

### Аналіз теоретичних основ оптимізації портфеля високих технологій

Omelianenko, V.A.

Veröffentlichungsversion / Published Version

Zeitschriftenartikel / journal article

#### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Omelianenko, V. (2014). Аналіз теоретичних основ оптимізації портфеля високих технологій. *European Journal of Management Issues*, 3, 53-61. <https://doi.org/10.15421/191408>

#### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY Lizenz (Namensnennung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

#### Terms of use:

This document is made available under a CC BY Licence (Attribution). For more information see:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

4. Хейвуд Дж. Б. Аутсорсинг: в поисках конкурентных преимуществ / Дж. Б. Хейвуд; пер. с англ. — М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. - 176 с.
5. Матвеев Д. Пять шагов на пути к ИТ-аутсорсингу / Д. Матвеев [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.intr.ru/contentid-45.html>.
6. Иерархия рисков: от редких до определенных, от незначительных до катастрофических [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.pmtoday.ru/project-management/risks/ranking-risks.html>.
7. Cowan j., Helmcamp K., Hemerling J., Hsu H., Zinser M. Riding the next wave of outsourcing. Boston consulting group, 2004.
8. Алиева М. З. Научное обоснование передачи в аутсорсинг немедицинских услуг учреждений здравоохранения астраханской области / М. З. Алиева, И. В. Ганжа, А. Р. Евсеева [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/nauchnoe-obosnovanie-peredachi-v-outsorsing-nemeditsinskih-uslug-uchrezhdeniy-zdravooohraneniya-astrahanskoj-oblasti>.
9. Партин Г. О. Основні види аутсорсингу та їх застосування в управлінні діяльністю підприємства / Г. О. Партин [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/16661>.
10. Загородній А. Г. Аутсорсинг та його вплив на витрати підприємства / А. Г. Загородній, Г. О. Партин // Фінанси України. – 2009. – № 9 (166). – с. 87-97.
11. Куцин Е. М. Теоретичні та прикладні аспекти аутсорсингу / Е. М. Куцин // Вісн. Хмельн. нац. ун-ту. – 2011. – №1. – С. 213-217.
12. Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / Б. Андерсен. - М.: РИА «Стандарты и качество», 2003. - 272 с.
13. Андерсон Э. Аутсорсинг в продажах / Э. Андерсон, Б. Тринкл. - М.: Добрая книга, 2006. - 416 с.
14. Мескон М. Х. Основы менеджмента / М. Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. - М.: Дело лтд, 1995. - 704 с.
15. Филина Ф. Н. Аутсорсинг бизнес-процессов. Проблемы и решения / Ф. Н. Филина. - М.: Гроссмедиа, Росбух, 2008. - 208 с.

*Надійшла до редколегії 14.01.2014*

УДК 330.322: 339.727.22

В. А. Омеляненко

*Сумський державний університет*

## **АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОРТФЕЛЯ ВИСОКИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Проаналізовано особливості управління технологічним портфелем високотехнологічних підприємств. Проаналізовано та систематизовано основні підходи до визначення складу технологічного портфеля та основні фактори його формування. Визначено можливості використання генетичних алгоритмів для управління технологічним портфелем та запропоновано теоретичні основи оптимізації його складу на основі ресурсних та інноваційних критеріїв.

*Ключові слова:* технологічний портфель, генетичний алгоритм, оптимізація, високі технології, трансфер технологій.

**Проанализированы особенности управления технологическим портфелем высокотехнологических предприятий. Проанализированы и систематизированы основные подходы к определению состава технологического портфеля и основные факторы его формирования. Определены возможности использования генетических алгоритмов для управления технологическим портфелем и предложены теоретические основы оптимизации его состава на основе ресурсных и инновационных критериев.**

*Ключевые слова:* технологический портфель, генетический алгоритм, оптимизация, высокие технологии, трансфер технологий.

**The paper deals with the characteristics of technological portfolio of high-tech enterprises. The main approaches to determine the composition of the portfolio process and the main factors of its formation were analyzed and systematized. The possibility of using genetic algorithms to control the technological portfolio were identified and offered the theoretical foundations of the optimization of its structure on the basis of resource and innovation criteria.**

*Key words:* technology portfolio, genetic algorithm, optimization, high technology, technology transfer.

