

УДК 65.01

DOI: <http://doi.org/10.20535/2219-3804222020213281>

О. В. Збруцький¹, професор, д.т.н., **В. Г. Лукомський**², доцент, к.т.н.,
С. О. Пономаренко³, доцент, к.т.н.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КРИТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ АЕРОКОСМІЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ



The further development of Ukrainian aviation and cosmonautics is closely connected with the economic condition of Ukraine and the prospects for the development of science and technology and other factors.

The aerospace industry of Ukraine is both an indicator of the level of science and technology in the country and a "locomotive" for their development, as it objectively initiates new tasks in many areas of basic and applied research and development. The determining factor for the development of aerospace technologies is funding from both the state budget and extrabudgetary sources. At the same time, the issue of improving the system of determining the priorities of technical and technological development and, accordingly, investment priorities is becoming increasingly important.

A special place among the priorities belongs to critical technologies. It should be noted that the approach and forecasting system for determining the list of critical technologies differ in different countries or individual industries. In generalized form, the forecasting system usually includes a specialized management structure, intersectoral expert groups, a block of methodological and information support, a subsystem for determining criteria for assessing technology and a system of interaction with interested in forecasting government agencies, organizations and institutions.

In the most developed countries different methods are used to determine the priorities of technological development, forecasting and decision-making on the financing of government programs. The most common methods are "Delphi" and "Foresight" ("Prediction").

Some issues concerning the definition of priority directions of development of critical technologies of the aerospace industry of Ukraine, their actualization, in particular on the basis of carrying out the system forecast-analytical researches are

¹ КПІ ім. Ігоря Сікорського

² КПІ ім. Ігоря Сікорського

³ КПІ ім. Ігоря Сікорського

considered. Given the lack of the relevant (corresponding to modern conditions) list of critical technologies in Ukraine since 1917, an updated list of critical technologies of the aerospace industry of Ukraine for 2020-2022 was proposed, which was obtained by expert-analytical method.

Ru

Рассмотрены некоторые вопросы определения приоритетных направлений развития критических аэрокосмических технологий, в частности, на основе системной организации проведения прогнозно-аналитических исследований и формирование предложений по возможной актуализации соответствующего перечня критических технологий.

Вступ

Наростання процесів глобалізації, інформатизації світового господарства, та формування економіки, заснованої на знаннях (knowledge based economy) суттєво впливають на сучасні тенденції розвитку науки і технологій. У таких умовах для кожної країни, особливого значення набувають питання визначення перспективних напрямків розвитку економіки на інноваційній основі, із використанням високих технологій.

Практична реалізація зазначеного – це багатофакторний процес, який включає у себе комплекс законодавчих, організаційних, фінансових та інших скоординованих заходів на рівні державної політики, спрямованих на стимулювання впровадження у виробництво високих технологій, створення на їх основі конкурентоздатної на внутрішньому та зовнішньому ринках продукції [1].

Порівняння різних типів національних прогнозів показує, що вони мають як значні відмінності, так і збіг позицій із питання про те, які великі класи або напрямки технічного розвитку характеризуються як «технології, важливі для майбутнього». До їх числа, зазвичай, включаються передові технології у енергетиці, інформатиці та телекомунікаціях, у основних виробничих процесах, у галузі освіти, охорони навколишнього середовища, на транспорті, у процесах управління [2, 3].

Для нашої держави особливе значення набуває питання визначення переліку критичних технологій з метою концентрації зусиль на їх реалізації як із точки зору національної безпеки так і вирішення актуальних соціальних проблем. Розвиток критичних технологій, перш за все, повинен бути зосереджений у тих галузях країни, що включають замкнутий цикл життя своєї продукції. Серед таких галузей замкнутого циклу на Україні особливий інтерес представляє аерокосмічна галузь. Саме ця галузь, незважаючи на сучасні фінансові та економічні труднощі, за умов належної державної підтримки, може суттєво вплинути на зміну сировинного напрямку нашої економіки та стати важливою складовою для формування економіки на основі розвитку високотехнологічних виробництв [4].

