

С. Г. Кійко

АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЄКТІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА МЕТАЛУРГІЙНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

На сьогодні актуальною є проблема створення та впровадження методологічних основ управління портфелями проєктів енергозбереження на металургійних підприємствах, з урахуванням стратегічних цілей, обмеженості ресурсів і ризиків. Вирішення цієї проблеми ускладнюється тим, що треба враховувати безліч взаємопов'язаних потоків енергоресурсів, вимог, цілей і стратегій поведінки окремих підрозділів металургійних підприємств, а також динаміку виробничих процесів тощо. **Предметом** дослідження статті є адаптивні методи управління портфелями проєктів енергозбереження на металургійних підприємствах. **Метою** даної роботи є створення методів формування та адаптивного управління портфелем проєктів з урахуванням стратегічних цілей металургійного підприємства щодо енергозбереження та енергоефективності. Вирішуються наступні **завдання**: аналіз та порівняння традиційних та адаптивних процесів управління проєктами; опис основних положень методології предиктивної адаптації при управлінні портфелем енергозберігаючих проєктів металургійного підприємства; детальний розгляд етапів методу формування та реалізації портфеля проєктів енергозбереження металургійного підприємства; розгляд результатів оцінювання важливості критеріїв при обґрунтуванні пріоритетів енергетичної стратегії підприємства; обговорення результатів формування програми енергозбереження на ПрАТ "Дніпроспецсталь". **Методи** дослідження: методи портфельного менеджменту, методи прогнозування, експертно-аналітичні методи. Отримано такі **результати**: Проведено обґрунтування доцільності використання адаптивного управління проєктами енергозбереження на металургійному підприємстві. Описані етапи стратегічного планування щодо енергозбереження та енергоефективності, метод формування та реалізації портфеля проєктів енергозбереження металургійного підприємства. Розглянуто результати використання розроблених методів при формуванні програми енергозбереження на ПрАТ "Дніпроспецсталь". **Висновки**: Побудова системи менеджменту проєктів та програм енергозбереження на металургійних підприємствах потребує вирішення завдання предиктивної аналітики енергоспоживання та якості паливно-енергетичного балансу з подальшою реалізацією адаптивних механізмів планування, моніторингу та управління змінами, що дозволяє більш ефективно формувати та реалізовувати портфель проєктів енергозбереження на металургійних підприємствах та сприяти підвищенню енергоефективності та конкурентоспроможності підприємств металургійної галузі України.

Ключові слова: портфель проєктів; предиктивна адаптація; управління енергозбереженням; металургійне підприємство, планування енергоспоживання.

Постановка проблеми

Металургійні підприємства є великими споживачами електричної і теплової енергії [1], тому вирішення задач енергозбереження неможливо без розробки комплексної програми і портфеля проєктів за основними напрямками енергозбереження з обов'язковою координацією їх з програмою розвитку основного виробництва. Гострота вирішення цих питань для металургійної галузі України викликана необхідністю поліпшення економічної стабільності підприємств, підвищення конкурентоспроможності продукції та зменшення залежності від постачальників енергоресурсів.

Загальна мета підвищення енергоефективності на підприємстві реалізується на основі управління портфелем енергозберігаючих проєктів, які спрямовані на виконання таких завдань: оптимізація енергетичного балансу; мінімізація споживання енергоресурсів; оптимізація енергоефективності 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 зміни традиційного підходу до управління портфелями проєктів і переходу до адаптивним формам.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Традиційні процеси управління проєктами включають етапи планування, виконання, моніторингу, контролю і оцінки проєкту. Якщо в результаті оцінки буде виявлено, що щось пішло не так, це навчання може бути використано в майбутніх проєктах. Згідно РМВОК [2] управління портфелем проєктів має на увазі як проведення аналізу всіх проєктів організації окремо, так і проведення аналізу характеристик всієї сукупності проєктів, що реалізуються в організації, що дозволяє враховувати ризики спільної реалізації проєктів і формувати збалансовані портфелі в якості ефективного механізму реалізації стратегічних цілей організації.

При цьому, основними проблемами управління портфелем проєктів в умовах невизначеності є: формування ефективного портфеля проєктів; розподіл ресурсів між проєктами портфеля; формування ефективного календарного графіка виконання проєктів портфеля; облік впливу невизначеності в управлінні портфелем проєктів.

Тому, оскільки метою управління портфелем є вибір найкращого набору компонентів, що підтримують підприємство в досягненні стратегічних цілей, стратегія повинна стимулювати підготовку "наступного циклу портфеля". Може трапитися так, що стратегія не ясна, не готова до використання, нестабільна і тоді потрібно переходити до адаптивного управління портфелем проєктів [3].

Дійсно, у типовому проєкті після етапу

ініціювання та планування учасники знають, що і як потрібно робити, щоб зазначена мета була досягнута, тому управління таким проектом здається простішим. У проекті, який не визначає його успіху протягом більшої частини свого життєвого циклу, виникає потреба впровадити інше рішення. Такі потреби можуть бути задоволені шляхом впровадження адаптивного управління [4].

У дослідженні [5] проаналізовані існуючі практики портфельного управління в будівельній сфері і розглянемо особливості впровадження концепції інтелектуального управління портфелем. Автори наголошують на необхідності адаптивного зміни портфеля і планування при зміні профілю ризику проектів після їх запуску.

Автори в роботі [6] 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. Проблеми управління ризиками на металургійних підприємства розглядаються також в роботі [7]. Автором представлена концепція інтегрованого управління ризиками металургійного підприємства, заснована на аналізі грошових потоків, оскільки кожна ризикова подія знаходить своє відображення на фінансових результатах підприємства.

Відповідно до стандарту PMBoK [2] адаптивні життєві цикли проектів спрямовані на реагування на високі рівні змін і вимагають постійного високого ступеня залученості зацікавлених сторін. Підкреслюється, що адаптивні методи є також ітеративними і інкрементними, але відрізняються тим, що ітерації відбуваються дуже швидко і фіксовані за термінами і вартістю.

Адаптивний менеджмент має форму і методи управління, які дають системі можливість змінювати параметри, структуру керуючої підсистеми і регулятора в залежності від трансформації внутрішніх параметрів об'єкта або зовнішніх збурень, а також від змін стратегічних цілей [8]. В адаптивному управлінні додається ще один контур, крім всіх інших, який намагається зрозуміти, що це за об'єкт, яким управляємо, побудувати більш точну модель і більш адекватно прикладати до нього керуючий вплив.

Відповідно адаптивне планування – система планування, яка передбачає корегування планів при зміні яких-небудь параметрів середовища, в якому здійснюється діяльність, що планується [9].

Процеси адаптивного управління можуть бути активними і пасивними [10] (рис. 1). Основна мета пасивного адаптивного управління – включити процес навчання в існуючі підходи до управління.

Інформація, отримана на кожній ітерації проекту, може використовуватися в наступних ітераціях. Таким чином, ризик і невизначеність, пов'язані з кожної ітерацією, можуть бути значно зменшені. Пасивне адаптивне управління використовується як частина гнучкого підходу (agile).

Мета активного адаптивного управління – навчитися шляхом експериментів визначати кращу стратегію управління.

Процес починається з генерації гіпотези, яка включає в себе вибір кількох альтернатив стратегії. Наступний крок – створення декількох моделей. На практиці ці моделі зазвичай представляють собою графіки проекту з набором ризиків і невизначеностей для конкретної ітерації. Всі альтернативні моделі слід оцінювати за допомогою кількісного аналізу. Результатами цього аналізу є тривалість, вартість, ймовірність дотримання термінів і інші параметри ітерації, які можуть допомогти вибрати альтернативи для виконання.

