

11. Бидюк П.И., Терентьев А.Н., Гасанов А.С. Построение и методы обучения Байесовских сетей / П.И. Бидюк, А.Н Терентьев, Гасанов А.С. // Кибернетика и системный анализ. – 2005. №4. с.133 – 147.

УДК 330.46:336.7

Л.А. Тимашова, Є.В. Духота

### **Методичні засади оптимізації інноваційної політики асоціації підприємств за умови банківського інвестиційного кредитування**

*Запропоновано методичні засади оптимізації інноваційної політики асоціації промислових підприємств щодо їх поетапного технічного переоснащення устаткуванням для реалізації ресурсозберігаючих технологій за умови банківського інвестиційне кредитування, що базуються на застосуванні методу послідовного аналізу варіантів.*

**Ключові слова:** *інноваційна політика, асоціація, технічне переоснащення діючих підприємств, устаткування, банківське інвестиційне кредитування.*

*Предложены методические основы оптимизации инновационной политики ассоциации промышленных производств относительно их поэтапного технического переоснащения оборудованием для реализации ресурсосберегающих технологий при условии банковского инвестиционного кредитования, базирующиеся применении метода последовательного анализа вариантов.*

**Ключевые слова:** *инновационная политика, ассоциация, техническое переоснащение действующих*

*Methodical essentials for optimization of the innovation policy for the association of manufacturing enterprises are proposed in order to reequip these enterprises technically step-by-step with the equipment for the energy saving technologies' realization provided bank investment credits based on the use of the method of sequential analysis of variations.*

*Keywords: innovation policy, association, technical reequipment of operating enterprises, equipment, bank investment credit.*

### **Актуальність.**

В сучасних умовах трансформаційної економіки України важливого значення набуває активізація інвестиційної діяльності, що забезпечить прогресивні структурні зрушення в економіці, інноваційне оновлення реального сектора економіки, підвищення конкурентоспроможності та перехід до стійкого розвитку держави.

### **Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.**

Відтворювана структура інвестицій в основний капітал включає такі напрями витрат: нове будівництво; технічне переоснащення та реконструкція діючих підприємств; розширення діючих підприємств; витрати на окремі об'єкти діючих підприємств. Відтворювана структура інвестицій в основний капітал оцінюється як прогресивна, коли в її складі збільшується питома вага витрат на технічне переоснащення та реконструкцію діючих підприємств.

Наявність у промисловості України більш як половини матеріало- та енергомісткого обладнання ставить

перед необхідністю технічного переоснащення та реконструкції діючих підприємств. Інвестиційний кредит заповнює нестачу в коштах для здійснення інвестицій. Джерелами формування кредитних ресурсів є тимчасово вільні кошти підприємств і населення, власні кошти банків, бюджетні кошти.

### **Невирішені раніше проблеми.**

Проведення досліджень в напрямі розробки методичних засад оптимізації інноваційної політики асоціації промислових підприємств за умови банківського інвестиційного кредитування їх поетапного технічного переоснащення устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій, що базується на ідеях динамічного програмування та застосуванні методу послідовного аналізу варіантів, здійснюється вперше.

### **Постановка завдання.**

Кожне промислове підприємство, що входить до складу асоціації, у процесі обґрунтування економічної доцільності свого технічного переоснащення розробляє інвестиційний проект. На даний час інвестиційний проект є невід'ємним стратегічним документом усіх без винятку заходів, що потребують інвестицій. Тим більше це стосується комплексу таких капіталомістких заходів як технічне переоснащення діючих підприємств устаткуванням багатофункціонального призначення, що реалізує конкурентоздатні ресурсозберігаючі технології. Зазвичай такі заходи проводяться поетапно упродовж декількох років, тому окупність капітальних вкладень настає після завершення певного етапу роботи. До цього моменту часу можуть змінитися як екзогенні, так і ендегенні фактори. Інвестор повинен бути упевнений в успішному вкладенні фінансових ресурсів і своєчасному поверненні їх з очікуваним прибутком. У зв'язку з цим він

вимагає всебічно й об'єктивно обґрунтований інвестиційний проект.

Особлива увага при розробці інвестиційного проекту повинна бути приділена техніко-економічному обґрунтуванню доцільності впровадження устаткування реалізації ресурсозберігаючих технологій в цілому, його окремих компонентів у початковий момент часу, для того щоб виділити ті ділянки виробництва, де підприємство несе найбільші втрати при виробництві продукції. Навіть висококваліфіковані розробники інвестиційних проектів розвитку технічного переоснащення підприємств не можуть гарантувати оптимальне або досить близьке до нього проектне рішення, отримане з урахуванням усього різноманіття факторів, що підлягають взаємоузгодженню.

Пошук напрямів досягнення очікуваних результатів від інвестування в технічне переоснащення діючих підприємств при одержанні фінансової підтримки за рахунок банківського інвестиційного кредитування ставить перед необхідністю розробки економіко-математичних моделей удосконалення методів техніко-економічного обґрунтування інвестицій, забезпечення взаємозв'язку між технічним та економічним ефектами.

**Метою** статті є необхідність запропонувати методичні засади оптимізації інноваційної політики асоціації промислових підприємств для підтримки управлінських рішень за умови банківського інвестиційного кредитування їх поетапного технічного переоснащення новим, високопродуктивним устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Інноваційна політика – форма стратегічного управління, яка визначає цілі та умови здійснення інноваційної діяльності підприємства, спрямованої на

забезпечення його конкурентоспроможності та оптимальне використання наявного виробничого потенціалу. Інноваційною діяльністю є сукупність заходів, спрямованих на створення, впровадження, поширення та реалізацію інновацій з метою отримання комерційного та/або соціального ефекту, які здійснюються шляхом реалізації інвестицій, вкладених в об'єкти інноваційної діяльності. Інновації – новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери [1, 2].

Один із основних напрямів інноваційної політики полягає в обґрунтуванні розробленої на перспективу концепції розвитку підприємства. Взаємозв'язок між розвитком підприємства і напрямками його інноваційної діяльності встановлюють принципи формування інноваційної політики, а саме: орієнтація на потреби ринку, цілеспрямованість, комплексність, планомірність, інформаційне забезпечення.

