

УДК 621.394

А.Б. Скорик, О.Д. Флоров, О.М. Доска, Ю.В. Коробков

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ПРИНЦИПИ РОЗРОБКИ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ З ВИКОРИСТАННЯМ NSW-КОНЦЕПЦІЇ І ЕВОЛЮЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ

У статті проаналізовано інформацію УНІАН щодо можливості створення в Україні перспективного ЗРК середньої дальності. На підставі аналізу тенденцій розвитку засобів повітряного нападу та способів їх застосування у військових конфліктах, і напрямів розробки зенітного ракетного озброєння у країнах його виробниках проаналізовані підходи щодо розробки перспективного ЗРК для потреб ЗРВ ПС ЗС України. Розглянуті питання використання еволюційно-технологічного підходу для розробки ЗРК.

**Ключові слова:** ЗРК середньої дальності, розробка озброєння, мережеві технології забезпечення бойових дій, проектування ЗРК, еволюційно-технологічний підхід, еволюція якості технічних рішень.

### Вступ

**Постановка проблеми.** По інформації УНІАН, 3 листопада 2008 р. управління прес-служби Міністерства оборони України розповсюдило повідомлення про те, що у Вінниці відбулася нарада за участю представників Повітряних сил ВСУ, Міністерства промислової політики і підприємств ОПК України, на якому розглядалося питання про можливість створення зенітного ракетного комплексу (ЗРК) нового покоління. Під час наради фахівці пропрацювали пропозиції по створенню перспективного зенітного ракетного комплексу середньої дальності для потреб Повітряних сил ЗС України. За умови належного фінансування підприємства українського оборонно-промислового комплексу до 2013 року здатні створити зенітний-ракетний комплекс нового покоління для ПС ЗС України. «Розробка і впровадження виробництва вітчизняного ЗРК середньої дальності – найбільш перспективний шлях розвитку зенітно-ракетного озброєння, – відзначив начальник зенітно-ракетних військ Повітряних сил ЗСУ генерал-майор Ю.І. Галушко. – В майбутньому це дозволить вирішити питання поліпшення протиповітряної оборони як мінімум на десять років вперед, і як високотехнологічний продукт дасть поштовх розвитку науки, виробництва, і можливий вихід на міжнародні ринки озброєння як експортер».

Виходячи з приведеної УНІАН інформації, питання створення перспективного ЗРК переходить в практичну площину. На сьогодні розробка перспективного ЗРК в Україні є новою і досить складною науковою і технічною задачею яка потребує свого вирішення.

**Аналіз літератури.** В роботах [1] наведена сутність концепції створення перспективної уніфікованої системи озброєння ППО, наведений її військово-технічний обрис та проведена оцінка економічної ефективності. Питанням впровадження концепції

цієї централізовано – мережевої технології ведення бойових дій і розвитку інтелектуальних систем озброєння присвячені роботи [2, 3]. У роботі [4] розглянуті питання реалізації технологій plug-and-fight у перспективних ЗРК середньої дальності. На прикладі проектування ЗРК можливо послідовно розглянути головні принципи розробки озброєння і військової техніки (ОВТ) ЗРВ, наведені в роботі [5]. Роботи [6 – 10] присвячені теоретичним проблемам розробки зразків ОВТ.

### Основна частина

Аналіз розробки бойових систем ВПС за останні десятиріччя [1 – 4, 6] показує, що розвиток озброєння здійснюється, як правило, традиційним шляхом, а саме проектуванням по прототипу, тобто "від досягнутого", шляхом оновлення техніки на основі послідовного поліпшення конструкції і використання новітніх технологій. При цьому можливе використання революційних технологій і глибока структурна перебудова озброєння.

Яскравим показником цих підходів служить розробка принципово нових ЗРК для комплексів Patriot (ЗРК ERINT), С-300 Фаворит (ЗРК 9М96Е) і інтеграція їх до існуючого устаткування ЗРК.

Аналіз напрямків щодо удосконалення сучасних ЗРС і ЗРК показує, що основні зусилля спрямовані на:

– удосконалення системи управління вогнем за рахунок розширення числа джерел забезпечення інформацією про повітряного противника та автоматизації процесу бойової роботи;

– зменшення робітного часу обслуговування ЗРК за рахунок удосконалення обчислювальних засобів та розробки відповідного програмного забезпечення;

– вирішення завдань само прикриття ЗРК у ближній зоні;

– збільшення дальності стрільби ЗРК;

– ешелонування зони вогню ЗРС за рахунок ви-

користання ЗРК з різною дальністю стрільби та реалізації режимів "віддаленого старту";

– подальше удосконалення засобів боротьби з балістичними ракетами.

При формуванні технічних пропозицій щодо створення ЗРК природним бажанням є прагнення як можна повніше врахувати всі чинники, які визначають його майбутній вигляд. Але дану вимогу повноти можна задовольнити лише в рамках ієрархічної структури принципів [5], верхній рівень якої містить невелике число найбільш загальних основоположних принципів. Пропонується використовувати наступні принципи.

**Перший принцип:** визначення головного джерела нової якості системи.

На наш погляд, головним джерелом нової якості перспективного ЗРК є комплексна реалізація у його структурі принципів C5ISR і NCW-концепції ведення бойових дій [2].

Концепція NCW – "мереже-центричної війни" (Network-centric Warfare) склалася в останні 5 – 7 років в США і відображає систему поглядів на військово-технічне забезпечення ведення бойових дій. Ця концепція дуже активно була підтримана більшістю розвинених країн.

У Франції подібна концепція, отримала найменування «інформаційно-центрична війна» (Guerre Infocentre). Ця концепція більшою мірою акцентує увагу на інформаційних потоках, а не на мережах, як прийнято в армії США. Бундесвер працює над створенням своєї версії NSW-системи «Infanterist der Zukunft». Китай теж серйозно займається проблематикою «мережевої війни». У останніх документах НОАК зустрічається термін «інтегрована мережева і електронна війна» (Integrated Network-Electronic Warfare – INEW) [2, 7].

