

Борис Ланецький,
Ігор Чепков,
Вадим Лук'янчук,
Іван Ніколаєв

Структура і тенденції розвитку технологічного базису сучасного зенітного ракетного озброєння середньої та великої дальності

На основі аналізу світових тенденцій обґрунтовуються структура та основні напрями розвитку технологічного базису зенітного ракетного озброєння середньої та великої дальності. Показано, що технологічний базис сучасного зенітного ракетного озброєння слід розглядати як макротехнологію, компонентами якої є військові продуктивні й виробничі технології. Наведено шляхи реалізації макротехнології створення перспективного зенітного ракетного озброєння в Україні.

© Б. Ланецький, І. Чепков, В. Лук'янчук, І. Ніколаєв, 2013

Постановка проблеми. На сучасному етапі науково-технічного прогресу (НТП) протиборство між розвиненими країнами світу перемістилося у сферу військової науки й високих технологій. Одним з проявів цього протиборства є боротьба за технологічну перевагу між зенітними ракетними комплексами (ЗРК) різної дальності дії та засобами повітряного нападу (ЗПН), кількісному та якісному розвитку яких в економічно розвинених країнах приділяється велика увага. Досвід бойових дій у збройних конфліктах сучасності свідчить, що основу протиповітряної оборони (ППО) у майбутньому військовому конфлікті становитимуть ЗРК середньої (СД) та великої дальності (ВД), на які в цих конфліктах покладається завдання знищення основної маси аеродинамічних і балістичних ЗПН у зоні від 25 км до 200 км за дальністю і від 50 м до 20 км за висотою. На думку військових фахівців, для вирішення цього завдання зенітне ракетне озброєння (ЗРО) середньої та великої дальності має володіти таким ступенем технологічної досконалості, котрий давав би йому змогу із заданою ефективністю вести боротьбу із сучасними та перспективними ЗПН супротивника у прогнозованих умовах ведення операцій (бойових дій).

Технології, на основі яких створюються сучасні системи ЗРО СД (ВД), є результатом досягнень НТП у різних областях науки і техніки. Загальною закономірністю розвитку цих технологій є безперервне ускладнення, яке супроводжується збільшенням термінів розробки та витрат на їх створення й упровадження в серійне виробництво. У зв'язку із цим істотно зростають вимоги до якості досліджень з обґрунтування тенденцій розвитку технологій, котрі використовуються під час створення ЗРО, оскільки ухвалення недостатньо продуманих рішень при розробці й реалізації державної військово-технічної політики в цій сфері може призвести до невиправданих витрат матеріальних засобів і часу в змаганні із зарубіжними програмами й розробками. Виходячи з викладеного, дослідження технологічного базису, необхідного для створення сучасного ЗРО СД (ВД), є актуальною умовою подальшого розвитку цього виду озброєння.

Метою статті є визначення структури й основних напрямів розвитку технологічного базису сучасного ЗРО СД (ВД) як найбільш складних і наукоємних виробів військової техніки.

Аналіз літератури. Аналіз відомих монографій і публікацій у спеціалізованих науково-технічних виданнях показав, що військові технології, які використовуються при створенні сучасного ЗРО СД (ВД), можуть бути представлені у вигляді сукупності технологій, структурованої певним чином [1–6]. Проте у відомій науково-технічній літературі відсутній аналіз структури технологічного базису, необхідного для створення сучасних і перспективних систем ЗРО СД (ВД), що утрудняє аналіз тенденцій розвитку технологій створення цього озброєння й не дає змоги визначити перелік базових (критичних) технологій, котрі підлягають пріоритетному розвитку.