Детальні дослідження адаптивного управління проектами наведено у [11]. На відміну від ітерацій, адаптивна модель у автора складається з ряду фаз, які повторюються в циклі, із циклом зворотного зв'язку після завершення кожного циклу. Кожен цикл заснований на неповному та обмеженому розумінні рішення. При цьому кожен цикл "вчиться" на попередніх циклах і планує наступний цикл, намагаючись сходиться до прийнятного рішення. Автором також введено поняття Adaptive Project Framework, що включає дві частини: налаштування проекту та виконання проекту.

Враховуючи особливості проектів енергозбереження та оточуючого середовища на металургійних підприємствах доцільно здійснити перехід саме до адаптивного управління проектами.

Ще одна особливість планування та контролю за реалізацією проектів енергозбереження це необхідність прогнозування витрат енергоресурсів та постійного моніторингу енергоспоживання та енергоефективності від реалізації проектів.

Наявність в об'єкті управління процесів, що потребують прогнозного моделювання накладає свої особливості на методологію управління відповідними проектами. У роботі [12] модулі, що виконують завдання прогнозування енергоспоживання на металургійному підприємстві включено у склад системи енергоменеджменту. В роботі [13] для підвищення ефективності управління технічним обслуговуванням в будівельних проектах пропонується використовувати прогнозне моделювання.

Крім того слід відмітити, що великі багатонаціональні консалтингові фірми застосовують підхід, що має назву прогнозна аналітика проектів (PPA), який передбачає на основі аналітики великих даних виконати оцінку ризиків проекту, забезпечити прогнозування потенційних ризиків і визначити негайні виправлення, які можуть поліпшити продуктивність на будь-якому етапі життєвого циклу проекту.

Тобто під прогнозної аналітикою проекту розуміються кількісні інструменти і методи, які організації можуть використовувати для правильного управління ризиками проекту і отримання максимальної віддачі від великих і складних проектів, якими є проекти енергозбереження на металургійному підприємстві.

Мета статті. Незважаючи на велику кількість публікацій, присвячених теорії організації і управління виробництвом, на сьогоднішній день відсутня методологія формування послідовності елементів технологічних процесів металургійного виробництва для пріоритетного вибору реалізації на них енергозберігаючих проектів.

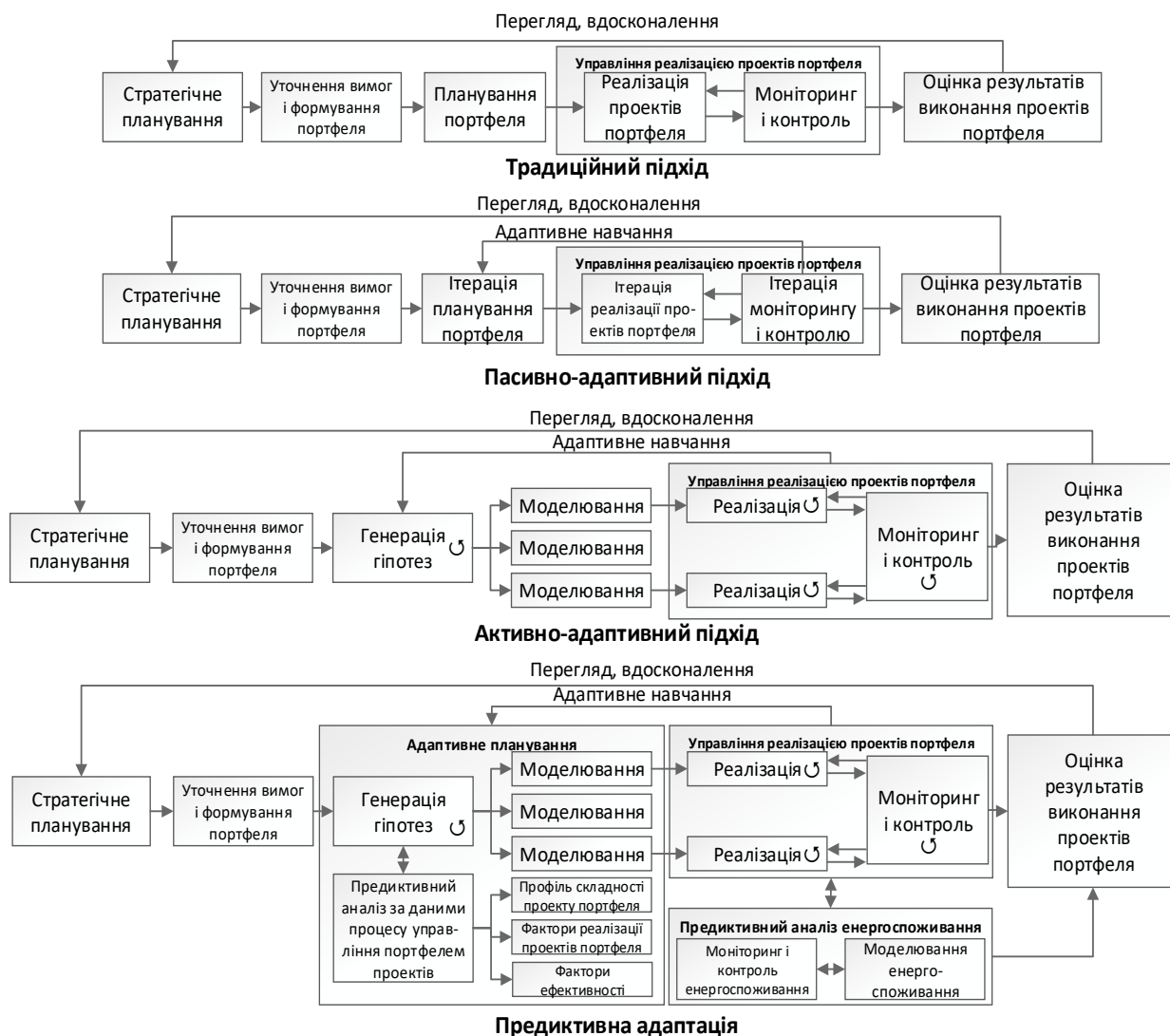


Рис. 1. Порівняння підходів до управління портфелем проектів

В умовах коли потрібно поліпшення економічної стабільності металургійних підприємств України, підвищення конкурентоспроможності продукції та зменшення залежності від постачальників енергоресурсів, існує протиріччя між необхідністю реалізації програм енергозбереження на металургійних підприємствах і недосконалістю науково-обґрунтованих засобів досягнення цієї мети у вигляді моделей і методів управління портфелем проектів енергозбереження, в яких повною мірою не враховується безліч взаємопов'язаних потоків енергоресурсів, вимог, цілей і стратегій поведінки окремих підрозділів металургійних підприємств, а також динаміка виробничих процесів.

Тому існує необхідність розробки методів формування портфеля проектів з урахуванням

стратегічних цілей металургійного підприємства щодо енергозбереження та енергоефективності, що дозволяти б здійснювати багатокритерійний 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.

Наукова гіпотеза дослідження ґрунтується на припущенні, що побудова ефективної системи менеджменту проектів та програм енергозбереження на металургійних підприємствах, яка буде базуватися на предиктивній аналітиці енергоспоживання та якості паливно-енергетичного балансу й включати взаємозалежні адаптивні системи планування,

моніторингу та управління змінами дозволить більш ефективно формувати та реалізовувати портфель проектів енергозбереження на металургійних підприємствах та сприяти підвищенню енергоефективності та конкурентоспроможності підприємств металургійної галузі України.