Постановка задачі

Подальший розвиток вітчизняної авіації та космонавтики щільно пов'язаний із економічним станом України, перспективами розвитку науково-технологічної сфери, її конкурентоспроможністю, рівнем міжнародного співробітництва та іншими факторами.

Аерокосмічна галузь у значній мірі є, з одного боку, індикатором рівня освіти, науки, технологій у нашій країні, а з іншого – «локомотивом» для їх розвитку, адже об'єктивно ініціює нові завдання у багатьох напрямках фундаментальних та прикладних наукових досліджень та дослідно-конструкторських робіт.

Безумовно, що визначальним фактором для розвитку аерокосмічних технологій є фінансування як з державного бюджету, так із позабюджетних джерел. Водночас, в умовах обмежених фінансових ресурсів все більшого значення набуває питання удосконалення системи визначення пріоритетних напрямків державних інвестицій на основі запровадження державної системи відповідних прогнозно-аналітичних досліджень.

Одним із важливих елементів такої системи є визначення переліку так званих критичних технологій, забезпечення їх збереження та розвитку.

Метою даної статті є окреслення можливих підходів до визначення державних пріоритетів науково-технологічного розвитку, а також актуалізації переліку базових критичних технологій для аерокосмічній галузі України.

Основи методології прогнозування розвитку критичних технологій

На сьогодні використовується багато визначень терміну «технології» – базові технології, високі технології, проривні технології, локомотивні технології, критичні технології, а також галузеві (міжгалузеві) – біотехнології, нанотехнології, інформаційні технології тощо.

Особливе місце у зазначеному переліку належить критичним технологіям. Слід відзначити, що у різних країнах чи окремих галузях підхід до визначення переліку критичних технологій може відрізнятися. Це закономерно, адже відрізняються у тій чи іншій мірі національні інтереси, соціально-економічні ситуації, стратегії розвитку країн та критерії визначення самого поняття «критичність». Приведемо окремі визначення терміну «критичні технології», які зустрічаються в інформаційних джерелах [1, 5-7].

Критичні технології – сукупність технологій даної країни, які за основними ознаками забезпеченні на світовому рівні (або перевищують його), здатні забезпечити на даний час і у перспективі міцні позиції в міжна-

родній системі розподілу праці та відіграють провідну роль у забезпеченні життєдіяльності країни і необхідного рівня національної безпеки.

Критичні технології – технології, відсутність чи недостатній розвиток яких може привести до загроз національній безпеці країни, втрати її конкурентоспроможності.

Критичні технології – технології, що мають міжгалузевий характер, створюють передумови для розвитку багатьох сучасних технологічних напрямків і мають суттєвий вплив на реалізацію пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки та вирішення соціальних питань.

У світі питання прогнозування розвитку ринків технологічних інновацій та критичних технологій зокрема набуває виключно важливого значення. Для України правильність таких прогнозів повинна забезпечити можливість виходу продукції вітчизняного товаровиробника на міжнародні ринки високотехнологічної продукції.

В узагальненому вигляді система прогнозування, як правило, включає у себе спеціалізовану управлінську структуру, що забезпечує організацію та координацію міжгалузевих прогнозно-аналітичних досліджень. У цей процес включаються органи державного управління, що відповідають за державну науково-технічну політику, організації і установи, що зацікавлені у результатах прогнозування, галузеві (міжгалузеві) експертні групи та підсистема визначення критеріїв оцінки технологій на основі спеціального методологічного та інформаційного забезпечення.

Іноземний та вітчизняний досвід свідчить, що до складу експертних груп включаються не тільки конструктори та технологи базових підприємств, економісти, екологи, менеджери приватних структур, спеціалісти у сфері трансферу технологій, потенційні споживачі високотехнологічної продукції, а й науковці, науково-педагогічні працівники профільних кафедр (факультетів, інститутів).

