УДК 629.78
JEL: E27; L52; L69

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЄКТНИХ ПАРАМЕТРІВ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ СТАЛОЇ КОСМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

©2021 **ГІЛЬОРМЕ Т. В.**

УДК 629.78
JEL: E27; L52; L69

Гільорме Т. В. Обґрунтування економічних проєктних параметрів ракетно-космічної техніки в умовах сталої космічної діяльності

Метою роботи є визначення проєктних параметрів новітньої ракетно-космічної техніки. Констатовано, що при розробці проєктів необхідно врахувати всі фази життєвого циклу ракетно-космічної техніки відповідно до європейських стандартів: фаза 0 «Визначення місії/ідентифікація потреб», фаза А «Обґрунтування проєкту», фаза В «Попереднє визначення проєкту», фаза С «Детальне визначення проєкту», фаза D «Випробування та виробництво», фаза Е «Експлуатація», фаза F «Утилізація». На основі фрактального аналізу побудовано графічну інтерпретацію зіставлення компонентів SWOT-аналізу розвитку ракетно-космічної промисловості. Перевагою моделі є компактність розробки завдяки використанню однієї платформи й оперативність використання завдяки відсутності необхідності перезавантажувати дані в спеціалізовану систему. Надано практичні рекомендації щодо розробки національної стратегії інноваційного розвитку ракетно-космічної промисловості України в умовах сталої космічної діяльності. Виявлено, що слабкою стороною та загрозою діяльності аерокосмічної галузі є недостатнє фінансування реалізованих проєктів і неефективний розподіл фінансів між складовими її частинами: наука – виробництво. Запропоновано використовувати технологію Blockchain як ефективний інструмент кібернетичної безпеки космічних об'єктів. Розглянуто можливості Agile-менеджменту як подолання бар'єрів запровадження інноваційних рішень у космічної діяльності. Наведено математичну модель вибору проєктів при завданні максимізації економічного ефекту, яка враховує як економічні складові (витрати «часу життя» проєкту, бюджет на реалізацію, вартість відкладених рішень), так і соціальні й екологічні ефекти. Обґрунтовано систему критеріїв вибору та обмежень проєкту ракетно-космічної техніки. Перспективою подальших досліджень є обґрунтування проєктних параметрів новітньої ракетно-космічної техніки з позицій інших складових загальної ефективності: технічної, соціальної та екологічної.

Ключові слова: *новітня ракетно-космічна техніка, проєкт, ефект, SWOT-аналіз, утилізація космічного сміття.*
DOI: *https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-9-80-88*
Рис.*: 1.* ***Формул:*** *5.* ***Бібл.:*** *16.*

Гільорме Тетяна Вікторівна *– доктор економічних наук, доцент, провідний науковий співробітник НДІ енергетики, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (просп. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна)*
E-mail: *gillyorme@i.ua*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-9598-6532*
Researcher ID: *https://publons.com/researcher/1628723/hilorme-tetiana/*
Scopus Author ID: *https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190443912*

UDC 629.78
JEL: E27; L52; L69

Hilorme T. V. Substantiating the Economic Project-Based Parameters of Rocket and Space Technics in Conditions of Sustainable Space Activity

The publication is aimed at determining the project parameters of the latest rocket and space technics. It is stated that when developing projects, it is necessary to take into account all phases of the life cycle of rocket and space technics in accordance with European standards as follows: phase 0 «Mission analysis/needs definition», phase A «Feasibility», phase B «Preliminary design», phase C «Detailed design», phase D «Qualification & Production», phase E «Operation», phase F «Utilization». On the basis of fractal analysis, a graphic interpretation of the comparison of SWOT-analysis components for the development of the rocket and space industry is constructed. The advantage of the model is the compactness of development due to the use of one platform and operational efficiency of use due to the absence of the need to upload data to a specialized system. Practical recommendations on the development of a national strategy for the innovative development of the rocket and space industry of Ukraine in the conditions of sustainable space activities are provided. It is identified that the weakness and a threat to the activities of the aerospace industry is insufficient financing for implemented projects and inefficient distribution of funds among its components: science – production. It is proposed to use Blockchain technology as an effective instrument for the cyber security of space objects. Possibilities of Agyle management are considered as a means for overcoming barriers to the introduction of innovative solutions in space activities. The mathematical model of project selection when maximizing the economic effect is presented, which takes into account both the economic components (the costs of «life» of the project, the budget for implementation, the cost of deferred decisions), as well as the social and ecological effects. The system of criteria for selecting and limiting a rocket and space technics project is substantiated. Prospect for further research is the substantiation of the project parameters of the latest rocket and space technics from the positions of other components of general efficiency: technical, social and ecological.

Keywords: *latest rocket and space technics, project, effect, SWOT analysis, space debris utilization.*
Fig.: *1.* ***Formulae:*** *5.* ***Bibl.:*** *16.*

Hilorme Tetiana V. *– D. Sc. (Economics), Associate Professor, Leading Researcher of the Scientific Research Institute of Power, Oles Honchar Dnipro National University (72 Haharina Ave., Dnipro, 49010, Ukraine)*
E-mail: *gillyorme@i.ua*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-9598-6532*
Researcher ID: *https://publons.com/researcher/1628723/hilorme-tetiana/*
Scopus Author ID: *https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190443912*

Заметою підвищення зацікавленості стейкхолдерів у дослідженні космосу та забезпечення ефективності програм сталої космічної діяльності необхідно нарощувати потенціал багатьох країн у секторі базових космічних технологій, забезпечити відповідальне ставлення до космосу новітніх агентів космічної діяльності, підвищити інформованість та активність громадськості.

Збільшення кількості країн і приватних операторів, що експлуатують космічні системи на геостаціонарній орбіті, значно актуалізує проблему довгострокової стійкості космічної діяльності у зв'язку зі збільшенням популяції орбітального сміття, особливо на низьких навколоземних орбітах, перевантаженістю окремих сімейств орбіт і різними проблемами у сфері радіоперешкод.