Інвестиціями є всі види майнових та інтелектуальних цінностей, що вкладаються в об'єкти підприємницької та інших видів діяльності, в результаті якої створюється прибуток (доход) або досягається соціальний ефект. Такими цінностями, зокрема, можуть бути кошти. Інвестиційною діяльністю є сукупність практичних дій громадян, юридичних осіб і держави щодо реалізації інвестицій [1].

Інвестиції у відтворення основних фондів здійснюються у формі капітальних вкладень шляхом нового будівництва, розширення, реконструкції, технічного переоснащення діючих підприємств. При

технічному переоснащенні підприємств здійснюються витрати на підвищення техніко-економічного рівня окремих виробництв, цехів та дільниць на основі впровадження передової техніки та технології, механізації та автоматизації виробництва, модернізації та заміни застарілого й фізично зношеного устаткування новим, більш продуктивним, а також щодо удосконалення загальнозаводського господарства та допоміжних служб.

Джерелами формування інвестиційних ресурсів для фінансування інвестиційної діяльності підприємств є власні, боргові та залучені ресурси. Підприємства, що мають власні прибутки використовують на фінансування капітальних вкладень у технічне переоснащення власні кошти та інвестиційні кредити банків.

Джерелом власних коштів підприємства на фінансування технічного переоснащення, реконструкції та розширення підприємства є фонд нагромадження, що формується за рахунок відрахувань від прибутку, амортизаційних відрахувань на повне відновлення основних фондів, виторгу від реалізації вибулого і зайвого майна, орендної плати від здавання в оренду майна іншим підприємствам і організаціям та інші джерела.

В сучасних умовах реформування економіки більшість підприємств не мають власних коштів для довгострокового інвестування. Навіть у тих підприємств, що мають відносно стійкі фінансові результати, не вистачає ресурсів для фінансування інвестиційних проектів, а проведення ними часткового технічного переоснащення здійснюється за рахунок погіршення поточного фінансового стану та утворення боргів. Нестачу коштів для здійснення інвестицій у технічне переоснащення діючих підприємств заповнює інвестиційний кредит.

Інвестиційний кредит – економічні відносини між кредитором і позичальником з приводу фінансування інвестиційних заходів на засадах повернення і, як правило, із виплатою відсотка.

Банківський інвестиційний кредит – це основна форма інвестиційного кредиту, при якій грошові кошти на фінансування інвестиційних проєктів надаються банківськими установами у тимчасове користування та з виплатою відсотку.

Специфіка інвестиційного кредитування полягає в наступному:

- при кредитуванні об'єктом оцінки, у першу чергу, виступає не позичальник, а його інвестиційні наміри (інвестиційний проєкт), що ставить кредитора перед необхідністю проведення детального аналізу техніко-економічного обґрунтування інвестиційних проєктів (заходів), що кредитуються;

- відсоток із інвестиційного кредиту не повинен перевищувати рівень дохідності за інвестиціями;

- строк інвестиційного кредиту залежить від строку окупності інвестицій;

- інвестиційний кредит може бути наданий із пільговим терміном відшкодування (на строк реалізації інвестицій), упродовж якого сплачуються лише відсотки за кредит, а основна сума відшкодовується у наступні періоди часу [5].

Особливістю інвестиційного кредитування є те, що об'єктом кредитних відносин виступають найчастіше об'єкти реального інвестування (інвестицій у відтворення основних фондів і на приріст матеріально-виробничих запасів, що здійснюються у формі капітальних вкладень).

Критеріями вибору банківськими установами для інвестиційного кредитування серед довгострокових

кредитних проектів із технічного переоснащення діючих підприємств є ступінь ефективності заходів, що забезпечують: прискорення науково-технічного прогресу, розвиток наукомістких галузей, випуск нової високоефективної продукції, суттєве підвищення якості продукції, підвищення продуктивності праці та скорочення чисельності працюючих, розширення виробництва товарів і платних послуг населенню [5].

Одним із особливих принципів, що визначає специфіку організації банківського інвестиційного кредитування, є обґрунтування життєдіяльності об'єкта кредитування, яким найчастіше виступає інвестиційний проект.

Інвестиційний проект – це сукупність цілеспрямованих організаційно-правових, управлінських, аналітичних, фінансових та інженерно-технічних заходів, які здійснюються суб'єктами інвестиційної діяльності та оформлені у вигляді планово-розрахункових документів, необхідних та достатніх для обґрунтування, організації та управління роботами з реалізації проекту [1].

Інноваційний проект – комплект документів, що визначає процедуру і комплекс усіх необхідних заходів (у тому числі інвестиційних) щодо створення і реалізації інноваційного продукту і (або) інноваційної продукції [2].

Якщо при традиційному наданні кредитів банк оцінює кредитоспроможність позичальника та спосіб забезпечення позички, то при інвестиційному кредитуванні зусилля банків спрямовуються на оцінку інвестиційних (інноваційних) проектів і забезпечення гарантій. Тобто, банківське інвестиційне кредитування базується на проектному аналізі, що забезпечує обґрунтування доцільності використання обмежених фінансових ресурсів для досягнення мети проекту та підтримку управлінських



рішень при виборі найкращого з альтернативних варіантів розвитку.

В умовах трансформаційної економіки України задачу поетапного технічного переоснащення діючих промислових підприємств новим, високопродуктивним устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій доцільно розглядати для асоціації.

Асоціація – це форма добровільного об'єднання (у даному випадку промислових підприємств), створеного з метою постійної координації господарської діяльності без надання об'єднанню права втручатися у виробничу і комерційну діяльність будь-кого з учасників [3].

Технічне переоснащення діючих промислових підприємств, що розглядається у статті, – це комплекс заходів щодо підвищення техніко-економічного рівня окремих виробництв, цехів та дільниць на основі впровадження устаткування реалізації ресурсозберігаючих технологій та заміни застарілого й фізично зношеного устаткування новим, високопродуктивним устаткуванням багатофункціонального призначення.