Предиктивна адаптація при управлінні портфелем енергозберігаючих проектів металургійного підприємства

Пропонується методологія предиктивної адаптації [14] для управління портфелем проектів енергозбереження на металургійних підприємствах, що базується на взаємопов'язаних адаптивних системах планування, моніторингу і управління змінами та дозволяє на основі прогнозування енергоспоживання 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 металургійного підприємства.

Перший модуль предиктивного аналізу (див. рис. 1) здійснює оброблення даних щодо реалізації проектів енергозбереження з метою вирішення наступних завдань: виявлення ризиків проектів та прогалин в контролі на ранньому етапі, підвищення ймовірності досягнення цілей в області якості і бізнес-цілей, забезпечення постійного контролю та управління витратами для проектів, які схильні до ризику перевитрат та ін. Для цього використовується база даних успішно завершених проектів енергозбереження на підприємстві (це має особливе значення тому, що деякі проекти аналогічні але виконуються для різних підрозділів/цехів).

Використання такого модулю предиктивного аналізу дає можливість забезпечити об'єктивну оцінку внутрішньої складності і можливостей по реалізації проектів портфелю, а також зрілості існуючих засобів контролю і моделі управління проектами на підприємстві. Порівнюючи поточні рівні за усіма елементами управління проектами з необхідними прогнозованими рівнями, даний модуль може допомогти виявити конкретні прогалини, приховані перешкоди і відсутні елементи управління в таких категоріях, як бюджетування, планування, управління ризиками та можливості проектного офісу. Це дозволяє підприємству визначити конкретні поліпшення та управлінські рішення, які можуть підвищити ймовірність успіху проекту енергозбереження.

Формою вирішення основного протиріччя процесу реалізації портфелю проектів енергозбереження на металургійному підприємстві і інструментом організації енергоекономічних зв'язків

між процесами енергоспоживання та енергозбереження є механізм предиктивної (прогнозна) адаптації при комплексному управлінні енергоспоживанням металургійного підприємства. Тут використано другий модуль предиктивного аналізу.

По-перше, це предиктивна аналітика енергоспоживання та якості паливно-енергетичного балансу. По-друге, важливе значення при динамічному аналізі та формуванні паливно-енергетичного балансу на металургійному підприємстві має саме блок адаптивного зворотного зв'язку, що здійснює контроль енергоспоживання і контроль досягнення цілей енергетичної програми та цілей реалізації проектів енергозбереження, що було відібрано до портфелю [15].

За допомогою відповідних управлінських рішень це впливає на формування динамічних нормативів для управління підсистемою енергоспоживання, на оптимальну побудову енергетичних характеристик із заданою точністю за критерієм мінімуму техніко-економічних втрат, на вирішення завдання мінімізації загальної помилки прогнозу споживання енергоресурсів, на аналіз енергоефективності, розподіл ресурсів для програми енергозбереження та корегування пріоритетів енергетичної стратегії.

Таким чином, формується гнучкий адаптивний механізм оптимізації енергетичних активів для підтримки високої оцінки якості паливно-енергетичного балансу металургійного підприємства, що забезпечує узгодження ефективної енергетичної стратегії та стратегії розвитку бізнес-процесів.

Етапи формування та реалізації портфелю проектів енергозбереження металургійного підприємства

Розглянемо функціонування адаптивних систем планування, моніторингу і управління змінами на усіх етапах формування та реалізації портфелю проектів енергозбереження металургійного підприємства.

1) перший етап – визначення цілей і пріоритетів енергетичної стратегії металургійного підприємства (рис. 2). 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.

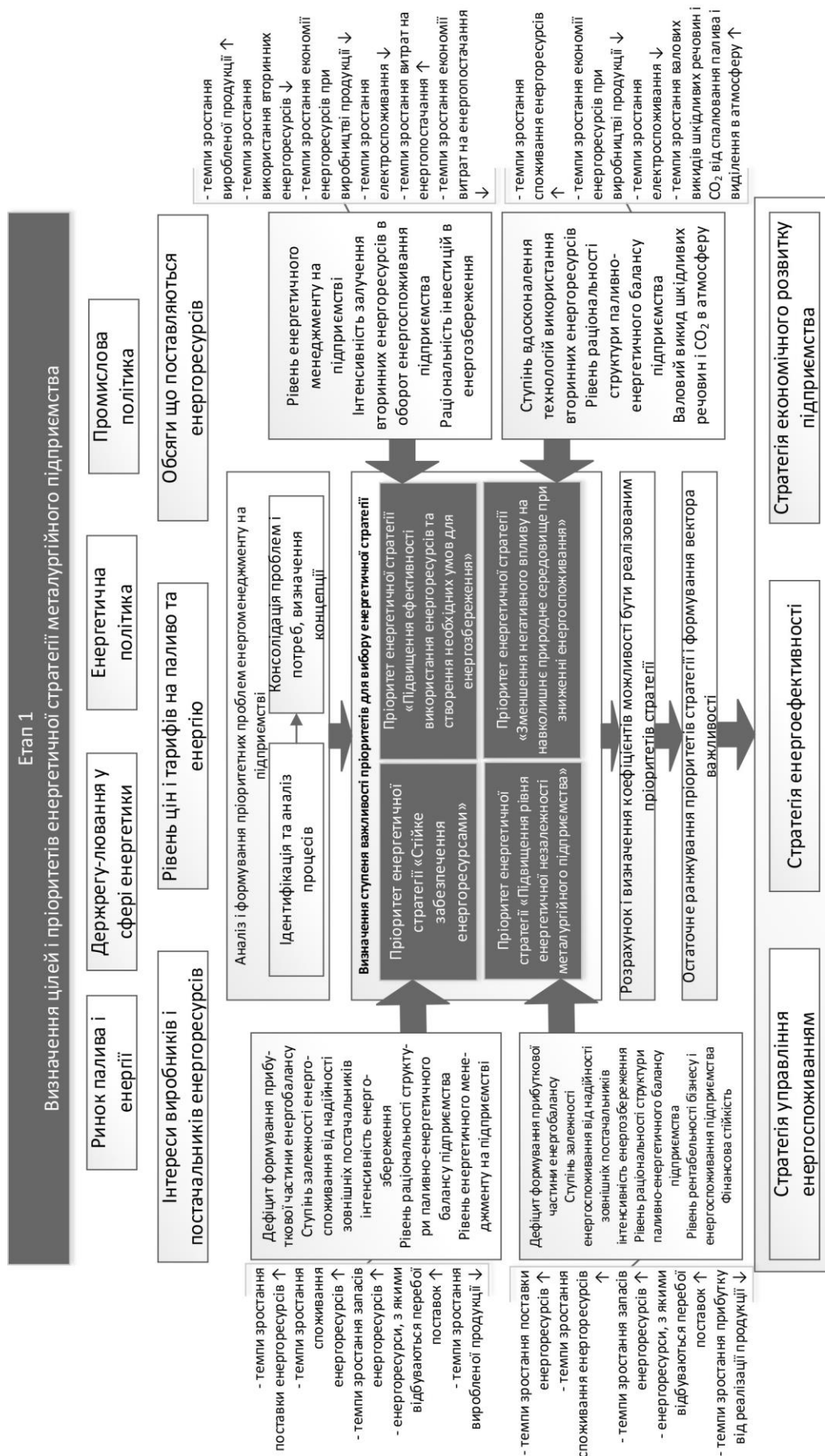


Рис. 2. Етап визначення цілей і пріоритетів енергетичної стратегії металургійного підприємства

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.