На всіх ієрархічних рівнях економіки (національному та міжнародному) існує відповідний перелік стандартів і керівних принципів у сфері попередження утворення сміття та захисту космічних апаратів. Проєкти щодо попередження утворення або утилізації сміття вимагають певних витрат. Для забезпечення конкурентоздатності космічної діяльності всі агенти (користувачі космічного простору) повинні брати участь у цих проєктах. Заходи щодо попередження утворення космічного сміття будуть ефективними лише в тому випадку, коли є невід'ємним і постійним елементом діяльності на орбіті.

Проблема утворення сміття та захисту космічних апаратів є складовою міжнародної безпеки. При визначенні техніко-економічного обґрунтування проєктів ракетно-космічної техніки необхідно здійснювати оцінку безпеки, а саме – визначання ймовірності зіткнення корисного навантаження з іншими активними корисними навантаженнями та загальним середовищем космічного сміття. Ймовірність зіткнення залежить від таких основних чинників: конфігурація орбіти, тривалість перебування на орбіті, фізичні габарити та просторова щільність знаходження об'єктів на заданій висоті. Узгодження робочих процедур щодо необхідної утилізації чи переходу на більш високу орбіту або відведення на нижчу орбіту повинно бути враховано до початку штатного режиму експлуатації космічної техніки.

Необхідно визначити відповідність утилізації космічного сміття існуючим стандартам/керівним принципам міжнародних організацій у сфері космічної сталої діяльності [1]:

- максимальний термін служби техніки на орбіті заввишки до 2000 км не повинен перевищувати 25 років, після чого він підлягає утилізації;
- відповідність технологічних можливостей платформи – наскільки бортові системи дозволяють автономно здійснювати маневри по відведенню з орбіти/переходу на іншу орбіту без втручання із Землі;
- критерії для визначення закінчення терміну служби ракетно-космічної техніки;
- досягнення 90% ймовірності успішного відведення відпрацьованих супутників та аналіз експлуатації великих супутникових угруповань тощо.

Дослідженням проблем обґрунтування проєктних параметрів новітньої ракетно-космічної техніки займаються багато науковців. У рамках нашого дослідження виокремимо найбільш значущі.

Марченко В. Т., Сазіна Н. П., Хорольський П. П., Возненко А. А. при побудові моделі розрахунку очікуваних витрат на створення нової ракетно-космічної техніки з урахуванням факторів невизначеності зазначають основні елементи інформаційної бази:

- необхідні тактико-технічні характеристики новостворюваної технічної системи;
- структурні характеристики ракетно-космічної системи;
- типовий генеральний графік створення ракетно-космічної системи;
- тактико-технічні характеристики та економічні показники виробів-аналогів;
- параметри, що характеризують поточний стан виробничо-технологічної бази;
- параметри, що характеризують поточний стан експериментальної бази для відпрацювання виробів, що входять до складу ракетно-космічної системи, і діапазон значень параметрів [2].

Погоджуємося з думкою авторів, що створення нової ракетно-космічної техніки є інноваційними проєктами з відповідним переліком ризиків на кожній фазі життєвого циклу продукції. Але недоліками досліджень цих авторів є таке:

1. Серед усіх методів визначення вартості ракетно-космічної техніки автори [2] наголошують тільки на методі ціноутворення виробів-аналогів. Визначення вартості інноваційної продукції неможлива на базі виробів-аналогів – інформація стосовно витрат ресурсів є, зазвичай, комерційною таємницею. Якщо інноваційна продукція є дійсно новаторським «вибухом» – інформація стосовно вартості новітніх матеріалів, видів енергії, технічних рішень тощо відсутня повністю. Для формування релевантної, об'єктивної інформації щодо розрахунку очікуваних витрат необхідно будувати в управлінському обліку систему калькулювання витрат з урахуванням постулатів «центрів відповідальності», бюджетування, комбінування.

2. Розглядаються ризики тільки на двох етапах життєвого циклу космічної техніки: НДДКР і виробництва. Обмеження першими двома фазами життєвого циклу не дозволяє здійснювати коригувальні заходи щодо нівелювання ризиків, враховувати поправочні коефіцієнти та зміни темпоральності тощо.

Зосередження на визначенні ризиків при побудові методичного підходу до вирішення проблеми кількісної оцінки ризиків проєктів зі створення ракетно-космічної техніки відбулося в подальших роботах авторів [3]. Перевагою дослідження є врахування факторів ризиків при розрахунку загальної ефективності проєктів. Але недоліки, які описані щодо статті [2], залишаються невирішеними. Крім цього, виникає дискусійне питання: розрахунок загальної ефективності проєкту можна визначити тільки при врахуванні інтегрального показника ризику проєкту, який визначається за всіма фазами життєвого циклу, а не тільки за першою та другою.

Куклінський М. В. при обґрунтуванні вибору показників та їх аргументації в задачі багатокритеріального синтезу авіаційно-космічної системи аналізує економічну вартість у системі тріади критеріїв: ефективність (*E*) – вартість (*S*) – час (*T*) [4]. Автор розмежовує авіаційно-космічну програму (проєкт) на три основні етапи: науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР), включаючи виготовлення дослідних зразків і льотні випробування; виробництво аерокосмічної техніки та необхідної інфраструктури; експлуатація парку та інфраструктури. Але при визначенні загальної економічної вартості не враховує вартість утилізації космічної техніки (ліквідаційну вартість) відповідно до вимог міжнародних організацій. Також автор наголошує, що доцільно порівняльну оцінку економічної ефективності варіантів авіаційно-космічних систем здійснювати з урахуванням цілком конкретного обсягу розрахункових завдань. Це твердження суперечить постулатам економічної теорії: при визначенні порівняльної економічної ефективності величиною економічного ефекту приймається економія ресурсів.

Орлов О. І. та Цисарський О. Д. при обґрунтуванні методу оцінки ризиків при створенні ракетно-космічної техніки [5] здійснюють агрегацію локальних ризиків з восьми етапів: концепція; розробка технічного проєкту (аван- і ескізного проєкту); розробка робочої конструкторської документації; розробка технологічної документації та технологічних процесів; виготовлення макета та дослідного зразка; наземне випробування; льотні випробування та доопрацювання документації; запуск у виробництво. На жаль, автори зосередилися тільки на п'ятому етапі – «виготовлення макета та дослідного зразка», що є недостатнім для обґрунтування запропонованої методики. Також використання запропонованої адитивно-мультиплікативної моделі оцінки ризиків проєктів створення ракетно-космічної техніки має певні обмеження – необхідно здійснити додаткові математичні операції, а саме: розподіл залишків та аналіз адекватності моделі тощо.