**Вступ.** Підприємство, що розробляє, купує та застосовує сучасні технології, стикається з трьома основними проблемами, оскільки для успішної роботи необхідно швидко впроваджувати нові технології, ефективно їх застосовувати для задоволення потреб ринку, а також постійно оптимізувати взаємодію технологій з матеріальними і трудовими ресурсами. Виходячи з динаміки інноваційних процесів необхідно реалізовувати системний процес управління портфелем технологій для підвищення конкурентоспроможності, але можливості підприємств у частині формування технологічного портфеля не безмежні. Природними обмеженнями є доступні підприємствам ресурси. Крім того, у високотехнологічних галузях такою перешкодою є ускладнення застосовуваних технологій, що обмежує можливості підприємств у самостійній розробці та використанні технологій. За таких умов підвищується роль процесів трансферу технологій, що дозволяють підприємствам отримувати необхідні технології. Для вирішення цих проблем варто застосувати механізми управління технологічним портфелем.

Теоретичні основи управління технологічним портфелем висвітлені в працях таких вчених, як Ф. Г. Руденко [9], І. В. Муравйов [7], С. С. Корнілов [6], А. Квашнін [4], А. В. Данілін [2], А. І. Слюсаренко [2], Н. В. Глушак [1]. Аналіз зазначених досліджень показав, що питанню високих технологій з ускладненим механізмом оцінки, відбору та управління приділено недостатню увагу. Питання використання економіко-математичних методів досліджували Ю. І. Єременко [3], Є. Е. Ковшов [5], В. М. Устюжанінов [11], однак більшість з цих праць спрямовані на загальноекономічні питання або фінансово-інвестиційну складову. Але, незважаючи на деяку спільність між інвестиційним і технологічним портфелем, у наших попередніх дослідженнях [8] були виділені принципові відмінності управління високими технологіями.

**Постановка завдання.** Метою дослідження є аналіз особливостей оптимізації технологічного портфеля виходячи з його структури та використання генетичного алгоритму для підвищення ефективності управління процесами трансферу технологій з урахуванням характерних рис високотехнологічної сфери. Для досягнення мети були застосовані методи наукової абстракції, порівняльного, структурного аналізу та синтезу, системний підхід.

**Результати.** Основною метою аналізу портфеля є класифікація всіх використовуваних в організації технологій, виділення груп технологій за

пріоритетністю та перспективами подальшого використання. Результатом аналізу повинно стати чітке уявлення про те, які з технологій варто розвивати надалі і на які технології потрібно виділяти додаткові фінансові, науково-технічні та інші ресурси. Таким чином, аналіз технологічного портфеля організації орієнтований у першу чергу на те, щоб виявити найбільш ефективні технології, які повинні скласти основу її технологічної стратегії.

Кожна з категорій проектів трансферу технологій припускає застосування різних підходів до відбору проектів. Загалом процес ґрунтується на досягненні трьох основних цілей управління портфелем технологій:

1) підвищення цінності портфеля за рахунок успішного втілення окремих інноваційних проектів і портфеля технологій у цілому;

2) забезпечення балансу портфеля проектів комерціалізації технологій. Поширеним методом встановлення балансу в рамках портфеля проектів є:

- баланс проектних ризиків і вигід, що отримують власники технологій у ході реалізації проектів комерціалізації технологій;

- баланс простоти реалізації проекту та його привабливості виходячи з ринкового потенціалу та комерційної привабливості технології;

3) встановлення зв'язку проектів комерціалізації технологій зі стратегією діяльності (дослідницький, виробничий профіль або повний виробничий цикл).

Для початку аналізу варто визначити склад технологічного пакета, що містить такі функціональні елементи: технології; зв'язки між технологіями (функціональні, структурні, логічні); базову наукову дисципліну або сукупність таких дисциплін; базову інфраструктуру; базову інституціональну форму; приєднаний семантичний простір. Крім того, кожна галузь має специфічний набір складників портфеля. Наприклад, витрати на ІТ-проекти в контексті управління сукупним портфелем ІТ-активів включають необхідність забезпечення таких чотирьох складників:

- базових транзакційних прикладних систем;
- інформаційних прикладних систем;
- інноваційних (стратегічних) прикладних систем;
- технологічної інфраструктури.

