

УДК 621.396

С.В. Герасимов<sup>1</sup>, А.М. Клименко<sup>2</sup>, Т.А. Пінчук<sup>3</sup><sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків<sup>2</sup>Національний технічний університет "ХПИ", Харків<sup>3</sup>Інститут країн Сходу і Африки Міжнародного Слов'янського Університету, Харків

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ (МОДЕРНІЗАЦІЇ, ЗАКУПІВЛІ) СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

В статті показано, що для підвищення тактико-технічних характеристик, в тому числі збільшення технічного ресурсу, складних технічних комплексів, які знаходяться в експлуатації двадцять і більше років, існує три шляхи: розробка та виготовлення нових комплексів, модернізація існуючих і закупка аналогів існуючих комплексів. В умовах фінансових обмежень провести повну заміну застарілих (технічно і, іноді, морально) комплексів не можливо, тому запропонована методика проведення техніко-економічного обґрунтування вибору шляху підвищення тактико-технічних характеристик застарілих комплексів. Обґрунтовано фактори, які впливають на проведення розробки, модернізації чи закупівлі комплексів. Розроблена методика дозволяє провести економічне обґрунтування шляху відновлення ресурсу складних технічних комплексів в залежності від їх призначення та наявних коштів на ці цілі в умовах фінансових обмежень.

**Ключові слова:** складний технічний комплекс, техніко-економічне обґрунтування, розробка, модернізація.

### Вступ

**Постановка проблеми.** При проведенні досліджень щодо визначення необхідності розробок нових складних технічних комплексів (СТК) техніко-економічний аналіз дозволяє зробити узагальнену оцінку в грошовому виразі різноманітних переваг та (або) недоліків комплексу нового типу, дослідити різні варіанти конструкції та економічно оцінити кожен нову ідею. Економічні показники дозволяють перейти від оцінки численних окремих технічних параметрів до оцінки конструкції у цілому [1 – 7].

Розробка, створення та виробництво нового СТК вітчизняними підприємствами – це дохідна частина бюджету держави (робочі місця, кооперація підприємств тощо), крім того замовник отримує новий сучасний комплекс. Але це дуже витратний процес. Враховуючи сучасне недофінансування програм розробки та створення нових СТК актуальною науковою задачею є визначення пропозицій щодо модернізації існуючих комплексів чи закупівлі аналогічних комплексів у іноземного виробника.

Закупівля аналогічного комплексу за кордоном дозволяє економити кошти на розробці, виготовленні та дослідній експлуатації СТК, так як буде закуплений комплекс, який вже експлуатується і має відповідні відгуки. Для закупівлі вибирається такий комплекс, який має необхідні тактико-технічні характеристики, що задовольняють вимогам замовника. Однак при цьому слід враховувати й негативні моменти. Виникає питання подальшого технічного обслуговування комплексу, який був закуплений, в процесі його експлуатації. Якщо технічне обслуговування планується проводити силами обслуговуючого комплексу персоналу, то необхідно провести

закупівлю не тільки СТК, але й технічних засобів для його технічного обслуговування. В протилежному випадку, необхідно розглядати питання проведення технічного обслуговування фірмою-продавцем СТК. А це, в свою чергу, призведе до дорожчання процесу обслуговування, тобто збільшення витрат на експлуатацію такого комплексу.

В цьому випадку постає питання визначення економічної необхідності проведення модернізації існуючого СТК, бо процес модернізації дозволяє частково підвищити техніко-економічні характеристики СТК і на незначний час (порівняно з новим зразком) подовжити термін експлуатації. Але при цьому теж слід враховувати економічну необхідність модернізації, бо може статися так, що повна модернізація обійдеться замовнику дорожче, ніж закупівля нового комплексу (враховуючи тактико-технічні характеристики та подальший ресурс нового та модернізованого комплексів). Відомі методики проведення техніко-економічного аналізу [1 – 7] не дозволяють дослідити переваги закупівлі аналогічного комплексу (який має необхідні тактико-технічні характеристики) чи провести модернізацію існуючого СТК порівняно зі створенням нового вітчизняного комплексу.