Під устаткуванням варто розуміти матеріальні активи, які відповідно до класифікації основних засобів згідно П(С)БО 7, обліковуються на субрахунку 104 «Машини та обладнання» [4].

Головна проблема, з якою стикаються промислові підприємства за будь-якого типу економічних систем, пов'язана з обмеженістю фінансових коштів. Тим більше це стосується фінансування інвестиційної діяльності, пов'язаної з технічним переоснащенням діючих підприємств новим, високопродуктивним устаткуванням багатофункціонального призначення, що реалізує конкурентоздатні ресурсозберігаючі технології.

Інвестиційна діяльність, що розглядається у даній статті, здійснюється на основі інвестування, здійснюваного недержавними підприємствами й господарськими асоціаціями та забезпечується шляхом фінансування інвестиційних проєктів за рахунок фінансових коштів у вигляді банківських інвестиційних кредитів [1].

Сучасні промислові підприємства – складні в технічному і технологічному відношенні інженерні комплекси, розраховані на тривалий термін експлуатації.

Технічне переоснащення діючого промислового підприємства є багатогранним процесом, воно пов'язане з інтенсивністю технологічного циклу і призводить до виведення з експлуатації на відносно тривалий термін цілого ряду виробничих потужностей, що вимагає при плануванні технічного переоснащення враховувати їхній розвиток на досить тривалу перспективу.

Планування подальшого розвитку промислових підприємств пов'язане з найскладнішими розрахунками щодо обґрунтування техніко-економічних рішень, що включає проблему вибору планованих засобів поетапного технічного переоснащення підприємств, що експлуатуються.

Без прогнозу майбутнього розвитку промислового підприємства неможливо знайти його оптимальне техніко-економічне рішення в початковий період дослідження.

Усе це в значній мірі ускладнює математичну частину розв'язання задачі планування інвестицій, які вкладаються у технічне переоснащення діючих промислових підприємств при теоретично необмеженій кількості їх можливих технічних станів.

Цільову функцію в цьому випадку варто розглядати в багатовимірному просторі. Оптимізація таких функцій

складає відомі математичні труднощі, особливо якщо ці функції нелінійні.

У зазначених випадках необхідно використовувати такі методи рішення, що відповідали б умовам багатомірності задачі, враховували вплив достатньо віддаленої перспективи на прийняте техніко-економічне рішення в початковий період дослідження.

Найбільш повно всім цим вимогам технічного переоснащення такої складної техніко-економічної системи, якою є діючі промислові підприємства, відповідають динамічні моделі оптимізації. Вони дозволяють проводити покрокову оптимізацію багатоетапних процесів з метою одержання оптимального результату щодо загального рішення. При цьому оптимізація складної функції багатьох змінних розглядається як послідовність оптимізації набагато простіших функцій однієї чи декількох змінних. Рішення задачі отримуємо як для всього періоду дослідження, так і для кожного його року, що дозволяє проаналізувати динаміку розвитку технічного переоснащення устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій асоціації промислових підприємств.

Задача підтримки прийняття рішень при визначенні оптимальної інвестиційної політики асоціації промислових підприємств при їхньому технічному переоснащенні устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій розглядається в динамічній постановці.

Результатом розв'язання задачі повинно бути віднайдення такої етапності технічного переоснащення кожного з промислових підприємств, що привела б до одержання найбільшого економічного ефекту за визначений період планування для всієї асоціації промислових підприємств у цілому.

Задача розв'язується в два етапи. На першому етапі знаходиться множина оптимізованих економічно раціональних варіантів поетапного технічного переоснащення устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій кожного промислового підприємства, що входить в асоціацію, на другому – вибирається оптимальне рішення для кожного промислового підприємства з урахуванням спільної мети асоціації в цілому.

Управління технічним переоснащенням устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій кожного промислового підприємства задається таблицею можливих переходів, що будується за принципом сумісності і поєднання ресурсозберігаючих технологій.

Стан промислового підприємства однозначним чином визначає його виробничу потужність та інші технічні, економічні й екологічні показники.

Послідовність станів по роках поетапного впровадження устаткування реалізації ресурсозберігаючих технологій на промисловому підприємстві утворює траєкторію його розвитку. Сукупність траєкторій розвитку при фіксованих кінцевих станах задають у тому числі варіанти обсягів інвестування і термінів їхнього здійснення для виконання визначеного виду робіт у плановому періоді.

Результати розв'язання задачі залежать від правильного вибору критерію оптимальності, обмежень, економіко-математичного методу. Вибір належного критерію є основною проблемою правильності постановки задачі оптимізації. Цей вибір залежить від спільної мети, що ставиться перед асоціацією.

Промислові підприємства як об'єкт дослідження розглядаються як деяка підсистема спільної системи – асоціації промислових підприємств.

Стан технічного переоснащення діючого промислового підприємства устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій в будь-який момент часу  $t$  періоду планування  $[\overline{1, T}]$  описується вектором  $b_t$ , що належить області  $R_t$  – станів, припустимих за технічними, економічними, екологічними показниками, вимогами і обмеженнями.

З перебігом часу підсистема піддається змінам. Математично це означає, що змінні, які описують систему, піддаються деяким перетворенням.

Зміна хоча б одного з параметрів, що характеризують стан  $b_i$  підсистеми, означає перехід у відповідно новий стан  $b_j$ . Перехід здійснюється під впливом певним чином обраного перетворення  $P_{ij}$ . Вибір можливих перетворень визначається таблицею допустимих переходів, перелік яких дозволяє упорядкувати послідовність розвитку підсистеми.

