовнішнього середовища.

Уточнено змістовність методологічних принципів у моделюванні оцінки діяльності підприємства. На основі збалансованої системи показників сформовано відповідні методичні положення, а саме про: змістовну сутність структурно-функціональної моделі діяльності підприємства; категоріальний базис моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників; ієрархічну структуру збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства; ознаковий простір, індикатори та критерії в моделюванні оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників; багатокритеріальність оцінки діяльності підприємства; порівняльний аналіз в оцінці діяльності підприємства; специфікацію моделі оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників; розроблення стратегій на основі результатів моделювання оцінки діяльності підприємства з базуванням на збалансованій системі показників; удосконалення процесу розроблення управлінського рішення на основі результатів моделювання оцінки діяльності підприємства з урахуванням збалансованої системи показників. Теоретичний підхід містить складові теоретико-методичного забезпечення моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників, а саме – методичні положення, задачі оцінки діяльності на основі ЗСП, перелік економіко-математичних моделей та математичних методів.

Запропоновано враховувати рівень взаємозв'язку між елементами економічної стійкості, аналізувати внутрішні причинно-наслідкові взаємозв'язки між показниками, що описують кожну зі складових економічної стійкості: витратну, виробничу, фінансову, стійкість щодо періоду роботи, стійкість стосовно різних видів ринків. Для проведення такого аналізу рекомендується використовувати багатовимірні статистичні методи (факторний і канонічний аналізи), які дозволяють визначити взаємозв'язки між частинними показниками та між складовими, що дозволяє встановити рейтинг міжсистемного взаємозв'язку показників.

Рекомендовано процедуру прогнозування значень показників економічної стійкості для моніторингу перспектив розвитку економічної стійкості підприємств і розроблення відповідних управлінських заходів щодо коригування негативних тенденцій. Методичне забезпечення оцінки рівня економічної стійкості підприємств та його прогнозування доцільно організувати за етапами: формування системи частинних показників, які є найбільш впливовими та значущими у причинно-наслідкових взаємозв'язках, що підтримують стан рівноваги та розвитку; обчислення інтегрального показника економічної стійкості підприємства методом побудови таксономічного показника розвитку; ідентифікація рівня економічної стійкості за допомогою побудови шкали величини; прогнозування значень частинних показників економічної стійкості для моніторингу її в найближчій перспективі; розроблення заходів щодо коригування стану життєдіяльності підприємства для забезпечення економічної стійкості.

Запропоновано в процедуру моніторингу виконання діючих стратегій включити етап обчислення абсолютних відхилень досягнутих значень показників економічної стійкості від оптимальних і відносних відхилень прогнозних значень показників економічної стійкості від оптимальних на основі результатів оцінки їх економічної стійкості. Цю процедуру доцільно виконувати на основі результатів оцінки економічної стійкості та розглядати її як інформаційно-аналітичне забезпечення сучасних процесів розроблення і реалізації стратегій на промислових підприємствах.