Існує достатньо поширена думка, що винятковою особливістю NCW є ведення бойових дій в єдиному інформаційному просторі. На наш погляд це достатньо вузьке визначення. Китаєм, наприклад, в рамках реалізації концепції здійснюється розробка лазерної зброї для боротьби з космічними апаратами ворогів супротивника, а також власних навігаційних систем космічного базування, опрацьовуються питання створення інтегрованих систем управління, зв'язку і розвідки, які повинні дозволити застосовувати балістичні ракети в неядерному оснащенні для боротьби з авіаносними угрупованнями ВМС США [2].

Мереже-центрична війна може вестися на всіх рівнях військових дій – тактичному, оперативному і стратегічному. Принципи її ведення жодним чином не залежать від географічного регіону, бойових завдань, складу і структури військ.

Незалежно від національної належності, більшість концепцій «мережевих війн» орієнтовані на

військово-технічне забезпечення реалізації в складних системах озброєння структур C5ISR (Command, Control, Communications, Computers, Combat Systems, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance) – «Бойові системи, системи управління і контролю, зв'язку, комп'ютерного забезпечення, розвідки і спостереження» [2]. Систему озброєння, що реалізує комплексні структури C5ISR на основі мережевих технологій можна називати NCW-системою озброєння.

Слід відзначити, що теперішні NCW-системи озброєння слід віднести до *NCW- систем першого покоління*, у яких організується взаємодія на рівні бойових машин (БМ).

В перспективному ЗРК для ЗС України, на наш погляд, потрібно реалізувати концепції NCW систем наступного покоління.

Архітектура побудови будь-якої бойової машини передбачає певний набір датчиків, зброї, засобів управління і зв'язку. У рамках NCW- озброєння наступного покоління кожна з перерахованих систем будучи елементом системної архітектури бойової машини в той же час повинна входити в структуру загальної мережі ЗРК, а можливо і більш глобальних мереж. Таким чином бойова машина буде розглядатися як платформа з множиною датчиків, зброї, обчислювальних і мережевих можливостей. При цьому відбудеться перехід від взаємодії бойових машин у ЗРК на рівень сумісного використання датчиків, зброї і інших систем.

Працюючи в комп'ютерних мережах ми вже звикли використовувати принтери, сканери і інше комп'ютерне устаткування, підключене до віддалених комп'ютерів. Будь-який користувач комп'ютера знайомий з функцією *plug and play*, що забезпечує автоматичне підключення нового устаткування до комп'ютера. При цьому для користувача немає абсолютно ніякої різниці підключено це устаткування до його комп'ютера або до іншого. У перспективних NSW-системах озброєння ми бачимо абсолютно аналогічний підхід (рис. 1).

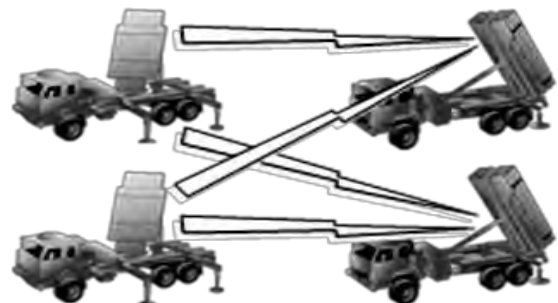


Рис. 1. Система PLUG-and-FIGHT

Ідеологія NSW систем наступного покоління передбачає наявність функції *plug-and-fight*, що забезпечує можливість сумісного використання

вогневих установок і ЗКР, які належать до різних ЗКР, реалізацію режимів передачі керування ракетою в польоті між взаємодіючими бойовими машинами ЗКР [4] та ін.

Одним із найбільш важливих аспектів розробки NCW-систем наступного покоління є кардинальне підвищення ефективності взаємодії ЗКР і авіації. Як перспективне розглядається питання знищення засобами ЗКР авіаційних ракет «повітря-повітря» і ЗКР противника. До цілей, які планується уражати перспективним мобільним ЗКР (найбільш вірогідно річ йде про ЗКР БУК-МЗ) [6] відносяться авіаційні УР «Фенікс» і зенітні ракети ЗКР «Patriot». На базі цих підходів можлива організація протиракетного прикриття взаємодіючої авіації. Аналогічні задачі можуть вирішуватися авіацією по відношенню до взаємодіючого ЗКР.

Реалізація *NCW- концепції ведення бойових дій* у ЗКР дозволить вивести на принципово новий рівень їх інформаційні і бойові можливості, створить передумови для реалізації найбільш щільної взаємодії частин (підрозділів) ЗРВ і винищувальної авіації.

**Другий принцип:** системний підхід до проектування ЗРК.

Системний підхід припускає, що взаємозв'язок і взаємодія елементів додають нові властивості об'єкту, які не властиві його окремим елементам або їх сукупності без *системного об'єднання*.

Справедливість такого твердження підтверджується наступним фактом. У США активно розвивається програма створення літака п'ятого покоління. На теперішній час розробляються два варіанти такої машини - це винищувачі F-22 та F-35. Американські спеціалісти стверджують, що при поставці цих винищувачів на експорт і бойовому застосуванні їх без використання системи керування бойовими діями авіації США, їх можливості будуть відповідати поколінню 4++. Тобто відсутність *системного об'єднання* призводить до значного погіршення бойової ефективності систем озброєння.

Системний підхід включає наступні концепції:

- уніфікації;
- відкритості архітектури і стандартизації;
- комплексності;
- високої технологічності.