Основна частина. Досвід локальних війн кінця ХХ – початку ХХІ ст. показав, що в майбутньому військовому конфлікті ЗРО СД (ВД) належить вести боротьбу як з літаками стратегічної і тактичної авіації, так і з ракетними й авіаційними засобами ураження, забезпечуючи при цьому власне виживання та оборону найважливіших об'єктів державного й військового управління, економіки і збройних сил від ударів з повітря [7–9]. Основною тенденцією розвитку ЗРО СД (ВД) нині є підвищення ефективності боротьби з тактичними балістичними (БР) і крилатими ракетами (КР), засобами високоточної зброї та нарощування можливостей зі знищення максимально можливого числа аеродинамічних цілей різних типів і класів [1–3]. Для ефективного вирішення цих завдань потрібні універсальні, багатоканальні й мобільні ЗРК СД (ВД), засновані на реалізації в їхній конструкції передових технологічних досягнень [1, 2, 5, 6]. Усі бойові й технічні засоби ЗРК повинні володіти здатністю швидко згортатися й розгортатися, здійснювати самостійно марш у будь-який час доби й року, працювати на інженерно не підготовлених позиціях і здійснювати взаємодію з іншими засобами за допомогою ліній радіозв'язку, а також мати можливість автономного ведення бойових дій без централізованого управління від вищих командних пунктів. До складу перспективних ЗРК СД (ВД) мають входити ефективні засоби активного і пасивного захисту від високоточних засобів ураження та засоби завадозахисту. Для ураження тактичних балістичних ракет (БР) в умовах гострого дефіциту часу на обробку цілі практично всі складові робочого циклу ЗРК СД (ВД) повинні бути повністю автоматизовані, а зенітні керовані ракети (ЗКР) мають бути високошвидкісними для збільшення рубежів перехоплення і скорочення часу польоту до цілі. Крім того, ураження БР потребує значного підвищення енергетичного потенціалу радіолокаційних станцій (РЛС) порівняно з аеродинамічними цілями.

У зв'язку із цим розробка й виробництво сучасних ЗРК СД (ВД) потребують володіння на індустріальному рівні передовими технологіями й наявності науково-технічного заділу у вигляді сукупності наукових і технологічних знань.

Відповідно до сучасних поглядів, в основу визначення структури технологічного базису сучасного ЗРО СД (ВД) має бути покладений «знанняцентричний» підхід. Відповідно до нього, будь-яка технологія розглядається як результат інтелектуальної діяльності, що містить систематизовані знання, які використовуються для випуску відповідної продукції, застосування відповідного процесу або надання відповідних послуг, а також сукупність науково-технічних знань, технічних рішень, процесів, матеріалів та обладнання, котрі можуть бути використані при розробці, виробництві або експлуатації й утилізації продукції [10–12]. Технологія може виступати і як особлива форма науково-технічних знань, яка є перехідною від фундаментальних і прикладних наукових знань (представлених відкриттями, винаходами, науковими стаття-

ми) до технічних знань (зафіксованих у проектах, технічній документації, зразках техніки тощо). У цьому випадку вона є нематеріальним продуктом, у якому реалізовані результати інтелектуальної діяльності учених і фахівців і який, у свою чергу, може бути реалізований у різних технічних системах, зокрема в системах ЗРО СД (ВД).

Множина технологій, потрібних для створення ЗРО СД (ВД), розподіляється на продуктові (системні) та виробничі (процесні) технології. Під продуктовими технологіями розуміють сукупності документованих знань і фактографічних даних, котрі описують склад, основні тактико-технічні характеристики (ТТХ), принципи функціонування й конструктивні особливості сучасних та перспективних ЗРК СД (ВД) конкретних типів, просторове розташування і порядок взаємодії їх бойових і технічних засобів у процесі бойової роботи, умови експлуатації, конструктивні елементи й матеріали, які використовуються для виготовлення й експлуатації, а також інші важливі відомості, які дають змогу сучасному (перспективному) ЗРК СД (ВД) ефективно виконувати своє функціональне призначення. Виробничі технології містять сукупність документованих даних і знань про процес виготовлення конкретних зразків ЗРО СД (ВД). Важливе значення під час розробки виробничої технології має можливість застосування уніфікованого й типового обладнання і технологічного оснащення.

З проведеного аналізу випливає, що технологічний базис сучасного ЗРО СД (ВД) слід розглядати як складноструктуровану область документованих знань і даних, компонентами (елементами) якої є військові продуктові й виробничі технології. Важливе місце у складі цього базису посідають також інформаційні технології, під якими розуміють сукупності документованих знань, що описують процеси збирання, обробки, аналізу й відображення даних.

Продуктові технології, як сукупності документованих знань і даних, також є складними об'єктами й можуть містити інші (вкладені) технології. До них належать технології матеріалів і речовин, елементної бази та електрорадіовиробів, складальних одиниць і комплектуючих виробів, систем і базових шасі (платформ), на які можуть бути встановлені й функціонувати системи (складові частини) ЗРО СД (ВД), а також технології системи систем, під якими розуміють сукупність систем і платформ, котрі функціонують спільно для вирішення загального завдання або системи завдань [12]. Для позначення цієї області знань у літературі використовується термін «макротехнологія», під яким у даному разі розуміємо сукупність документованих даних і знань про способи (методи) створення, експлуатації, застосування за призначенням та утилізації ЗРО СД (ВД) як певного виду військової техніки.