Використана література

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – Москва : Наука, 1976. – 280 с.
2. Азгальдов Г. Г. О квалиметрии / Г. Г. Азгальдов, Э. П. Райхман. – Москва : Издательство стандартов, 1973. – 172 с.
3. Андреева Л. О. Методичні аспекти стратегічного розвитку підприємств / Л. О. Андреева, О. І. Лисак // Бізнес Інформ. – 2016. – № 6. – С. 227–231.
4. Аникин Б. А. Высший менеджмент для руководителя : учеб. пособ. / Б. А. Аникин. – Москва : ИНФРА-М, 2000. – 136 с.
5. Анненкова Н. О. Особливості оцінки ефективності фінансово-господарської діяльності підприємств торгівлі / Н. О. Анненкова // Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг : зб. наук. пр. – Харків : ХДУХТ, 2008. – Вип. 2 (8). – Ч. 1. – С. 425–430.
6. Ансофф И. Стратегическое управление / И. Ансофф ; сокр. пер. с англ. – Москва : Экономика. 1989. – 519 с.
7. Анфилатов В. С. Системный анализ в управлении : учеб. пособ. / В. С. Анфилатов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин ; под ред. А. А. Емельянова. – Москва : Финансы и статистика, 2003. – 368 с.
8. Баканов А. И. Теория экономического анализа / А. И. Баканов, А. Д. Шеремет. – Москва : Финансы и статистика, 1997. – 416 с.
9. Басманова (Сомова) О. Є. Концепція оцінки рівня конкурентоспроможності підприємства / О. Є. Басманова (Сомова) // Вчені зап. Харк. гуманіт. ун-ту «Нар. укр. акад.» – 2005. – Т. 11. – С. 105–110.
10. Білошкурський М. В. Комплексна оцінка ефективності фінансової діяльності підприємств у системі антикризового управління / М. В. Білошкурський // Зб. Наук. праць ПДАТУ; за ред. М. І. Бахмата. – Кам'янець-Подільський : б. в., 2008. – Т. 3. – Вип. 16. – С. 398–401.
11. Борисов А. Н. Принятие решений на основе нечетких моделей : примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. – Рига : Зинатне, 1990. – 184 с.
12. Борисов В. В. Нечеткие модели и сети / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федулов. – Москва : Горячая линия ; Телеком, 2007. – 284 с.
13. Бородкин Ф. М. Социальные индикаторы : учебник для студ. вузов / Ф. М. Бородкин, С. А. Айвазян. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 608 с.
14. Вітлінський В. В. Моделювання економіки : навч. посіб. / В. В. Вітлінський. – Київ : КНЕУ, 2003. – 408 с.

15. Гвоздецька І. В. Впровадження методики та розробка матричної моделі оцінки інвестиційної привабливості промислових підприємств за використання фінансових та маркетингових показників / І. В. Гвоздецька // Зб. наук. праць ЛДНТУ ім. В. Чорновола. Серія «Актуальні проблеми ринкової економіки». – 2009. – № 6. – С. 52–59.
16. Господарський кодекс України // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 18. – С. 19–22.
17. Гранберг А. Г. Моделирование социалистической экономики : [учебник для студ. экон. вузов] / А. Г. Гранберг. – Москва : Экономика, 1988. – 488 с.
18. Гродовський О. В. Формування моделі комплексного оцінювання економічної стратегії промислового підприємства / О. В. Гродовський // Наукові дослідження – теорія та експеримент 2010: Мат-ли VI Міжнар. наук.-практ. конф. «Наукові дослідження – теорія та експеримент'2010» (18–21 травня 2010 р.). – Полтава : ІнтерГрафіка, 2010. – Т. 9. – С. 51–56.
19. Гур'янова Л. С. Моделювання збалансованого соціально-економічного розвитку регіонів / Л. С. Гурянова – Бердянськ : ФОП Ткачук О. В., 2013. – 406 с.
20. Дэйвисон М. Многомерное шкалирование: Методы наглядного представления данных / М. Дэйвисон ; пер. с англ. В. С. Каменского. – Москва : Финансы и статистика, 1988. – 254 с.
21. Енюков И. С. Методы, алгоритмы, программы многомерного статистического анализа: Пакет ППСА / И. С. Енюков. – Москва : Финансы и статистика, 1986. – 232 с.
22. Жовна О. М. Оцінка економічної ефективності інвестиційних проектів з урахуванням впливу видатків на споживання та інвестиції / О. М. Жовна, В. Я. Нусінов // Економіка : проблеми теорії та практики : зб. наук праць. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2009. – Вип. 256. – С. 88–96.
23. Иберла К. Факторный анализ / К. Иберла ; пер. с нем. В. М. Ивановой. – Москва : Статистика, 1980. – 398 с.
24. Каледин С. В. Актуальные проблемы оценки деятельности и инвестирования субъектов хозяйствования в современной России : монография / С. В. Каледин. – Челябинск : Челябинский Дом печати, 2004. – 251 с.
25. Камышникова Э. В. Методы формирования комплексной оценки уровня экономической безопасности предприятия / Э. В. Камышникова // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 12. – С. 87–92.
26. Каплан Р. Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты / Р. Каплан, Д. Нортон ; пер с англ. – Москва : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. – 512 с.