Зокрема, інвестиції в інфраструктуру складають в середньому 54% загальних витрат на ІТ. Тому побудова архітектури підприємства починається саме з технологічної архітектури, оскільки в цій сфері наявні максимальні можливості одержання результатів у формі економії витрат. На базові транзакційні прикладні системи в середньому витрачається 13% бюджету. Характерною рисою цих систем є те, що додаткові витрати на нові транзакції досить малі, якщо система наявна і функціонує, необхідна інфраструктура. Системи, що належать до розряду інформаційних, дуже часто використовують можливості транзакційних систем і забезпечують комунікаційні можливості. Витрати на них становлять у середньому 20% ІТ-бюджету. На інноваційні (стратегічні) системи витрачається в середньому 13% бюджету [2].

Інвестиції в інноваційні (стратегічні) прикладні системи спрямовані на одержання конкурентних переваг. Це непросте завдання, і навіть використання для цих цілей ІТ наразі вже не є інновацією. Компанії, що переважно інвестували в інноваційні системи, у середньому мали більш високу вартість свого людського капіталу. Також їм був потрібен більш тривалий період для одержання позитивного повернення витрат на основні фонди. Але вони водночас швидше виходили на

ринок, їх продукти та послуги сприймалися клієнтами як більш якісні, компанії мали більший прибуток.

Під час аналізу варто враховувати, що високі технології, які входять у пакет, взаємозалежні, розвиваються та у процесі цього розвитку взаємно модифікуються. Тобто технологічний пакет є системою, і лише у такий спосіб сукупне застосування технологій матиме синергетичний ефект порівняно з їх застосуванням ізольовано [10]. Тому у міжнародному вимірі трансфер мінімального технологічного пакета сприяє дифузії технології та високої ймовірності трансферу стандартизованих технологій на ринок приймаючої країни. В результаті відбувається трансфер унікальної технології у високотехнологічні галузі, а стандартизованої і морально застарілої – у переробні трудомісткі галузі.

Також проблемою технологічного розвитку компанії є досягнення балансу між проривними та поліпшувальними проектами в інноваційному портфелі. За різними оцінками практично збалансований портфель робіт закордонних центрів НДДКР включає розробку проривних технологій (15%), технічну підтримку поточного бізнесу (15%), розробку нових поколінь продуктів/процесів (35%) та перспективні дослідження (35%) [7, с. 118].

Управління в високотехнологічній сфері сьогодні потенційно передбачає зміну статусу технології, коли в різних проектах може відбуватися зміна провідного (базового) стану на поліпшувальний (забезпечувальний). Так, Lux Research оцінює частку нанобіотехнологічної продукції в 4% від загального обсягу ринку продукції обробних виробництв в 2014 році, причому нанотехнології будуть застосовуватися в 100% ПК, в 85% побутової електроніки, в 23% фармацевтичних продуктів та в 21% автомобільній продукції. Все це забезпечить нанотехнологіям до 15% від світового обсягу продукції обробних виробництв у 2014 році [12, с. 33].

Технологічні пакети, що реалізують різними способами спільну значиму потребу, групуються в макропакети. Наприклад, макропакет «Космічні технології», що реалізує освоєння новітніх космічних просторів та забезпечує задоволення потреб суспільства в засобах зв'язку та навігації, містить такі основні технологічні пакети:

- технології використання результатів космічної діяльності в різних галузях економіки і сфери безпеки, технології профільної освіти;
- засоби виведення космічних апаратів;
- корисні навантаження для космічних апаратів зв'язку, дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), навігаційних космічних апаратів, геліо- та магнітосферного моніторингу;
- супутникові платформи;
- базові технології в галузі матеріалознавства, включаючи нанотехнології;
- технології виробництва в космосі та космічні біотехнології;
- технології космічної енергетики;
- планетарні дослідження за допомогою автоматичних космічних апаратів;
- пілотовані польоти і космічна медицина;
- рідкоземельні метали в космічній промисловості;
- космічні ядерні енергетичні установки і тепловідільні елементи;
- двигуни космічних апаратів різного призначення (рідинні, ядерні тощо).

