

ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЄКТІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА МЕТАЛУРГІЙНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Мета роботи. Побудова моделі відбору проєктів до портфелю у відповідності з енергетичною стратегією металургійного підприємства. Гострота вирішення цих питань для металургійної галузі України викликана необхідністю поліпшення економічної стабільності підприємств, підвищення конкурентоспроможності продукції та зменшення залежності від постачальників енергоресурсів.

Методи дослідження. Використано методи програмного і портфельного управління, системний підхід, моделі і методи стратегічного менеджменту в галузі управління проєктами та математичний апарат теорії множин при формалізації моделі формування портфеля проєктів енергозбереження на металургійному підприємстві.

Отримані результати. Виконано аналіз загальної проблеми управління портфелями проєктів енергозбереження на металургійних підприємствах. Детально розглянуто основні етапи формування та реалізації портфеля проєктів енергозбереження металургійного підприємства. Розроблено формалізовану математичну модель відбору проєктів енергозбереження на металургійному підприємстві до портфелю. За допомогою запропонованого підходу і моделей був сформований портфель проєктів металургійного підприємства ПрАТ «Дніпроспецсталь», куди увійшли перспективні до реалізації проєкти у відповідність до енергетичної стратегії.

Наукова новизна. Розроблено модель формування портфеля проєктів у відповідності зі стратегією енергоефективності металургійного підприємства, яка комплексно враховує поточний стан підприємства і його майбутні стратегічні напрямки роботи, ресурсне та фінансове забезпечення енергозберігаючих проєктів і ризику виникнення несприятливих подій.

Практичне значення. Використання даної моделі дозволяє послідовно проводити аналіз проєктів портфеля з метою виявлення можливості їх реалізації на металургійному підприємстві, узгоджувати плани реалізації проєктів і плани підприємства на різних рівнях планування, відбирати найбільш перспективні проєкти до реалізації у відповідності з визначеною енергетичною стратегією.

Ключові слова: фазоутворення, двухстадійне охолодження, твердість зразків, проміжне перетворення, поріг холоднокрихкості.

Вступ

Металургійні підприємства є великими споживачами електричної і теплової енергії, тому вирішення задач енергозбереження неможливо без розроблення комплексної програми та портфеля проєктів за основними напрямками енергозбереження з обов'язковою координацією їх з програмою розвитку основного виробництва [1]. Гострота вирішення цих питань викликана необхідністю поліпшення економічної стабільності підприємств, підвищення конкурентоспроможності продукції та зменшення залежності від постачальників енергоресурсів. Загальна мета підвищення енергоефективності на металургійному підприємстві реалізується на основі управління портфелем енергозберігаючих проєктів, які спрямовані на виконання таких завдань: оптимізація енергетичного балансу; мінімізація споживання природного газу; оптимізація енергоефектив-

ності та ін. Таким чином, управління проєктами та програмами стає основою енергозбереження та розвитку металургійних підприємств. Однак, особливості, пов'язані з необхідністю враховувати безліч взаємопов'язаних потоків енергоресурсів, вимог, цілей і стратегій поведінки окремих підрозділів металургійних підприємств, а також динаміку виробничих процесів, призводять до необхідності розроблення нових методів формування та управління портфелями проєктів енергозбереження.

Матеріали та методика досліджень

Специфіка управління проєктами металургійних підприємств та можливості використання відомих механізмів управління дозволяють зробити висновок, що актуальним є вирішення наступних завдань управління портфелями проєктів енергозбереження: оцінка ефективності проєктів з точки зору досягнення цілей енергетичної стратегії; формування ефективного портфеля

проектів енергозбереження; планування процесу реалізації портфельних проектів, у тому числі, з урахуванням можливостей оптимізації фінансових потоків; розподіл ресурсів підприємства між проектами портфеля; управління портфелем проектів з участю ризиків у змінних зовнішніх умовах та цілях підприємства. У статті розглядається модель формування портфеля проектів енергозбереження на металургійному підприємстві у відповідності до енергетичної стратегії.

Було виконано аналіз загальної проблеми управління портфелями проектів енергозбереження на металургійних підприємствах, розглянуто основні підходи та стандарти до управління портфелями проектів та виконаний огляд сучасних рішень щодо енергоменеджменту для визначення найбільш перспективних напрямів досліджень.

В роботі [2] розглянуті різні стратегії економії енергоресурсів у промисловості, такі як енергозбереження за допомогою управління, технологій та енергетичної політики з боку держави та підприємства. Базуючись на огляді вирішення цих питань у різних країнах підкреслюється, що роль енергоменеджменту життєво важлива і значно розширилась у галузях промисловості.

В роботі [3] авторами проведено порівняння характеристик реалізованих проектів енергозбереження із запланованими для пошуку закономірностей щодо того, які зміни вносять компанії в свої інвестиційні плани в галузі енергоефективності. Авторами зроблено висновок, що відсутня кореляція між швидкістю реалізації і терміном окупності. Це говорить про те, що термін окупності не був належним чином оцінений або що інші економічні мотиви є більш вирішальними для прийняття рішень при інвестуванні у проекти енергозбереження.

Автори в роботі [4] акцентують увагу на тому, що при оцінці ризиків енергозберігаючих проектів необхідно враховувати напрямки енергозберігаючих заходів. Вони вважають, що для поліпшення оцінки ризиків енергозберігаючих проектів необхідно: визначити основні напрямки діяльності по енергозберігаючим проектам; застосовувати основні етапи алгоритму управління ризиками, що визначає кінцеву ефективність енергозберігаючих проектів; враховувати взаємодію споживачів, енергокомпаній і держави в процесі виявлення та оцінки ризиків; визначити на законодавчому рівні методологію оцінки ризиків енергозберігаючих проектів.

Міжнародні стандарти та різні підходи до управління проектами, програмами і портфелями проектів розглянуто у роботі [5]. Проведений авторами аналіз показав, що більшість підходів до портфельного менеджменту визначають, що остаточний вибір найбільш ефективного портфеля проектів виконується за показниками цінності та корегування дій на більш ефективне досягнення стратегічних цілей в кожен конкретний момент фінансової активності портфеля.