Упродовж визначеного умовою задачі проміжку часу необхідно прийняти деяку послідовність рішень. Кожне рішення є вибором деякого числа змінних, що визначають перетворення, яке слід застосувати. Не применшуючи спільності, можна вважати, що рішення про поведінку підсистеми приймається не частіше, ніж один раз на рік, тому в плановому періоді проходимо  $T$  кроків, тобто послідовно вибираємо  $T$  перетворень  $P_1, P_2, \dots, P_t, \dots, P_T$  станів, що дають послідовність:

$$b_1 = P_1(b_0), b_2 = P_2(b_1), \dots, b_t = P_t(b_{t-1}), \dots, b_T = P_T(b_{T-1}),$$

де  $P_t$  – перетворення, обране в рік  $t$ .

На множині варіантів  $W$  визначена деяка система обмежень, що виділяє підмножину  $U \in W$ . Траєкторії, що входять до  $U$ , називаємо припустимими.

Серед усіх припустимих траєкторій  $W$  необхідно знайти оптимальну  $W^*$ , на якій задана функція – критерій приймає мінімальне значення.

У випадку дослідження дискретного, детермінованого процесу динамічного розвитку технічного переоснащення промислового підприємства устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій цей процес складається з кінцевого числа кроків, а на кожному кроці вибір провадиться тільки з кінцевого числа альтернатив.

При розгляді задачі в зазначеній постановці істотно, що мінімальне значення функції – критерію залежить тільки від початкового стану  $b_0$  і числа кроків  $T$ . Це базується на принципі оптимальності Беллмана – оптимальна поведінка має ту властивість, що які б не були початковий стан і рішення в початковий момент, наступні рішення повинні складати оптимальну поведінку щодо стану, що одержаний у результаті першого рішення [6].

Математичне перефразування цього принципу дає функціональні рівняння, що відповідають сумарним приведеним витратам при здійсненні  $t$ -го кроку процесу рішення, якщо початковий стан підсистеми  $b_0$  і використовуються оптимальні перетворення. Така послідовність визначається для  $t = 0, 1, 2, \dots, T$  і для всіх  $b_0 \in R_0$ . Назвемо її траєкторією розвитку підсистеми.

У загальному вигляді постановку задачі оптимізації розвитку технічного переоснащення діючого промислового підприємства устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій при поетапному їх впровадженні можна сформулювати наступним чином.

Побудувати таку траєкторію розвитку досліджуваної підсистеми, яка переводила б її з деякого початкового стану  $b_0 \in R_0$  у фіксований кінцевий стан  $b_T \in R_T$ , щоб у кожен момент часу  $t$  стан підсистеми, що відповідає цій траєкторії, задовольняв обмеженням по роках планового періоду, а значення функції-критерію було б мінімальним.

Ще однією властивістю обраної функції-критерію, що може бути використана при виборі чисельного методу рішення поставленої задачі, є монотонна рекурсивність.

У результаті реалізації економіко-математичної моделі першого етапу оптимізації інноваційної політики асоціації промислових підприємств одержуємо стільки варіантів траєкторій технічного переоснащення досліджуваного підприємства устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій, скільки кінцевих станів  $R_T$  може бути при прийнятих обмеженнях року  $T$ .

Для кожного варіанта  $j$  траєкторії розвитку технічного переоснащення  $n$ -го підприємства устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій як вихідну інформацію першої моделі одержуємо:  $K_{njt}$  – необхідні інвестиції по роках розвитку;  $P_{njt}$  – очікуваний приріст прибутку по роках розвитку.

Другий етап оптимізації передбачає розгляд оптимізованих варіантів розвитку технічного переоснащення кожного промислового підприємства для вибору єдиного сукупного варіанта, що дає максимальний економічний ефект для асоціації в цілому.

Оптимізаційний процес другого етапу проводиться за умови, що повинно бути обрано тільки по одному з усіх припустимих варіантів розвитку технічного переоснащення устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій для кожного промислового підприємства

$$\sum_{j=1}^{R_T} x_{nj} = 1,$$

де  $x_{nj} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } j - \text{й варіант розвитку технічного} \\ \text{переоснащення } n - \text{го підприємства} \\ \text{входить до сукупного варіанту асоціації;} \\ 0 - \text{у протилежному разі.} \end{cases}$

Потрібно визначити таке сполучення варіантів розвитку технічного переоснащення промислових підприємств устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій, що, відповідаючи прийнятним вимогам і обмеженням, забезпечувало б одержання максимальної ефективності освоєння інвестицій для асоціації в цілому.

Показник спільної ефективності інвестицій по всіх досліджуваних промислових підприємствах визначається як відношення сумарних приростів прибутку по кожному промислому підприємству до інвестицій, що викликали ці прирости.

Для кожного варіанту  $j = 1, 2, \dots, R_T$  розраховуємо: сумарні прирости прибутку  $P_{nj}$  за період  $[1, T]$  і сумарні інвестиції  $K_{nj}$  за період планування.

Критерій оптимальності – максимум ефективності капітальних вкладень – зводиться до оптимізації наступної функції:

$$E = \left( \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^{R_T} P_{nj} x_{nj} \alpha_t \right) / \left( \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^{R_T} K_{nj} x_{nj} \alpha_t \right) \rightarrow \max ,$$

де  $\alpha_t$  – коефіцієнт приведення різночасових витрат і прибутків.

Задача зводиться до пошуку для кожного  $n = 1, 2, \dots, N$  єдиного  $j \in \overline{1, R_T}$ , при якому  $x_{nj} = 1$  і приводить до максимуму функцію  $E$ .



Основою системи економіко-математичних моделей

є:

- модель поетапного переоснащення промислових підприємств асоціації економічно раціональним устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій;
- модель оптимізації розподілу інвестицій між промисловими підприємствами, що входять в асоціацію.

Методом оптимізації, що використовується в цих моделях є метод послідовного розвитку, аналізу, порівняння і відсіювання неконкурентоспроможних варіантів як один з методів теорії дослідження операцій [7].