Як то видно з схеми, визначення пріоритетних проблем можливе лише на базі глибокого і всебічного аналізу усіх процесів підприємства, а також сформованих на даному підприємстві економічних тенденцій, які будуть характеризувати процес формування якості паливно-енергетичного балансу металургійного підприємства.

На рис. 2 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 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.

Обґрунтування пріоритетів енергетичної стратегії металургійного підприємства доцільно проводити в декілька кроків: виявлення першочергових енергоекономічних проблем металургійного підприємства; вибір базових напрямків, за якими далі буде сформований портфель енергозберігаючих проєктів, визначення вектору важливості та ранжування пріоритетів енергетичної стратегії за допомогою експертних методів. У портфель будуть вноситися як окремі проєкти програми енергозбереження, так і проєкти котрі взагалі направлені на вдосконалення поточної діяльності та економічний розвиток металургійного підприємства.

2) другий етап – планування і формування портфеля проєктів енергозбереження. 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 енергоспоживання.

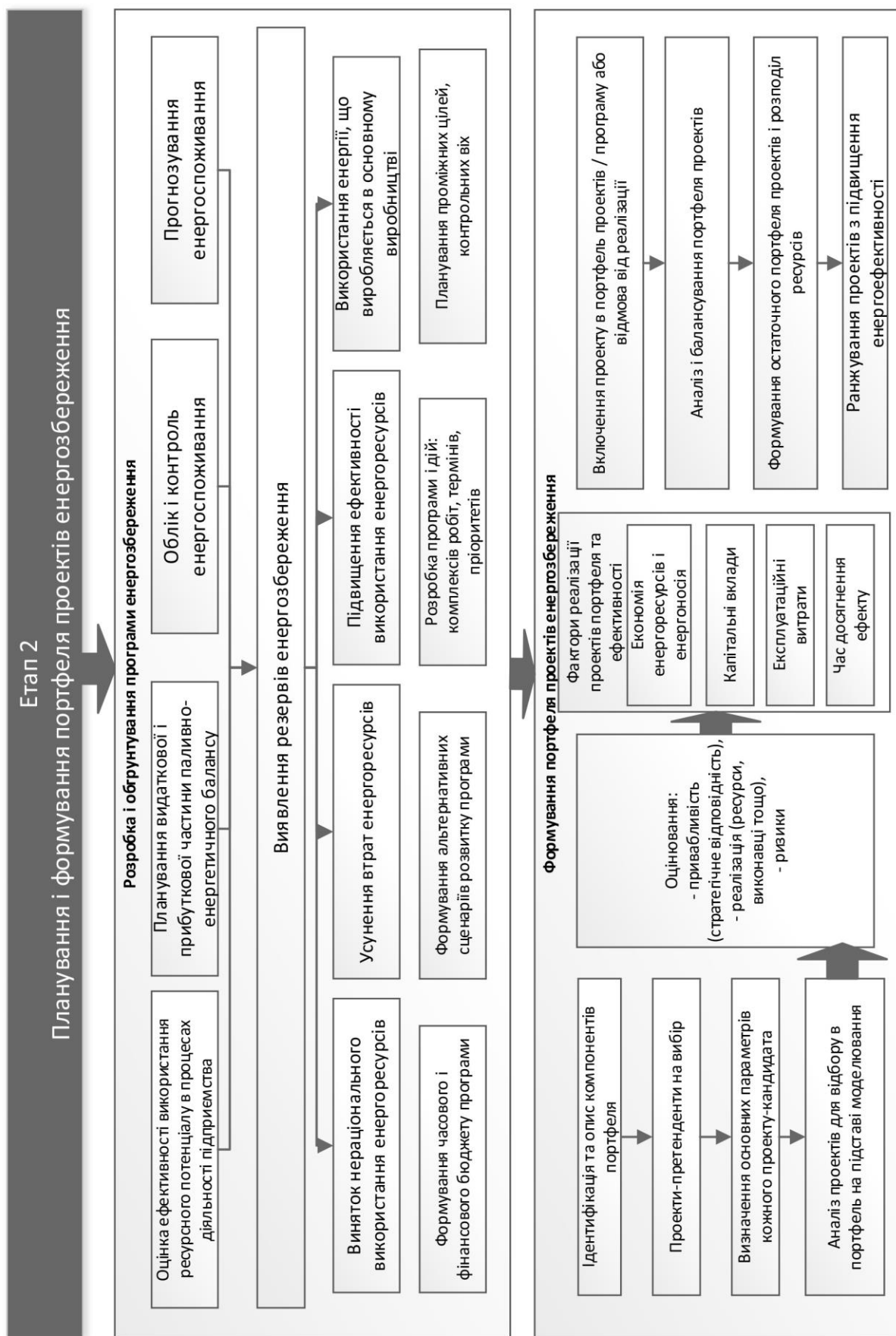


Рис. 3. Етап планування і формування портфеля проектів енергозбереження

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 енергоресурсів, 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 енергозберігаючої 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 пріоритезації, 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.

3) третій етап – моніторинг та управління реалізацією портфеля проєктів енергозбереження. Саме тут ми бачимо розглянуті раніше модулі предиктивного аналізу. Перший дає об'єктивну оцінку внутрішньої складності і можливостей по реалізації проєктів портфелю, а також зрілості існуючих засобів контролю і моделі управління проєктами на підприємстві. Другий модуль – це предиктивна аналітика енергоспоживання та якості паливно-енергетичного балансу. Побудовані предиктивні

механізми дозволяють готувати управлінські рішення тоді, коли вже з'являються відповідні значення індикаторів та сигнали, за якими можна помітити ранні ознаки настання важливих подій в енергетичній ситуації та для прийняття попереджувального управління енергоспоживанням та реалізацією проєктів енергозбереження.

Результати, одержані при прогнозуванні енергоспоживання, служать попередньою базовою інформацією на всіх етапах планування та управління процесом енергоспоживання підприємства. При цьому адаптивний енергетичний менеджмент має форму і методи портфельного управління, що дає системі можливість змінювати параметри підсистеми планування та реалізації проєктів енергозбереження і одночасно регуляторів енергоспоживання на металургійному підприємстві в залежності від трансформації внутрішніх параметрів процесів енергоспоживання або зовнішніх факторів (цін і тарифів, попиту і пропозиції енергоресурсів, питомих норм тощо), а також від зміни стратегічних цілей і пріоритетів.

Як механізми адаптивної зміни в системі планування розглядаються наступні: коригування розкладів (так в залежності від результатів моделювання перспективного енергоспоживання і досягнення цільових показників енергоефективності збільшується або зменшується тривалість етапів проєктів); зміна пріоритетів (тут змінюється план незавершених робіт в залежності від результатів аналізу попередніх етапів реалізації проєктів енергозбереження і на основі динамічної оцінки якості паливно-енергетичного балансу металургійного підприємства); перерозподіл ресурсів і ін.

Приклад оцінювання важливості критеріїв при обґрунтуванні пріоритетів енергетичної стратегії підприємства

Для вирішення завдань планування та управління портфелем проєктів енергозбереження, а також енергоменеджменту на ПрАТ "Дніпроспецсталь" впроваджено цілу низку автоматизованих систем, ядром при цьому виступає корпоративна інформаційна система управління на базі SAP ERP (ECC 6.0). Це дозволяє ПрАТ "Дніпроспецсталь" цілеспрямовано реалізовувати комплексну енергетичну програму, яка охоплює наступні напрямки: розвиток власної енергетичної бази; розвиток і вдосконалення системи обліку енергоресурсів; підвищення ефективності використання енергоресурсів споживачами, скорочення втрат при транспортуванні енергоресурсів; моніторинг споживання енергоресурсів; модернізація технологічних процесів і агрегатів; вдосконалення енергетичного балансу підприємства; залучення персоналу в енергозберігаючу діяльність.