**Метою статті** є розробка методики проведення техніко-економічного обґрунтування розробки, модернізації чи закупівлі складних технічних комплексів з необхідними замовнику тактико-технічними характеристиками. Запропонована методика дозволить проводити обґрунтування доцільності розробки (при наявності коштів), закупівлі аналогу (якщо це дозволить вирішити проблему за наявними коштами) чи провести модернізацію (підвищити тактико-технічні

характеристики за наявні кошти з метою очікування більш сприятливого економічного становища).

### Основна частина

Як зазначалося вище, найбільший показник в системі “тактико-технічні характеристики – технічний ресурс” у нових СТК, однак процес розробки, виготовлення та введення в експлуатацію нових СТК потребує значних фінансових витрат. Тому, розглянемо спочатку витрати на виготовлення нових сучасних вітчизняних СТК, а потім, розглянемо витрати на модернізацію СТК та закупку СТК у іноземних виробників.

Техніко-економічні розрахунки, що пов’язані зі створенням нових СТК, необхідні для [1 – 3]:

- вибору найбільш ефективних напрямків у проведенні розробок;
- оцінки технічного рівня СТК у різні періоди їх створення;
- рішення питання про доцільність модернізації СТК, що знаходяться в експлуатації, та їх заміну на сучасні СТК;
- обґрунтування економічної ефективності впровадження нових СТК.

Техніко-економічне обґрунтування повинне проводитися на усіх стадіях розробок. Це обумовлено тим, що на кожній наступній стадії проектування уточнюються та розширюються дані щодо розробленого СТК, його устрою, параметрів, елементів, із яких він складається тощо.

На початкових етапах розробки СТК розрахунок економічних показників має приблизний характер та засновується на попередній інформації з багатьма припущеннями (спрощеннями). На стадії завершення розробки, коли проведені випробування дослідного зразка нового комплексу, а усі раніше зроблені припущення та оцінки замінюються даними фактичних вимірювань, уточнюється і раніше зроблений економічний розрахунок.

Для визначення типу (принципів побудови) СТК, розробка та впровадження якого має найбільш велику економічну ефективність, потрібно проводити порівняння усіх можливих варіантів, із котрих необхідно за встановленим критерієм відібрати один найкращий.

У якості об’єктів для порівняння (якостей або властивостей СТК) необхідно відібрати найкращі з тих, які виконують функції, що задовольняють однакові потреби. Як раз на цьому зіставлені та вирішується основне питання: чи доцільно ставити знов розроблений прилад на серійне виробництво [2, 3]. Єдиним критерієм щодо зіставлення СТК повинен бути не фізичний принцип їх роботи, що лежить в основі їх побудови, а задачі, які вирішуються за допомогою цього комплексу. До об’єктів порівняння можливо віднести:

- СТК, що не мають у світі аналогів;
- СТК, які підлягають ремонту;
- СТК, які підлягають модернізації;
- СТК, які будуть закуплені за кордоном;
- СТК, які можуть бути освоєні вітчизняним виробником шляхом купівлі за кордоном ліцензій на виробництво;
- варіант вирішення задачі іншими методами, або ж за допомогою комплектів технічних систем, які вирішують дану задачу на необхідному рівні.

У випадку, коли аналогу для порівняння не існує, економічна частина проекту СТК повинна вміщувати:

- розрахунок собівартості;
- розрахунок ціни, що очікується, спроектованого комплексу;
- прогноз зниження собівартості та ціни у різні роки випуску;
- розрахунок усіх останніх елементів капітальних вкладень, з якими пов’язано функціонування даного комплексу;
- розрахунок загальної сумарної величини капітальних вкладень;
- розрахунок щорічних витрат на експлуатацію цього комплексу;
- опис тих якісно нових потреб держави (промисловості або окремого відомства), які можливо буде задовольнити використанням цього комплексу.

До складу економічного ефекту від впровадження новітнього СТК пропонується враховувати складові, які впливають на виконання комплексом своїх функцій. Наприклад, якщо в якості СТК розглядати нову радіолокаційну станцію, то на економічний ефект від впровадження цієї станції будуть впливати наступні складові загального ефекту:

- можливість здійснення вимірювань з більшою точністю;
- можливість здійснення вимірювань з меншими витратами часу;
- можливість вирішення нових вимірювальних задач;
- розширення галузі використання даної станції.

При цьому необхідно враховувати, що існують також фактори, які мають вплив на економічну ефективність застосування СТК (наприклад, зміна умов використання), які не залежать від самого комплексу. До них відносяться:

- рівень завантаження комплексу;
- зниження вартості на окремі матеріали та комплектуючі, що використовуються при виготовленні комплексу;
- зниження вартості на окремі елементи комплексу, зниження експлуатаційних витрат;
- умови експлуатації комплексу.