Макротехнологія містить сукупність усіх технологічних процесів створення ЗРО СД (ВД) із заданими тактико-технічними характеристиками (ТТХ), включно з науково-дослідними (НДР) і дослідно-конструкторськими

роботами (ДКР), підготовкою виробництва, виробництвом, постачанням у війська й сервісною підтримкою конкретних типів ЗРО. Основні тенденції у сфері ЗРО СД (ВД) знайшли своє відображення у ТТХ і в конструктивних особливостях сучасних і перспективних ЗРС (ЗРК) СД (ВД), які розроблені або розробляються в розвинених країнах світу. До них сьогодні належать:

- американські ЗРК сімейства «Петріот»;
- російські ЗРК сімейства С-300/400/500 та ЗРК «Витязь»;
- сумісні розробки, наприклад ЗРК MEADS, розробку якого здійснюють США, Німеччина й Італія, та ЗРК SAMP/T, що розробляються Францією та Італією [13–16].

Характерними рисами цих комплексів є:

- інформаційне спряження з багатьма джерелами інформації наземного, повітряного і космічного базування;
- скорочення типажу бойових засобів при нарощуванні можливостей виявлення й ураження нових типів ЗПН;
- можливість інтеграції в існуючі та перспективні системи управління угрупованнями ППО;
- інтеграція із засобами радіоелектронного придушення (РЕП) та авіаційними комплексами ППО;
- забезпечення високої надійності бойових засобів упродовж повного терміну їх служби;
- скорочення обслуговуючого персоналу.

У перспективі реалізація цих тенденцій, на думку військових експертів, забезпечить реальну можливість переходу до технології інтегрованих інформаційно-вогневих систем ЗРО, до складу яких входитимуть інформаційний та управляючий модулі й сукупність різних за призначенням, дальністю дії та висотами стрільби вогневих модулів, охоплених єдиною підсистемою розвідки й управління, а також модулі РЕП і захисту від високоточної зброї, призначені для підвищення стійкості й живучості ЗРК СД (ВД) в умовах радіоелектронно-вогневої протидії супротивника.

Структурними компонентами (або вкладеними технологіями) макротехнології ЗРО СД (ВД) є технології створення, функціонування та бойового застосування їх бойових засобів (складових частин), до яких у загальному випадку належать технології (рис. 1):

- зенітних керованих ракет;
- пускових установок (пускових пристроїв);
- спеціалізованих оглядових і стрільбових РЛС;
- пунктів бойового управління (ПБУ);
- базових шасі.

Структурними компонентами технологій бойових засобів ЗРО СД (ВД) є технології функціональних пристроїв і систем, до яких належать технології антенних, передавальних і приймальних пристроїв, спеціалізованих засобів обчислювальної техніки, засобів зв'язку й електроживлення, пристроїв індикації та відображення інформації та інші технології, необхідні для створення й застосування складових сучасного ЗРО СД (ВД).

Технології функціональних пристроїв і систем, у свою чергу, базуються на технологічних досягненнях у галузі

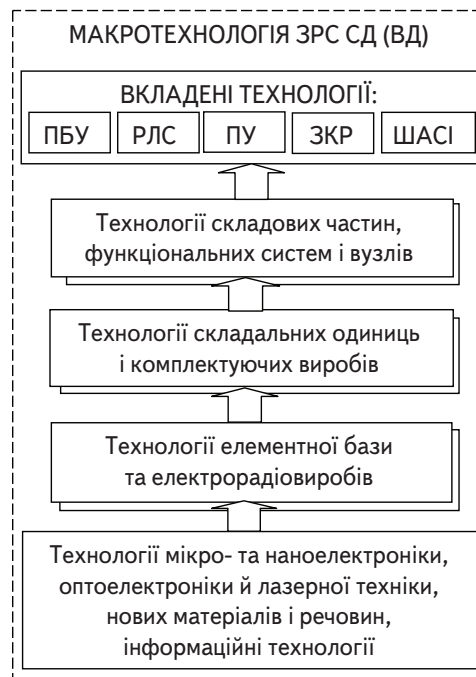


Рис. 1. Структура макротехнології ЗРО

мікро- та наноелектроніки, оптоелектроніки та лазерної техніки, комп'ютерних та інформаційних технологій, нових матеріалів і речовин.