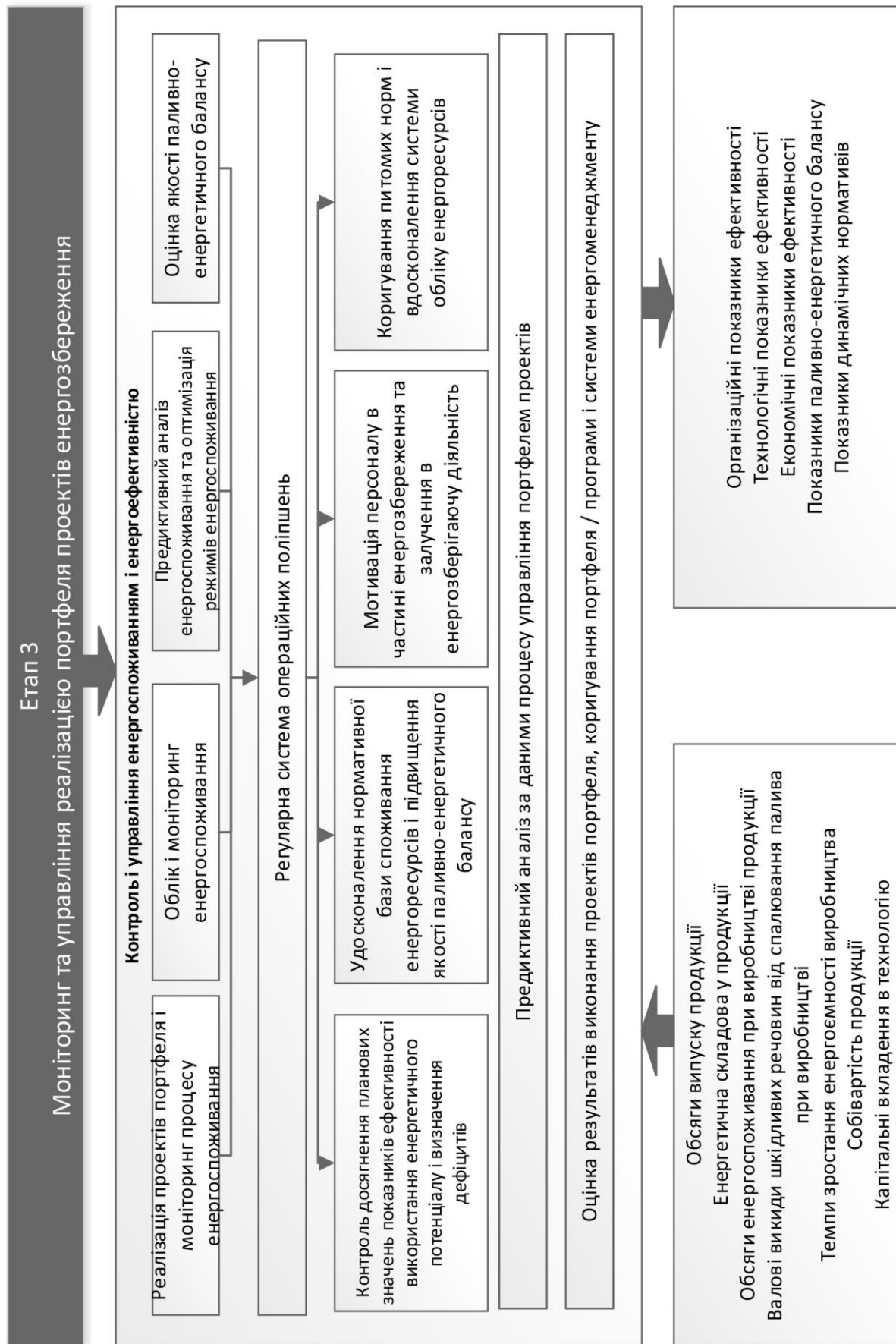


Рис. 4. Етап моніторингу та управління реалізацією портфеля проектів енергозбереження

У складі програмного комплексу є модуль оцінки важливості, який призначений для формування класів порівнюваних об'єктів, визначення складу значущих властивостей для порівняльної оцінки об'єктів між собою і визначення векторів важливості властивостей і пріоритету порівнюваних об'єктів.

Система використовується для великого кола завдань, таких як: обґрунтування пріоритетів енергетичної стратегії підприємства; пріоритизація критеріїв енергоефективності; відбір проєктів в портфель; оцінювання ризиків та інші. На рис. 5 наведено приклад розв'язання задач обґрунтування

пріоритетів енергетичної стратегії підприємства. Для оцінки важливості використаний метод аналізу ієрархій, в основі якого покладена порівняльна оцінка суджень експертів за шкалою переваг про порівнюваних об'єктах. На рис. 6 представлені результати обґрунтування пріоритетів енергетичної стратегії металургійного підприємства у вигляді діаграми із зазначенням найбільш важливої альтернативи. Найбільшу важливість має такий напрямок, як вдосконалення обладнання і режимів роботи, раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів і електроенергії.