27. Квятковська Л. А. Основні положення методики оцінки виробничого потенціалу машинобудівного підприємства / Л. А. Квятковська // Зб. мат. IV Міжнар. наук.-практ. конф. «Підприємницька діяльність в Україні: проблеми розвитку та регулювання» (Київ, 27–28 травня 2010 р.). – Київ : МІБО КНЕУ, 2010. – С. 110–113.
28. Кендюхов О. В. Теорія та практика управління економічним розвитком підприємства : монографія / О. В. Кендюхов. – Донецьк : ДВНЗ «ДонНТУ», 2013. – 670 с.
29. Кизим М. О. Збалансована система показників : монографія / М. О. Кизим, А. А. Пилипенко, В. А. Зінченко. – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2007. – 192 с.
30. Коваленко Т. В. Оцінка системи управління персоналом в умовах машинобудівного підприємства / Т. В. Коваленко // Наук. праці ДонНТУ. Серія «Економічна». – Донецьк : ДонНТУ, 2010. – Вип. 38–3. – С. 167–175.
31. Литвак Б. Г. Разработка управленческого решения : учебник / Б. Г. Литвак. – Москва : Дело, 2003. – 392 с.
32. Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки / Л. И. Лопатников – 5-е изд., перероб. и доп. – Москва : Дело, 2003. – 448 с.
33. Любушин Н. П. Анализ финансово-экономической деятельности предприятия : учеб. пособ. для вузов / Н. П. Любушин, В. Б. Лещева, В. Г. Дьякова; под ред. проф. Н. П. Любушина. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 472 с.
34. Малярець Л. М. Аналіз методів розв'язування задач багатокритеріальної оптимізації в управлінні підприємством / Л. М. Малярець, О. В. Мінєнкова // Мат. міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні проблеми управління підприємствами: теорія та практика» (Харків, 30 – 31 березня 2017 р.). – Харків : б. в., 2017. – С. 399–402.
35. Малярець Л. М. Багатокритеріальна оптимізаційна задача управління ефективністю виробничо-господарської діяльності підприємства / Л. М. Малярець, Б. В. Сінкевич, А. В. Жуков // Проблеми економіки. – 2013. – № 4. – С. 392–400.
36. Малярець Л. М. Вимірювання ознак об'єктів в економіці: методологія та практика / Л. М. Малярець. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2006. – 384 с.
37. Малярець Л. М. Економіко-математичні аспекти діагностики конкурентоспроможності підприємства : наук. вид. / Л. М. Малярець, Л. О. Норік. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2009. – 214 с.
38. Малярець Л. М. Збалансована система показників в оцінці діяльності підприємства : монографія / Л. М. Малярець, А. В. Штереверя. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2008. – 180 с.

39. Малярець Л. М. Збалансована система показників як інструмент визначення стратегії підприємства в умовах кризи : монографія / Л. М. Малярець, О. В. Ачкасова. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2012. – 304 с.

40. Малярець Л. М. Розроблення узагальнюючого показника конкурентоспроможності банків на підґрунті нечітких множин / Л. М. Малярець, В. В. Койбічук // Вісник соціально-економічних досліджень : збір. наук. праць. – Одеса : ОНЕУ, 2014. – Вип. 1 (52). – С. 110–117.

41. Малярець Л. М. Сучасні оптимізаційні методи в середовищі MatLab : навч. посіб. : У 2-х ч. / Л. М. Малярець, Є. В. Резнік, Б. В. Сінкевич. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2011. – Ч. 1. – 360 с.

42. Малярець Л. М. Сучасні оптимізаційні методи в середовищі MatLab : навч. посіб. : У 2-х ч. / Л. М. Малярець, Є. В. Резнік, Б. В. Сінкевич. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2013. – Ч. 2. – 356 с.