При цьому одним з найбільш важливих і складних етапів управління потоками ресурсів портфеля проектів є їх оптимізація [6]. Оптимізація ресурсів підприємства

в процесі управління проектами полягає у виборі показників, що відображають ефективність, системи вимірників споживаних ресурсів і способів оптимізації (варіантів рішень при управлінні ресурсними потоками).

Завдання обліку і розподілу ресурсів зводяться до побудови таких графіків споживання ресурсів для всіх робіт передінвестиційної та інвестиційної стадій проекту, які задовольняють прийнятим критеріям досягнення поставлених цілей і які є найкращими. Залежно від прийнятого критерію оптимальності цілей, можна виділити [7]:

- завдання мінімізації відхилення від заданих термінів (або мінімізації самих термінів) виконання самого комплексу робіт або групи комплексів при обмежених ресурсах;

- завдання мінімізації потреби в ресурсах при заданих термінах виконання робіт;

- завдання зі змішаними критеріями.

В роботі [8] запропонований алгоритм формування інвестиційного портфеля енергозберігаючих заходів на основі енергетичного менеджменту, який дозволяє ідентифікувати можливі заходи по мірі їх релевантності та формувати інвестиційний портфель в межах доступного фонду капіталовкладень.

Класифікацію факторів прийняття рішень з інвестиційної привабливості енергозберігаючих проектів та заходів наведено у роботі [9]. Розглядаються групи економічних, технічних та організаційних показників для оцінювання інвестиційного процесу для проектів енергозбереження. Значна кількість нових показників введених автором визначається експертним шляхом.

Таким чином, аналіз існуючих досліджень показав, що існує необхідність розробки методів формування портфеля проектів з урахуванням стратегічних цілей металургійного підприємства щодо енергозбереження та енергоефективності, що дозволяли б здійснювати багатокритеріальний вибір проектів, враховуючи при цьому різноманітність завдань, що вирішуються на металургійних підприємствах, планування реалізації проектів в різному часовому аспекті, взаємозв'язків та координаційних узгоджень, що існують між проектами, а також механізми фінансування.

Розглянемо етапи формування та реалізації портфеля проектів енергозбереження металургійного підприємства. Перший етап при формуванні портфеля проектів енергозбереження на металургійному підприємстві – визначення цілей і пріоритетів енергетичної стратегії (рис. 1). На цьому етапі акцент робиться в бік стратегічного планування, обґрунтування пріоритетів енергетичної політики і найбільш важливих напрямків економічного розвитку підприємства. Енергетична стратегія металургійного підприємства будується на основі концептуального підходу до комплексного управління енергоспоживанням металургійного підприємства, на аналізі факторів та резервів енергоефективності, урахуванні вимог учасників ринку палива і енергії, інтересів виробників і постачальників енергоресурсів, вимог учасників ринків металургійної

продукції, промислової політики підприємства, що направлена на забезпечення довготривалого і стійкого розвитку його економічного стану, державної підтримки металургійної галузі України. Енергетична стратегія безумовно пов'язана з ефективним використанням енергоресурсів металургійного виробництва, формуванням оптимальної структури системи управління енергоспоживанням, що повинна використовувати єдину систему цілей, завдань, принципів і показників ефективності. Слід враховувати, що великий вплив на розвиток металургії надає динаміка цін на первинне паливо – енергетичне і технологічне. Тому при оцінці ефективності варіантів формування і реалізації програми по економії палива і енергії для металургійного підприємства слід враховувати рівень цін і тарифів на паливо та енергію, попит і пропозицію на продукцію і паливно-енергетичні ресурси, доступ до ринку ресурсів і нових технологій тощо.

Найбільші проблеми при управлінні енергоспоживанням і формуванні енергетичної політики металургійного підприємства виникають при визначенні пріоритетів і цілей для підвищення енергоефективності та енергозбереження. Пріоритети є базовим поняттям і структурним елементом енергетичної політики і представляють собою найкращі на кожному етапі її реалізації напрямки і форми діяльності органів управління, що регулюють паливно-енергетичний баланс металургійного виробництва. Іншими словами, пріоритети характеризують в агрегованому вигляді основні напрямки та відмінні характеристики енергетичної стратегії металургійного підприємства на довгостроковий період. Прикладами пріоритетів енергетичної стратегії металургійного підприємства можуть бути наступні: стійке

забезпечення енергоресурсами; підвищення ефективності використання енергоресурсів та створення необхідних умов для енергозбереження; зменшення негативного впливу на навколишнє середовище при зниженні енергоспоживання металургійного підприємства; підвищення рівня енергетичної незалежності металургійного підприємства тощо. В першу чергу, управління енергоспоживанням направлено на раціональне використання енергетичних ресурсів металургійними підприємствами. Під ефективним енергоспоживанням розуміється його результативність з позиції досягнення показників енергоефективності, а також реалізація комплексу заходів або дій, що вживаються для забезпечення більш ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів.

На рис. 1 для кожного з пріоритетів представлені його метрики та індикатори з зазначенням напрямку зміни (збільшення/зменшення) при якому даний пріоритет енергетичної політики набуває важливості. Наприклад, для пріоритету, який пов'язаний зі стійким забезпеченням енергоресурсами метриками є наступні: дефіцит формування прибуткової частини паливно-енергетичного балансу; ступінь залежності енергоспоживання від надійності зовнішніх постачальників енергоресурсів; інтенсивність енергозбереження; рівень раціональності структури паливно-енергетичного балансу підприємства; рівень енергетичного менеджменту на підприємстві. Індикаторами (тобто коли спостерігається відповідний тренд), які підвищують важливість цього пріоритету при формуванні енергетичної стратегії є такі: збільшення темпів зростання поставки енергоресурсів; збільшення темпів зростання споживання енергоресурсів; збільшення темпів зростання запасів