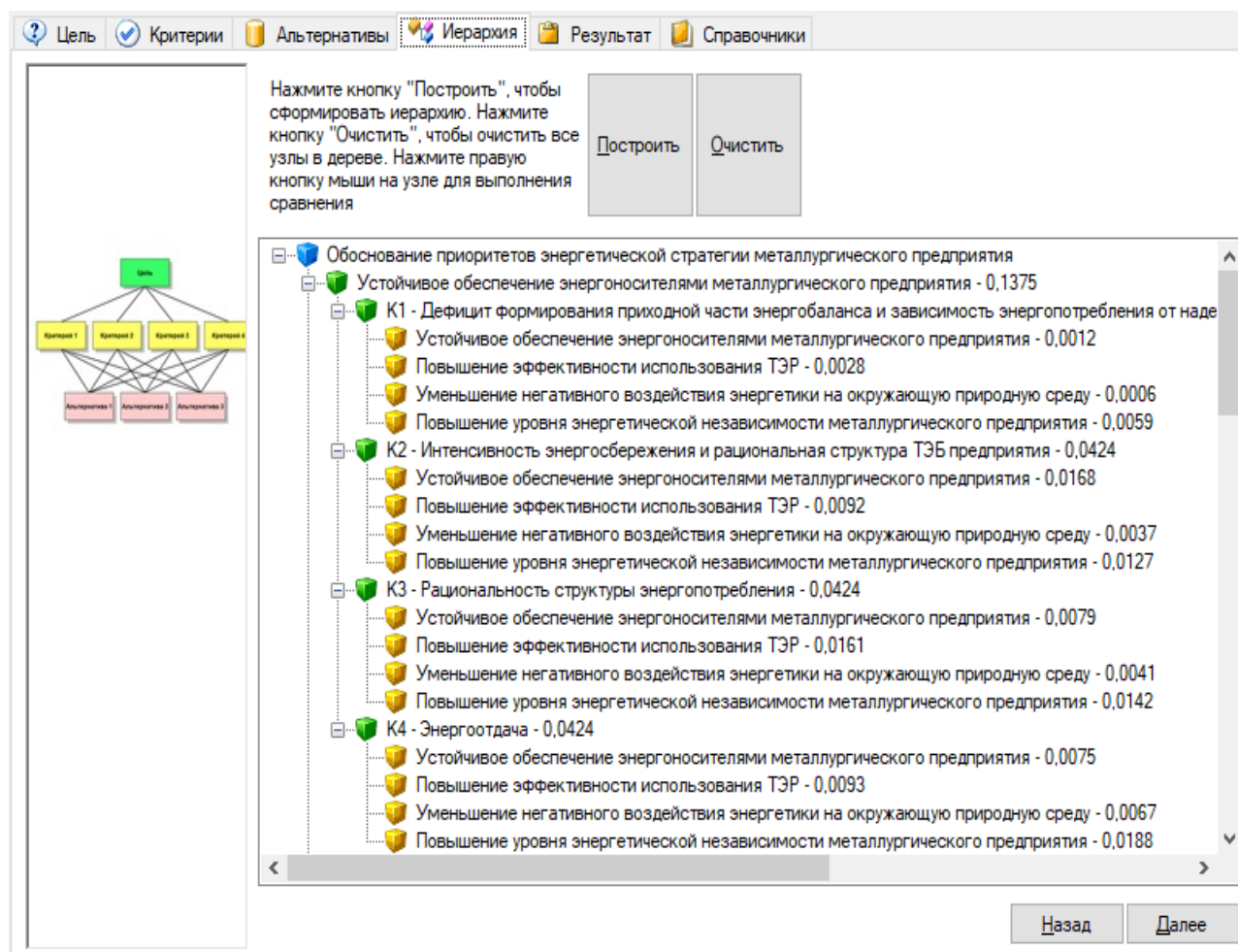


Рис. 5. Результати порівняльної оцінки важливості критеріїв/альтернатив при обґрунтуванні пріоритетів енергетичної стратегії підприємства

Результати експериментів

Розроблена інформаційна технологія дозволяє ідентифікувати, аналізувати і відбирати існуючі і перспективні проєкти з метою вибору найбільш значущих з наявних. У процесі аналізу система автоматично дозволяє оптимізувати портфель, щоб направити обмежені ресурси на найбільш пріоритетні цілі. Було проведено експериментальні дослідження методів планування енергоспоживання на основі реальних даних з вироблення металопродукції і електроспоживання виробничими підрозділами ПрАТ "Дніпрспецсталь".

Апробація розроблених моделей і комп'ютерних засобів в ПрАТ "Дніпрспецсталь" показала, що можливе ефективне управління енергоефективністю на основі управління програмами і портфелями проєктів. Так в період з 2019 по 2020 рік на підприємстві було реалізовано проєктів з енергозбереження на загальну суму 1756 тис. грн. Дані щодо досягнутої економії паливно-енергетичних ресурсів наведено у табл. 1. У програмі енергозбереження ПрАТ "Дніпрспецсталь" найбільш капіталомісткими проєктами є проєкти з оновлення обладнання.

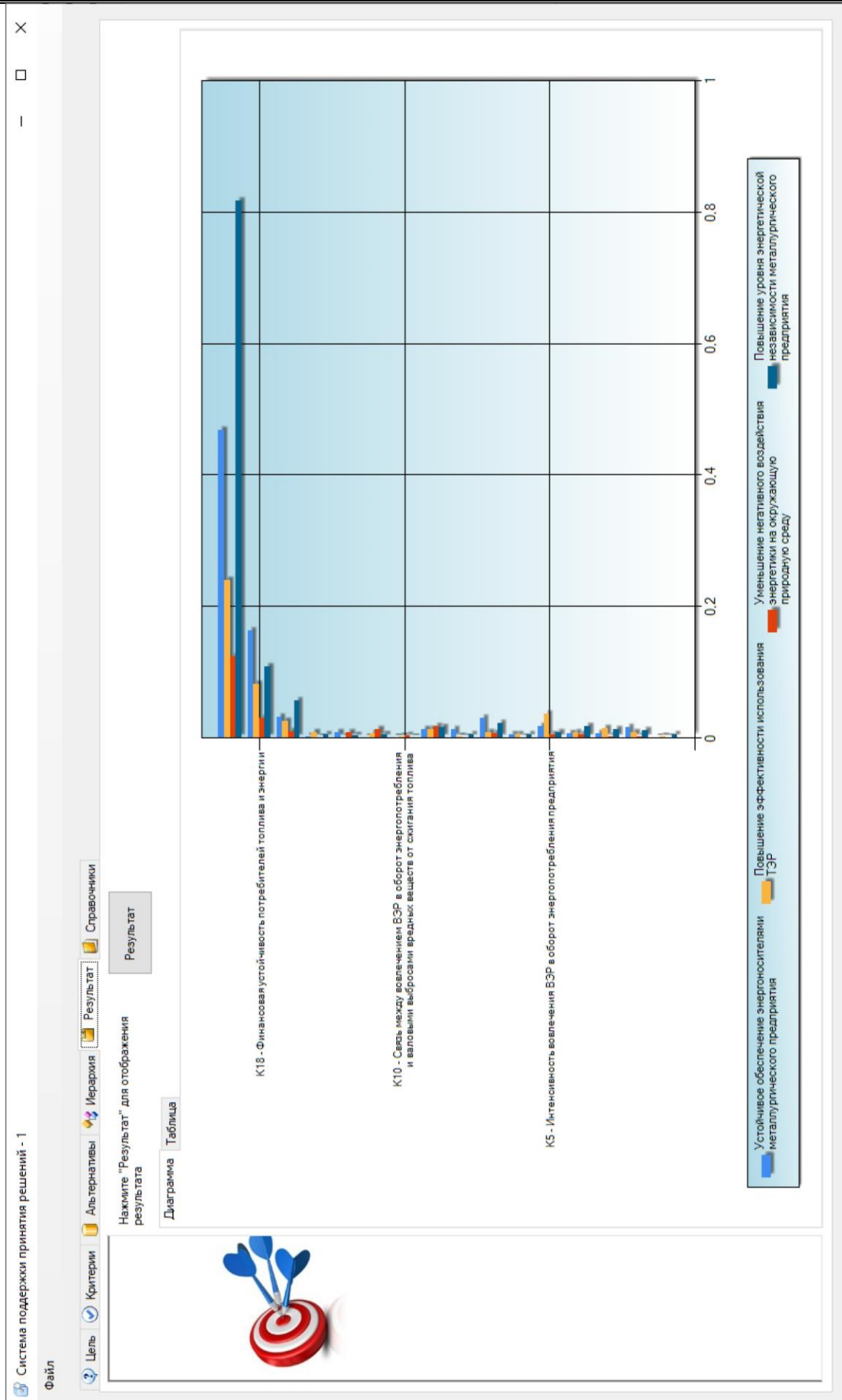


Рис. 6. Диаграмма результатов задания оценивания важности приоритетов энергетической стратегии металлургического предприятия

Таблиця 1. Програма енергозбереження ПрАТ "Дніпроспецсталь" 2019-2020рр.