Крестіна А. В. і Ткаченко І. С. запропонували авторську методику вибору проєктних параметрів системи відведення малих космічних апаратів з орбіти [6]. Автори здійснили оцінку ефективності системи відведення малого космічного апарату з орбіти, сформували критерії й основні показники ефективності з урахуванням проєктних особливостей: залежність способу відведення від цільового призначення апарату, висоти та нахилу орбіти його функціонування, а також додаткових вимог: маси, вартості. Але здійснена оцінка ефективності не є загальною ефективністю, як зазначають автори, адже вони розглядають тільки технічну ефективність проєкту. Це значно звужує можливість урахування алокативної (розподільчої) ефективності. Також достатньо проблематично визначити вартість виготовлення системи відведення малих космічних апаратів з орбіти. Автори стверджують, що вартість залежить від трудомісткості, яку можна визначити за статистичними даними стосовно трудомісткості виготовлення виробу. На жаль, Міжгалузеві нормативи чисельності працівників переглядалися Міністерством праці та соціальної політики України в останній раз у 2003 р. [7]. За 18 років змінилась якість робочих місць у всіх високотехнологічних галузях, до яких належить і авіаційно-космічна.

Грачов І. Д. і Фіонов О. С. проаналізували розвиток технологій адаптивного управління проєктами створення, експлуатації й утилізації ракетно-космічної техніки [8]. Побудовано модифіковану матрицю Ансоффа щодо стратегії реалізації проєктів конверсійних ракет на основі фаз життєвого циклу ракетно-космічної техніки: науково-дослідні роботи; дослідно-конструкторські роботи (ОКР); дослідне виробництво, підготовка виробництва; серійне виробництво продукції; утилізація техніки. Автори досліджують основні фактори нестійкості зовнішнього середовища проєктів: економічний (кон'юнктура космічного ринку); політичний (використання ракет та їх доступність); технічний (надійність ракет); екологічний (використання ракет з неекологічним паливом). Але при визначенні критеріїв обмеження на етапі утилізації ракетно-космічної техніки недостатньо враховувати тільки терміни експлуатації – існують інші ризики, на які необхідно зважати.

Хрустальов Є. Ю., Славянов А. С. і Хрустальов О. Є. у дослідженні [9] розглянули методи компенсації ризиків життєвого циклу складних наукомістких проєктів у сфері ракетно-космічної техніки. Так, здійснено перелік ризиків, характерних для кожного етапу проєкту ракетно-космічної техніки (наукові дослідження та розробки; конструкторська підготовка виробництва; технологічна підготовка виробництва; освоєння нової ракетно-космічної техніки; виробництво ракетно-космічної техніки; транспортування; експлуатація ракетно-космічної техніки та збут космічних послуг; утилізація ракетно-космічної техніки) та можливі збитки. Наприклад, для етапу «утилізація ракетно-космічної техніки» автори відокремлюють два види ризику: аварії при демонтажі конструкції (збиток – вартість робіт по усуненню наслідків аварії)

та забруднення навколишнього середовища у зв'язку з порушенням правил утилізації виробів (вартість робіт по усуненню наслідків забруднення навколишнього середовища).

Безумовно, це неповний перелік ризиків на даному етапі проєкту. Так, існують підкласи екоризиків у верхніх шарах атмосфери та у ближньому космосі: ризики механічного забруднення територій і ураження людей уламками відпрацьованих космічних апаратів; ризики хімічного зараження територій залишками космічного обладнання; загрози зіткнень космічних апаратів у ближньому космосі; ризики забруднення навколоземного космічного простору – космічне сміття; терморизики, що несуть загрозу фізичному стану космічних апаратів та життю астронавтів; ризики радіаційного ураження техніки та людини; екзозагрози, що пов'язані з фізичними властивостями зовнішньої оболонки земної атмосфери [10].

Анісімова В. Ю. акцентує, що при виборі інвестиційного проєкту в аерокосмічних кластерах, окрім економічних параметрів (чистий прибуток від вкладення коштів; рентабельність вкладень капіталу; рентабельність активів; інвестиційний проєкт відповідає основній стратегії підприємства), необхідно враховувати інші, негрошові чинники: суспільна значущість, екологічна безпека, ринковий потенціал продукції тощо [11]. Дане дослідження може бути корисним для авіаційно-космічної промисловості в Україні з позиції формування аерокосмічних кластерів. Саме створення аерокосмічних кластерів в Україні дозволить, насамперед, зменшити внутрішні та зовнішні загрози, збільшити конкурентоздатність, посилити інноваційний потенціал галузі, зменшити сукупні витрати тощо.

На основі контент-аналізу дослідженого питання можна зробити такі висновки:

- фрагментарно розглянуто техніко-економічне обґрунтування проєктних рішень побудови ракетно-космічної техніки на окремих фазах життєвого циклу, зазвичай, НДДКР і виробництва;
- методи визначення вартості ракетно-космічної техніки застаріли – відсутня розробка побудови в управлінському обліку системи калькулювання витрат з урахуванням постулатів «центрів відповідальності», бюджетування, комбінування;
- визначення загального ефекту проєкту не враховує всіх складових (економічний, екологічний, економічний ефекти) тощо.

Виходячи з цього *метою* даної роботи є визначення проєктних параметрів новітньої ракетно-космічної техніки.

З метою вдосконалення техніко-економічного обґрунтування проєктних рішень щодо побудови ракетно-космічної техніки, зокрема системи комбінованого методу систем відведення космічних об'єктів з низьких навколоземних орбіт, необхідно зважати на такі постулати.