Питання *уніфікації* треба розглядати з позицій міжвидової і внутрісистемної уніфікації. За сучасними уявленнями, *уніфікація* технічних засобів найкращим чином досягається на основі *базово-модульної побудови ЗРК*. Існують різні підходи до визначення модульної структури ЗРК. Розробниками перспективного мобільного ЗРК СД «Бук-МЗ» [6] під базовими модулями розуміється функціонально і конструктивно закінчені спеціалізовані засоби, що забезпечують гнучку структуру ЗРК СД і адаптуються до завдань, які вирішуються оснаще-

ними ними з'єднаннями і частинами ППО.

Даний принцип дозволяє широко використовувати раніше сконструйовані вироби. У нашому випадку – це наявні в Україні новітні розробки активної головки самонаведення, пасивної інфрачервоної матричної головки, оптико-електронні системи, "типовий комплекс зв'язку", що використовуються на сучасних винищувачах і т.п.

У роботі [7] (рис. 2) на прикладі перспективної системи військової ППО приведено варіант використання модульної структури системи ППО.

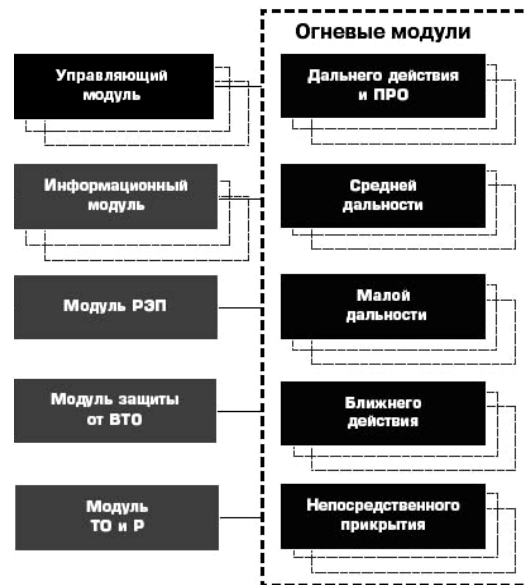


Рис. 2. Структура і склад перспективної системи військової ППО (варіант)

На наш погляд, варіант, коли кожна з систем побудована як окремий функціональний модуль відноситься до *NCW-систем першого покоління*. В перспективі функції модулів будуть виконуватися за рахунок об'єднання відповідних систем різних бойових машин за допомогою мережевих технологій.

Наступним системним чинником є концепція *відкритості архітектури і стандартизації*.

Концепція відкритої архітектури і стандартизації дозволяє збирати необхідні конфігурації обладнання ЗРК з наявного набору готових апаратних і програмних засобів. Створення необхідних модулів не вимагає змін у раніше розроблених модулях. У відмінності від попереднього розділу, мова йдеться не про *базово-модульну*, а про *блоково-модульну* побудову окремих систем бойової машини.

Прикладом використання такого підходу може бути розробка у республіці Беларусь ЗРК БУК-МБ, який було створено шляхом модернізації ЗРК БУК-М1. В новому комплексі було змінено на сучасні такі системи як: засоби відображення інформації, пульти управління, введено лазерний дальномір, змінено алгоритми ЦОМ для використання нових ЗКР 9М317, та введено деякі інші доробки. Але

головні, структурні системи (модулі) комплексу не зазнали змін.

Добрим прикладом систем з відкритою архітектурою є IBM-сумісні комп'ютери, які дозволяють кінцевому користувачеві створювати найбільш оптимальні для нього конфігурації, вибираючи елементи системи, що пропонуються великою кількістю виробників. Це призвело до того, що IBM-комп'ютери набули найбільшого поширення у світі. З урахуванням того, що цифрові обчислювальні засоби є основою сучасного ЗРК, принциповим стало використання подібних підходів при розробці нових і модернізації існуючих ЗРК.

В теперішній час розроблено цілий ряд базових стандартів у військовій техніці, що визначають набір інтерфейсів, що використовуються в системах управління і інформаційного обміну.

Як один з головних чинників підвищення інформативності слід відзначити розробку системи мережевого зв'язку JTIDS. Розвиток обчислювальних систем для бойових комплексів ВПС у США і країнах НАТО визначався програмами DAIS, Pave Pilar, Pave Race [3]. Реалізація першої з них завершилася розробкою стандартної мультиплексної шини передачі даних стандарту MIL-STD-1553B (аналог ГОСТ 26765.52-87) і стандартної архітектури процесора даних (стандарт MIL-STD-1750A). Мультиплексні канали обміну із швидкістю 1Мбіт/с використовуються у винищувачах F-14, F-15, F-16, F-18. Реалізація інших програм призвела до появи волоконно-оптичного каналу типу MIL-STD-1773, високошвидкісного каналу (ГОСТ Р50835-95), шина якого (з пропускною здатністю 20Мбіт/с) може виконуватися на основі як волоконно-оптичного, так і коаксіального кабелю. Взаємодія з інформаційно-управляючим полем здійснюється за стандартом STANAG 3350.

Розробки програми Pave Pilar привели до відмови від федеральної архітектури обчислювальних систем і переходу до модульної архітектури радіоелектронного обладнання. Дослідження, що проводяться в даний час, за програмою Pave Race направлені на реалізацію інтегрованої обробки інформації від різних джерел. Використання загальних аналогових засобів обробки, загальних цифрових модулів обробки даних, використання уніфікованої бортової мережі, що підтримує побудову мультипроцесорного комп'ютера, все це конструктивні рішення по сполученню із зброєю (основний стандарт – MIL-STD-1760).

Концепція відкритості архітектури і стандартизації надає умови для реалізації принципу *комплексності* — забезпечення сумісного і узгодженого застосування засобів ЗРК з іншими системами зброї (авіаційні комплекси, засоби радіоелектронної боротьби та ін.), можливість спряження ЗРК з інфраструк-

турою взаємодіючих систем, без попередньої організаційно-технічної підготовки.