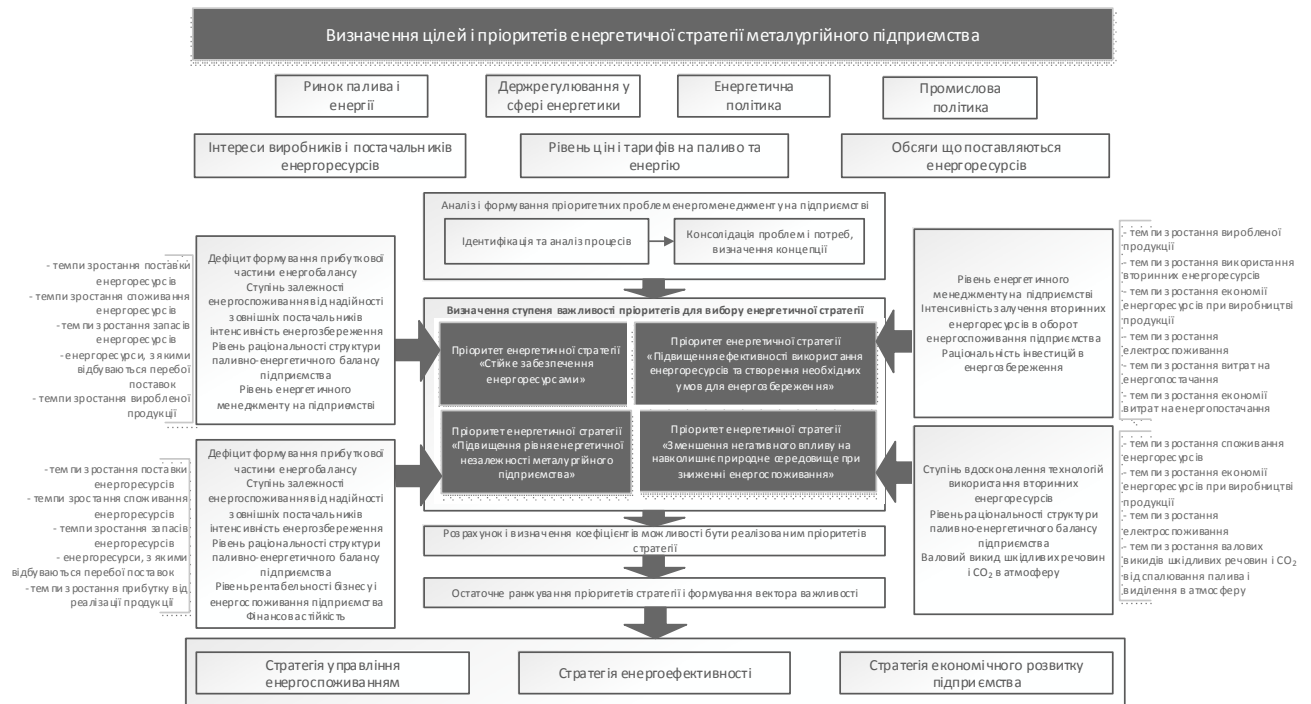


Рис. 1. Визначення цілей і пріоритетів енергетичної стратегії металургійного підприємства

енергоресурсів; збільшення кількості енергоресурсів, з якими відбуваються перебої поставок; зменшення темпів зростання виробленої продукції. Слід відмітити, що в основі ефективної енергетичної стратегії підприємства лежить індивідуальний набір чинників, які повинні бути в полі зору енергоменеджменту підприємства, оскільки з часом під впливом тих чи інших факторів формується потенціал енергозбереження, і він повинен бути своєчасно реалізований для підвищення конкурентоспроможності та сталого соціально економічного розвитку підприємства. Аналогічно метрики та індикатори наведено для інших конкретних прикладів пріоритетів енергетичної стратегії металургійного підприємства.

Наступний етап – це власне планування і формування портфеля проєктів енергозбереження (рис. 2). Об'єктами портфелю/програми енергозбереження на металургійному підприємстві є процес управління, виробництво (технологія) і комунальне господарство. Основою адаптивної системи планування портфеля проєктів енергозбереження є побудовані на підприємстві механізми та відповідні автоматизовані системи для обліку і контролю енергоспоживання, безперервне оцінювання ефективності використання ресурсного потенціалу в процесах діяльності підприємства, планування видаткової і прибуткової частини паливно-енергетичного балансу та оцінювання його якості і безумовно багаторівневе прогнозування енергоспо-

живання. Особливу роль у виявленні резервів енергозбереження відіграє динамічна оцінка якості паливно-енергетичного балансу, тому що саме він характеризує необхідні ефективні енергоекономічні зв'язки процесів підприємства та дає змогу перевертати цілісність системи енергоспоживання підприємства і результативність енергетичної політики. Внутрішні резерви при формуванні паливно-енергетичного балансу можуть бути приховані у неефективному використанні видаткової частини балансу або низькій частці використання ресурсозберігаючих технологій при виробництві продукції тощо. Взагалі основними напрямками за якими здійснюється пошук проєктів-кандидатів на включення до портфелю є виняток нераціонального використання енерго-ресурсів, усунення втрат енергоресурсів, підвищення ефективності використання енергоресурсів, використання вторинної енергії, що виробляється в основному виробництві та інше.

Формування ефективного портфеля проєктів зводиться до того, щоб визначити такий порядок відбору проєктів, що дозволяє врахувати, як вплив зовнішнього середовища, так і ризиків внутрішнього середовища підприємства, а для підприємства забезпечити максимальну гарантовану енергоефективність. Енергоефективність відбивається через співвідношення результатів виробничої діяльності та витрачених на їх досягнення економічно, технічно і технологічно обґрунтованих обсягів енергетичних ресурсів в умовах енергозберігаю-