Для реалізації моделі поетапного впровадження устаткування ресурсозберігаючих технологій на діючих промислових підприємствах галузі необхідно визначити техніко-економічні параметри, що підлягають дослідженню, які повною мірою характеризують його технічні й економічні показники. Параметри можуть бути в більшому чи меншому ступені агрегованими, але обов'язковою умовою при їхньому виборі повинно бути наступне: у процесі розвитку досліджуваного об'єкта його майбутній розвиток не повинен залежати від минулого, що дозволяє використовувати принцип оптимальності Беллмана, розглянути всі можливі варіанти проектних рішень, але не усі з них досліджувати до кінця, а відсівати значну частину з них на перших же кроках, як тільки надасться можливість для їхнього порівняння [8].

Багатоваріантний підхід гарантує одержання оптимального і близьких до нього за обраним критерієм варіантів проектних рішень. Одержання всіх можливих по фіксованих кінцевих станах оптимізованих за заданим критерієм варіантів з урахуванням необхідних обмежень дозволить врахувати ряд факторів, що не піддаються

формалізації, а також суб'єктивних факторів і обмежень та прийняти єдино правильне рішення.

*Асоціації промислових підприємств можуть мати спільне для підприємств устаткування багатофункціонального призначення, що реалізує ресурсозберігаючі технології.*

Нехай обсяг робіт  $d$ -го виду ( $d = 1, 2, \dots, D$ ), що підлягають виконанню підприємствами асоціації в рік  $t \in (1, 2, \dots, T)$ , складає  $Q_{dt}$ . Роботи  $d$ -го виду можуть бути виконані декількома типами устаткування з наявного у розпорядженні асоціації  $n \in (1, 2, \dots, N)$ .

Позначимо через

$$y_{dn} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } d - \text{й вид роботи може бути} \\ \text{виконаний } n - \text{м типом устаткування;} \\ 0 - \text{у протилежному разі.} \end{cases}$$

Обсяг роботи  $d$ -го виду, що може бути виконаний устаткуванням  $n$ -го типу в рік  $t$ , розраховується згідно з формулою:

$$\Pi_{dnt} = U_{dn} Z_{nt} T_n y_{dn},$$

де  $U_{dn}$  – продуктивність устаткування  $n$ -го типу при виконанні  $d$ -го виду роботи;

$Z_{nt} T_n$  – бюджет часу в експлуатації  $Z_{nt}$  устаткування  $n$ -го типу в рік  $t$ .

Формула для розрахунку обсягу робіт  $d$ -го виду, що може бути виконаний устаткуванням, що функціонує у рік  $t$ , має вигляд:

$$\Pi_{dt} = \sum_{n=1}^N \Pi_{dnt} \quad \forall d = \overline{1, D} .$$

Обсяг роботи  $d$ -го виду, що приходиться в рік  $t$  на устаткування нових, високопродуктивних типів

$n = m+1, m+2, \dots, N$ , що введене в експлуатацію в період часу  $[1, T]$ , визначається згідно з формулою

$$q_{dt} = Q_{dt} - \sum_{n=1}^m \Pi_{dnt}$$

за умови неубування обсягів відповідного виду робіт у процесі розвитку технічного переоснащення підприємств асоціації за рахунок поповнення відповідним устаткуванням:

$$q_{dt} \geq q_{d, t-1}.$$

Капітальні вкладення на поповнення складу устаткування у рік  $t$  складуть:

$$K_t = \sum_{d=1}^D K_{dt}^{np} (q_{dt} - q_{d, t-1}) + \sum_{n=1}^N C_n (Z_{nt} - Z_{n, t-i}),$$

де  $K_{dt}^{np}$  – капітальні вкладення в проектоване устаткування на одиницю виконуваної роботи  $d$ -го виду в рік  $t$ ;

$C_n$  – ціна устаткування залежно від типу:  $n = 1, 2, \dots, N$

Експлуатаційні витрати на утримання устаткування в рік  $t$  складуть:

$$E_t = \sum_{d=1}^D E_{dt}^{np} (q_{dt} - q_{d, t-1}) + \sum_{n=1}^N \sum_{d=1}^D S_{dn} \Pi_{dnt} y_{dn} + \sum_{n=1}^n (R_n^{\text{экс}} T_n + R_n^{\text{простой}} + R_n^{\text{дон}} + R_n^{\text{рем}}) Z_{nt},$$

де  $E_{dt}^{np}$  – експлуатаційні витрати проектованого устаткування на одиницю виконуваної роботи  $d$ -го виду в рік  $t$ ;

$S_{dn}$  – собівартість виконання  $d$ -го виду робіт устаткуванням  $n$ -го типу;

$R_n^{\text{экс}}$  – витрати на утримання устаткування  $n$ -го типу в процесі експлуатації;

$T_n$  – час в експлуатації устаткування  $n$ -го типу;

$R_n^{\text{простой}}$  – витрати на утримання устаткування  $n$ -го типу при непрацюючому стані;

$R_n^{рем}$  – витрати на ремонт устаткування  $n$ -го типу;

$R_n^{доп}$  – додаткові витрати, пов'язані з умовами експлуатації устаткування  $n$ -го типу.

Вибір типів устаткування та відповідної їх кількості при плануванні поетапного розвитку технічного переоснащення асоціацій промислових підприємств устаткуванням багатофункціонального призначення доцільно здійснювати за критерієм мінімуму сумарних приведених витрат за весь досліджуваний період планування  $[1, T]$  згідно з формулою:

$$F_T = \sum_{t=1}^T (K_t + E_t) \eta_t \rightarrow \min ,$$

де  $\eta_t = 1 / (1 + E_{nn})^t$  – коефіцієнт приведення розосереджених у часі витрат до початкового моменту часу періоду дослідження розвитку системи;

$E_{nn}$  – нормативний коефіцієнт приведення.

Розподіл фінансових коштів при поетапному плануванні розвитку технічного переоснащення асоціації підприємств за рахунок поповнення новим, високопродуктивним устаткуванням повинен відповідати економічно доцільному співвідношенню капітальних вкладень на його поповнення та експлуатаційних витрат на утримання.