Викладені концепції при відповідній апаратно-програмній підтримці забезпечують побудову інтегрованого обчислювального середовища, в якому відсутній "жорсткий" розподіл обчислювальних ресурсів по інформаційних каналах системи (комплексу). Обчислювальне середовище здатне динамічно перебудовувати свою структуру і перерозподіляти ресурси залежно від режиму функціонування ЗРК. З аналізу вимог до мобільного перспективного ЗРК СД (БУК-МЗ) [6] концепція *відкритості архітектури і стандартизації* повинна передбачати також можливість нарощування бойових можливостей ЗРК за рахунок використання зброї на нових фізичних принципах (лазерні бойові системи та ін.).

*Концепція високої технологічності*, яка використовується при розробці ЗРК забезпечує впровадження автоматизації в процеси проектування (використання САПР-системи автоматизованого проектування) конкретних систем, зниження технічних ризиків при створенні ЗРК, скорочення витрат на техобслуговування і експлуатацію. В теперішній час розробка комп'ютерних технологій сформувалась у вигляді самостійного напрямку в програмотехніці – CASE (Computer-Aided Software/System Engineering). CASE дозволяє не тільки створювати досконаліші продукти, але й упорядковувати сам процес їх створення. На думку зарубіжних фахівців, при використанні існуючих пакетів CASE-технологій час розробки нових САПР скорочується у 5 – 7 разів. При цьому значно зростає якість САПР і зручність користування.

**Третій принцип:** *цільового управління процесом проектування ЗРК, використання еволюційно-технологічного підходу створення ЗРК.*

Цей критерій повинен враховувати всякого роду обмеження, які матимуть місце при розробці, виготовленні і експлуатації ЗРК. Оскільки ці обмеження нежорсткі, то їх можна подолати, вклавши в розробку значні фінансові ресурси. Найбільш загальним, глобальним критерієм якості системи є вираз, що оцінює, з одного боку її ефективність, а з іншого боку, вартість. Одночасно максимізувати ефективність і мінімізувати вартість системи не можливо.

В нашому конкретному випадку мають місце досить жорсткі обмеження на час розробки (встановлений термін до 2013 року) і на вартість (кризові явища в економіці роблять це обмеження досить суттєвим).

Слід визнати, що традиційний спосіб розробки ЗРК потребує 8 – 10 років на розробку нового ЗРК. Це призводить до морального старіння ЗРК ще на етапі його розробки. Наприклад обрис ЗРС С-400 «Тріумф» було сформовано ще у 1991 році. Довгий

час розробки призвів до того, що радіолокаційні засоби новітньої ЗРК, згідно матеріалів відкритої печаті, використовують ФАР, побудовані по традиційним технологіям, а перспективні літаки 5-го покоління мають активні ФАР, що надає їм досить значні переваги. Таким чином, за цим показником ЗРК має відставання на ціле покоління, а це вже досить серйозний симптом. (Але не слід по одному показнику судити про ефективність усього ЗРК, тому що в умовах розглянутого вище *системного об'єднання* бойова ефективність ЗРК по знищенню перспективних ЗПН може бути досить висока). Програма розробки перспективного ЗРК MEADS, у якій приймають участь США, Італія, Німеччина стартувала 28 вересня 2004 року і розрахована на 110 місяців. А відпрацювання вимог до перспективного ЗРК почалося з 1996 року. У розробку ЗРК MEADS планують вкласти **2.0 млрд \$ та 1.4 млрд €**.

Історія розвитку техніки показує, що перший зразок принципово нового пристрою зазвичай створюється в умовах неповного вивчення його властивостей [5]. Тому параметри такого об'єкту, як правило, не оптимальні, і є значні резерви для поліпшення. З початком експлуатації об'єкту починається процес усунення його недоліків, покращення показників якості. Саме тому більшість країн-покупців зброї купують тільки системи прийняті на озброєння в країні-виробнику. Покращенню показників якості сприяють зріст загального науково-технічного потенціалу промисловості і розвиток технології виробництва. Відбувається мікрореволюція – міняється структура технічного об'єкту, але в межах існуючого принципу дії об'єкту. Вдосконалений об'єкт в якийсь період досягає своєї стелі. Тоді відбувається макрореволюція – перехід до нового принципу дії технічного об'єкту. Далі процес повторюється.

Схематично цей процес, що відбиває зміну якості  $K$  залежно від витрат ресурсів  $R$ , може бути описаний S-образною кривою [5] (рис. 3).

Для початкової ділянки кривої – I (лінія  $A_1$ ) – характерні інтенсивні зусилля (витрати) для підвищення якості об'єкту. У цей період відбувається експериментальна відладка і дослідна експлуатація нової техніки. У міру накопичення знань (на ділянці II) завдяки усуненню недоліків, конструктивним доопрацюванням відбувається інтенсивний розвиток виробів нової техніки, що супроводжується зростанням якості і функціональної ефективності.

Ділянка III характеризується значним збільшенням витрат на підвищення якості. Ефективність техніки при даному принципі дії наближається до граничного значення (лінія  $B_1$ ). Якщо немає умов для переходу на новий принцип дії, то процес конструктивної еволюції сповільнюється і тривалий час відтворюються технічні пристрої приблизно однакової конструкції (крива 1 на рис. 3). Проте, як правило,

задовго до цього періоду з'являється новий принцип дії технічного об'єкту, який в перспективі може забезпечити вищий показник якості (крива 2 на рис. 3). Його розробка починається тоді, коли дозріють соціально-економічні умови (лінія  $A_2$ ). Спочатку він за своїми показниками якості відстає від своїх попередників, але потім поступово відповідно до закономірності, описуваної S-образною кривою, новий технічний об'єкт починає витісняти свого конкурента.