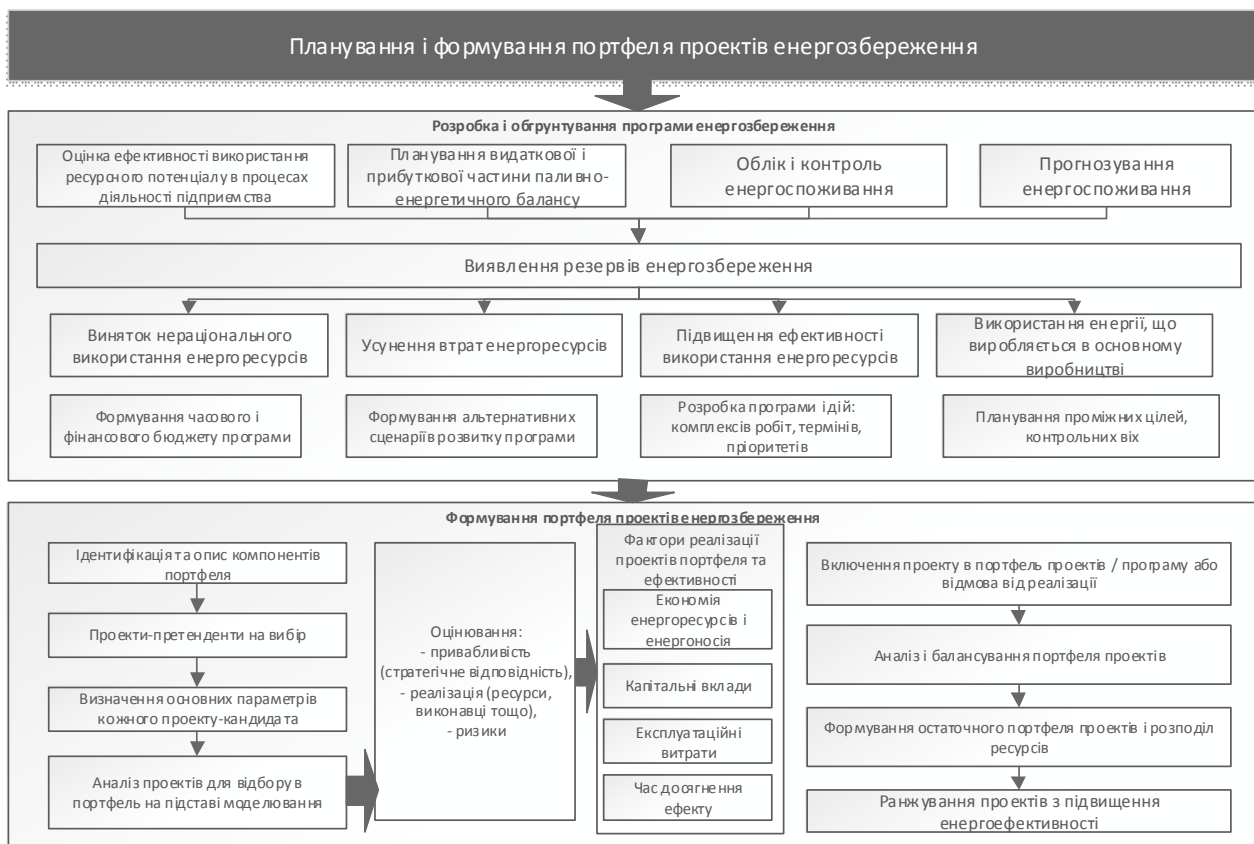


Рис. 2. Планування і формування портфеля проєктів енергозбереження

чої інтенсифікації промислового виробництва. Важливу роль тут відіграє моделювання та аналіз реалізованості проєктів енергозбереження. Основою такого аналізу є обґрунтування можливості реалізації проєкту, а також ступінь впливу на цінності програми енергозбереження. Крім того, визначається доступність енергозберігаючих технологій та обладнання, що необхідні для реалізації проєкту, можливість їх освоєння та ефективної експлуатації в конкретних умовах. Побудова адаптивних механізмів пріоритетизації, оптимізації та балансування портфелю проєктів передбачає регулювання економічних і енергетичних показників (процесів) на підприємстві за допомогою реалізації енергозберігаючих проєктів для витримування основних співвідношень темпів зростання показників ефективності в динамічній моделі оцінки якості паливно-енергетичного балансу металургійного підприємства.

Теорія та аналіз отриманих результатів

3.1 Модель формування портфеля проєктів енергозбереження металургійного підприємства

Портфель проєктів металургійного підприємства будемо асоціювати з вектором PPR (склад портфеля) розмірністю, що відповідає кількості проєктів в множині розглянутих проєктів $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$, значення якого є бінарні величини X_i , де 1 означає, що i -й проєкт включається в портфель, 0 – означає, що i -й проєкт не включається в портфель:

$$X_i = \begin{cases} 1, & P_i \in PPR \\ 0, & P_i \notin PPR \end{cases}$$

Таким чином, наприклад, можуть бути задані проєкти, які за будь-яких умов не можна виключати з портфеля. Кожен проєкт, що входить до складу портфеля $i \in P$, є об'єктом управління і має низку характеристик, які потребують уточнення та формалізації. Сукупність проєктів енергоефективності металургійного підприємства, або портфель проєктів, також є об'єктом управління і має такі параметри, як прибутковість, ризик, час реалізації, необхідні ресурси тощо. При цьому реалізація кожного проєкту впливає на хід реалізації інших проєктів, що входять в портфель, і тим самим впливає на параметри всього портфеля проєктів. З огляду на безумовну значимість характеристик кожного з проєктів, що входять до складу портфеля, слід зазначити, що енергоефективність і розвиток підприємства залежать від характеристик всього портфеля проєктів.

Формалізовано представити проєкт відповідно до напрямів підвищення енергоефективності підприємства можна в вигляді сукупності наступних компонентів:

$$P_i = \langle X_i, W_i, R_i \rangle, \quad (1)$$

де X_i – вектор початкових характеристик i -го проєкту; W_i – вектор характеристик привабливості та реалізуємості проєкту; R_i – сукупний ризик проєкту.

Вектор початкових характеристик проєкту представимо у вигляді

$$X_i = \langle C_i, Y_i, S_i, H_i, T_i, R_i, I_i \rangle, \quad (2)$$

де C_i – цілі проєкту; Y_i – комплекс робіт по проєкту; S_i – необхідні фінансові інвестиції в проєкт; H_i – ресурсомісткість проєкту; T_i – очікуваний час реалізації проєкту; I_i – вектор взаємодії на інші проєкти в портфелі. У векторі взаємодії I_i проставляються коефіцієнти, які можуть набувати значень від 0 до 1, що показують рівень залежності i -го проєкту від інших проєктів портфеля.

Важливим кроком аналізу є угруповання даних проєктів для відбору в портфель в таких аспектах: з позицій цілей енергоефективності, фінансів, умов (ресурсів).