Енергозберігаючий проєкт	Строк	Вартість, тис. грн.	Економія паливно-енергетичних ресурсів				
			Всього зконом- лено, тис. т. ум. палива	Вартість зкономлених енерго- ресурсів, тис. грн.	у тому числі:		
					Природ- ний газ, млн. куб.м	Електро- енергія, млн. кВт*год	Теплова енергія, тис. Гкал
Проведення комплексу організаційних заходів щодо скорочення проміжплавочних простоїв дугових печей (у т.ч. по підготовці завалки, забезпеченню роботи допоміжних механізмів)	2019	-	0,252	1220		0,7	
Проведення теплотехнічної наладки термічної печі та кільцевої печі ковальського цеху	2019	200	0,012	100	0,010		
Проведення теплотехнічної наладки установки сушки ківшів "МАПЕКО" СПЦ-2	2019	30	0,001	15	0,001		
Проведення теплотехнічної наладки установок "HELIOS" ЦАОМ	2019	140	0,008	70	0,007		
Впровадження перетворювальної техніки в залежності від режимів роботи устаткування	2019	40	0,36	1745		1,0	
Регулювання тиристорних перетворювачів намагнічування машин ГПА стану прокатного цеху в режимі роботи на холостому ході	2019	50	0,216	1045		0,6	
Проведення теплотехнічної наладки камерних печей ковальського пресового цеху	2020	1060	0,094	530	0,081		
Проведення заходів щодо зміни схеми теплопостачання	2020	180	0,56	3640			3,1
Використання установки утилізації тепла ГКР для потреб ГВС	2020	56	0,126	823			0,7
Всього		1756	1,377	9188	0,099	1,6	3,8

Висновки

Аналіз традиційних та адаптивних процесів управління проєктами показав доцільність використання прогнозної аналітики для ефективного управління ризиками проєкту і отримання максимальної віддачі від великих і складних проєктів, якими є проєкти енергозбереження на металургійному підприємстві.

Запропоновано методологію управління портфелями проєктів енергозбереження на металургійних підприємствах, яка відрізняється формуванням парадигми предиктивної адаптації, що базується на взаємопов'язаних адаптивних системах планування, моніторингу і управління змінами та

дозволяє на основі прогнозування енергоспоживання 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 проєктів енергозбереження при узгодженні пріоритетів бізнес-стратегії і стратегії енергоефективності металургійного підприємства.

Детальний розгляд етапів формування та реалізації портфеля проєктів 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 проєктів для стратегічного планування підвищення енергоефективності та енергозбереження виробництва;

- ранжирування цілей, оцінювання привабливості та реалізуємістості проєктних дій стимулюють до вибору тих проєктів, 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;

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 проєктів з підвищення енергоефективності та енергозбереження.

Розроблений програмно-методичний комплекс управління портфелями проєктів енергозбереження на металургійних підприємствах містить у собі сукупність програмного, інформаційного, математичного, організаційного та методичного забезпечення для виконання робіт із моніторингу енергоспоживання та якості паливно-енергетичного балансу, планування та контролю реалізації проєктів та програми енергозбереження на металургійному підприємстві. За допомогою розробленого програмно-методичного комплексу було проведено оцінювання виконання цільового використання енергетичних ресурсів після реалізації проєктів і заходів з енергозбереження на ПрАТ "Дніпроспецсталь"

Список літератури

1. Шеметов А. Н., Федорова С. В., Кузнецов С. В., Ляпин Р. Н. Современные проблемы и перспективы формирования модели управления энергохозяйством на предприятиях горно-металлургического комплекса. *Электротехнические системы и комплексы*. 2016. № 4 (33). С. 41–48.
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Fifth Edition / USA. PMI, 2013. 589 p.
3. Romano L. Adaptive portfolio management. *Advances in IT Personnel and Project Management*. 2017. P. 153–177. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2151-8.ch006>
4. Wirkus M. Adaptive management approach to an infrastructure project. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2016. P. 414–422. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.206>
5. Erzaaj K., Hatem W.A., Maula B. Applying Intelligent Portfolio Management to the Evaluation of Stalled Construction Projects. *Open Engineering*. 2020. No. 10 (1). P. 552–562. DOI: <https://doi.org/10.1515/eng-2020-0064>
6. Kurbanov F., Yessengeldin B. S., Yermanova A. A., Zhanseitov A. T. Features of risk assessment of energy saving projects. *Bulletin of the Karaganda University*. 2019. P. 338–344.
7. Tworek P. Integrated risk management in metallurgical enterprises – Methodical approach. *Metalurgija – Sisak then Zagreb*. 2016. Vol. 55. P. 527–530.
8. Тихомирова О. Г. Адаптивное управление предпринимательскими структурами как открытыми динамическими системами. *Фундаментальные исследования*. 2012. № 9-2. С. 495–499.
9. Ивлев А. А., Кравченко А. Ю., Хованов Д. Г., Стукалин С. В. Совершенствование процессов программно-целевого планирования и управления созданием научно-технического задела для перспективного вооружения на основе адаптивного подхода. *Вооружение и экономика*. 2009. № 2 (6). С. 42–50.
10. Virine L. Adaptive Project Management. *PM World Today*. 2008. Vol. X, Issue V.
11. Wysocki R. K. *Effective Project Management: Traditional, Adaptive, Extreme*. Seventh Edition. Wiley. 2014. 726 p.
12. Filimonova, A. A., Kazarinov L. S., Barbasova T. A. A method of effective planning and control of industrial facility energy consumption. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*. 2015. Vol. 9, No. 12. P. 2070–2074.
13. Omar N. S., Hatem W. A., Najy H. I. Predictive Modeling for Developing Maintenance Management in Construction Projects. *Civil Engineering Journal*. 2019. No.5(4). P. 892–900. DOI: <https://doi.org/10.28991/cej-2019-03091297>
14. Кійко С. Г. Прєдиктивна адаптація при управлінні портфелем проєктів енергозбереження на металургійному підприємстві. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2020. № 4 (41). С. 133–144. DOI: <https://doi.org/10.30748/ntps.2020.41.16>
15. Molokanova V. M., Orliuk O. P., Petrenko V. O., Butnik-Syverskyi O. B., Khomenko V. L. Formation of metallurgical enterprise sustainable development portfolio using the method of analyzing hierarchies. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020. No.2. P. 131–136. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-2/131>

References

1. Shemetov, A. N., Fedorova, S. V., Kuznetsov, S. V., Lyapin R. N. (2016), "Modern problems and prospects for the formation of a model of energy management at the enterprises of the mining and metallurgical complex" ["Sovremennyye problemy i perspektivy formirovaniya modeli upravleniya energokhozyaystvom na predpriyatiyakh gorno-metallurgicheskogo kompleksa"], *Electrical systems and complexes*, No. 4 (33), P. 41–48.
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (2013) – Fifth Edition, USA, PMI, 589 p.