Критерії відбору технологій можуть відрізнятися для різних країн, але до типових відносяться такі, як конкурентоздатність, вплив на якість життя, «локомотивність» як здатність технології слугувати основою для розробки та впровадження значної кількості інших технологій, що суттєво впливають на соціально-економічний розвиток країни.

Для визначення пріоритетів технологічного розвитку, прогнозування і прийняття рішень про фінансування державних програм у більшості розвинених країн використовуються різні методи. Найбільш поширеними є методи «Дельфі» та «Форсайт» («Передбачення»).

Розробка технологічних прогнозів, заснованих на методі Дельфі, - це спроба передбачити розвиток тієї чи іншої технології на тривалу перспективу (20 – 30 років). Розроблена вперше у 50-х роках *RAND Corp.*, техніка методу Дельфі була використана вперше для цілей національного та галузевого технологічного прогнозування Японією, а згодом, і у значній мірі

по японському зразком, Німеччиною, Францією, Великобританією, Іспанією, Австрією, переважно протягом останнього десятиліття.

Метод Дельфі полягає в оцінці технологій експертами на основі запропонованих схем, що включають кілька позицій, у тому числі рівень науково-дослідницької активності за даним напрямком, участь у створенні національного багатства, підвищення якості життя і конкурентоспроможності, очікувані терміни реалізації нових досягнень. Двох-чотирьох ступеня процедура оцінки дозволяє експертам уточнити або переглянути свою точку зору із урахуванням думки колег і виробити за результатами узгоджену, дійсно колективну позицію по всьому колу поставлених питань.

Порівняно новий механізм визначення пріоритетів державної науково-технічної політики країн отримав назву «Форсайт». Цей метод передбачає спільне з промисловістю визначення перспективних ринків і технологій на найближчі 10 – 20 років на основі рекомендацій, що виникають із аналізу реально наявних ресурсів, як матеріальних, так й інтелектуальних, а також можливостей їх зміцнення і нарощування. Метод «Форсайт» представляє собою три взаємозалежні етапи – аналіз, поширення інформації та використання результатів. Він дає можливість визначити пріоритети у науково-технологічній сфері, у системі підготовки кадрів та способах державного регулювання.

Використання зазначених методів дозволяє розробляти прогнози науково-технологічного розвитку, що ґрунтуються, зокрема, на «критичних технологіях».

За останні роки переліки критичних технологій були підготовлені у США, Великобританії, Німеччині, Франції та інших країнах ЄС. Процес актуалізації переліку критичних технологій у цих країнах різний і нерівномірний, що підтверджує порівняльна оцінка, представлена у табл. 1 [8, 9, 10].

Таблиця 1.

Порівняльна оцінка світового рівня лідерства у окремих технологічних напрямів

№ з\п	Найменування технологічного напрямку	Країна – лідер технологічного напрямку
1.	Технології нових матеріалів	США
2.	Мікроелектронні технології	Японія
3.	Оптоелектронні технології	США, Франція
4.	Лазерні технології	США
5.	Радіоелектронні технології	США
6.	Комп'ютерні технології	США, Японія
7.	Інформаційні технології	США, Японія

Розділ 1. Інформаційні системи

№ з\п	Найменування технологічного напрямку	Країна – лідер технологічного напрямку
8.	Ядерні технології	США, Японія
9.	Технології промислового обладнання	Німеччина
10.	Технології виробництва двигунів	США
11.	Технології енергетики та енергозбереження	Німеччина
12.	Технології спецхімії і енергонасичених матеріалів	США
13.	Біотехнології	Японія
14.	Нанотехнології	США, Японія

Експертна оцінка стосовно актуалізації переліку критичних технологій у частині аерокосмічної галузі України

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 серпня 2017 року № 600-р [1] визначений відповідний перелік критичних технологій для України, а також передбачено здійснення його актуалізації один раз на два роки, починаючи із 2019 року.