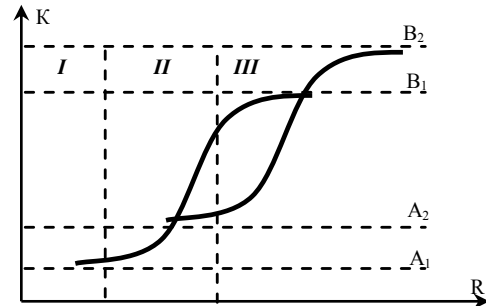


Рис. 3. Еволюція якості технічних рішень

ЗРК, що існують в Україні мають характеристики, які відповідають початковій зоні ділянки II (рис. 3). Досвід розвитку сімейства ЗРК С-300П (С-300ПМУ-1, 2, С-400), С-300В (Антей-2500), БУК-М1 (БУК-М2) свідчить про можливість значного підвищення ефективності, при цьому необхідно здійснювати впровадження принципів централізованого мережевого управління бойовими діями, яке застосовується у засобах нового покоління і має характер макрореволюції.

Особливістю систем, що створюються з використанням мережевих технологій є те, що в рамках єдиної системи можуть існувати об'єкти різних поколінь. Ідеологія NSW забезпечує найбільш гнучкі механізми розробки нових систем і модернізації старих і забезпечує впровадження принципів еволюційно-технологічного підходу до розвитку ОБТ. Цей підхід дозволяє у систему, яка знаходиться у верхній частині ділянки II (III) інтегрувати об'єкти нового покоління, які знаходяться на початку свого розвитку. При такому підході вдається уникнути надмірних втрат, які характерні для розвитку систем на ділянці III і еволюційним шляхом створювати високоєфективні системи при помірних затратах часу і коштів. Прикладом таких підходів є глибока модернізація ЗРК С-125, здійснена в Росії. ЗРК С-125 мав характеристики, які відповідають ділянці III (рис. 3). Можливість підвищення якості шляхом модернізації систем ЗРК було практично вичерпано, і лише інтеграція в апаратуру ЗРК принципово нових систем, побудованих з використанням новітніх технологій (які використовуються в системі С-300) дозволило значно підвищити його ефективність при помірних затратах.

Таким шляхом йде і уряд Великобританії, який виділив 9,5 млрд. фунтів стерлінгів на вдосконалення системи ППО. Джерелом нової якості є впровадження в існуючу систему ППО Великобританії принципів централізованого мережевого управління бойовими діями.

Принципи еволюційно-технологічного підходу (ЕТП) створення ОВТ добре викладені у роботі [8].

*Еволюційно-технологічний підхід* – це методологія створення перспективного озброєння, яка заснована на поступовому багатокроковому процесі підвищення рівня знань в певних технологічних областях і призначена, головним чином, для забезпечення передбаченості і стабільності програм створення зразків озброєння і військової техніки (ОВТ), а також зниження ризику їх реалізації.

Схеми одно-етапного і еволюційного процесів розвитку ОВТ [8, 9] представлені на рис. 4, 5.

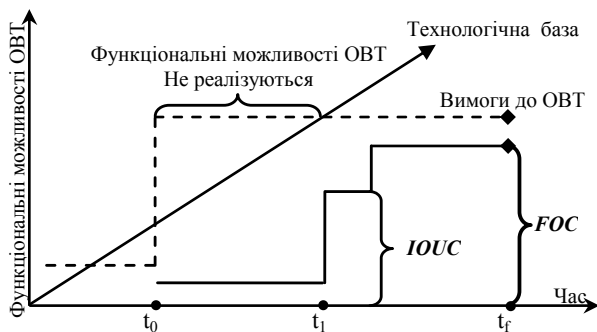


Рис. 4. Одно-етапний підхід до розвитку ОВТ

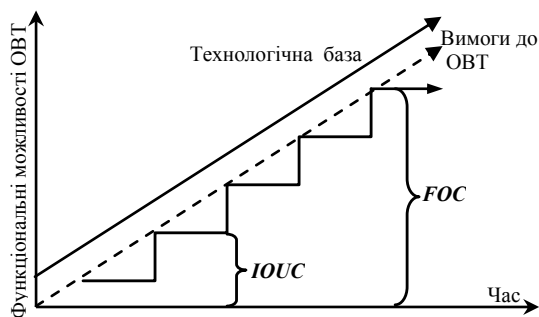


Рис. 5. Еволюційний підхід до розвитку ОВТ

На рис. 4, 5 використані наступні скорочення: IOUC (Initial Operationally Useful Capability) – початковий рівень функціональних можливостей зразка ОВТ; FOC – фінальний рівень функціональних можливостей зразка ОВТ. Шанси успішного створення складної системи озброєння будуть максимальними, якщо процес розробки здійснюється в серії невеликих кроків, і кожен крок містить в собі певний успіх, заснований на впровадженні сукупності зрілих технологій.

Реалізація ЕТП повинна спиратися на застосування наступних принципів:

– формування вимог до системи озброєння, рознесених по часовій осі;

– використання базового виробу і правила «проектуй під можливі зміни в майбутньому»;

– максимальне використання наявних науково-технічного і виробничо-технологічного заділів, можливостей науково-технологічної бази для створення перспективного озброєння, скорочення термінів і витрат на його розробку.

Завдяки цьому зразок ОВТ значно раніше починає володіти вихідним рівнем ТТХ і згодом удосконалюється на основі поступового розвитку окремих технологій і проведення модернізації.

Розглянемо *питання ризику при створенні нового ЗРК для потреб ЗС України*.

Тут ми маємо двояку ситуацію. З одного боку у ВПК України в даний час є (може бути краще сказати ще залишився) певний заділ т.з. критичних технологій, науковий і виробничий потенціал. З другого боку повного циклу розробки і створення ЗРК СД в Україні зараз не існує. Таким чином при виборі стратегії створення нового ЗРК починаючи з «Нульового циклу» ми маємо великі ризики, які у багато разів зростають у зв'язку зі складним фінансовим положенням в Україні. Та і загальний історичний досвід створення ЗРК вказує як найбільш оптимальний шлях проектування по прототипу, тобто «від досягнутого».