У фазах життєвого циклу ракетно-космічної техніки необхідно врахувати всі фази відповідно до європейських стандартів: фаза 0 «Визначення місії/ідентифікація потреб» (*Mission analysis/needs definition*); фаза А «Обґрунтування проєкту» (*Feasibility*); фаза В «Попереднє визначення проєкту» (*Preliminary design*); фаза С «Детальне визначення проєкту» (*Detailed design*); фаза D «Випробування та виробництво» (*Qualification* & *Production*); фаза Е «Експлуатація» (*Operation*); фаза F «Утилізація» (*Utilization*). У планах українського уряду є набуття членства Європейського космічного агентства, що значно актуалізує врахування цих фаз життєвого циклу ракетно-космічної техніки.

Так, на фазі «Визначення місії/ідентифікація потреб» (*Mission analysis/needs definition*) необхідно здійснити, насамперед, маркетингове дослідження потреби ринку в проєктуванні та виробництві інноваційної ракетно-космічної техніки.

Актуальність напряму досліджень полягає у виявленні нових тенденцій, трендів, стратегічних наукових напрямів, технологічних досягнень, які в довгостроковій перспективі зможуть істотно вплинути на економічний і соціальний розвиток космічної діяльності в майбутньому. Для цього в процесі реалізації процедури формування альтернатив сценаріїв при вирішенні завдань передбачення виникає необхідність у залученні методів експертного оцінювання, серед яких, головним чином, виділяються методи SWOT-аналізу, Делфі та морфологічного аналізу. Для побудови сценаріїв щодо обраних альтернатив залучається когнітивне моделювання, що надає можливість на основі запропонованого математичного апарату з практичною достовірністю отримати обґрунтований сценарій для прийняття рішення.

Обчислювальний алгоритм призначено для проведення SWOT-аналізу об'єкта, аналізу його сильних сторін (*Strengths*), слабких сторін (*Weaknesses*), можливостей (*Opportunities*) і загроз (*Threats*). Обчислювальний алгоритм підтримує всі необхідні для проведення SWOT-аналізу процедури, моделі та методи.

Особливістю запропонованої моделі є те, що аналізу піддаються дані, що мають як якісні, так і кількісні характеристики. Перевагою моделі є компактність розробки завдяки використанню однієї платформи й оперативність використання завдяки відсутності необхідності перезавантажувати дані в спеціалізовану систему. За допомогою фрактального аналізу побудовано графічну інтерпретацію зіставлення компонентів SWOT-аналізу розвитку ракетно-космічної промисловості в Україні (*рис. 1*).

За результатами SWOT-аналізу виявлено, що слабкою стороною та загрозою діяльності аерокос-

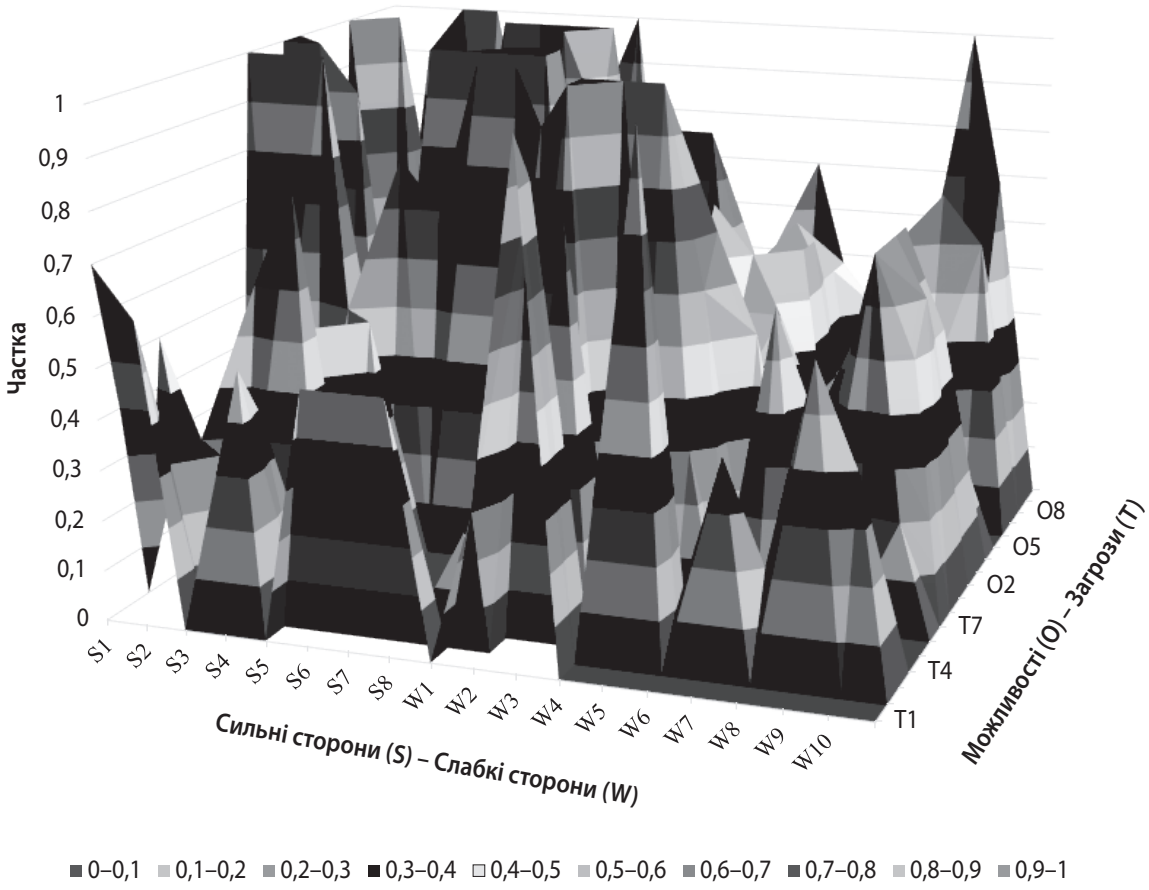

Рис. 1. Графічна інтерпретація матриці зіставлення компонентів SWOT-аналізу розвитку ракетно-космічної промисловості України

Джерело: удосконалено авторкою.