43. Матвійчук А. В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки : монографія / А. В. Матвійчук. – Київ : Центр навчальної літератури, 2005. – 206 с.

44. Мізюк Б. М. Стратегічне управління підприємством / Б. М. Мізюк. – Львів : Коопосвіта; ЛКА, 1999. – 388 с.

45. Мінєнкова О. В. Моніторинг факторів зовнішнього середовища промислового підприємства / О. В. Мінєнкова, І. О. Бараннік // Мат. Міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні проблеми підприємства: теорія та практика» (Харків, 24 – 25 березня 2016 р.). – Харків : б. в., 2016. – С. 337–339.

46. Многомерный статистический анализ в экономике : [учеб. пособ. для вузов] / Л. А. Сошникова, В. Н. Тамашевич, Г. Уебе, М. Шефер ; под ред. проф. В. Н. Тамашевича. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 600 с.

47. Модели оценки неравномерности и циклической динамики развития территорий : монография / Т. С. Клебанова, Н. А. Кизим, Л. С. Гурьянова и др. – Харків : ВИД «ИНЖЭК», 2011. – 352 с.

48. Назарова Г. В. Формування та розвиток людського капіталу корпоративних підприємств : наук. вид. / Г. В. Назарова, Н. Л. Гавкалова, Н. С. Маркова. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2006. – 240 с.

49. Нили Э. Призма эффективности: Карта сбалансированных показателей для измерения успеха в бизнесе и управления им / Э. Нили, К. Адамс, М. Кеннерли ; пер. с англ. – Днепропетровск : Баланс-Клуб, 2003. – 400 с.

50. Новик Ф. С. Математические методы планирования экспериментов в металловедении : учеб. пособ. / Ф. С. Новик. – Москва : Наука, 1979 – 301 с.

51. Осовська Г. В. Стратегічний менеджмент : навч. посіб. / Г. В. Осовська, О. Л. Фіщук, І. В. Жалінська – Київ : Кондор, 2003. – 196 с.
52. Отенко І. П. Аналіз та оцінка стратегічного потенціалу підприємства : наук. вид. / І. П. Отенко, Л. М. Малярець, Г. А. Іващенко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2007. – 348 с.
53. Оцінка економічної стійкості підприємств / Л. В. Максимова // Маркетинг: теорія і практика : Зб. наук. праць СНУ ім. В. Даля. – Луганськ : СНУ ім. В. Даля, 2007. – Вип. 13. – С. 132–138.
54. Оцінка конкурентоздатності будівельної організації на будівельному ринку/ Т. С. Марчук // Зб. наук. праць «Формування ринкових відносин в Україні». – Донецьк : НДЕІ, 2009. – Вип. 6. – С. 120–124.
55. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в эконометрическом моделировании / В. Плюта ; пер. с польск. В. В. Иванова. – Москва : Финансы и статистика, 1989. – 176 с.
56. Подольчак Н. І. Інтегральний показник оцінювання фінансово-економічного стану лізингоотримувачів (на прикладі машинобудівних підприємств) / Н. І. Подольчак, А. Г. Загородній // Проблеми економіки та управління : вісник Нац. Ун-ту «Львівська політехніка». – Львів : Вид. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2008. – № 628. – С. 101–107.
57. Пономаренко В. С. Аналіз даних у дослідженнях соціально-економічних систем : монографія / В. С. Пономаренко, Л. М. Малярець. – Харків : ВД "ІНЖЕК", 2009. – 432 с.
58. Пономаренко В. С. Багатовимірний аналіз соціально-економічних систем : навч. посіб. / В. С. Пономаренко, Л. М. Малярець. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2009. – 384 с.
59. Пономаренко В. С. Стратегічне управління підприємством : монографія / В. С. Пономаренко. – Харків : Основа, 1999. – 620 с.
60. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности / С. А. Айвазян, В. М. Бухштабер, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин и др. – Москва : Финансы и статистика, 1989. – 606 с.
61. Пушкарь А. И. Антикризисное управление: модели, стратегии, механизмы / А. И. Пушкарь, А. Н. Тридед, А. Л. Колос. – Харьков : ООО «Модель Вселенная», 2001. – 452 с.
62. Раєвнева О. В. Управління розвитком підприємства: методологія, механізми, моделі : монографія / О. В. Раєвнева. – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2006. – 496 с.
63. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320 с.