Проте, якщо вибрати варіант проектування по прототипу, і використовувати класичний одно-етапний підхід до проектування (рис. 4) ризик залишається дуже високий. І тут ми виділимо наступні чинники, що впливають на величину ризику.

*Насамперед це питання конкуренції.* Російський комплекс С-300 «Фаворит» має великий експортний потенціал (що підтверджується його постачанням до Китаю і проведеною там експериментальною стрільбою). Буквально днями в Росії прийнятий на озброєння новий мобільний ЗРК СД «Бук-М3». У США закінчений черговий етап модернізації ЗРК «Patriot». Повним ходом йде розробка перспективного комплексу MEADS. Отже, використовуючи класичні підходи ми маємо мінімальні шанси наздогнати лідерів в осяжній перспективі. Ми можемо мати надію на конкурентний успіх, тільки в тому випадку, якщо не прагнутимемо наздогнати передові країни, йдучи традиційним шляхом, а створюватимемо перспективний ЗРК на основі NCW-технологій наступного покоління. Проте і у цьому випадку ми маємо значний ризик, пов'язаний з тим, що обрис перспективного ЗРК нового покоління не дуже прогнозований. Новий аспект проблеми полягає в тому, що «класична» ракетна зброя ППО наближається до 3-ої зони еволюції якості (рис. 3), а зброя на нових фізичних принципах в середньостроковій перспективі може потрапити в початкову ділянку другої зони. Таким чином, слід очікувати, що наступне покоління ЗРК буде перехідним між «кла-

сичними» ракетними системами і системами, які будуть побудовані на нових фізичних принципах.

Тепер давайте розглянемо еволюційно-технічний спосіб розробки перспективного ЗРК. У якості прототипу приймемо ЗРК, що стоять в Україні на озброєнні. Пропонуючи такий підхід ми виходимо з наступних передумов.

*Перше.* Очевидно, що навіть останні розробки ЗРК в Росії використовують як прототипи вказані ЗРК.

*Друге.* Полігонна імовірність ураження сучасних цілей існуючими ЗРК по колишньому дуже висока і значне підвищення їх бойової ефективності можливе тільки при зміні каналної концепції побудови на мережеву. Що, знову ж таки можливо через відкрити архітектуру побудови цих ЗРК.

*Третє.* Ми просто зобов'язані будемо модернізувати ці комплекси.

Існуючий рівень ТТХ ЗРК, які знаходяться на озброєнні ЗСУ в цілому забезпечує збереження на тривалу перспективу достатнього рівня бойових можливостей при помірних (по критерію «ефективність-вартість») затратах на модернізацію, що робить доцільним проведення таких робіт, а також робіт по підвищенню експлуатаційних і технологічних якостей, подовження терміну служби.

Але окрім «доцільності» модернізації ми стикаємося з «необхідністю» модернізації. У пресі з'явилися відомості про те, що ЗРК Бук-М1 у Фінляндії, знятий в 2008р. з озброєння. При цьому як причина називалася «слабка криптостійкість системи наве-

дення». Далі, з одного боку, існують окремі зауваження розробників ЗРК С-400 про зняття в новому комплексі проблеми боротьби з постановниками «кросполяризаційної» завади. З іншого боку, є твердження американських військових про наявність на винищувачах F-15, F-16 останніх модифікацій систем постановки завад, які роблять уразливими ЗРК С-300. Це дуже тривожна інформація. Навіть якщо ці повідомлення не відповідають дійсності, ми вимушені задуматися про підтримку своєї обороноздатності і удосконалювати свою зброю.

Еволюційно-технічний спосіб розробки ЗРК на основі поетапної модернізації з одночасною оцінкою можливих «технічних проривів» є найменш ризиковим шляхом формування обрисів перспективного озброєння [10]. Відмінні риси такого підходу:

- ефективність модернізованого зразка збільшується до потрібних значень (створюється зразок, що відповідає сучасним вимогам);

- формується науково-технічний заділ по техніці нового покоління;

- створюється відповідна виробнича база;

- пошук шляхів формування обрисів перспективного комплексу проводиться на основі досвіду бойового застосування базового прототипу;

- на основі взаємодії розробника (виробника) модернізованої техніки і її експлуатанта визначається конструктивно-технічний обрис зразка нового покоління.

Прекрасною ілюстрацією ефективності еволюційно-технічного підходу є ЗРК Patriot (рис. 6).

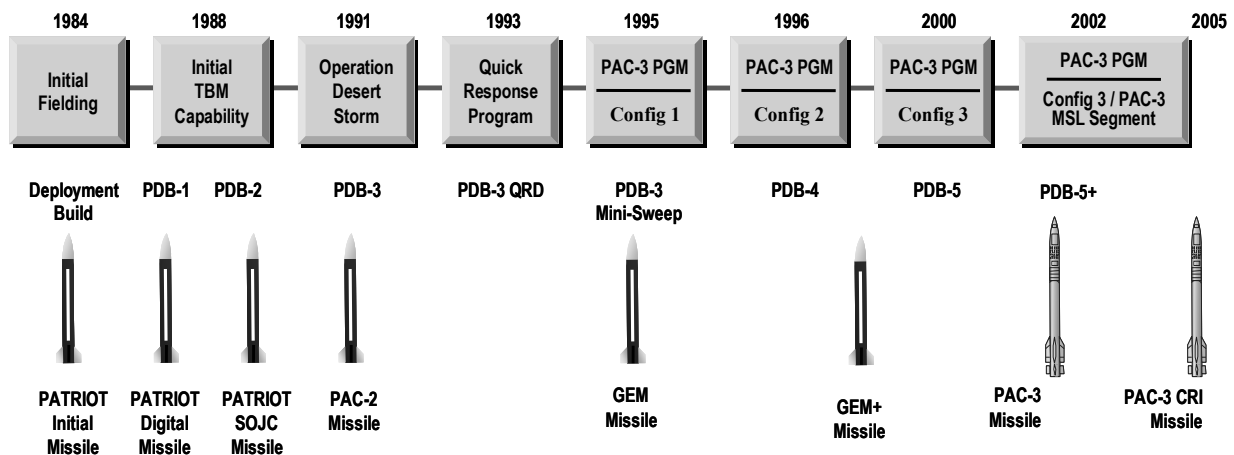


Рис. 6. Еволюційно-технологічний шлях розвитку ЗРК Patriot

Виробництво ЗРК Patriot починається з 1980р. З 1982 по 1984 роки закінчуються військові випробування і починається розгортання системи (Initial Fielding). Початковий рівень функціональних можливостей – IOUS (рис. 5) зумовив ЗРК Patriot як багатоканальний комплекс ПСО. Вживана у ЗРК Patriot ЗРК MIM-104 мала аналогове виконання бортової апаратури.