Найважливішим компонентом макротехнології ЗРО СД (ВД) є ракетні технології, які значною мірою визначають вигляд та основні ТТХ конкретних типів ЗРК СД (ВД). З аналізу закордонних розробок випливає, що до основних напрямів розвитку технологій ЗРК належать [5, 15, 16]:

- модульна побудова, високий рівень надійності та уніфікації, простота і зручність експлуатації та технічного обслуговування, здатність функціонувати за будь-яких погодних умов;
- зменшення маси й підвищення точності наведення, реалізація режиму «надманевреності» за рахунок упровадження методів газодинамічного управління;
- зменшення часу реакції та перехоплення цілі за рахунок вертикального старту й високих швидкостей польоту, підвищення ймовірності ураження високошвидкісних, малорозмірних і малопомітних цілей;
- використання аеробалістичних траєкторій, розширення діапазону дальностей і висот польоту, вдосконалення систем управління;
- удосконалення бойового спорядження, підвищення ефективності ураження цілей бойовим спорядженням, використання спеціальних енергетичних засобів для коректування польоту ракети в зоні ураження.

На думку закордонних експертів, широкий діапазон завдань боротьби із сучасними та перспективними ЗПН обумовлює необхідність використання у складі перспективних систем ЗРО СД (ВД) мінімально необхідного параметричного ряду з трьох типів ЗРК, до яких належать [6]:

- ЗКР великої дальності, призначені для ураження стратегічних авіаційних засобів, передусім літаків забезпечення радіолокації та літаків радіоелектронної боротьби (РЕБ), на дальніх рубежах оборони (400–600 км);

- багатоцільові високоточні ЗКР середньої дальності (до 100 км), призначені для ураження різноманітних ЗПН, зокрема тактичних БР і КР, у широкому діапазоні дальностей і висот їх польоту;

- високоточні ЗКР малої дальності (до 30 км), призначені для ураження високоточної зброї та інших цілей на гранично малих висотах.

У розвинених країнах світу нині розробляються ЗКР третього покоління [5], котрі призначені для ефективного вирішення завдань ураження різноманітних ЗПН і будуються на основі широкого застосування технологій:

- бортових інерціально-активних систем наведення на траєкторії та високоточного газодинамічного управління на кінцевій ділянці траєкторії;

- активно-напівактивної головки самонаведення (ГСН) для ураження пріоритетних цілей на середніх і великих дальностях або оптикоелектронної ГСН для перехоплення БР на великих висотах [17];

- герметичних транспортно-пускових контейнерів (ТПК), які в поєднанні з оригінальними конструктивними рішеннями, новими системами й методиками випробувань забезпечують збереженість та зберігання без перевірок ракет за умов постійної готовності до запуску протягом десяти-п'ятнадцяти років [6].

ТПК розглядається як частина технології ракети, оскільки параметри та конструкція ракети залежать від можливостей контейнера, і, навпаки, конструкція контейнера повинна відповідати параметрам ракети, умовам її зберігання, транспортування і способу пуску.

Іншим важливим компонентом макротехнології сучасних систем ЗРО СД (ВД) є радіолокаційні технології, спрямовані на створення й удосконалення спеціалізованих оглядових і стрільбових РЛС, які входять до їх складу [1, 2, 18]. Основними функціями цих РЛС є виявлення, розпізнавання, супроводження, вимірювання координат і параметрів руху великої кількості повітряних цілей у складній завадовій обстановці, а також одночасне наведення ЗКР на призначені для обстрілу цілі. Ефективність виконання зазначених функцій залежить як від загальної технологічної структури РЛС, так і від якості конструювання їх пристроїв, вузлів та елементів, до яких належать антенно-фідерні, приймально-передавальні та індикаторні пристрої, засоби обчислювальної техніки, автоматичного управління й регулювання, різні типи механічних вузлів і блоків [17, 19].

Нині у спеціалізованих РЛС ЗРК найбільшого поширення для побудови скануючих гостронаправлених антен набули технології фазованих антенних решіток (ФАР), які дають змогу реалізувати високу швидкість огляду простору і збільшити обсяг інформації про розподіл джерел випромінювання або відбиття електромагнітних хвиль у навколишньому просторі. Аналіз тенденцій роз-

витку загальної технологічної структури РЛС показує, що принципово нові характеристики оглядових і стрільбових РЛС можуть бути досягнуті на базі сучасних технологій обчислювальної техніки при органічному злитті антени з приймально-передавальними пристроями та із системою просторово-часової обробки сигналів. Сьогодні ця тенденція реалізується в РЛС, котрі створюються на основі активних фазованих антенних решіток (АФАР), які є поєднанням мініатюрних радіолокаційних приймально-передавальних пристроїв (активних елементів), що працюють в узгодженому режимі. При цьому АФАР стає, по суті, первинною ланкою обробки й великою мірою визначає основні характеристики РЛС. Загальними вузлами РЛС у цьому випадку є синхронізатор, високочастотний розподільний пристрій, обчислювач управління променем, перетворювачі інформації та індикаторні пристрої.