Розглянемо рішення проблеми у тому випадку, коли СТК, що знаходиться в експлуатації, використав

свій технічний ресурс. Цей випадок є характерним для сучасного стану значної частини складних технічних комплексів, що знаходяться в експлуатації на підприємствах різних відомств України. При цьому слід враховувати, що при проведенні техніко-економічного обґрунтування усі розрахунки проводяться лише для одного СТК, які потім можуть бути узагальнені на необхідну кількість комплексів, які знаходяться в експлуатації.

У цьому випадку можуть бути розглянуті три можливі шляхи вирішення даної задачі:

- проведення закупівлі аналогу СТК;
- проведення модернізації старого СТК;
- проведення заміни старого приладу новим, вітчизняного виробництва.

У табл. 1 наведена сукупність показників, які повинні враховуватися під час проведення техніко-економічного обґрунтування щодо вибору доцільності застосування того чи іншого шляху (варіанту) вирішення поставленої задачі (удосконалення існуючого СТК).

Таблиця 1

Техніко-економічні показники, які повинні враховуватися під час проведення техніко-економічного обґрунтування

Показник	Варіант порівняння		
	Закупка аналогу СТК	Модернізація СТК	Розробка та виготовлення нового СТК
Нові капітальні вкладення, грн.	$K_3$	$K_M$	$K_H$
Річна продуктивність СТК, операції/рік	$Q_3$	$Q_M$	$Q_H$
Експлуатаційні витрати на одиницю операцій, що виробляється за допомогою цього СТК (ефективність), грн./операція	$E_3$	$E_M$	$E_H$
Термін окупності додаткових питомих вкладень, рік	$\tau_3$	$\tau_M$	$\tau_H$

Взагалі у процесі техніко-економічного обґрунтування можуть мати місце наступні співвідношення між цими показниками:

$$\begin{aligned} K_3 < K_M < K_H, \\ Q_3 < Q_M < Q_H, \\ E_3 < E_M < E_H. \end{aligned} \quad (1)$$

Послідовність етапів визначення доцільного варіанту включає до себе наступні дії.

У випадку, коли у варіантах порівнюється різна річна продуктивність роботи СТК, вибір найбільш ефективного варіанту повинен здійснюватися на базі зіставлення питомих витрат на проведення операцій комплексів.

Спочатку визначають економічну ефективність модернізації старого СТК у порівнянні з розробкою та виготовленням нового. У випадку якщо:

$$\frac{K_3}{Q_3} > \frac{K_M}{Q_M}, \quad (2)$$

а  $E_3 > E_M$ , проведення модернізації старого СТК вважається доцільною, тому що дозволяє отримати економію, як на питомих капітальних вкладеннях, так і на питомих експлуатаційних витратах.

У випадку, коли:

$$\frac{K_3}{Q_3} > \frac{K_M}{Q_M}, \quad (3)$$

а  $E_3 > E_M$ , то необхідно розрахувати термін окупності додаткових питомих капітальних вкладень у модернізацію старого приладу в порівнянні з його ремонтом та економією на питомих експлуатаційних витратах:

$$\tau_M = \frac{\frac{K_M}{Q_M} - \frac{R_3}{Q_3}}{E_3 - E_M}. \quad (4)$$

При

$$\tau_M \leq \tau_{\text{нор}}, \quad (5)$$

де  $\tau_{\text{нор}}$  – нормативний термін окупності додаткових капітальних вкладень (як правило,  $\tau_{\text{нор}}$  дорівнюють  $\tau_H$ ) – модернізація застарілого СТК вважається ефективнішою ніж закупка нового його аналогу.

У випадку, коли необхідно розрахувати, що доцільніше, модернізація старого СТК або заміна його новим (розробка та виготовлення нового СТК), розглядають наступні варіанти.

Якщо

$$\frac{K_H}{Q_H} < \frac{K_M}{Q_M}, \quad (6)$$

та  $E_H < E_M$ , то заміна старого СТК новим є доцільною, так як дозволяє отримати економію питомих

капітальних вкладеннях та питомих експлуатаційних витратах.