64. Свешников С. В. Програма Fexcel для роботи с нечеткими числами в среде MSExcel версия 4.0 / С. В. Свешников, В. П. Бочарников. – Київ : Консалтинговая группа «ИНЭКС», 2007. – 60 с.
65. Фелпс Б. Умные бизнес-показатели: Система измерений эффективности как важный элемент менеджмента / Б. Фелпс ; пер. с англ. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2004. – 312 с.
66. Хованов Н. В. Анализ и синтез показателей при информационном дефиците / Н. В. Хованов. – Москва : Изд. СПУ, 1996. – 196 с.
67. Черняк О. І. Інтелектуальний аналіз даних : підручник / О. І. Черняк, П. В. Захарченко – Київ : Знання, 2014. – 599 с.
68. Штовба С. Д. Побудова функцій належності нечітких множин за класифікацією експериментальних даних / С. Д. Штовба // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2006. – № 2. – С. 92–95.
69. Экономико-математические методы и модели : [учеб. пособ.] / под общ. ред. А. В. Кузнецова. – Москва : БГЭУ, 1999. – 416 с.
70. Экономико-математические методы и прикладные модели : учеб. пособ. для вузов / под ред. В. В. Федосеева. – Москва : ЮНИТИ, 1999. – 392 с.
71. Ярушкина Н. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов : учеб. пособ. / Н. Г. Ярушкина, Т. В. Афанасьева, И. Г. Перфильева. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 320 с.
72. Ярушкина Н. Г. Нечеткие временные ряды как инструмент для оценки и измерения динамики процессов / Н. Г. Ярушкина, Т. В. Афанасьева, Т. Р. Юнусов // Датчики и системы. – 2007. – № 12. – С. 46–51.
73. Ярушкина Н. Г. Основы теории нечетких и гибридных систем : учеб. пособие / Н. Г. Ярушкина. – Москва : Финансы и статистика, 2004. – 320 с.
74. Ястремська О. М. Інвестиційна діяльність промислових підприємств: методологічні та методичні засади : наук. вид. / О. М. Ястремська. – Харків : Вид. «ХДЕУ», 2004. – 472 с.
75. Ястремська О. М. Організаційне забезпечення якості трудової діяльності керівників промислових підприємств : монографія / О. М. Ястремська, К. В. Яковенко, В. В. Томах. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2009. – 328 с.
76. Harrington E. C. Jr. The desirability Function / E. C. Jr. Harrington // *Industr. Quality Control*. – 1965. – № 10. – P. 494–498.
77. Jin Y. A framework for evolutionary optimization with approximate fitness functions / Y. Jin, M. Olhofer, B. Sendhoof // *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*. – 2002. – Vol. 6. – No. 5. – P. 481–494.

78. Persson A. Metamodel-assisted global search using a probing technique / A. Persson, H. Grimm, A. Ng // International Conference on Artificial Intelligence and Applications – 2007. – P. 38–44.

79. Rasheed K. Informed operators: Speeding up genetic-algorithm-based design optimization using reduced models / K. Rasheed, H. Hirsh // In Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference. – Las Vegas : Morgan Kaufmann, 2000 – P. 628–635.

80. Афонин П. Система оптимизации на основе имитационного моделирования, генетического алгоритма и нейросетевых метамоделей : XIII-th International conference «Knowledge-Dialogue-Solution». – June 18–24, 2007, Varna (Bulgaria) [Электронный ресурс] / П. Афонин. – Режим доступа : <http://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/3926>.