З аналізу випливає, що основними тенденціями розвитку технологій приймально-передавальних пристроїв, функціональних вузлів та елементної бази оглядових і стрільбових РЛС на сьогодні є [18–20]:

- розробка могутніх надвисокочастотних (НВЧ) модулів та клістронів на основі приладів з багатоступінчастим колектором;

- створення мініатюрних ламп біжучої хвилі (ЛБХ) і розширення області їх застосування як у низькочастотну, так і у високочастотну частину спектра до 40 ГГц і більше;

- удосконалення підсилювачів і пристроїв обробки інформації на основі традиційної НВЧ-техніки (вакуумна радіоелектроніка: ЛБХ, гіротрони, багатопроменеві клістрони, НВЧ-модулі) та напівпровідникової техніки;

- створення функціональних вузлів приймально-передавальних пристроїв на основі технологій акустоелектроніки, мікрохвильової акустики й акустооптики, нано- і мікроелектромеханічних систем;

- створення основних радіоелектронних компонентів (конденсаторів, резисторів, транзисторів) на основі використання вуглецевих нанотрубок.

Науково-теоретичною базою розвитку технологій спеціалізованих РЛС ЗРК є досягнення в галузі радіолокації, яка нині переходить у нову якість – у радіолокаційну системотехніку. Функціонування РЛС у системотехніці розглядається як алгоритм обробки інформації. Реалізація цих алгоритмів у РЛС здійснюється на основі широкого застосування обчислювальної техніки й сучасних інформаційних технологій.

Основними тенденціями розвитку радіолокаційних технологій на сьогодні є розробка й удосконалення:

- технологій генерування, випромінювання і прийому різних видів радіолокаційних сигналів (широкосмугових зондуючих сигналів з лінійно-частотною та фазовою внутрішньо-імпульсною модуляцією; сигналів, які дискретно кодуються за частотою; багаточастотних сигналів; наддовгих і надкоротких сигналів);

- методів когерентності одиночного радіолокатора й територіально розподіленої радіолокаційної системи загалом;
- методів оптимального виявлення цілей і вимірювання їхніх координат на основі адаптивних алгоритмів обробки радіолокаційної інформації;
- нових методів радіолокації, зокрема нетрадиційних (наприклад, використання електромагнітного поля телевізійного мовлення).

На думку зарубіжних військових експертів, реалізація цих тенденцій дасть у найближчому майбутньому змогу створити й використовувати у складі ЗРО СД (ВД) нові типи спеціалізованих РЛС, до яких належать багатofункціональні РЛС на основі АФАР, інтелектуальні багаторежимні багатодіапазонні РЛС і РЛС, які адаптуються до заводої та цільової обстановки, модульні РЛС, РЛС із розподіленою структурою, багатопозиційні РЛС та активно-пасивні РЛС.

Важливим компонентом макротехнології сучасного ЗРО СД (ВД) є технології пускових установок (пристроїв), які спільно з можливостями РЛС (кількістю цільових каналів) визначають вогневу продуктивність сучасних ЗРК. Сучасні технології пускових установок (ПУ) націлені на створення виробів, котрі забезпечують розміщення і транспортування значної кількості ТПК з ракетами, прицілювання, передстартову підготовку і пуск ракет з ТПК [1, 2]. ПУ об'єднуються загальним ПБУ, інформаційною системою, зв'язком і комунікаціями. У низці сучасних ЗРК стрільбовий радіолокатор розміщується на одному шасі з ПУ, що дає змогу скоротити час його реакції.

Основними тенденціями розвитку технологій ПУ (пристроїв) є:

- збільшення кількості ТПК з ракетами, які можуть розміщуватися на ПУ, забезпечення можливості розміщення на одній і тій самій ПУ ТПК з різними типами ЗКР, використання вертикального старту ракет з ТПК;
- зменшення маси, підвищення мобільності і скорочення часу приведення в бойове положення;
- скорочення часу перезарядження.

Технологія вертикального пуску дає можливість скоротити час реакції ЗРК, але ускладнює бортове обладнання ракети, оскільки в цьому випадку у складі бортового обладнання необхідно мати пристрій нахилу ракети після пуску в напрямі точки зустрічі ракети із ціллю.