Нарощування функціональних можливостей ЗРК здійснюється у рамках програм *PAC - Patriot Advanced Capability*. Слід зазначити наступну особливість модернізації. Модернізація ЗРК і наземного устаткування виконується у рамках окремих підпрограм, підтримуваних спеціальними програмами - *post deployment build (PDB)* вдосконалення програмного забезпечення.

Перші доопрацювання виконуються в рамках програми по доданню ЗРК Patriot можливостей тактичної ПРО (*Initial TBM Capability*). У літературі ця програма також називається PAC-1.

Удосконаленню підлягало насамперед програмне забезпечення ЗРК, були введені спеціальні програми роботи по балістичних цілях, збільшені кути сканування РЛС AN/MPQ-53 за кутом місця (з 25 до 89°) і азимуту.

Одночасно, розробляється нова цифрова апаратура управління для ЗРК MIM-104A. Створений при цьому науково-технічний заділ дозволяє приступити до проектування ЗРК MIM-104B. Ракета MIM-104B доопрацьована для стрільби у складній завадовій обстановці SOJC (*standoff jammer countermeasures*). Система наведення забезпечує формування крутої траєкторії з виходом на велику висоту (аналогічно режиму «Спецтраєкторія» в ЗРК «БУК») і збільшений в 3 рази час автономного польоту без команд з радіолокатора підсвічування і наведення (РПН).

Наступний етап модернізації ЗРК за програмою PAC-2 повинен був забезпечити надійну поразку ТБР шляхом руйнування їх конструкції. З цією метою розробляється ракета MIM-104C. В ході модернізації на ракеті був встановлений новий радіопідривач, вдосконалена бойова частина. Маса уражаючих елементів збільшилася з 2 до 45 грам, що свідчить про значне поліпшення точності наведення. Допрацьовані за програмою PAC-2 ЗРК Patriot брали активну участь в операції "Буря в пустелі".

Результати війни в Персидській затоці зажадали термінової модернізації систем ЗРК, для чого реалізується програма - "*Quick Response*" Program. З найбільш значущих нововведень слід зазначити введення в ЗРК системи глобального позиціонування, реалізацію режиму "віддалений старт" – який забезпечив віддалення стартових позицій від РПН на 10км.

Модернізація за програмою PAC-3 найбільш значна і глибока зі всіх модернізацій ЗРК Patriot, яка істотно вплинула на обрис і функціональні можливості ЗРК. Майже кожна з систем ЗРК була модернізована. Модернізація PAC-3 була розбита на 3 окремих стадії – *конфігурації*.

*Конфігурація 1.* РПН отримав новий імпульсно-доплерівський процесор, істотно зросли можливості радіолокатора по пошуку, виявленню, селекції цілей і їх супроводу. Піддалися істотній модернізації дивізійний (ICC) і батарейний (ESP) пункти управління. Корінній модернізації піддалися комп'ютерні системи. Істотно підвищена їх продуктивність, пам'ять, упроваджені накопичувачі інформації на оптичних дисках. Системи ЗРК отримали оптоволоконні лінії зв'язку. У ЗРК значні зміни пов'язані перш за все з системою наведення. За програмою GEM (*Guidance Enhanced Missile*, вона ж GEM/C, "C" від "Cruise

Missiles") введена нова головка самонаведення, підвищена точність наведення на крилаті ракети. Подальше вдосконалення електронного устаткування ЗРК привело до створення модифікації ЗРК MIM-104D. Дальність стрільби комплексу підвищилася до 150 км.

*Конфігурація 2.* Найбільш важливим є впровадження системи JTIDS. Програмне оновлення PDB-4 було направлено на поліпшення можливостей по виявленню цілей з малою ЕВП, поліпшило можливості РЛС по виявленню і супроводу PPP і їх носіїв.

*Конфігурація 3.* Однією з самих значущих новинок є нова ракета ERINT (*Extended Range Interceptor*), з активною ГСН мм-діапазону, що забезпечує ураження цілі прямим попаданням (*hit-to-kill*). ЗРК отримав новий РПН AN/MPQ-65. Модернізація дозволила реалізувати селекцію головних частин балістичних ракет на тлі перешкод і хибних цілей. Програмне оновлення PDB-5 дозволило розраховувати точки старту і траєкторію польоту ТБР, але головне забезпечило можливість інформаційної взаємодії з перспективним ЗРК ПРО THAAD. Ракети MIM-104C/D – проходять модернізацію до рівня E (програма GEM+, вона ж GEM/T, "T" від "Tactical Ballistic Missiles").

Подальше вдосконалення ЗРК пов'язують з останньою розробкою ЗРК ERINT MSE (*Missile Segment Enhancement*), яка оснащена принципово новим маршовим двигуном двократного включення і системою двостороннього зв'язку ракети з командним пунктом ЗРК, що забезпечує отримання на КП тактичної телеметрії. Це дозволяє включити ЗРК до складу інформаційних систем комплексу.

Дуже важливою особливістю конфігурації-3 є вдосконалення режиму "віддалений старт" – тепер віддалення стартових позицій від РПН складає до 30 км.