Умовні позначення: S1 – відповідальність постачальника за забезпечення національної безпеки; S2 – необмежений доступ до унікальних ресурсів; S3 – високий рівень кваліфікації персоналу галузі; S4 – прогресивна й унікальна технологія; S5 – диверсифікація джерел фінансування (держава, іноземний капітал); S6 – відомість торговельної марки на світовому ринку; S7 – формування аерокосмічних кластерів; S8 – домінування цілей державної безпеки; W1 – низька рентабельність; W2 – висока собівартість продукції; W3 – обмежена політика просування продукції на ринок; W4 – низьке фінансування програм розвитку персоналу промислових підприємств галузі; W5 – зменшення обсягів державного фінансування; W6 – недостатність оборотного капіталу; W8 – низький рівень кібербезпеки; W9 – застарілий основний капітал; W10 – вузький асортимент продукції; O1 – удосконалення бізнес-структур; O2 – незалежність від валютного курсу; O3 – ємний світовий ринок; O4 – доступність ресурсів; O5 – олігополістичний характер конкуренції; O6 – перепрофілювання фірм-конкурентів; O7 – підтримка державою критичної інфраструктури; O8 – запровадження на високотехнологічних підприємствах принципів Agile-менеджменту; T1 – поява новітніх законодавчих обмежень; T2 – поява іноземних конкурентів; T3 – пріоритет державних постачань; T4 – пріоритетний характер розвитку аерокосмічної галузі; T5 – зміна вподобань споживачів; T6 – пріоритет державних інтересів; T7 – вплив політичних факторів.

мічної галузі є недостатнє фінансування реалізованих проєктів і неефективний розподіл фінансів між складовими її частинами: наука – виробництво. Треба зазначити, що в Україні аерокосмічна галузь є критичною інфраструктурою – розвиток аерокосмічної промисловості є складовою національної безпеки. Отже, необхідно підвищити забезпечення складових безпеки промислових підприємств, наукових установ у сфері космічної діяльності: економічної, енергетичної, кадрової, кібернетичної.

Блокчейн-системи в секторі космічної діяльності допомагають створити умови для зберігання, обробки й аналізу величезної кількості інформації. Ця інформація має бути включена в угоду та є єдиною важливою для учасників ринку космічної діяльності, представників фінансового сектора економіки. Саме технологія Blockchain як високотехнологічна система управління дозволить поєднувати всі комунікації в єдине ціле, за умови програмованого штучного інтелекту, налаштованого під потреби кожного користувача.

Мережа може відстежувати стан траєкторії об'єктів космічної діяльності в Інтернеті, використовуючи прийоми й інструменти моніторингу: збір, обробка інформації в системі «виробничий процес – споживання». Перспективи використання технології Blockchain у цьому секторі мають значний потенціал: поступово відбувається розширення цієї технології в суміжних галузях – формується глобальна мережа управління ресурсами на різних ієрархічних рівнях, зокрема на промислових підприємствах.

Запровадження принципів, методів, інструментарію та технологій Agile-менеджменту дозволяє під-

приємствам здійснити інноваційний «вибух» у сукупності функцій управління: планування, організація, маркетинг, мотивація, контроль, облік, аудит тощо. За результатами дослідження Boston Consulting Group (BCG) [12], основними зисками від впровадження Agile-менеджменту є такі: зменшення витрат на 25–35 %, поліпшення якості продукції та послуг на 20%; прискорення створення нової продукції та послуг на 100–200 %.

Незважаючи на те, що можна вжити відповідних заходів щодо зменшення асиметрії інформації (формування єдиної інформаційної бази, надання додаткової інформації, узгодження інтересів економічних агентів, використання техніки скринінгу тощо), абсолютно неможливо уникнути мінімального значення. Користувачі інформації мають особливий інтерес, якщо інтереси досягають розбіжності, асиметрія інформації досягає максимального значення. Як наслідок, зменшуються суспільні зиски та ефекти.

Повільний обмін інформацією затримує досягнення гармонійних цілей розвитку – надання космічній діяльності людства сталого розвитку та поєднання інтересів усіх учасників ринку. Сталий розвиток космічної діяльності буде можливим лише тоді, коли користувачі космосу будуть реалізовувати технології та практики, придатні для того, щоб уникнути накопичення об'єктів на орбіті.

Формування методологічної платформи Agile-менеджменту відбувається на етапі суспільного виробництва в рамках Індустрії 4.0. Відповідно до атрибутивного підходу інноваційна зміна системи можлива тільки при кардинальних змінах її функціональних властивостей (атрибутів).

Пріоритетним завданням Agile-менеджменту є можливість подолання бар'єрів запровадження інноваційних рішень, насамперед інформаційного. Інформаційний вакуум позбавляє експертів можливостей здійснити релевантне оцінювання прийнятого рішення. Тому, власне, і потрібно інформаційно-методичне забезпечення системи управління на підприємстві, що забезпечує система інформаційної підтримки, а саме – комунікаційна підтримка.

Подолання інформаційної асиметрії є вирішальним завданням, оскільки вона перешкоджає гармонійному розвитку необхідних технологій, заважаючи учасникам ринку належним чином оцінювати ризики, можливості, що пов'язані з розбудовою інноваційної системи в еру New Space.

При розробці проєктів суб'єкт господарювання стикається з необхідністю вибору з-поміж наявних обмежених альтернативних ресурсів [13]: грошових, трудових, матеріальних тощо. Прийняття рішень щодо розробки проєктів здійснює керівництво компанії, що підвищує суб'єктивність цього рішення з багатьох причин, таких як: менталітет, професійний досвід, судження тощо. Для зменшення суб'єктивності розрахунку зростання прибутку завдяки розробці проєкту необхідно звертатися до методик оцінювання проєктів зі сфери соціальної діагностики.

Оцінюючи ефекти при виборі з декількох альтернативних проєктів, необхідно враховувати не лише економічний ефект (як досягнення виробництвом найвищих результатів за найменших витрат живої та уречевленої праці або зниження сукупних витрат на одиницю продукції), а й соціальний та екологічний. При цьому необхідно оцінювати ці ефекти з позиції виникнення: інтернальні та екстернальні.

Визначимо оцінки ефективності запропонованих інноваційних технічних рішень на засадах теорії взаємозв'язку продуктивності й ефективності (методика М. Фаррелла). Продуктивність виробництва, як і ефективність, визначається співвідношенням кінцевого продукту (англ. – *outpout*) до вхідного фактора (англ. – *input*).