Побудова оптимальної етапності поповнення новим, високопродуктивним устаткування за роками розвитку  $t = 1, 2, \dots, T$  повинна проводитися при наступних обмеженнях:

– обов'язкове виконання планових завдань за обсягами кожного з  $d = 1, 2, \dots, D$  видів робіт:

$$P_{dt} \geq Q_{dt},$$

де  $Q_{dt}$  – плановані в рік  $t$  обсяги роботи  $d$ -го виду;

– обмеження на постачання нового, високопродуктивного устаткування різних типів:

$$\Delta Z_{nt} \leq Z_{nt}^* \quad \forall n = \overline{m+1, N},$$

де  $\Delta Z_{nt} = Z_{nt} - Z_{n,t-1}$  – необхідна кількість нового, високопродуктивного устаткування  $n$ -го типу в рік  $t$ ;

$Z_{nt}^*$  – максимальна кількість нового, високопродуктивного устаткування  $n$ -го типу, що може бути введене в експлуатацію в рік  $t$ ;

– ліміт по капітальних вкладеннях на розвиток технічного переоснащення новим, високопродуктивним устаткуванням підприємств асоціації

$$K_t \leq K_t^*,$$

де  $K_t^*$  – максимально можливий обсяг капітальних вкладень, що може бути виділений на розвиток технічного переоснащення асоціації в рік  $t = 1, 2, \dots, T$ .

Перспективний поетапний розвиток технічного переоснащення асоціації підприємств галузі новим, високопродуктивним устаткуванням висуває вимоги досліджувати всі можливі варіанти:

– поповнення устаткування з урахуванням вибуття (списання) деякої його кількості за типами, що знаходяться в експлуатації, у зв'язку з його моральною застарілістю та/або фізичною зношеністю;

– економічно доцільного використання при виконанні різних видів робіт.

Технічне переоснащення асоціації промислових підприємств галузі розглядається як техніко-економічна система, стани якої визначаються кількістю устаткування кожного досліджуваного типу  $n = 1, 2, \dots, N$ . Число станів системи залежить від максимально можливого сполучення досліджуваних параметрів – типів устаткування.

Поетапно, у рамках періоду планування, із кроком у 1 рік дослідженню підлягають усі стани системи, що

справляються з плановим завданням із усіх видів робіт  $d = 1, 2, \dots, D$ . Назвемо такі стани працездатними в досліджуваній рік.

Кожен стан аналізуємо з погляду економічної доцільності виконання тих чи інших обсягів кожного виду робіт, кожним типом устаткування.

У процесі поетапного розвитку, при зміні хоча б одного чисельного значення параметра стану, система переходить у відповідний новий стан. Правила переходу з одного стану в інший, що визначають допустимість переходу в даний рік  $t$ , повинні містити в собі наступні основні вимоги:

– стан, з якого відбувається перехід, повинен бути працездатним у минулий досліджуваній рік  $t - 1$ ;

– у наступний рік  $t + 1$  поповнення устаткування різних типів з урахуванням вибуття (списання) його частини минулого стану повинно відповідати прийнятним обмеженням на постачання устаткування кожного досліджуваного типу;

– сумарна ціна нового устаткування не повинна перевищувати відповідних обмежень по капітальних вкладеннях.

Послідовність станів на обраному відрізку часу назвемо траєкторією розвитку системи.

Від параметрів працездатних станів року  $t - 1$  віднімаємо відповідне число устаткування визначених типів, що підлягають вибуттю (списанню) в рік  $t - 1$ .

Параметри станів, отриманих таким чином, будуть вихідними для побудови продовжених відрізків траєкторій від року  $t - 1$  до року  $t$ .

Поповнення технічного оснащення новим устаткуванням відповідних типів при переході від

вихідних станів року  $t - 1$  до працездатних станів року  $t$  повинно відповідати наступним обмеженням:

– кількість додаткового нового устаткування відповідних типів не повинна перевищувати максимально можливого числа поставок нового устаткування цього типу в досліджуваній рік;

– капітальні вкладення по переходу системи з вихідних станів року  $t - 1$  до працездатного стану року  $t$  не повинні перевищувати максимально припустимої суми капітальних вкладень, виділених на поповнення технічного оснащення підприємств асоціації новим, устаткуванням в рік  $t$ .

Задача оптимального технічного переоснащення асоціації промислових підприємств галузі новим, високопродуктивним устаткуванням розглядається як визначення економічно раціональної послідовності станів системи, що приводить до мінімуму функцію-критерій.

Необхідно досліджувати всі припустимі за технічними і економічними обмеженнями варіанти переходу з кожного працездатного стану системи досліджуваного року, у кожен працездатний стан наступного року, тобто аналізуються всі припустимі траєкторії розвитку системи.

Методика проведення оптимізаційних розрахунків із поетапного технічного переоснащення асоціації промислових підприємств галузі технологіями багатофункціонального призначення будується так, щоб розглянути всі припустимі траєкторії розвитку системи для визначення оптимальної. Однак не усі з них по можливості досліджуються до кінця, а виключаються ті, котрі за тими чи іншими ознаками не можуть бути оптимальними як для всієї системи в цілому, так і для фіксованого кінцевого стану [9].

Назвемо частково оптимальними відрізками траєкторій оптимізовану послідовність станів на початковому відрізку часу з загального періоду дослідження.

Частково оптимальна траєкторія будується за алгоритмом, що забезпечує оптимальність даного відрізка при переході системи або з фіксованого початкового стану, або з будь-якого працездатного початкового стану системи року  $t = 1$  і переводить систему за період часу  $[1, T]$  у фіксований припустимий стан року  $T$ .

Оптимальна траєкторія повинна розглядатися в сенсі визначення оптимальної тенденції розвитку технічного переоснащення асоціації промислових підприємств устаткуванням багатофункціонального призначення на досить віддалену перспективу, у межах якої можна гарантувати реальність планових показників.

Оптимальна тенденція визначає таке за заданим критерієм поведіння системи, що не змінить траєкторію розвитку системи в початковий період часу при збільшенні періоду, усередині якого відбувається порівняння варіантів.