Рівень інтеграції окремих технологічних пакетів у макропакети характеризує ступінь технологічного розвитку суспільства. Рівень інтеграції інституціональних

та інфраструктурних рішень у відповідні агреговані рішення характеризує ступінь розвитку економічних відносин у суспільстві та інноваційній системі.

Таким чином, розвиток та удосконалення високих технологій є результатом врахування та використання множини факторів і параметрів, що визначають рівень якості кінцевої продукції. Супутній ріст чисельності сполучень кількісних характеристик технологічних параметрів обумовлює перехід завдання визначення оптимальних технологічних режимів у розряд завдань багатокритеріальної оптимізації [11].

У процесі еволюційного моделювання соціально-економічних систем корисно застосовувати як класичні математичні, так і неklasичні моделі, зокрема ті, що враховують просторову структуру системи (наприклад, клітинні автомати і фрактали), структуру та ієрархію підсистем (наприклад, графи і структури даних), досвід та інтуїцію (наприклад, евристичні або експертні процедури).

Розглянемо відомі способи формування оптимізації портфелів [6, с. 109].

1. Завдання «про ранець» (одне з NP-повних завдань комбінаторної оптимізації). Даний клас завдань полягає у формуванні портфеля незалежних проєктів за умов ресурсних обмежень. Для виконання завдання «про ранець» (модель «витрати – ефект») застосовують метод динамічного програмування. Відомі узагальнення цього завдання на випадки, коли кожен проєкт оцінюється за адитивними показниками.

2. Завдання розподілу ресурсу в мережах. Ці завдання поєднує те, що в них проєкти залежні, а набір проєктів (портфель) – фіксований. Для даного класу завдань у загальному випадку вже не існує ефективних алгоритмів виконання.

3. Завдання вибору моментів часу початку операцій. Цей клас завдань у загальному випадку полягає у визначенні послідовності виконання (точніше, моментів часу початку виконання) фіксованої множини незалежних проєктів. Найбільш досліджені завдання мінімізації втраченої вигоди та самофінансування.

Одним з найбільш ефективних інструментів оптимізації є генетичний та еволюційні алгоритми. Класичний генетичний алгоритм включає такі операції: ініціалізація вихідної популяції хромосом; оцінка пристосованості хромосом у популяції; перевірка умови припинення виконання алгоритму; відбір, селекція хромосом; схрещування та мутація; формування нової популяції; вибір найкращої хромосоми.

У таблиці наведено основні складники технологічного портфеля, виділені за різними критеріями, та встановлено відповідність між використанням операторів генетичного алгоритму та об'єктом оптимізації.

Таблиця

**Основні складники технологічного портфеля та відповідні оптимізаційні процедури**

Складник пакета	Характеристика складника пакета	Об'єкт оптимізації	Оператор алгоритму
<i>Технологічний критерій</i>			
Ядро пакета	Набір ключових технологій і продуктів, що розвивається системно та є основою виробничої діяльності	Технологія	Селекція, елітарна стратегія
Периферія пакета	Технології та продукти, що забезпечують застосування пакета до різних сфер	Прибуток	Мутації
Нові розробки	Рішення, створені поєднанням технологій ядра та периферійних технологій, які в перспективі можуть стати ядром чи периферією	Технологія	Схрещування