Аналітична формула загальної ефективності (*GE*) має вигляд [14]:

$$GE = TE \cdot AE;\ 0 \le GE \le 1. \qquad (1)$$

Відповідно до методики М. Фаррелла ефективність – це відношення фактичної продуктивності підприємства до максимальної можливої продуктивності. М. Фаррелл загальну ефективність (*GE*) розглядає як добуток технічної ефективності (*TE*) та алокативної (розподільчої) ефективності (*AE*). Алокативна ефективність виникає, коли суб'єкт господарювання постає перед вибором ресурсів для виробництва при існуючих цінах з мінімальними витратами та визначає, наскільки близькі рішення з мінімальними витратними та наскільки технічно ефективне рішення. Алокативна (розподільча) ефективність (*AE*) проєктів на ринку утилізації космічного сміття може складатися з трьох складових ефектів: економічна, соціальна й екологічна. Інтернальний екологічний ефект – це зменшення суми екологічних платежів, скорочення екологічних збитків підприємств, соціальний – збільшення рівня умотивованості персоналу, зменшення виплат по випадках виробничого травматизму тощо.

Відповідно до українського законодавства оцінка економічної ефективності інвестиційного проєкту здійснюється за такими критеріями: чиста приведена вартість; внутрішня норма дохідності; дисконтований період окупності; індекс прибутковості [15]. Використання відокремлених методів для визначення інвестиційної привабливості проєкту недоречно, кожен із них орієнтований на розрахунок окремих показників. Для вибору проєкту вкладення необхідно здійснити комплексну оцінку кожного варіанта на основі всіх розглянутих методів.

Безперечно, існують обмеження у фінансових ресурсах, спрямованих на розробку проєктів на ринку утилізації космічного сміття, тому при плануванні максимізації економічного ефекту відбір проєктів доцільно проводити на основі математичної моделі:

$$\begin{cases} LCC_i < B_t, \\ E_i^{Ec} + E_i^S + CoD_i > LCC_i, \\ \text{за умов: } LCC_i \to \min \\ E_i^{Ec},\ E_i^S,\ CoD_i \to \max, \end{cases} \quad (2)$$

де LCC_i – витрати «часу життя» *i*-го проєкту, грошові одиниці; B_t – бюджет на реалізацію проєктів у *t*-му році, грошові одиниці; E_i^{Ec} – екологічний ефект, що пов'язаний з реалізацією *i*-го проєкту, грошові одиниці; E_i^S – соціальний ефект, що пов'язаний з реалізацією *i*-го проєкту, грошові одиниці; CoD_i – вартість відкладених рішень, що пов'язана з реалізацією *i*-го проєкту, грошові одиниці.

Існують декілька методів розрахунку часу для повернення інвестицій при впровадженні проєктів новітньої ракетно-космічної техніки: від простого та регульованого терміну окупності до більш складного розрахунку витрат «часу життя» (термін служби проєкту, або *LCC*).

Необхідно розкрити особливості показника розрахунку часу для повернення інвестицій проєктів на ринку утилізації космічного сміття – витрати «часу життя» (проєкту) (*LCC*).

Включення всіх витрат і заощаджень, які витрачені протягом «часу життя», – це можливість оцінювання рентабельності проєктів. Цей підхід – витрати «часу життя» (*LCC*) проєкту – може бути прийнятий керівництвом підприємства як антитеза необхідних процедур проєктів при невідповідності функціональних обов'язків при стрімкому інноваційному розвитку технології для мінімізації загальних витрат [16].

LCC – це трудомісткий розрахунок, але всі зусилля виправдані стратегією виживання. Витрати «часу життя» (*LCC*) допомагають оцінити чистий прибуток за час розробки проєкту з урахуванням усіх основних витрат і заощаджень, дисконтованих до поточної вартості грошей. Так, додаткові питання (розрахунок дисконтованої вартості, факторів і норм дисконтування, *LCC*) вимагають детального аналізу.

Вартість відкладених рішень (*CoD*) дозволяє визначати альтернативні сценарії «з проєктом – без проєкту».

Процедури та методи аналізу інвестиційної привабливості спрямовані на визначення альтернатив і зіставлення варіантів реалізації проєкту за критерієм ефективності. Прийняття управлінського рішення щодо вибору проєктів на ринку утилізації космічного сміття засновано на припущенні альтернативної вартості проєктів – запропоновано визначати комплексну економічну ефективність та їх порівняння:

$$E_{en} = \frac{\sum_{n=1}^{N} (W_0 - W_1) \cdot c_n + E^{Es} + E^S + CoD + \Delta P_{rep}^{perm}}{LCC + P_{cred} + D_{eq}}, \quad (3)$$

де E_{en} – економічний ефект від упровадження проєкту, грошові одиниці; W_0, W_1 – обсяг річного споживання *n*-го ресурсу відповідно до та після реалізації проєкту; c_n – вартість одиниці *n*-го ресурсу, грошові одиниці; ΔP_{rep}^{perm} – зміна вартості планових поточних ремонтів, профілактичних оглядів та обслуговування, грошові одиниці; P_{cred} – виплата відсотків за позикою, грошові одиниці; D_{eq} – витрати, пов'язані з простоєм виробничих потужностей, зумовленим реалізацією проєкту, грошові одиниці.

Незалежно від фаз життєвого циклу ракетно-космічної техніки управлінські рішення приймаються в умовах невизначеності. З метою актуалізації управлінських рішень на період реалізації проєкту необхідно визначити систему критеріїв та обмежень:

$$P_i = \{P_i^k \in P_i : V_i(P_i), [E_i]\}, \quad (4)$$

де P_i – безліч варіантів проєктів на фазі реалізації *i*; P_i^k – *k*-й варіант проєкту на фазі реалізації *i*; V_i – умова виконання критерію вибору; E_i – зовнішні умови й обмеження проєкту на фазі реалізації *i*.