Оптимальне поведіння системи розвитку технічного переоснащення асоціації підприємств на відрізку часу  $[1, t]$ , де  $t \leq T$ , може не бути складовою частиною оптимальної траєкторії в цілому, тобто не кожен частково оптимальний відрізок входить складовою частиною в оптимальну траєкторію для економічної задачі.

Це може трактуватися в такий спосіб. Якщо деякий набір устаткування є оптимальним для даного фіксованого моменту часу, то це зовсім не означає, що саме стан, що відповідає цьому набору устаткування, повинен входити в послідовність станів, що визначають оптимальну траєкторію.



Більш того, сполучення параметрів стану, що являють собою набір устаткування, що мають для заданих обсягів виконуваних робіт деякий резерв можливості їхнього виконання й у силу цього великі капітальні вкладення і поточні витрати в порівнянні зі станом, що не має такого резерву, може надалі ввійти в послідовність станів оптимальної траєкторії.

З урахуванням розвитку системи устаткування багатофункціонального призначення на тривалому відрізку часу визначається економічно раціональне сполучення капітальних вкладень і експлуатаційних витрат, здійснених у процесі надходження й експлуатації устаткування нових, високопродуктивних типів.

У досліджуваному періоді передбачається наявність ситуації, коли деякий резерв можливості виконання обсягів необхідних видів робіт стану не тягне в наступні роки додаткових капітальних вкладень на поповнення устаткування, а зменшує цей резерв при збільшенні обсягів робіт при наступному розвитку системи.

Модель поповнення устаткування, ґрунтуючись на вищесказаному, повинна будуватися на принципах динамічного програмування і визначати не тільки оптимальну тенденцію розвитку, але й оптимальні траєкторії по фіксованому кінцевому стану досліджуваної системи, а також близькі по величині критерію до траєкторії, що визначає оптимальну тенденцію розвитку. Модель повинна також дозволяти досліджувати вплив різних економічних факторів на вибір оптимального управління поведінням системи [10].

Зазначеним вимогам відповідає метод послідовного аналізу варіантів і його часткова чисельна схема рішення, що використовує основні властивості функції-критерію, а саме, його адитивність і монотонну рекурсивність [7].

Алгоритм проведення оптимізаційних розрахунків задачі поетапного переоснащення асоціації промислових підприємств галузі устаткуванням багатофункціонального призначення відповідає описаній нижче методиці.

Оптимізаційні динамічні розрахунки великих систем неможливі без використання економіко-математичних моделей і методів. Такі моделі при теоретичній розробці варто було б орієнтувати на методи динамічного програмування, що розглядають системи, що піддаються в часі визначеним перетворенням.

Процес рішення в цьому випадку полягає в знаходженні оптимального перетворення системи за заданим критерієм оптимальності. Однак, застосування методу динамічного програмування до більшості практичних оптимізаційних задач зазвичай приводить до такого збільшення розмірності задач, що вони важко можуть бути реалізовані в повному обсязі в реальному масштабі часу.

Тому для динамічних задач доводиться знаходити специфічні прийоми побудови їхніх алгоритмів. Методика проведення оптимізаційних розрахунків, заснована на послідовному аналізі варіантів, є досить наочним і точним відображенням реального розвитку техніко-економічних систем стосовно їхнього технічного переоснащення.

Для побудови алгоритму припустимо, що досліджувана система може знаходитися в  $M$  різних станах, обумовлених прийнятими параметрами – кількістю устаткування кожного досліджуваного типу. Нехай ці стани занумеровані в довільному порядку числами  $1, 2, \dots, M$ . Порядок нумерації станів значення не має, але, будучи один раз прийнятим, повинен зберігатися протягом усього процесу оптимізації.

Зміна стану системи, як правило, пов'язана з додатковими капітальними вкладеннями, значення яких обчислюється в залежності від обсягу необхідних капітальних вкладень у параметри стану, що змінилися у процесі розвитку системи. Таким чином, відрізок траєкторії між двома суміжними станами відповідає визначене правило обчислення функції-критерію.

Процес оптимізації відбувається в такий спосіб. Послідовно будуються відрізки траєкторії зростаючої довжини; з них виключаються ті, котрі не є допустимими за технологічними вимогами і економічними обмеженнями досліджуваного року; серед допустимих вибираються групи порівнянних, потім у кожній такій групі визначається найкращий відрізок траєкторії за заданим критерієм, що і залишається для подальшого продовження й аналізу.

Далі розглядаються продовження відрізків траєкторій – найкращих представників кожної групи, на наступній стадії оптимізаційних розрахунків вибираються найкращі відрізки вже більшої довжини аж до одержання повного рішення.

На останньому кроці маємо  $B_T$  станів, для кожного з яких отримана оптимальна за заданим критерієм траєкторія розвитку (структури) устаткування. За фіксованими попередніми станами оптимізованих траєкторій легко можна відновити кожен за фіксованим кінцевим станом траєкторію розвитку системи.

Рішення задачі оптимізації розвитку технічного переоснащення асоціації промислових підприємств галузі методом послідовного аналізу варіантів дозволяє простежити хід розвитку системи в цілому як з якісного, так і з кількісного боку. Ця обставина дозволяє приймати

рішення, що найбільш точно відповідають конкретним умовам їхньої реалізації.

Основна частина алгоритму може бути проілюстрована в такий спосіб [9, 10].

Функція-критерій є адитивним монотонно-рекурсивним функціоналом, покрокова оптимізація якого методом послідовного аналізу варіантів проводиться за правилом:

$$\min_{b_t \in B_t} F_t(b_t) = \min_{b_t \in B_t} \left\{ \min_{\substack{b_{t-1} \in B_{t-1} \\ \chi_{b_{t-1}b_t} \neq 0 \\ \chi_{b_t} \neq 0}} (F_{t-1}^*(b_{t-1}) + K_t(b_{t-1}, b_t) \chi_{b_{t-1}b_t} \eta_t) + \mathcal{E}_t(b_t) \chi_{b_t} \eta_t \right\}$$

де  $B_t$  – область допустимих за плановими і техніко-економічними показниками станів  $b_t$  року  $t$ ;

$K_t(b_{t-1}, b_t)$  – капітальні вкладення по переходу зі стану  $b_{t-1}$  у стан  $b_t$ ;

$\chi_{b_{t-1}b_t} = \{1, 0\}$  – булева змінна, що визначає допустимість суміжності за плановими техніко-економічними вимогами і обмеженнями станів  $b_{t-1}$  і  $b_t$ ;

$\chi_{b_t} = \{1, 0\}$  – булева змінна, що визначає приналежність стану  $b_t$  області допустимих станів  $B_t$ ;

$E_t(b_t)$  – експлуатаційні витрати по стану  $b_t$ ;

$F_{t-1}^*(b_{t-1})$  – мінімальне значення критерію на відрізку траєкторії, що закінчується станом  $b_{t-1}$  у році  $t - 1$ .