Для цього використовуються показники привабливості і реалізуємості, які в комплексі відображає можливість реалізації проєкту на даному підприємстві з урахуванням стратегічних напрямків діяльності підприємства, ресурсного, фінансового та часового забезпечення:

$$W_i = \langle SC_i, E_i, T_i, SR_i, HR_i \rangle, \quad (3)$$

де SC_i – індекс відповідності стратегічним цілям підприємства і підвищення енергоефективності при реалізації проєкту; E_i – показники оцінки економічної ефективності проєкту; T_i – показники оцінки технологічної ефективності проєкту; SR_i – фінансова реалізуємість проєкту; HR_i – ресурсна реалізуємість проєкту.

Цілі проєкту C_i формулюються у вигляді безлічі показників із зазначенням їх значень, які повинні бути досягнуті в результаті виконання проєкту $\{K_j^{P_i}\}$.

Далі можливо здійснити зіставлення значень показників стратегії енергоефективності $\{K_j^{Str_i}\}$ з відповідними параметрами проєкту $\{K_j^{P_i}\}$.

Показник відповідності $SC_j^{Str_i}$ розглядається для всіх стратегічних цілей в позначених чотирьох проєкціях.

Якщо в описі проєкту параметр $K_j^{Str_i}$ відсутній, то показник відповідності $SC_j^{Str_i}$ для стратегічної цілі Str_i дорівнює нулю.

В іншому випадку здійснюється порівняння цільових значень даного показника в проєкті $K_t^{P_i}$ та стратегії $K_t^{Str_i}$ з урахуванням поточного значення (на момент часу t) цього показника для підприємства K_t^E :

$$SC_t^{Str_i} = \frac{K_t^{Str_i} - K_t^E}{K_t^{P_i} - K_t^E}. \quad (4)$$

Після визначення оцінок відповідності за окремими параметрами може бути розрахована стратегічна відповідність проекту щодо стратегії енергоефективності Str_i шляхом усереднення оцінок за окремими показниками:

$$SC^{Str_i} = \frac{1}{N_{KPI}^{Str_i}} \sum_{t=1}^{N_{KPI}^{Str_i}} SC_t^{Str_i}, \quad (5)$$

де $N_{KPI}^{Str_i}$ – число показників в описі стратегії Str_i .

Це підходить в тому випадку якщо кожного проекту присвоюється тільки одна стратегічна мета.

В реальності можлива ситуація з кількома цілями. У цьому випадку після визначення оцінок відповідності по кожній цілі може бути розраховане стратегічне відповідність проекту P_i шляхом усереднення оцінок SC^{Str_i} за окремими показниками.

При цьому, можливо також врахувати важливість стратегічних цілей шляхом введення вагових коефіцієнтів, які можуть бути отримані експертним шляхом з використанням методу аналізу ієрархій або парних порівнянь. У разі якщо з кожним проектом портфеля зв'язується N_i^{Str} стратегічних цілей, індекс відповідності розраховуємо наступним чином:

$$SC_i = \frac{1}{N_i^{Str}} \sum_{k=1}^{N_i^{Str}} w_k^{Str} SC^{Str_k}, \quad (6)$$

де w_k^{Str} – важливість стратегічної мети, при цьому

$$\sum_k w_k^{Str} = 1.$$

Таким чином, формується індекс відповідності проекту стратегії енергоефективності $SC_i \in [0, 1]$, значення якого інтерпретуються наступним чином: $SC_i = 1$, якщо проект повністю відповідає стратегії; $SC_i = 0$, якщо проект не відповідає стратегії; $0 < SC_i < 1$, якщо проект частково відповідає стратегії і при цьому пов'язаний з розвитком стратегічного потенціалу підприємства.

Показники для визначення економічної ефективності проекту це наступний набір:

$$E_i = \langle NPV_i, PI_i, PP_i, IRR_i, EA_i, ER_i \rangle, \quad (7)$$

де NPV_i – чистий приведений дохід; PI_i – індекс прибутковості; PP_i – термін окупності; IRR_i – внутрішня норма рентабельності; EA_i – розмір абсолютної еко-

номії енергоресурсів (вектор за всіма видами енергоресурсів: реактивна і активна електроенергія, газ, пар, гаряча вода та ін.), досягнутої за рахунок реалізації проекту; ER_i – величина відносної економії енергоресурсів або енергоефективність проекту (вектор за всіма видами енергоресурсів).

Показники для визначення технологічної ефективності проекту це наступний набір

$$T_i = \langle UR_i, PE_i, SUR_i, EHS_i \rangle, \quad (8)$$

де UR_i – питома витрата енергоресурсів (вектор за всіма видами енергоресурсів); PE_i – втрати енергоресурсів (вектор за всіма видами енергоресурсів); SUR_i – коефіцієнт використання вторинних енергоресурсів; EHS_i – валові викиди шкідливих речовин.

Фінансова реалізуємість проекту показує можливість реалізації проекту в умовах заданої динаміки фінансування і визначається з наступного співвідношення:

$$d_i^S(t) \leq 0, \quad \forall t \in (1..t_i), \quad (9)$$

де $d_i^S(t)$ – дефіцит фінансових коштів по i -му проекту, який визначається для кожного періоду часу t в тимчасових рамках проекту t_i як різниця між надходженням і витратами грошових коштів за проектом. Тобто проект є фінансово реалізованим, якщо на кожному кроці розрахункового періоду алгебраїчна (з урахуванням знаків) сума грошових надходжень і грошових відтоків проекту не є негативною. Негативна сума елементів потоку реальних грошей на певному етапі розрахункового періоду свідчить про фінансову нереалізуємість проекту і показує, що підприємство не в змозі погашати свої зобов'язання (заборгованість) і необхідно вжити заходи щодо покриття дефіциту.

Ресурсна реалізуємість проекту показує можливість забезпечення проекту ресурсами підприємства і визначається з наступного співвідношення:

$$d_{ik}^H(t) \leq 0, \quad \forall t \in (1..t_i), \quad (10)$$

де $d_{ik}^H(t)$ – дефіцит k -го виду ресурсів по i -му проекту, який визначається для кожного періоду часу в часових рамках проекту як різниця між доступним і необхідним обсягом ресурсів для реалізації проекту. Потребу проекту в різному роду ресурсах можна увияти через параметри матеріаломісткості (потреба в матеріальних ресурсах кожного виду для виконання проекту у відповідний період в натуральному (об'ємному) вираженні), фондомісткості (потреба в обладнанні кожного виду для виконання проекту у відповідний період в фондо-годинах) і трудомісткості (потреба в працівниках кожної спе-

ціальності для виконання проекту у відповідний період в людино-годинах) проекту.