3. Romano, L. (2017), "Adaptive portfolio management", *Advances in IT Personnel and Project Management*, P. 153–177. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2151-8.ch006>
4. Wirkus, M. (2016), "Adaptive management approach to an infrastructure project", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, P. 414–422. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.206>
5. Erzaj, K., Hatem, W. A., Maula, B. (2020), "Applying Intelligent Portfolio Management to the Evaluation of Stalled Construction Projects", *Open Engineering*, No. 10 (1), P. 552–562. DOI: <https://doi.org/10.1515/eng-2020-0064>
6. Kurbanov, F., Yessengeldin, B. S., Yermanova, A. A., Zhansetov, A. T. (2019), "Features of risk assessment of energy saving projects", *Bulletin of the Karaganda University*, P. 338–344.
7. Tworek, P. (2016) "Integrated risk management in metallurgical enterprises – Methodical approach", *Metalurgija – Sisak then Zagreb*, Vol. 55, P. 527–530.
8. Tikhomirova, O. G. (2012), "Adaptive management of entrepreneurial structures as open dynamic systems" ["Adaptivnoye upravleniye predprinimatel'skimi strukturami kak otkrytymi dinamicheskimi sistemami"], *Basic research*, No. 9-2, P. 495–499.
9. Ivlev, A. A., Kravchenko, A. Y., Khovanov, D. G., Stukalin, S. V. (2009), "Improving the processes of program-target planning and management of the creation of a scientific and technical reserve for advanced weapons" based on an adaptive approach ["Sovershenstvovaniye protsessov programmno-tselevogo planirovaniya i upravleniya sozdaniyem nauchno-tekhnicheskogo zadela dlya perspektivnogo vooruzheniya na osnove adaptivnogo podkhoda"], *Armament and economy*, No. 2 (6), P. 42–50.
10. Virine, L. (2008), "Adaptive Project Management", *PM World Today*, Vol. X, Issue V.
11. Wysocki, R. K. (2014), *Effective Project Management: Traditional, Adaptive, Extreme*, Seventh Edition, Wiley, 726 p.
12. Filimonova, A. A., Kazarinov, L. S., Barbasova, T. A. (2015), "A method of effective planning and control of industrial facility energy consumption", *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, Vol. 9, No. 12, P. 2070–2074.
13. Omar, N. S., Hatem, W. A., Najy, H. I. (2019), "Predictive Modeling for Developing Maintenance Management in Construction Projects", *Civil Engineering Journal*, No. 5 (4), P. 892–900. DOI: <https://doi.org/10.28991/cej-2019-03091297>
14. Kiyko, S. G. (2020), "Predictive adaptation in the management of the portfolio of energy saving projects at the metallurgical enterprise" ["Predyktivna adaptatsiya pry upravlinni portfelem proektiv enerhozberezhennya na metalurhiynomu pidpryyemstvi"], *Science and technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*, No. 4 (41), P. 133–144. DOI: <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.41.16>
15. Molokanova, V. M., Orliuk, O. P., Petrenko, V. O., Butnik-Syverskyi, O. B., Khomenko, V. L. (2020), "Formation of metallurgical enterprise sustainable development portfolio using the method of analyzing hierarchies", *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, No. 2, P. 131–136. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-2/131>

Надійшла (Received) 28.11.2020

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Кійко Сергій Геннадійович – кандидат технічних наук, ПрАТ Електрометалургійний завод "Дніпроспецсталь" ім. А. М. Кузьміна, Голова правління, Запоріжжя, Україна; email: sergiy.kiyko@dss.com.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4676-5722>.

Кійко Сергей Геннадьевич – кандидат технических наук, ЧАО Электрометаллургический завод "Днепропеталь" им. А. Н. Кузьмина, председатель правления, Запорожье, Украина.

Kiyko Sergey – PhD (Engineering Sciences), PJSC "Electrometallurgical plant "Dnipropetsstal" named after A. M. Kuzmin, Chairman of the Board, Zaporozhye, Ukraine.

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОРТФЕЛЕМ ПРОЕКТОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

На сегодняшний день является актуальной проблема создания и внедрения методологических основ управления портфелями проектов энергосбережения на металлургических предприятиях, с учетом стратегических целей, ограниченности ресурсов и рисков. Решение этой проблемы осложняется тем, что нужно учитывать множество взаимосвязанных потоков энергоресурсов, требований, целей и стратегий поведения отдельных подразделений металлургических предприятий, а также динамику производственных процессов и т.д. **Предметом** исследования статьи являются адаптивные методы управления портфелями проектов энергосбережения на металлургических предприятиях. **Целью** данной работы является создание методов формирования и адаптивного управления портфелем проектов с учетом стратегических целей металлургического предприятия по энергосбережению и энергоэффективности. Решаются следующие **задачи**: анализ и сравнение традиционных и адаптивных процессов управления проектами; описание основных положений методологии предиктивной адаптации при управлении портфелем энергосберегающих проектов металлургического предприятия; детальное рассмотрение этапов метода формирования и реализации портфеля проектов энергосбережения металлургического предприятия; рассмотрение результатов оценки важности критериев при обосновании приоритетов энергетической стратегии предприятия; обсуждение результатов формирования программы энергосбережения на ЧАО "Днепропеталь". **Методы** исследования: методы портфельного менеджмента, методы прогнозирования, экспертно-аналитические методы. Получены следующие **результаты**: Проведено обоснование целесообразности использования адаптивного

управления проектами энергосбережения на металлургическом предприятии. Описаны этапы стратегического планирования по энергосбережению и энергоэффективности, метод формирования и реализации портфеля проектов энергосбережения металлургического предприятия. Рассмотрены результаты использования разработанных методов при формировании программы энергосбережения на ЧАО "Днепроспецсталь". **Выводы:** Построение системы менеджмента проектов и программ энергосбережения на металлургических предприятиях требует решения задачи предиктивной аналитики энергопотребления и качества топливно-энергетического баланса с последующей реализацией адаптивных механизмов планирования, мониторинга и управления изменениями, что позволяет более эффективно формировать и реализовывать портфель проектов энергосбережения на металлургических предприятиях и способствовать повышению энергоэффективности и конкурентоспособности предприятий металлургической отрасли Украины.

Ключевые слова: портфель проектов; предиктивная адаптация; управления энергосбережением; металлургическое предприятие, планирование энергопотребления.

ADAPTIVE PORTFOLIO MANAGEMENT OF ENERGY SAVING PROJECTS AT A METALLURGICAL ENTERPRISE

Today, the problem of creating and implementing methodological foundations for managing portfolios of energy saving projects at metallurgical enterprises is urgent, taking into account strategic goals, limited resources and risks. The solution to this problem is complicated by the fact that it is necessary to take into account the many interrelated flows of energy resources, requirements, goals and strategies of behavior of individual subdivisions of metallurgical enterprises, as well as the dynamics of production processes, etc. The **subject** of the article is adaptive methods of portfolio management of energy saving projects at metallurgical enterprises. The **purpose** of this work is to create methods for the formation and adaptive management of the project portfolio, taking into account the strategic goals of the metallurgical enterprise for energy saving and energy efficiency. The following **tasks** are solved: analysis and comparison of traditional and adaptive project management processes; description of the main provisions of the methodology of predictive adaptation in the management of the portfolio of energy-saving projects of the metallurgical enterprise; detailed consideration of the stages of formation and implementation of the portfolio of energy saving projects of the metallurgical enterprise; consideration of the results of the assessment of the importance of the criteria in substantiating the priorities of the energy strategy of the enterprise; discussion of the results of the formation of the energy saving program at PJSC "Dneprospsststal". Research **methods**: portfolio management methods, forecasting methods, expert-analytical methods, risk management methods. The following **results** were obtained: The substantiation of expediency of use of adaptive management of energy saving projects at the metallurgical enterprise is carried out. The stages of strategic planning for energy saving and energy efficiency, the stages of formation and implementation of the portfolio of energy saving projects of the metallurgical enterprise are described. The results of the formation of the energy saving program at PJSC "Dneprospsststal" were considered. **Conclusions:** Building a management system for energy saving projects and programs at metallurgical enterprises requires solving the problem of predictive analysis of energy consumption and fuel and energy balance with subsequent implementation of adaptive mechanisms for planning, monitoring and change management, which allows more efficient formation and implementation of energy saving projects and projects. to promote the increase of energy efficiency and competitiveness of the enterprises of the metallurgical industry of Ukraine.

Keywords: project portfolio; predictive adaptation; energy saving management; metallurgical enterprise, energy consumption planning.

Бібліографічні описи / Bibliographic descriptions

Кійко С. Г. Адаптивне управління портфелями проектів енергозбереження на металургійному підприємстві. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2020. № 4 (14). С. 56–70. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2020.14.056>

Kiyko, S. (2020), "Adaptive portfolio management of energy saving projects at a metallurgical enterprise", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 4 (14), P. 56–70. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2020.14.056>