Продовження Таблиці

Складник пакета	Характеристика складника пакета	Об'єкт оптимізації	Оператор алгоритму
<i>Інституційний критерій</i>			
Базові інститути	Інституціональні рішення, що лежать в основі технологічного пакета. Наприклад, для нанотехнологій – це інституціональна ініціатива масової підтримки досліджень та венчурне фінансування	Технологія	Селекція
Забезпечувальні інститути	Інституціональні рішення, що забезпечують подальший розвиток і розгортання технологічного пакета. Такими інститутами є відповідні елементи освітньої системи, соціальні інститути тощо	Витрати	Мутації
<i>Функціональний критерій</i>			
Ключова технологія	Технологія, що належить обмеженому колу підприємств галузі (або лише одному з них) і з огляду на це забезпечує можливість одержання конкурентних переваг операційної ефективності або позиціонування	Технологія	Селекція, елітарна стратегія
Базова технологія	Технологія, що уможливає створення пакета та лежить в його основі, або технологія, розвиток якої зумовив формування пакета. Наприклад, для сучасного пакета ІТ базовою технологією є виробництво напівпровідників; для нанотехнологій базовою технологією має стати «атомарний конструктор»	Технологія	Селекція
Базова онтологія	Теоретична ідея або ідеологема, що лежить в основі пакета. Інакше: ідея, що лежить в основі уявлення про мету створення пакета	Технологія	Селекція, елітарна стратегія
Замикаюча технологія	Фізична або гуманітарна технологія, що добуває набір слабкоз'язаних технологій до системно організованого пакета. Наприклад, для сучасного ІТ це була ідея і технологічне втілення персонального комп'ютера, підключеного до мережі	Витрати	Мутації
Інфраструктура	Інфраструктура, що критично важлива для розвитку суспільства на даному етапі розвитку та є граничною формою реалізації технологічного пакета. ІТ у кінці ХХ ст. стали базовою інфраструктурою для економіки, системи виробництва, логістики, а також розвитку інших пакетів мейнстріму – нанотехнологій, а також природокористування. У перспективі новими базовими складовими інфраструктури мають стати нано- та біотехнологічна	Витрати	Селекція, мутація

У роботі [5] наведено приклад використання генетичного алгоритму для вибору інноваційного проекту, який необхідно реалізувати з урахуванням фактора інноваційного ризику. Завдання оптимізації в цьому випадку полягає в локалізації і/або нейтралізації можливих ризиків, для чого необхідно передбачити збільшення інвестиційних витрат та зіставлення їх з величиною потенційних втрат.

Рациональний розподіл обмежених ресурсів між основними та допоміжними процесами портфеля дозволяє підприємству успішно реалізувати інноваційні проекти. Для виконання цього завдання робота генетичного алгоритму визначається такою послідовністю дій.

1. Створення першої популяції заповнення випадковими числами елементів вектора  $INNOV_i$  ( $INNOV_i = \{1...K, 1...L, 1...M, 1...N, 1...Q, 1...K\}$ , де  $K$  – кількість інноваційних проектів;  $L$  – кількість інноваційних ризиків;  $M$  – кількість резервів ефективності;  $N$  – кількість інвестиційних витрат;  $Q$  – кількість інвестиційних втрат) з урахуванням їх можливих значень. Необхідно також враховувати, що ваговий коефіцієнт інноваційного проекту повинен бути більше або дорівнювати ваговому коефіцієнту інноваційних ризиків.

2. Перевірка умови припинення роботи генетичного алгоритму, якщо критерій виконаний. Вибір особини, значення цільової функції  $F(INNOV)$  якої максимальна, інакше переходимо до наступного кроку.

3. Відбір у популяції з метою вибору пари особин для їх подальшого схрещування або мутації.

4. Застосування оператора схрещування або оператора мутації для пар батьків, обраних оператором відбору.

5. Застосування оператора редукції для вибору найкращих особин з пар батьків і нащадків (особин та особин-мутантів).

6. Перевірка умови припинення роботи генетичного алгоритму. Якщо критерій не виконаний, то повертаємося до кроку 3, в іншому випадку - до кроку 7.

7. Вибір особини-кандидата, значення цільової функції  $F(INNOV)$  якого буде максимальне.

Завдання управління портфеля можна розглядати з трьох позицій:

- оптимізація за ресурсами;
- оптимізація за технологічним рівнем;
- оптимізація за ресурсами та технологічним рівнем портфеля.