Розглянуті основні положення дають можливість сформулювати завдання формування портфеля проектів енергозбереження металургійного підприємства як таке, що мінімізує капітальні вкладення за аналізований період $\sum_{i \in P} S_i \cdot x_i \rightarrow \min$, при обмеженнях,

пов'язаних із забезпеченням достатності бюджету на фінансування інвестиційних витрат за проектами портфеля, обмеження на загальні витрати ресурсів по підприємству та інші.

Якщо при вирішенні завдання формування портфеля проектів розглядають тільки ті проекти, які передбачають отримання прибутку, то найбільш поширеним критерієм вибору таких проектів є величина NPV_i . Оптимальним в цьому випадку буде вважатися портфель, що забезпечує найбільшу сумарну величину NPV_i в рамках заданих обмежень:

$$\sum_{i \in P} NPV_i \cdot x_i \rightarrow \max \quad (11)$$

Розглянемо обмеження:

- обмеження на обсяг фінансових інвестицій у відповідному періоді t реалізації портфеля проектів енергозбереження (S_{pt} – бюджет, який виділений на реалізацію стратегії енергоефективності)

$$\sum_{i \in P} S_{it} \cdot x_{it} \leq S_{pt} \quad (12)$$

- заданий обсяг абсолютної економії енергоресурсів EA_{pt} (або окремо за їх видами)

$$\sum_{i \in P} EA_{it} \cdot x_{it} \geq EA_{pt} \quad (13)$$

- максимальна відповідність енергетичній стратегії

$$\sum_{i \in P} SC_i \rightarrow \max \text{ або } \sum_k SC^{Str_k} = 1, \quad (14)$$

- максимальна енергоефективність

$$\sum_{i \in P} ER_{it} \cdot x_{it} \rightarrow \max, \quad (15)$$

- мінімальний термін окупності

$$\sum_{i \in P} PP_{it} \cdot x_{it} \rightarrow \min, \quad (16)$$

- мінімальний сукупний ризик

$$\sum_{i \in P} R_{it} \cdot x_{it} \rightarrow \min \quad (17)$$

Розглянуті оптимізаційні моделі складають основу поведінки агентів імітаційної моделі розподілу ресурсів між проектами портфеля з урахуванням ризиків, що описано у [10].

Результати

За допомогою запропонованого підходу і моделей був сформований портфель проектів енергозбереження ПрАТ «Дніпроспецсталь», куди увійшли перспективні до реалізації проекти у відповідності до енергетичної стратегії. Так в період з 2017 по 2019 рік на підприємстві було запроваджено проекти з енергозбереження, деякі з яких представлені в табл. 1.

У таблиці вказана мета проекту, розрахункові та фактичні витрати, а також показники енергоефективності. Зокрема, за першим проектом з таблиці була проведена модернізація нагрівальних і термічних печей, що дозволило знизити витрату палива на нагрів і термообробку металу за рахунок: застосування високоефективної теплоізоляції і імпульсного управління горінням; автоматизації всіх технологічних процесів термообробки, які забезпечують підтримку температури з мінімальним відхиленням.

Другий і третій проекти в таблиці пов'язані з тим, що ПрАТ «Дніпроспецсталь» набувало пар і гарячу воду для технологічних і санітарно-побутових потреб на ВАТ «Запоріжсталь», оскільки він був єдиним постачальником пари і гарячої води в тій частині промайданчика, де розташований завод «Дніпроспецсталь». Від тепломереж «Запоріжсталь» пара і гаряча вода через розподільні мережі заводу «Дніпроспецсталь» надходили до споживачів. Одним із суттєвих недоліків такої схеми були значні тепловтрати при транспортуванні. Це пов'язано з великою протяжністю теплотрас, низькими теплоізоляційними властивостями матеріалів теплоізоляції, значним зносом трубопроводів. Крім того, залежність від єдиного постачальника знижувала рівень енергобезпеки підприємства, а постійне зростання вартості теплової енергії збільшувало невиробничі витрати. Перехід на альтернативний спосіб опалення будинків і отримання гарячої води в другому проекті шляхом утилізації тепла відхідних газів з агрегату газо-кисневого рафінування (ГКР), а в третьому проекті за рахунок будівництва локальної електростанції дозволило: підвищити рівень енергетичної безпеки підприємства; знизити витрати на теплову енергію; зменшити витрати невиробничого характеру.

Узагальнені дані щодо реалізації портфеля проектів енергозбереження за вказаний період представлені на рис. 3 та 4.

Висновки

В статті розглянуто основні етапи формування портфеля проектів енергозбереження металургійного підприємства та запропоновано відповідну модель, що дозволяє для складних технологічних процесів і виробництв, а також моделювання і оцінки якості паливно-енергетичного балансу, в умовах обмеженості ресурсів і ризиків здійснювати формування і відбір для реалізації проектів енергозбереження при узгодженні пріоритетів бізнес-стратегії і стратегії енергоефективності металур-

Таблиця 1 – Результати економії ресурсів при реалізації портфеля проектів енергозбереження на ПрАТ «Дніпроспецсталь»