Важливе місце в макротехнології сучасного ЗРО СД (ВД) посідають технології командно-керуючих засобів (пунктів бойового управління), призначені для автоматизації управління процесами бойової роботи ЗРК у режимах протилітакової та тактичної протиракетної оборони. Необхідність використання й розвитку цих технологій обумовлена високою щільністю нальоту ЗПН і швидкоплинністю сучасного протиповітряного бою.

Сучасні технології командно-керуючих засобів ЗРО СД (ВД) націлені на реалізацію мережевої структури побудови системи управління, яка забезпечує отримання

інформації від різних джерел і своєчасну видачу цілепоказань у реальному масштабі часу на необхідні засоби ураження і протидії. Складовими елементами цих технологій є технології обчислювальної техніки, індикаторних пристроїв, зв'язку та передачі даних, функціонального контролю й документування результатів бойової роботи, тенденції розвитку яких і визначають нині основні тенденції розвитку командно-керуючих засобів загалом. У програмно-апаратних комплексах цих засобів закладається можливість управління та інформаційного забезпечення ЗРК ранніх розробок, що в умовах поетапного переозброєння угруповань ППО на ЗРК нових поколінь забезпечить збереження бойових можливостей таких угруповань, а також їх адаптацію у структуру будь-якої зони (району) ППО, що склалася, без попередньої організаційно-технічної підготовки.

Важливим компонентом макротехнології ЗРО СД (ВД) є технологія забезпечення їхньої мобільності. Мобільність сучасних систем ЗРО досягається шляхом розміщення інформаційно-керуючих і вогневих засобів на самохідних колісних або гусеничних шасі підвищеної прохідності. Базові шасі (базові машини) обладнуються вбудованими системами зв'язку, автономного електроживлення, орієнтування, топоприв'язки та життєзабезпечення. Основними тенденціями розвитку технологій базових шасі нині є скорочення їх номенклатури й уніфікація вузлів, підвищення вантажопідйомності, прохідності, маневреності і швидкості пересування по різних типах доріг і по бездоріжжю [21].

З проведеного аналізу випливає, що магістральний шлях розвитку макротехнології сучасного ЗРО СД (ВД) лежить у напрямі створення універсальних, багатоканальних, мобільних, високоавтоматизованих, заводозахищених ЗРК, які володіють великим боезапасом ракет великої, середньої та малої дальності, котрі розміщуються в ТПК на багатозарядних ПУ вертикального старту. Розвиток технологій бойових засобів систем ЗРО СД (ВД) у розвинених країнах світу базується на принципах блочно-модульного проектування, відкритості архітектури побудови та використанні уніфікованих функціонально закінчених систем, вузлів і комплектуючих виробів. Реалізація цих тенденцій з урахуванням масогабаритних і вартісних обмежень систем ЗРО СД (ВД) можлива лише шляхом використання науково-технічного заділу наступного покоління, основу якого повинні скласти досягнення в галузі нанотехнологій, мікро- та наноелектроніки, оптоелектроніки й лазерної техніки, інформаційних технологій, технологій нових матеріалів і речовин [22–24].

Склад і взаємозв'язки вкладених технологій розглянутої макротехнології визначають найзагальніші риси вигляду сучасних систем ЗРО СД (ВД) та їх основних складових. Їхня реалізація в конкретних розробках зразків (систем, комплексів) ЗРО СД (ВД) є процесом сходження від абстрактного до конкретного, у результаті чого базові технології конкретизуються відповідно до заданих тактико-технічних (оперативно-тактичних) вимог

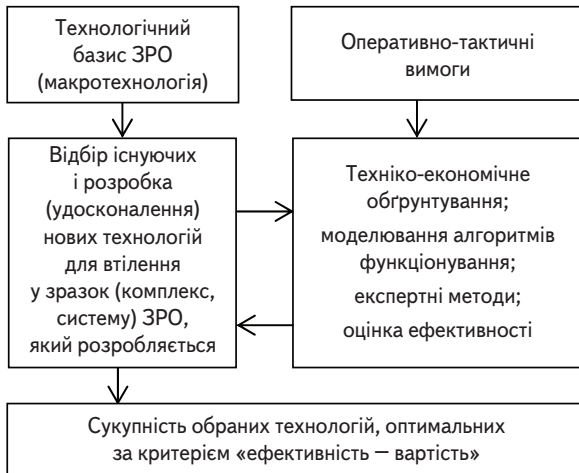


Рис. 2. Схема відбору технологій для втілення у зразки (комплекси, системи) ЗРО, які розробляються

замовника, а потім утілюються в алгоритмах функціонування та в конкретних технічних і технологічних рішеннях. Особлива роль у вирішенні цієї задачі належить колективу розробників, основним завданням якого є відбір існуючих і розробка (удосконалення) нових технологій (на всіх ієрархічних рівнях технологічного базису) за критерієм «вартість – ефективність – час».