Перший підхід передбачає завдання оптимізації з обмеженнями. У загальному вигляді її можна подати так:

$$\begin{aligned} \text{Max } f(\bar{x}) \quad & \bar{x} = (x_1, \dots, x_n)^t \in F \subseteq S \\ g_i(\bar{x}) \leq 0, \quad & i = 1, \dots, q \\ h_j(\bar{x}) = 0, \quad & j = q + 1, \dots, m \end{aligned} \quad (1)$$

де  $\bar{x} = (x_1, \dots, x_n)^t$  – вектор рішень;  $F$  – область допустимих рішень;  $S$  – вся область пошуку. Обмеженнями є  $q$  нерівностей та  $m-q$  рівнянь. Функція  $f(\bar{x})$  називається функцією відповідності. Функція відповідності та обмеження можуть бути як лінійною, так і нелінійною. Вектор  $\bar{x}$ , що відповідає всім обмеженням, називається допустимим рішенням. Множина всіх допустимих рішень формує область допустимих рішень. Задачу оптимізації можна сформулювати таким чином: знайти  $\bar{x}^* \in F$  такий, що  $f(\bar{x}^*) \geq f(\bar{x}) \forall \bar{x} \in F$ .

Найпоширеніша математична модель завдання пошуку оптимального пакета припускає наявність фінансових ресурсів обсягом  $U$ , що можуть бути використані для розробки або придбання  $n$  видів технологій вартістю  $V_1, \dots, V_n$ . Відомі початкова вартість  $\alpha_i$  технології виду  $i$ , а також результати її застосування в дисконтованому вигляді  $\beta_i$  до моменту часу  $t$ . Причому  $\beta_i > \alpha_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ).

Інше завдання передбачає, що необхідно визначити такий набір технологій, щоб отриманий прибуток у момент часу  $t$  був максимальний. Це завдання цілочислового програмування з логічними змінними. Розв'язком описаного завдання оптимізації є бінарний вектор  $X$  розміром  $n$ , який містить одиницю в номерах позицій, збіжних з номером технології, включеної до пакета.

Для оптимізації за технологічним рівнем можна застосувати аналіз окремих характеристик технологій. Серед критеріїв бінарного зображення характеристик можна відзначити такі можливі варіанти:

- істотне (більше 10%) зменшення собівартості виготовлюваної продукції (виконуваних робіт, наданих послуг) без погіршення основних споживчих характеристик і зниження екологічності;

- істотна економія енергетичних ресурсів у процесі виробництва (не менше 5% щорічно) до досягнення середньогалузевих значень, характерних для закордонних компаній;



- істотне поліпшення споживчих характеристик виробленої продукції (підвищення її якості та зниження експлуатаційних витрат, підвищення енергоефективності, збільшення гарантійного строку експлуатації);

- значне підвищення продуктивності праці (не менше 5% щорічно) до досягнення середньогалузевих значень, характерних для закордонних компаній;

- підвищення екологічності процесу виробництва та утилізації відходів.

Бінарний спосіб зображення являє собою реалізацію переходу від фенотипу, тобто сукупності реальних ознак об'єкта, до генотипу як уніфікованої форми інформації про технології. Таке перетворення доцільно за незначної довжини хромосоми. В умовах оцінки високих технологій маємо справу з великою кількістю параметрів, окремі рішення можуть мати досить малі відмінності, а тому для їх фіксації може знадобитися значно більша кількість характеристик.

У випадку акцентування саме на якісних характеристиках кожна змінна кодується у двійковому вигляді та утворює один ген. Ланцюжок з генів складає хромосому.

Такий спосіб формального опису та оцінки рівня якості високих технологій дозволяє виділити  $2^n$  (де  $n$  – номер покоління технології) помітних варіанти технологічних процесів, що відрізняються мінімально однією і максимально ( $2^n - 1$ ) ознаками від традиційної технології, узятій за базу для порівняння [11]. Кожен набір значень логічних змінних у складі кодової комбінації (двійкового слова) має змістовне тлумачення.

Приклади кодування рівня досконалості нових технологій для  $n = 5$ :

00000 – початковий рівень технології;

00001 – зміна технологічних режимів базової технології;

00011 – реалізація нових фізичних принципів і технологічних режимів;

00111 – досягнення високої ефективності нових технологій використанням нових матеріалів, фізичних принципів і технологічних режимів;

01111 – забезпечення переваги застосуванням нових матеріалів і технологічних процесів, заснованих на нових фізичних принципах;

11111 – досягнення вищого рівня досконалості високих технологій розробкою нових теоретичних положень, адекватних математичних моделей, матеріалів, технологій і технологічних режимів.