Найменування проекту	Ціль проекту	Суть проекту	Розрахункові інвестиції, тис. грн.	Фактичні витрати, тис. грн.	Відхилення	Економія енергоресурсів та енерго-ефективність
Термічний цех. Модернізація камерної печі №10 із заміною футерування, пальників і автоматизованої системи управління	Скоротити витрату палива на нагрів і термообробку металу	Демонтаж існуючих печей Роботи по відновленню фундаменту, підведення енергоносіїв до печей Виготовлення, поставка та монтаж металоконструкцій печі, футерування, газопальникового обладнання, трубопроводів природного газу і повітря по печі, контрольовимірювальних приладів і автоматики, кабельна розводка по печі і підключення Виконання пусконаладжувальних робіт і здача об'єкта в експлуатацію	5518,3	5432,0	-86,0	<i>Економія по витраті газу – 426,4т.у.п / рік</i> <i>Річний економічний ефект – 2566,3 тис. грн.</i>
Утилізація тепла відхідних газів з агрегату ГКР сталеплавильного цеху СПЦ-2	Підвищення рівня енергетичної безпеки підприємства, зниження витрат на теплову енергію та зменшення витрат невикористаного характеру	Монтаж системи утилізації тепла відхідних газів з агрегату ГКР, за рахунок відведеного тепла дозволить забезпечити опалення та водопостачання гарячою водою СПЦ-2, будівля підстанції	959,6	846,6	-113,1	<i>Економія по витраті пара - 652Гкал / рік</i> <i>Економія по витраті гор. води – 1880Гкал / рік</i> <i>Річний економічний ефект – 1630,23 тис. грн.</i>
Будівництво локальної електрокотельні на азотній станції	Підвищення рівня енергетичної безпеки підприємства, зниження витрат на теплову енергію	Будівництво локальної електрокотельні з тепловою продуктивністю 270 кВт на потреби опалення та гарячого водопостачання азотної станції ЕСЦ	1086,3	875,68	-210,21	<i>Економія по витраті пара – 1074Гкал / рік</i> <i>Економія по витраті акт. Електроенергії – 154,5тис.кВт / г</i> <i>Економія по витраті реактив. Електроенергії – 92,7тис.кВт / г</i> <i>Річний економічний ефект – 570,76 тис. грн.</i>
Всього					-409,31	4767,29

гійного підприємства.

Детальний розгляд етапів формування портфеля проектів енергозбереження металургійного підприємства дозволяє зробити наступні висновки:

- моделювання та оцінка якості паливно-енергетичного балансу підприємства дозволяє за допомогою вихідних динамічних нормативів отримати певну систему похідних

динамічних нормативів для адаптивного регулювання енергетичних активів металургійного підприємства, що забезпечує реалізацію ефективної стратегії енергоменеджменту металургійного підприємства при відборі проектів для стратегічного планування підвищення енергоефективності та енергозбереження виробництва;

- ранжирування цілей, оцінювання привабливості

та реалізація проектних дій стимулюють до вибору тих проектів, які будуть максимально цінними для енергетичної стратегії підприємства і мінімізують ризики;

- всі пріоритети енергетичної політики пов'язані між собою, вибір конкретних пріоритетів для реалізації підсилює їх спрямованість на результативність у сфері енергоменеджменту за рахунок супутніх ефектів в зонах взаємодії і збільшує можливість реалізації подальших пріоритетів у майбутньому для підприємства;

ритетів у майбутньому для підприємства;

Основний висновок щодо обґрунтування пріоритетів та оцінки енергетичної політики полягає в тому, що треба робити акцент на ранжування пріоритетів і визначення цілей в рамках цих пріоритетів, що може здійснюватися експертно-аналітичними методами при відборі проектів з підвищення енергоефективності та енергозбереження. За допомогою розробленого про-

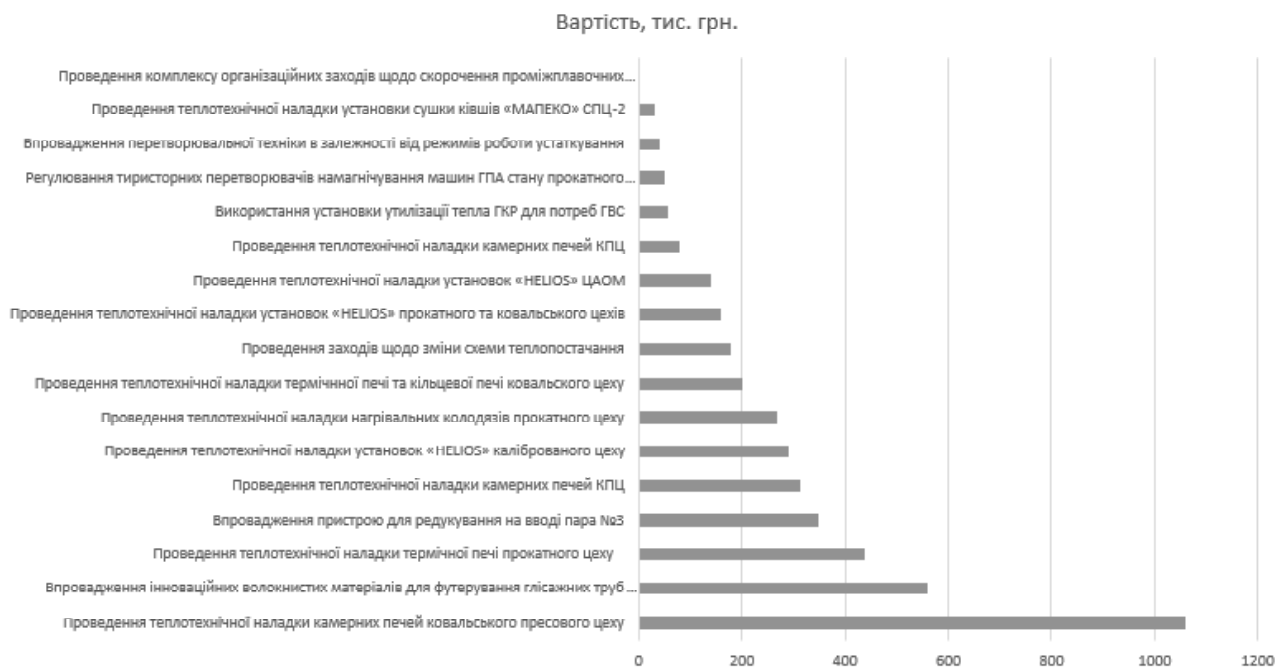


Рис. 3. Інвестиції в енергозбереження на ПрАТ «Дніпроспецсталь» (тис. грн.)



Рис. 4. Значення щорічної економії енергоресурсів від запровадження енергозберігаючих заходів

грамно-методичного комплексу було проведено оцінювання виконання цільового використання енергетичних ресурсів після реалізації проєктів і заходів з енергозбереження на ПрАТ «Дніпроспецсталь».