Для проведення розрахунків за алгоритмічною схемою необхідно, щоб у кожний розглянутий рік  $t$  хоча б один стан був допустимим, тобто  $\sum_{b_t \in B_t} \chi_{b_t} \geq 1$ , інакше

процес рішення припиняється на  $(t - 1)$ -му кроці.

З математичного запису формули-критерію видно, що накопичення і мінімізація сумарних приведених витрат

– капітальних вкладень і експлуатаційних витрат – проводиться від року до року для кожного допустимого за плановими і техніко-економічними показниками стану і ґрунтується на мінімальній сумі приведених витрат послідовності станів, що закінчується розглянутим допустимим станом минулого досліджуваного року  $b_{t-1}$ , і капітальних вкладеннях по переходу у відповідний допустимий стан дійсного досліджуваного року  $b_t$ , приведених до початкового моменту часу періоду дослідження розвитку устаткування багатофункціонального призначення в асоціації промислових підприємств. Додаток до цієї суми експлуатаційних витрат досліджуваного стану  $b_t \in B_t$  з дисконтом часу визначить приведені витрати, накопичені аж до стану  $b_t$ .

Таким чином, правила побудови допустимих варіантів, аналізу і вибраковці неконкурентоспроможних з них засновані на використанні властивостей функції-критерію і дозволяють проаналізувати всі допустимі варіанти рішення, але не усі з них досліджувати до кінця, а відбракувати значну частину з них на перших же кроках процесу оптимізації.

У результаті з'являється можливість одержати не тільки глобальний оптимум, але і групу оптимізованих варіантів, близьких до оптимального за значенням критерію. Всі отримані в результаті рішення оптимізовані варіанти, що мають своєю траєкторією розвитку різні кінцеві стани  $b_T \in B_T$ , підлягають експертній оцінці учасниками інвестиційної угоди.

Обраний метод рішення задачі оптимізації розвитку технічного переоснащення промислових підприємств устаткуванням багатофункціонального призначення, що реалізує ресурсозберігаючі технології, відповідає всім

запропонованим до даної моделі вимогам, а саме, дозволяє:

– визначити економічно раціональний поетапний розвиток устаткування багатофункціонального призначення асоціації промислових підприємств на тривалу перспективу у взаємозв'язку з ефективним його використанням при виконанні різних видів робіт;

– визначити не тільки оптимальні за критерієм мінімуму приведенних витрат за весь термін порівняння варіанти розвитку устаткування багатофункціонального призначення асоціації промислових підприємств, але також варіанти, близькі до оптимального в деяких заданих межах розрахунків.

### **Висновки.**

Методичні засади оптимізації інноваційної політики асоціації промислових підприємств за умови банківського інвестиційного кредитування їх поетапного технічного переоснащення устаткуванням реалізації ресурсозберігаючих технологій, що базуються на застосуванні методу послідовного аналізу варіантів, дозволяють:

– удосконалити процедуру економічної експертизи банком зведених документів обґрунтування інвестицій: інвестиційних або інноваційних проектів, техніко-економічного обґрунтування, бізнес-планів, розрахунків економічної ефективності, інших документів інвестиційної діяльності;

– удосконалити методи обґрунтування банком доцільності вкладання капіталу;

– визначити потенційну можливість реалізації інвестиційного проекту за рахунок коштів банку та спроможності позичальника раціонально розпорядитися

залученими інвестиційними коштами з метою отримання очікуваного результату;

– забезпечити підтримку прийняття управлінських рішень учасниками інвестиційної угоди.

**Список використаних джерел**

1. Закон України «Про інвестиційну діяльність» Відомості Верховної Ради України, 1991, N 47.
2. Закон України «Про інноваційну діяльність» Відомості Верховної Ради України, 2002, N 36.
3. Господарський кодекс України. – К. : Парламентське вид-во, 2003. – 212 с.
4. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 7 “Основні засоби” зі змінами і доповненнями, внесеними наказом Міністра фінансів України № 304 від 30.11.2000р., № 989 від 25.11.2002 р. // Бухгалтерський облік і аудит. – 2002. - №12. – с. 33-36.
5. Пересада А.А., Майорова Т.В. Інвестиційне кредитування: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2002. – 271 с.
6. Беллман Р. Динамическое программирование. – М. : ИЛ, 1960. – 400 с.
7. Михалевич В.С. Последовательные алгоритмы оптимизации и их применение // Кибернетика, 1965, № 1. – с. 45 – 56, № 2. – с. 85 – 88.
8. Кочура С.Н. Об одном алгоритме оптимизации распределения капиталовложений, использующем булевы переменные // Кибернетика, 1979, № 4. – с. 88 – 92.
9. Духота Є.В. Економіко-математичне моделювання поетапного технічного переоснащення асоціації промислових підприємств технологіями багатофункціонального призначення // Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем : Збірник наук. праць. – Вип. 12 – К.: МННЦІТ і С НАНУ та МОНУ, 2007 – С. 202 – 210.
10. Духота Є.В. Система економіко-математичних моделей оптимізації інвестиційної політики асоціації промислових підприємств // Моделювання та інформатизація соціально-економічного розвитку: Збірник наук. праць. – Вип. 7 – К.: ДНДІМЕ, 2006 – С. 134 – 143.