Також можна виділити змішані випадки, наприклад:

00101 – досягнення технічної ефективності шляхом використання нових матеріалів і зміни технологічних параметрів.

У цьому випадку для оптимізації варто використовувати схрещування за певними точками, що відповідають певним характеристикам технологій, для отримання нових технологічних рішень.

**Висновки.** Управління процесами трансферу технологій у високотехнологічних підприємствах пов'язано з вирішенням ряду непростих питань, серед яких найважливішим є управління складом технологічного портфеля. Завдання формування портфеля є комбінаторне, а його складність експоненціально зростає зі збільшенням кількості технологій, їх складністю або розширенням періоду планування. Для його вирішення можливе застосування генетичних алгоритмів як способу стохастичної оптимізації у ході виконання складних завдань. При цьому традиційні методи пошуку рішення з огляду на надзвичайну складність завдання стають непридатними. В статті обґрунтовано вибір операторів генетичного алгоритму для управління різними складниками портфеля.

У подальших дослідженнях необхідно забезпечити можливість вивчення різних стратегій вибору індивідів для схрещування та переходу в наступну популяцію, а також адаптацію операторів до виконання конкретного завдання. У процесі формування портфеля має враховуватися факт включення технології, але у разі мутації необхідно виконувати операції не з окремим бітом хромосоми, а з ділянкою, що відповідає за певну характеристику технології. Також пропонуємо враховувати обмеження на бюджет, обмеження за часом завершення проєктів, обмеження залежності технологій одна від одної.

### Бібліографічні посилання

1. Глушак Н. В. Теория управления инновациями в сфере высоких технологий: автореф. дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Н. В. Глушак. – СПб., 2012. – 37 с.
2. Данилин А. В. А.И. ИТ-стратегия / А. В. Данилин, А. И. Слюсаренко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/2189/162/lecture/4473?page=6>
3. Еременко Ю. И. Введение в искусственный интеллект / Ю. И. Еременко; Гос. технол. ун-т «Моск. ин-т стали и сплавов». – Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2008. – 480 с.
4. Квашнин А. Как управлять портфелем технологий и интеллектуальной собственностью / А. Квашнин. – Проект Europe Aid «Наука и коммерциализация технологий», 2006. – 60 с.
5. Ковшов Е. Е. Применение генетического алгоритма при оценке рисков инновационных проектов / Е. Е. Ковшов, О. В. Горяева // Российское предпринимательство. – 2010. – № 11, Вып. 3 (172). – С. 85–91.
6. Корнилов С. С. Задача формирования портфеля технологий промышленного предприятия на основе анализа основных моделей и методов формирования портфелей проектов / С. С. Корнилов, Д. С. Корнилов // Инновации. – 2009. – № 12 (134). – С. 107–111.
7. Муравьев И. В. Технологический уровень и инновационный портфель российских компаний: об адекватности оценки и наличии взаимосвязи / И. В. Муравьев, А. В. Ложникова // Вестн. ТомГУ. – 2012. – № 365. – С. 116–121.
8. Омеляненко В. А. Международные аспекты управления технологическим портфелем предприятия / В. А. Омеляненко // Совершенствование менеджмента организации: сборник материалов международной научно-практической конференции (15 мая 2013 г.). – Москва: МГУПИ, 2013. – С. 214–219.
9. Руденко Ф. Г. Критерии оценки выбора уровня эффективности технологий и их влияние на экономичность функционирования предприятий ОПК / Ф. Г. Руденко // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 2. – Режим доступа: <http://www.teoria-practica.ru/-2-2013/economics/rudenko.pdf>
10. Технологические пакеты // Методология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://future-designing.org/metodologiya/>
11. Устюжанинов В. Н. Высокие технологии: оптимизация траекторий развития / В. Н. Устюжанинов // Проектирование и технология электронных средств. – 2007. – № 4. – С. 20–27.
12. Хульман А. Экономическое развитие нанотехнологий: обзор индикаторов / А. Хульман // Форсайт. – 2009. – № 1. – С. 30–47.