Для кожного проєкту критерії вибору й обмеження є різними, при цьому однаковим критерієм є строк експлуатації ракетно-космічної техніки. З урахуванням критерію часу експлуатації система (4) набуває такого вигляду:

$$P = \left\{ P \left| \sum_{T_1}^{T_2} \min\{Q_y, Q_r\} \cdot \frac{C_r - C_s}{(1+i)^{t-T_1}} - \sum_{T_1}^{T_2} \frac{C_v}{(1+i)^{t-T_1}} \geq 0 \right. \right\}, \quad (5)$$

де P – проєкт, що задовольняє обмеження критерію часу експлуатації та забезпечує чистий приведений прибуток; T_1 – час готовності до експлуатації ракетно-космічної техніки; T_2 – тривалість експлуатації ракетно-космічної техніки; t – загальний термін експлуатації; Q_y – кількість ракетно-космічної техніки в початковий рік оцінки T_1; Q_r – кількість запусків ракетно-космічної техніки в космос; C_r – ціна пускових послуг; C_s – собівартість пускових послуг для провайдера пускових послуг; C_v – вектор операційних та інвестиційних витрат проєкту.

Крім головних параметрів, для прийняття управлінських рішень при впровадженні проєктів новітньої ракетно-космічної техніки суб'єктом господарювання, існують інші параметри, а саме: фінансова стійкість (розрахунки відповідно до фінансової звітності підприємства), інвестиційна можливість (формування балансів грошових потоків) суб'єкта господарювання тощо.

ВИСНОВКИ

На стадії запровадження інвестиційного проєкту є три ключові компоненти управління проєктом, тісно пов'язані з його успіхом: планування ефективного

партнерства, експлуатація та керівництво проєкту (менеджер проєкту). Планування ефективного партнерства на засадах теорії системної інженерії – стейкхолдерів – є критичною компонентною запровадження проєкту. Ефект планування залежить від ретельно побудованої стратегії взаємних дій стейкхолдерів ближнього кола, відповідно до якої: проблеми вирішуються спільними зусиллями; про успіхи та недоліки інформують негайно; щоденні інциденти розглядаються й аналізуються спільно та вирішуються в дружній атмосфері; стратегії переглядаються за необхідності впродовж усього часу життя проєкту. Експлуатація й обслуговування мають бути ретельно сплановані та виконуватися в точній відповідності з вимогами до запровадженого інвестиційного проєкту.

Перспективами подальших досліджень є обґрунтування проєктних параметрів новітньої ракетно-космічної техніки з позиції інших складових загальної ефективності, а саме: технічної, соціальної й екологічної. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities / Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. Vienna, 20–29 June 2018. URL: https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2018/aac_1052018crp/aac_1052018crp_20_0_html/AC105_2018_CRP20E.pdf
2. Марченко В. Т., Сазина Н. П., Хорольский П. П., ВозВ ненко А. А. Модель расчета ожидаемых затрат на создание новой ракетно-космической техники с учетом факторов неопределенности. *Технічна механіка*. 2018. № 2. С. 30–43. URL: http://www.journal-itm.dp.ua/docs/P-03-02-2018.pdf
3. Об одном методическом подходе к решению проп блемы количественной оценки рисков проєктов по созданию ракетно-космической техники (часть 1) / Алпатов А. П., Марченко В. Т., Хорольский П. П., Сазина Н. П., Жукова Л. Г. *Технічна механіка*. 2018. № 1. С. 84–96. URL: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitn stream/handle/123456789/173791/08-Alpatov.pdf?sequence=1
4. Куклінський М. В. Обґрунтування вибору показників та їх аргументів в задачі багатокритеріального синтезу авіаційно-космічної системи. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2014. Т. 29. № 1. С. 57–63. URL: https://itce.vntu.edu.ua/index.php/itce/article/view/145/153
5. Орлов А. И., Цисарский А. Д. Метод оценки рисков при создании ракетно-космической техники. *Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Серия «Машиностроение»*. 2017. № 2. С. 99–107. DOI: 10.18698/0236-3941-2017-2-99-107
6. Крестина А. В., Ткаченко И. С. Методика выбора проєктных параметров системы увода малых космических аппаратов с орбиты. *Инженерный журнал: наука и инновации*. 2020. № 8. С. 1–16. DOI: 10.18698/2308-6033-2020-8-2002
7. Міжгалузеві нормативи чисельності працівників бухгалтерського обліку : затв. наказом Міністерства праці та соціальної політики України 26.09.2003. № 269. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0269203-03#Text
8. Грачев И. Д., Фионов А. С. Развитие технологий адаптивного управления проектами создания, эксплуатации и утилизации ракетно-космической техники. *Приоритеты России*. 2012. № 42. С. 2–14.
9. Хрусталев Е. Ю., Славянов А. С., Хрусталев О. Е. Систематизация, классификация и методы компенсации рисков в жизненном цикле сложных наукоемких проєктов на примере ракетно-космической техники. *Экономический анализ: теория и практика*. 2016. № 5. С. 29–40.
10. Колодійчук А. В. Верхньоатмосферні ризики впровадження ІКТ: еколого-економічний зміст та класифікація. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Економіка»*. 2018. № 2. С. 57–62. DOI: https://doi.org/10.24144/2409-6857.2018.2(52).57-62
11. Анисимова В. Ю. Технология оценки инвестиционц ных проектов аэрокосмических кластеров. *Вестник Самарского государственного университета. Серия «Экономика и управление»*. 2015. № 9/2. С. 62–71.
12. Agile Works – but Are You Measuring the Impact? / by Matthew Aliber, Peter Hildebrandt, Mehran Islam et al. *Boston Consulting Group*. 22.04.2019. URL: https://www.bcg.com/publications/2019/agile-works-measuring-impact
13. Hilorme T., Dron' M. Substantiation of projects in the space debris market in the age of new space. In: European Vector of Development of the Modern Scientific Researches: collective monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2021. P. 68–88.
14. Гільорме Т. В. Обґрунтування управлінських рішень щодо запровадження технологій енергозбереження на промислових підприємствах: теорія, методологія, практика : монографія. Запоріжжя : Класичний приватний університет, 2020. 300 с.
15. Методика проведення державної експертизи інвестиційних проєктів та форми висновку за її результатами : затв. наказом Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 13.03.2013 р. № 243. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0437-13#Text
16. Гильорме Т. В., Шачанина Ю. К. Розвиток персоналу як об'єкт бухгалтерського обліку соціальної діяльності суб'єкта господарювання. *Економіка і фінанси*. 2017. № 6. С. 14–20. URL: https://www.researchgate.net/publication/342850486_ROZVITOK_PERSONALU_AK_OB'EKT_BUHGALTERSKOGO_OBLIKU_SOCIALNOI_DIALNOSTI_SUB'EKTA_GOSPODARUVANNA