Список літератури

1. Brunke J. C. Empirical investigation of barriers and drivers to the adoption of energy conservation measures, energy management practices and energy services in the Swedish iron and steel industry / J. C. Brunke, M. Johansson, P. Thollander // Journal of Cleaner Production. – 2014. – N 84 (1). – P. 509–525. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.04.078
2. Abdelaziz E. A. A review on energy saving strategies in industrial sector / E. A. Abdelaziz, R. Saidur, S. Mekhilef // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2011. – N 15 (1). – P. 150–168. DOI:10.1016/j.rser.2010.09.003
3. Abeelen C. J. Planning versus implementation of energy saving projects by industrial companies. Insights from the Dutch Long Term Agreements / C. J. Abeelen, R. Harmsen, Worrell E. // Energy Efficiency. – 2016. – Vol. 9, Iss. 1. – P. 153–169. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12053-015-9355-1>
4. Kurbanov F. Features of risk assessment of energy saving projects / F. Kurbanov, B. S. Yessengeldin, A. A. Yermanova, A. T. Zhanseitov // Bulletin of the Karaganda University. – 2019. – P. 338–344.
5. Данченко О. Б. Сучасні моделі та методи управління проєктами, портфелями проєктів та програмами / О. Б. Данченко, В. В. Лепський // Управління розвитком складних систем : збірник наукових праць КНУБА. – 2017. – № 29. – С. 46–54.
6. El Hannach D., Marghoubi R., El Akkaoui Z., Dahchour M. Analysis and design of a project portfolio management system / D. El Hannach, R. Marghoubi, Z. El Akkaoui, M. Dahchour // Computer and Information Science. – 2019. – N 12. – 42 p. DOI:10.5539/cis.v12n3p42
7. Tahri H. Mathematical optimization methods: application in project portfolio management / H. Tahri // Procedia - Social and Behavioral Sciences. – 2015. – 210. – P. 339–347. DOI:10.1016/j.sbspro.2015.11.374.
8. Дубровін В. І. Управління портфелями проєктів енергозбереження на металургійних підприємствах / В. І. Дубровін, О. І. Юськів // Радіоелектроніка та інформатика. – 2019. – № 2(85). – С. 43–46.
9. Джеджула В. В. Економічна сутність інтегральної інвестиційної привабливості енергозберувальних заходів / В. В. Джеджула // Економічний часопис XXI. – 2013. – № 7–8. – С. 90–93.
10. Kiyko S., Druzhinin E., Prokhorov O., Haidabus B. Multi-agent Model of Energy Consumption at the Metallurgical Enterprise, DSMIE 2020: Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange. – 2020. – P. 156–165. DOI: 10.1007/978-3-030-50794-7_16.

Одержано 23.12.2020

Кийко С. Г. Формирование портфеля проектов энергосбережения на металлургическом предприятии

Цель работы. Построение модели отбора проектов в портфель в соответствии с энергетической стратегией металлургического предприятия. Острота решения этих вопросов для металлургической отрасли Украины вызвана необходимостью улучшения экономической стабильности предприятий, повышением конкурентоспособности продукции и уменьшением зависимости от поставщиков энергоресурсов.

Методы исследования. Используются методы программного и портфельного управления, системный подход, модели и методы стратегического менеджмента в области управления проектами и математический аппарат теории множеств при формализации модели формирования портфеля проектов энергосбережения на металлургическом предприятии.

Полученные результаты. Выполнен анализ общей проблемы управления портфелями проектов энергосбережения на металлургических предприятиях. Подробно рассмотрены основные этапы формирования и реализации портфеля проектов энергосбережения металлургического предприятия. Разработана формализованная математическая модель отбора проектов энергосбережения на металлургическом предприятии в портфель. С помощью предложенного подхода и моделей был сформирован портфель проектов металлургического предприятия ЧАО «Днепроспецсталь», куда вошли перспективные к реализации проекты в соответствии с энергетической стратегией.

Научная новизна. Разработанная модель формирования портфеля проектов в соответствии со стратегией энергоэффективности металлургического предприятия, комплексно учитывает текущее состояние предприятия и его будущие стратегические направления работы, ресурсное и финансовое обеспечение энергосберегающих проектов и риски возникновения неблагоприятных событий.

Практическое значение. Использование данной модели позволяет последовательно проводить анализ проектов портфеля с целью выявления возможности их реализации на металлургическом предприятии, согласовывать планы реализации проектов и планы предприятия на различных уровнях планирования, отбирать наиболее перспективные проекты к реализации в соответствии с определенной энергетической стратегией.

Ключевые слова: фазообразование, двухстадийное охлаждения, твердость образцов, промежуточное преобразование, порог холодноломкости.

Kiyko S. Formation of a portfolio of energy saving projects at metallurgical enterprise

Purpose. *To build a model of project selection for the portfolio in accordance with the energy strategy of the metallurgical enterprise. The urgency of solving these issues for the metallurgical industry of Ukraine is caused by the need to improve the economic stability of enterprises, increase the competitiveness of products and reduce dependence on energy suppliers.*

Methods. *Methods of program and portfolio management, system approach, models and methods of strategic management in the field of project management and mathematical apparatus of set theory are used in formalizing the model of forming a portfolio of energy saving projects at a metallurgical enterprise.*

Results. *The analysis of the general problem of portfolio management of energy saving projects at metallurgical enterprises is performed. The main stages of formation and implementation of the portfolio of energy saving projects of the metallurgical enterprise are considered in detail. A formalized mathematical model for the selection of energy saving projects at a metallurgical enterprise for the portfolio has been developed. With the help of the proposed approach and models, a portfolio of projects of the metallurgical enterprise PJSC "Dnipropetsstal" was formed, which included promising projects for implementation in accordance with the energy strategy.*

Scientific novelty. *A model of project portfolio formation in accordance with the energy efficiency strategy of a metallurgical enterprise has been developed, which comprehensively takes into account the current state of the enterprise and its future strategic directions, resource and financial support of energy saving projects and risks of adverse events.*

Practical meaning. *The use of this model allows consistent analysis of portfolio projects in order to identify opportunities for their implementation at the metallurgical enterprise, to coordinate project implementation plans and plans at different levels of planning, to select the most promising projects for implementation in accordance with the energy strategy.*

Key words: *phase formation, two-stage cooling, hardness of samples, intermediate transformation, cold brittleness threshold.*