Основою відбору технологій є оцінювання й зіставлення показників, котрі визначають ефективність (Е) варіантів технологічних вирішень (на всіх рівнях від елементної бази, матеріалів і речовин до складових частин) зразка, який розробляється, з показниками витрат (С) на його створення на основі одного з двох критеріїв:

$$E \rightarrow \max \text{ при } C \leq C_{\text{доп}};$$

або

$$C \rightarrow \min \text{ при } E \geq E_{\text{потр}},$$

де $E_{\text{потр}}$ – потрібний рівень ефективності зразка, який розробляється, $C_{\text{доп}}$ – допустимі витрати на його створення.

Як показник ефективності зразка, який розробляється, може використовуватися величина його бойового потенціалу [25]. При цьому час створення та існування зразка є обмежувальним чинником і відображає його планований життєвий цикл.

Завдання відбору технологій належить до класу багатовимірних завдань структурно-параметричного синтезу, для вирішення яких можуть використовуватися відповідні методи, зокрема методи лінійного й нелінійного програмування, метод гілок та меж тощо. Поряд із цими методами на практиці, як свідчить досвід створення складних виробів ОВТ, відбір найефективніших технологій здійснюється звичайно розробником спільно із замовником за схемою, наведеною на *рисунку 2*, на етапах:

- виконання пошукових і прикладних НДР;
- розробки тактико-технічного завдання на виконання ДКР;

- розробки технічної пропозиції, ескізного й технічного проектів виробу, який розробляється;
- випробувань дослідного зразка ЗРО.

На кожному із цих етапів широко застосовуються сучасні інформаційні технології та методи імітаційного й математичного моделювання, а також експертні методи, коли експерти-розробники на кожному рівні технологічного базису з множини можливих технологій обирають оптимальні технології, покладаючись на свій досвід і знання предметної області.

Висновки

Нині загальною світовою тенденцією розвитку ЗРО СД (ВД) є підвищення ефективності боротьби з тактичними і крилатими ракетами, засобами високоточної зброї та нарощування можливостей зі знищення максимально можливого числа аеродинамічних цілей різних типів і класів. Реалізація цієї тенденції спрямовує замовників і розробників на створення універсальних, багатоканальних, мобільних, високоавтоматизованих, завадозахищених ЗРК СД (ВД), які мають великий боєзапас ракет різної дальності, котрі розміщуються у ТПК на багатозарядних ПУ вертикального пуску.

У зв'язку зі складністю вирішуваних завдань сучасні системи ЗРО СД (ВД) належать до складних і наукоємних виробів ОВТ, при створенні яких використовується широкий спектр продуктивних і виробничих технологій. На сьогодні фінансові, науково-технічні й технологічні можливості промисловості України не дають змоги вести дослідження за всім спектром сучасних технологій, потрібних для створення сучасних зразків ЗРО СД (ВД) у повному обсязі. Тому основні зусилля оборонно-промислового комплексу (ОПК) України доцільно зосередити на розробці достатньо вузького спектра базових технологій у галузі нано- та оптоелектроніки, радіолокації, ракетобудування, речовин і матеріалів, які мають важливе (критичне) значення для створення й виробництва в Україні власних зразків ЗРО. Для вирішення цього завдання доцільно провести дослідження за такими напрямками:

1) обґрунтування шляхів реформування й технологічного оснащення підприємств ОПК України з метою нарощування наявного науково-технічного заділу в галузі так званих «проривних» технологій;

2) визначення пріоритетів науково-технологічного розвитку ОПК України шляхом виокремлення критичних технологій різного рівня, потрібних для створення й виробництва перспективних систем зенітного ракетного озброєння.

В умовах України розробка сучасного ЗРО СД (ВД) повинна здійснюватися на основі еволюційно-технологічного підходу [10], суть якого полягає у створенні й удосконаленні зразка, який розробляється, у формі окремих ітерацій за принципом приростів, поки зразок не буде реалізований у повному обсязі пред'явлених до нього вимог. Під час кожної ітерації зразок доопрацьовується

на основі впровадження нових технологій та, за необхідності, до нього додаються нові функціональні можливості.