REFERENCES

Aliber, M. et al. "Agile Works – but Are You Measuring the Impact?" Boston Consulting Group. April 22, 2019. https://www.bcg.com/publications/2019/agile-works-measuring-impact

Alpatov, A. P. et al. "Ob odnom metodicheskom podkhode k resheniyu problemy kolichestvennoy otsenki riskov proektov po sozdaniyu raketno-kosmicheskoy tekhniki (chast 1)" [On One Methodological Approach to Solving the Problem of Quantitative Risk

Assessment of Projects for the Creation of Rocket and Space Technology (Part 1)]. *Tekhnichna mekhanika*, no. 1 (2018): 84-96. http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/173791/08-Alpatov.pdf?sequence=1

Anisimova, V. Yu. "Tekhnologiya otsenki investitsionnykh proektov aerokosmicheskikh klasterov" [Technology of Estimate of Investment Projects of Aerospace Clusters]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Ekonomika i upravleniye»*, no. 9/2 (2015): 62-71.

"Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities". Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2018/aac_1052018crp/aac_1052018crp_20_0_html/AC105_2018_CRP20E.pdf

Grachev, I. D., and Fionov, A. S. "Razvitiye tekhnologiy adaptivnogo upravleniya proektami sozdaniya, ekspluatatsii i utilizatsii raketno-kosmicheskoy tekhniki" [Development of Technologies for Adaptive Management of Projects for the Creation, Operation and Disposal of Rocket and Space Technology]. *Prioritety Rossii*, no. 42 (2012): 2-14.

Hilorme, T., and Dron', M. "Substantiation of projects in the space debris market in the age of new space". In: *European Vector of Development of the Modern Scientific Researches*, 68-88. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2021.

Hilorme, T. V. *Obgruntuvannia upravlinskykh rishen shchodo zaprovadzhennia tekhnolohii enerhozberezhennia na promyslovykh pidpryiemstvakh: teoriia, metodolohiia, praktyka* [Substantiation of Management Decisions on the Introduction of Energy Saving Technologies in Industrial Enterprises: Theory, Methodology, Practice]. Zaporizhzhia: Klasychnyi pryvatnyi universytet, 2020.

Hilorme, T. V., and Shachanyna, Yu. K. "Rozvytok personalu yak obiekt bukhhalterskoho obliku sotsialnoi diialnosti subiekta hospodariuvannia" [Staff Development as an Object of Accounting of a Social Activity of the Entity]. *Ekonomika i finansy*, no. 6 (2017): 14-20. https://www.researchgate.net/publication/342850486_ROZVITOK_PERSONALU_AK_OB'EKT_BUHGALTERSKOGO_OBLIKU_SOCIALNOI_DIALNOSTI_SUB'EKTA_GOSPODARUVANNA

Khrustalev, Ye. Yu., Slavyanov, A. S., and Khrustalev, O. Ye. "Sistematizatsiya, klassifikatsiya i metody kompensatsii riskov v zhiznennom tsikle slozhnykh naukoyemkikh proektov na primere raketno-kosmicheskoy tekhniki" [Systematization, Classification and Methods of Risk Compensation in the Life Cycle of Complex Science-intensive Projects on the Example of Rocket and Space Technology]. *Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika*, no. 5 (2016): 29-40.

Kolodiichuk, A. V. "Verkhnyoatmosferni ryzyky vprovadzhennia IKT: ekoloho-ekonomichnyi zmist ta klasyfikatsiia" [Upper Atmospheric Risks of ICT Implementation: Ecological and Economic Content and Classification]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriia «Ekonomika»*, no. 2 (2018): 57-62. DOI: https://doi.org/10.24144/2409-6857.2018.2(52).57-62

Krestina, A. V., and Tkachenko, I. S. "Metodika vybora proektnykh parametrov sistemy uvoda malykh kosmicheskikh apparatov s orbity" [A Method for Selecting Design Parameters of a Small Spacecraft De-Orbiting System]. *Inzhenernyy zhurnal: nauka i innovatsii*, no. 8 (2020): 1-16. DOI: 10.18698/2308-6033-2020-8-2002

Kuklinskyi, M. V. "Obgruntuvannia vyboru pokaznykiv ta yikh arhumentiv v zadachi bahatokryterialnoho syntezu aviatsiino-kosmichnoi systemy" [Substantiation of the Choice of Indicators and Their Arguments in the Problem of Multicriteria Synthesis of the Aerospace System]. *Informatsiini tekhnolohii ta kompiuterna inzheneriia*, vol. 29, no. 1 (2014): 57-63. https://itce.vntu.edu.ua/index.php/itce/article/view/145/153

[Legal Act of Ukraine] (2003). https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0269203-03#Text

[Legal Act of Ukraine] (2013). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0437-13#Text

Marchenko, V. T. et al. "Model rascheta ozhidayemykh zatrat na sozdaniye novoy raketno-kosmicheskoy tekhniki s uchetom faktorov neopredelennosti" [A Model for Calculating the Expected Costs of Creating a New Rocket and Space Technology, Taking Into Account Uncertainty Factors]. *Tekhnichna mekhanika*, no. 2 (2018): 30-43. http://www.journal-itm.dp.ua/docs/P-03-02-2018.pdf

Orlov, A. I., and Tsisarskiy, A. D. "Metod otsenki riskov pri sozdanii raketno-kosmicheskoy tekhniki" [Risk Assessment Method in Creating Space-Rocket Technology]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. N. E. Baumana. Seriya «Mashinostroyeniye»*, no. 2 (2017): 99-107. DOI: 10.18698/0236-3941-2017-2-99-107