81. Воронин А. Н. Иерархические модели принятия решений в многокритериальных задачах. International book series «Information science and computing» [Электронный ресурс] / А. Н. Воронин. – Режим доступа : http://www.foibg.com/ibs_isc/ibs-03/IBS-03-p11.pdf.

82. Карпенко А. П. Аппроксимация функции предпочтений лица, принимающего решения, в задаче многокритериальной оптимизации [Электронный ресурс] / А. П. Карпенко // Наука и образование : электронное науч.-техн. изд. – 2008. – №4 – Режим доступа : <http://technomag.edu.ru/doc/135375.html>.

83. Карпенко А. П. Многокритериальная оптимизация на основе нечеткой аппроксимации функции предпочтений лица, принимающего решения [Электронный ресурс] / А. П. Карпенко, Д. А. Моор, Д. Т. Мухлисуллина // Наука и образование : электронное науч.-технич. изд. 2010. – № 2 – Режим доступа : <http://technomag.edu.ru/doc/135375.html>.

84. Кривов'язюк І. В. Математико-статистичне моделювання у фінансовій діагностиці підприємств [Електронний ресурс] / І. В. Кривов'язюк, Я. О. Кость // Ефективна економіка. – 2010. – № 5. – Режим доступу : <http://www.economy.nauka.com.ua>.

85. Семенова Н. В. Многокритериальные задачи лексикографической оптимизации с линейными функциями критериев на нечетком множестве альтернатив [Электронный ресурс] / Н. В. Семенова, Л. Н. Колечкина, А. Н. Нагирна. – Режим доступа : <http://sloff.net/blog/ithea/27.html>.

86. Шварц Д. Т. Интерактивные методы решения задач многокритериальной оптимизации. Обзор [Электронный ресурс] / Д. Т. Шварц. – Режим доступа : <http://technomag.edu.ru/doc/547747.html>.

Зміст

Вступ	3
Розділ 1. Теоретичне забезпечення моделювання оцінки діяльності підприємства	5
1.1. Аналіз аналітичних підходів, методів і моделей в оцінці діяльності підприємства	5
1.2. Теоретико-методичні положення до моделювання оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	23
Розділ 2. Формування моделей оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	40
2.1. Формування ознакового простору моделі оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників	40
2.2. Моделювання оцінки діяльності підприємства на основі інтегрального показника якості збалансованої системи показників	51
2.3. Вирішення проблем багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства на основі методів багатокритеріальної оптимізації	68
2.4. Розроблення багатокритеріальної оптимізаційної моделі оцінки діяльності підприємства	89
Розділ 3. Моделювання оцінки економічної стійкості підприємства	105
3.1. Оцінка виробничо-господарської діяльності підприємства	105
3.2. Визначення внутрішніх факторів і взаємозв'язків складових економічної стійкості підприємства	121
3.3. Обґрунтування оптимальних значень показників підприємства для оцінки його економічної стійкості	140
Розділ 4. Методичне забезпечення оцінки і аналізу діяльності підприємства	155
4.1. Методичний підхід до оцінки економічної стійкості підприємства	155
4.2. Методичне забезпечення оцінки рівня економічної стійкості підприємств та його прогнозування	163
4.3. Аналітичне забезпечення обґрунтування бажаних значень показників у стратегічному плануванні діяльності підприємства	175
Висновки	192
Використана література	194

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Малярець Людмила Михайлівна

Мінєнкова Олена Вадимівна

Сабадаш Людмила Олександрівна

**МОДЕЛЮВАННЯ В ОЦІНЦІ ТА АНАЛІЗІ
ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

Монографія

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Відповідальний за видання *Л. М. Малярець*

Відповідальний редактор *М. М. Оленич*

Редактор *Н. І. Ганцевич*

Коректор *Н. І. Ганцевич*

План 2018 р. Поз. № 38-ЕНВ. Обсяг 202 с.

Видавець і виготовлювач – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Науки, 9-А

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.*