Коли

$$\frac{K_H}{Q_H} > \frac{K_M}{Q_M}, \quad (7)$$

а  $E_H < E_M$ , то необхідно розраховувати термін окупності додаткових питомих капітальних вкладень у заміну старого СТК новим в порівнянні з модернізацією через питомі вимірні витрати:

$$\tau_H = \frac{\frac{K_M}{Q_M} - \frac{K_H}{Q_H}}{E_M - E_H}. \quad (8)$$

При  $\tau_H \leq \tau_{\text{нор}}$ , заміна старого СТК новим (з урахуванням витрат на його розробку та виготовлення) вважається доцільніше модернізації.

Розробку нового СТК найчастіше проводить виконавець на підставі договору між ним та замовником. Проведення розробки нового СТК для замовника є вкладенням капітальних (одноразових) коштів. Вартість дослідно-конструкторських робіт (ДКР) частіше усього визначається на підставі договору між замовником та виконавцем і може бути: попередньою, узгоджувальною та лімітною.

Закінченням кожної ДКР з розробки нового СТК є дослідний зразок. При розробці та виготовленні дослідного зразка необхідно зробити калькуляцію його вартості.

У випадку, якщо новий розроблений СТК задовольняє встановленим вимогам, наступною стадією життєвого циклу є виготовлення, яке починається з підготовки та освоєння виробництва, продовжується початком виготовлення серії приладів та закінчується випуском останнього екземпляру СТК даної серії.

При проведенні техніко-економічного обґрунтування доцільності розробки та впровадження нового СТК потрібно враховувати такі його економічні показники, як:

- оптова вартість комплексу;
- капітальні вкладення, що пов'язані з його впровадженням;
- експлуатаційні витрати тощо.

Оптова вартість комплексу входить до капітальних вкладень і знаходиться у залежності від кількості одиниць випуску. До капітальних вкладень відносяться усі разові витрати (ураховуються тільки ті складові, що мають місце у варіантах):

- вартість комплексу;
- вартість транспортування комплексу до місця експлуатації;
- вартість послуг промисловості;
- вартість монтажних робіт, що пов'язані з експлуатацією або застосуванням даного комплексу;
- вартість побудови технічних споруд, що необхідні для експлуатації даного комплексу;

– вартість ДКР з розробки комплексу (у випадку, коли комплекс розроблюється за замовленням замовника в єдиному екземплярі), або питомі витрати на розробку (коли розроблюється партія комплексів).

До річних експлуатаційних витрат відносяться витрати, які залежать від часу експлуатації приладу (ураховуються тільки ті складові, що мають місце у варіантах):

- витрата ресурсу комплексу;
- витрати на утримання обслуговуючого персоналу;
- витрати на споживання електроенергії;
- відрахування на проведення планових поточних, середнього та капітального ремонту;
- витрати на технічне обслуговування комплексу під час експлуатації;
- витрати на допоміжні матеріали та обладнання, необхідні для експлуатації чи обслуговування комплексу;
- витрати на утримання технічних споруд;
- витрати на транспортування, що обумовлювались умовами застосування.

Капітальні вкладення можуть бути застосовані при проведенні техніко-економічного обґрунтування як в абсолютних, так і в питомих величинах. Експлуатаційні витрати можуть бути як абсолютними, так і питомими.

При проведенні техніко-економічного обґрунтування варіантів, як правило, потрібно дотримуватися наступних умов (обмежень):

- при порівнянні варіантів єдиним критерієм у при цьому повинен бути не фізичний принцип, який знаходиться у основі їх принципу дії, а задачі, що вирішуються за допомогою цього комплексу;
- усі тарифи на транспортування, енергоспоживання тощо повинні бути приведені до одного часу (при розрахунках наперед необхідно враховувати інфляцію);
- розрахунок при проведенні техніко-економічного обґрунтування порівняння проводиться тільки для одного комплексу, що порівнюються (старого і нового);
- варіанти порівняння виконують однакову задачу, з однаковою вірогідністю та на одному технічному рівні.

При проведенні техніко-економічного обґрунтування варіантів порівняння розраховуються абсолютні та питомі капітальні вкладення, а також абсолютні та питомі експлуатаційні витрати. При проведенні техніко-економічного обґрунтування, коли річна продуктивність комплексів однакова, розрахунок річного економічного ефекту проводиться на підставі розрахунків абсолютних капітальних вкладень та абсолютних експлуатаційних витрат. У випадку, коли річна продуктивність не однакова, розрахунок річного економічного

ного ефекту проводиться на підставі розрахунків питомих капітальних вкладень та питомих експлуатаційних витрат.