ЗРК Patriot найближчим часом відзначить своє 30-річчя, проте реалізація еволюційно-технічного способу розвитку комплексу забезпечило передові позиції ЗРК в сьогоденні і великі можливості по розвитку у майбутньому.

При класичних підходах до проектування ЗРК найчастіше використовують критерій "вартість – ефективність" ( $C - W$ ).

При цьому найбільш переважною [5] формою критерію, є

$$\min C \text{ при } W = \text{const.} \quad (1)$$

що відповідає умові мінімуму витрат на досягнення заданої цільової ефективності при виконанні системою всієї початкової множини цільових завдань. При цьому  $W$  визначається для всього розрахункового часу служби ЗРК.

При еволюційно-технічному підході, на наш погляд, більш відповідним буде критерій



$$\min T_n, C_\Sigma \text{ при } W = \sum_{t=T_n}^{t=T_{пл}} W_t, \quad (2)$$

що відповідає вимозі мінімізації часу  $T_n$  на розробку ЗРК до рівня IOUS (рис. 5) і мінімізацію сукупної вартості  $C_\Sigma$  з урахуванням модернізації ЗРК в період планованого терміну служби  $T_{пл}$ , що забезпечує потрібний фінальний рівень функціональних можливостей (ФОС) зразка ОВТ. Слід відзначити, що суттєвим також є розподілення вартості  $C_\Sigma$  по роках розробки і експлуатації ЗРК. По оцінках американських експертів, на розробку ЗРК Patriot до 1984р. було витрачено 2,3 млрд. доларів, а лише за останні 10 років на вдосконалення ЗРК було вкладено 3 млрд доларів.

### Висновки

Для України, як оптимальну, слід вважати стратегію розвитку засобів ЗРВ на базі існуючих зенітних ракетних і авіаційних систем з використанням еволюційно-технологічного підходу розробки ЗРК.

### Список літератури

1. Антоненко В.В. Концептуальні підходи до створення перспективних системи озброєння протиповітряної оборони / В.В. Антоненко, В.І. Білетов, М.Ю. Голобородько. – К: Наука і оборона, 2006. – № 1. – С. 38-43.
2. Замалтдинов И.Ш. Борьба за информацию на основе информации / И.Ш. Замалтдинов, С.А. Волков. – М: Воздушно-космическая оборона, 2009. – №3(46). – С. 29-33.

3. Системи керування озброєнням винищувачів: Основи інтелекту багатofункціонального літака: монограф. / Під ред. Е.А. Федосова. – М.: Машинобудування, 2005. – 400 с.

4. Скорик А.Б. Аналіз задачі реалізації режиму передачі керування ЗРК між взаємодіючими самохідними вогневидами установками ЗРК СД / А.Б. Скорик, О.Ф. Галицький, С.В. Ольховіков // Системи озброєння і військова техніка. – 2008. – № 1 (13). – С 126-128.

5. Проектирование зенитных управляемых ракет: учебн. / под ред. И.С.Голубева, В.Г.Светлова. – М.: издательство МАИ, 1999. – 725 с.

6. Пигин Е.А. Основные направления совершенствования мобильных ЗРК СД / Е.А. Пигин, В.И. Сокиран, Л.Г. Башкиров // Сборник докладов XVIII научно-технической конференции. – Жуковский: ОАО «НИИ Приборостроение им. В.В. Тихомирова», 2005. – 536 с.

7. Фролов Н. Необходима единая система борьбы с воздушным противником / Н. Фролов // Воздушно-космическая оборона. – 2007. – №3(34). – С. 18-23.

8. Программно-целевое планирование и управление созданием научно-технического задела для перспективного и нетрадиционного вооружения. – М.: Издательский дом «Граница», 2007. – 408 с.

9. Acquisition Policy by DAU. Review of DoD's New Acquisition Policy and its Impact on Programs and Systems Engineering, 20 May 2003, PMT-352.

10. Буренок В.М. Модернизация как важная научная и производственная проблема / В.М. Буренок // Воздушно-космическая оборона. – 2009. – № 5 (48). – С. 34-39.

Надійшла до редколегії 8.07.2009

**Рецензент:** канд. техн. наук, проф. М.А. Шершнев, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ПРИНЦИПИ РАЗРАБОТКИ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ NSW-КОНЦЕПЦИИ И ЭВОЛЮЦИОННО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА

А.Б. Скорик, А.Д. Флоров, О.М. Доска, Ю.В. Коробков

В статье проанализирована информация УНИАН относительно возможности создания в Украине перспективного зенитного ракетного комплекса (ЗРК) средней дальности. На основании анализа тенденций развития средств воздушного нападения и способов их применения в военных конфликтах, и направлений разработки зенитного ракетного вооружения в странах – производителях. Проанализированы подходы относительно разработки перспективного ЗРК для потребностей Вооруженных Сил Украины. Рассмотрены вопросы использования эволюционно технологического подхода для разработки ЗРК.

**Ключевые слова:** ЗРК средней дальности, разработка вооружения, сетевые технологии ведения боевых действий, проектирование ЗРК, эволюционно-технологический подход.

## PRINCIPLES OF WORKING OUT PERSPECTIVE ADS WITH USE NSW-CONCEPT AND EVOLUTIONARY TECHNOLOGICAL APPROACH

A.B. Skorik, A.D. Florov, O.M. Doska, U.V. Korobkov

In article information UNIAN, concerning creation possibility in Ukraine perspective ADS average range is analysed. On the basis of the analysis of tendencies of development of means of an air attack and ways of their application in military conflicts, and directions of working out of antiaircraft rocket arms in the countries – manufacturers. Approaches concerning working out perspective ADS for requirements of Armed forces of Ukraine are analyzed. Questions of use of the evolutionary technological approach for working out ADS are considered

**Keywords:** ASD average range, arms working out, network technologies of conducting operations, designing ASD, the evolutionary technological approach.