До переліку [1] увійшли критичні технології, що мають безпосереднє відношення до аерокосмічної галузі, а саме:

1. технології розробки навігаційних систем на базі інерційних та магнітометричних датчиків для визначення місцезнаходження за умов застосування завад супутниковим навігаційним системам;
2. технології створення заводозахисних і шифрованих каналів управління та передачі даних безпілотних авіаційних комплексів;
3. технології відновлення (ремонт) виробів авіаційної техніки;
4. технології моделювання експлуатаційних процесів у елементах авіаційних конструкцій;
5. технології створення засобів космічної, повітряної розвідки;
6. технології аерокосмічного моніторингу морської акваторії та ряд інших.

Актуалізація переліку критичних технологій як оборонного так і цивільного призначення є надзвичайно актуальним питанням, оскільки кризові процеси у суспільстві і світовій економіці суттєво впливають на темпи науково-технологічного прогресу та швидко переводять високі технології в розряд застарілих. Тому об'єктивно підвищуються ризики прийняття рішень щодо інвестицій у розвиток тієї чи іншої технології.

Пропонується такий актуалізований на 2020-2022 роки перелік критичних технологій для аерокосмічної галузі України [10, 11, 12]:

1. технології інтегрування систем – створення авіаційно-космічних, ракетно-космічної та транспортної техніки нового покоління (проект повітряно-космічного літака, аеромобільного таксі та їх систем керування);

2. нові методи і технології вироблення енергії для забезпечення функціонування атмосферних та космічних літальних апаратів;
3. нові матеріали (надлегкі матеріали, нові сплави, керамічні матеріали, композиційні матеріали, енергонасичені матеріали, надпровідники, матеріали із заданими властивостями);
4. технології розробки автономних та інтегрованих навігаційних систем для визначення місцезнаходження в умовах застосування завад супутниковим навігаційним системам (інерціальні сенсори кінематичних параметрів, системи технічного зору, нові датчики, бортова аеронавігаційна і контрольна апаратура та технології комплексування);
5. технології створення заводо захищених та шифрованих каналів управління та передачі даних безпілотних авіаційних комплексів;
6. технології створення засобів космічного зв'язку, космічної та повітряної розвідки (технології ущільнення даних, обробка складних сигналів, підвищення надійності каналів зв'язку);
7. інформаційні технології (обробка великих масивів інформації, високошвидкісні комп'ютерні системи, математичне і програмне забезпечення та програмний інструментарій);
8. комплексні технології штучного інтелекту (управління голосом, інтелектуалізовані тренажери, стереоскопічна візуалізація, системи віртуальної реальності, технології розпізнавання);
9. технології дистанційного зондування Землі та аерокосмічного моніторингу морської акваторії (контроль забруднень, моніторинг і оцінка стану навколишнього середовища, дистанційна оцінка стану біосистем) та технології збереження (відновлення) природних екосистем).
10. ергономічні технології (системи взаємодії «людина-машина», системи забезпечення життєдіяльності у космосі, технології по розширенню можливостей людини в управлінні літальними апаратами).

Для інтегрованого розвитку перелічених критичних технологій та можливо інших, доцільно розвивати їх у рамках міжнародних науково-технологічних проектів, ініційованих на основі існуючих в Україні унікальних авіаційних і космічних технологій.

Висновки

На сьогодні все більшого значення набувають питання визначення пріоритетів розвитку науки і технологій, зокрема аерокосмічних технологій.

Для визначення пріоритетів технологічного розвитку, прогнозування і прийняття рішень про фінансування державних програм в більшості розвинених країн використовуються різні методи. Найбільш поширеними є методи «Дельфі» та «Форсайт» («Передбачення»).