### Висновки

Розроблена методика проведення техніко-економічного обґрунтування розробки (виготовлення) вітчизняного складного технічного комплексу, модернізації існуючого чи закупки нового аналогічного за призначенням та тактико-технічними характеристиками комплексу у іноземного виробника. Ця методика дозволяє провести економічне обґрунтування шляху відновлення ресурсу складних технічних комплексів в залежності від їх призначення та наявних коштів в умовах фінансових обмежень.

Запропонована методика може застосовуватись при організації закупівель не тільки комплексів в цілому, а й інших виробів (пристроїв, вузлів тощо) в умовах фінансових обмежень.

### Список літератури

1. *Технико-экономический анализ машин и приборов / Ю.Н. Мымрин, К.А. Грачева, Ю.В. Скворцов и др. / под общ. ред. М.И. Ипатов и В.И. Постникова. – М.: Машиностроение, 1985. – 248 с.*

2. *Экономическая эффективность новой техники / Б.В. Буркинский, П.С. Мирошников и др. – К.: Наукова думка, 1987. – 234 с.*

3. *Консон А.С. Экономические расчеты в приборостроении / А.С. Консон. – М.: Высшая школа, 1983. – 186 с.*

4. *Плоткин Я.Д. Экономическая эффективность новой техники / Я.Д. Плоткин, Д.С. Львов. – Львов: Вища школа, 1986. – 141 с.*

5. *Коровина З.П. Эффективность производства, новой техники и капитальных вложений / З.П. Коровина. – М.: Экономика, 1980. – 200 с.*

6. *Методы и практика определения эффективности капитальных вложений и новой техники // Сборник научно-технической информации. – М.: Наука, 1982. – Вып. 33. – 128 с.*

7. *Юрлов Ф.Ф. Технико-экономическая эффективность сложных радиоэлектронных систем / Ф.Ф. Юрлов. – М.: Сов. радио, 1980. – 280 с.*

Надійшла до редколегії 11.12.2009

**Рецензент:** канд. техн. наук, доц. В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

### ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ (МОДЕРНИЗАЦИИ, ЗАКУПКИ) СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

С.В. Герасимов, А.Н. Клименко, Т.А. Пинчук

*В статье показано, что для повышения тактико-технических характеристик, в том числе увеличения технического ресурса, сложных технических комплексов, которые находятся в эксплуатации двадцать и больше лет, существует три пути: разработка и изготовление новых комплексов, модернизация существующих и закупка аналогов существующих комплексов. В условиях финансовых ограничений провести полную замену застарелых (технически и, иногда, морально) комплексов нет возможности, поэтому предложена методика проведения технико-экономического обоснования выбора пути повышения тактико-технических характеристик застарелых комплексов. Обоснованы факторы, которые влияют на проведение разработки, модернизации или закупки комплексов. Разработанная методика позволяет провести экономическое обоснование пути возобновления ресурса сложных технических комплексов в зависимости от их назначения и имеющихся средств на эти цели в условиях финансовых ограничений.*

**Ключевые слова:** сложный технический комплекс, технико-экономическое обоснование, разработка, модернизация.

### FEASABILITY STUDY OF DEVELOPMENT (MODERNIZATIONS, PURCHASES) DIFFICULT TECHNICAL COMPLEXES

S.V. Gerasimov, A.M. Klimenko, T.A. Pinchuk

*It is rotined in the article, that for the increase of tactical and technical descriptions, including increase of technical resource, complex technical complexes which are in exploitation twenty and more than years, there are three ways: development and making of new complexes, modernization of existing and purchase of analogues of existent complexes. In the conditions of financial limitations to conduct complete replacement of inveterate (technically and, sometimes, morally) complexes there is not possibility, the method of leadthrough of feasibility study of choice of way of increase of tactical and technical descriptions of inveterate complexes is therefore offered. Grounded factors, which influence on the leadthrough of development, modernization or purchase of complexes. The developed method allows to conduct the economic ground of way of proceeding in the resource of complex technical complexes depending on their assigning and present facilities for these aims in the conditions of financial limitations.*

**Keywords:** complex technical complexes, feasibility study, development, modernization.