В узагальненому вигляді система прогнозування, як правило, включає у себе спеціалізовану управлінську структуру, що забезпечує організацію та координацію міжгалузевих прогнозно-аналітичних досліджень. У цей процес включаються органи державного управління, що відповідають за державну науково-технічну політику, організації і установи, що зацікавлені в результатах прогнозування, галузеві (міжгалузеві) експертні групи та підсистема визначення критеріїв оцінки технологій на основі спеціального методологічного та інформаційного забезпечення.

Іноземний та вітчизняний досвід свідчить, що до складу експертних груп включаються не тільки конструктори та технологи базових підприємств, економісти, екологи, менеджери приватних структур, спеціалісти у сфері трансферу технологій, потенційні споживачі високотехнологічної продукції, а й науковці, науково-педагогічні працівники профільних кафедр (факультетів, інститутів).

Запропоновано актуалізований на 2020-2022 роки перелік критичних технологій для аерокосмічної галузі України.

Список використано] літератури

1. Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 серпня 2017 року № 600-р «Деякі питання розвитку критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки».
2. *Судакова Н. А.* Приоритеты научно-технической политики США при администрации Дональда Трампа // Россия и Америка в XXI веке. 2018. Выпуск 3. [Электронный ресурс]. Доступ URL: <https://rusus.jes.su/s207054760000046-7-1/>.
3. *Киселёв В. Н., Нечаева Е. К.* Инновационные цели современных государственных приоритетов в сфере науки: краткий обзор зарубежного опыта // Инновации. №7 (201). 2015. [Электронный ресурс]. Доступ URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-tseli-sovremennyh-gosudarstvennyh-prioritetov-v-sfere-nauki-kratkiy-obzor-zarubezhnogo-opyta/viewer>.
4. *Камелин А. Б., Лукомский В. Г.* Некоторые подходы к оценке эффективности космической деятельности: Журнал «Інформаційні системи, механіка та керування». – К.: КПІ імені Ігоря Сікорського, № 21 (2019).
5. *Рижих В. Н.* Государственное управление научно-техническим прогрессом, экономические аспекты: Монография. – Х.: Прапор, 1998.
6. *Попович О. С.* Науково-технологічна та інноваційна політика: основні механізми формування та реалізації. – К.: Фенікс, 2005.
7. *Лялько В. И., Попов М. А.* Состояние и перспективы развития дистанционных методов исследования Земли в Украине / Перспективы космических исследований Украины / Науч. ред. О. П. Федоров. – К.: Академперіодика, 2011.

8. Критичні технології США і країн Європейського Союзу. Анотація // Асоціація ділового та науково-технічного співробітництва в галузі машинобудування, високих технологій і конверсії (асоціація «МВТК», Російська Федерація). [Електронний ресурс]. Доступ URL: <https://textarchive.ru/c-1307239-pall.html>
9. Перечень критических технологий Российской Федерации / [Электронный ресурс]. Доступ URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
10. *Ponomarenko S., Lysenko A., Tachinina O.* Implementation of the CLEAN SPACE Concept Using Suborbital Spaceflights // Next-Generation Suborbital Researchers Conference, Broomfield, Colorado, USA, March 2-4, 2020. URL: <https://www.boulder.swri.edu/NSRC2020/Site5/Authors.html>
11. *Zbrutskyi O.* Methodology of reliability stratospheric aerosol of the Earth's atmosphere observation / P. Nevodovskyi, O. Moroshenko, O. Ivakhiv, O. Zbrutskyi, M. Geraimchuk // IEEE 9th International conference Dependable systems, services and technologies DESSERT'2018, Kyiv, Ukraine, 2018, p.p.667-672.
12. *Zbrutskyi O.* Remote study of the Earth stratospheric aerosol / P. Nevodovskyi, O. Moroshenko, O. Ivakhiv, O. Zbrutskyi, M. Geraimchuk, Y. Hirniak // IEEE 39th International conference on Electronics and nanotechnology ELNANO, Kyiv, Ukraine, 2019, p.p.640-643.