Перелік літератури

1. *Коровин А. Н.* Ракетные комплексы ПВО: тенденции развития / А. Н. Коровин [Электронный ресурс.] – Режим доступа: <http://oborona.ru>.
2. *Ненартович Н. Э.* Современные зенитные ракетные системы ПВО и нестратегической ПРО / Н. Э. Ненартович [Электронный ресурс] // Воздушно-космическая оборона : Информационно-аналитическое издание. – 2010. – Режим доступа: http://old.vko.ru/article.asp?pr_sign=archive.2001.3.0103_05.
3. *Алексеев Я.* Состояние и перспективы развития зарубежных ЗРК большой и средней дальности / Я. Алексеев // Зарубежное военное обозрение. – 2006. – № 11. – С. 35–43.
4. *Барабанов М.* Зенитные ракетные системы: ситуация на мировом рынке / М. Барабанов // Moscow Defense Brief. – 2010. [Электронный ресурс.] – Режим доступа: <http://rbase.newfactoria.ru/news/m-barabanov-zenitnye-raketnye-sistemy-situaciya-na-mirovom-rynke/>.
5. *Болотов Е. Г., Мизрохи Б. Я.* Новое поколение зенитных управляемых ракет средней дальности / Е. Г. Болотов, Б. Я. Мизрохи // Полет : Специальный выпуск журнала к 50-летию МКВ «Факел». – 2003. – № 1. – С. 27–34.
6. Проектирование зенитных управляемых ракет / под ред. И. С. Голубева и В. Г. Светлова. – М. : Изд-во МАИ, 2001. – 732 с., ил.
7. *Дрожжин А. И., Алтухов Е. В.* Воздушные войны в Ираке и Югославии / А. И. Дрожжин, Е. В. Алтухов. – М. : Восточный горизонт, 2002.
8. *Сумин А., Король О., Шушков А.* Новая концепция уничтожения ПВО реализована в Ираке / А. Сумин, О. Король, А. Шушков // Воздушно-космическая оборона. – 2003. – № 3 (10).
9. *Ямпольский Л. С.* Обобщенный анализ применения средств воздушного нападения ОВС НАТО при проведении военной операции в Югославии «Решительная сила» и в других локальных войнах в 90-х годах : Учебное пособие. – Ульяновск : УЛГТУ, 2000. – 80 с.
10. *Буренок В. М., Ивлев А. А., Корчак В. Ю.* Эволюционно-технологический подход к созданию перспективного вооружения / В. М. Буренок, А. А. Ивлев, В. Ю. Корчак // Военный парад. – 2006. – № 5–6.
11. *Буренок В. М., Ивлев А. А., Корчак В. Ю.* Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация / В. М. Буренок, А. А. Ивлев, В. Ю. Корчак. – Тверь : Купол, 2009. – 624 с.
12. *Ивлев А. А., Артеменко В. Б.* Онтология военных технологий: основы, структура, визуализация и применение (1 ч.) / А. А. Ивлев, В. Б. Артеменко // Вооружение и экономика : электронный журнал. – 2011. – № 4. – С. 35–52.
13. ЗРК С-500 [Электронный ресурс.] – Режим доступа: <http://www.sdelaounas.ru>.
14. ЗРК С-300ПМУ-2 «Фаворит» [Электронный ресурс.] – Режим доступа: www.vko.ru.
15. ЗРК С-400 «Триумф» [Электронный ресурс.] – Режим доступа: www.vko.ru.
16. ЗРК «Витязь» [Электронный ресурс.] – Режим доступа: <http://paralay.iboards.ru>.
17. *Акопян И.* Мозг ракеты: особенности построения и тенденции развития головок самонаведения для ракет класса «поверхность-воздух» и «воздух-воздух» / И. Акопян // Воздушно-космическая оборона. – 2006. – № 3 (28) [Электронный ресурс.] – Режим доступа: <http://www.vko.ru/>.
18. *Гриб Д. А., Ланецкий Б. Н., Лукьянчук В. В., Николаев И. М.* Методологические аспекты системного обоснования оперативно-тактических требований к перспективным зенитным ракетным системам / Д. А. Гриб, Б. Н. Ланецкий, В. В. Лукьянчук, И. М. Николаев // Системы управления, навигации та зв'язку. – 2009. – № 4 (12). – С. 147–153.
19. *Борзов А. Б., Муратов И. В., Павлов Г. Л.* Анализ путей развития бортовых радиолокационных автономных информационных и управляющих систем / А. Б. Борзов, И. В. Муратов, Г. Л. Павлов // IV Всероссийская конференция «Радиолокация и радиосвязь». – ИРЭ РАН, 29 ноября – 3 декабря 2010 г.
20. *Быстров Р. П., Потапов А. А.* Функциональные устройства и элементная база радиолокационных систем / Р. П. Быстров, А. А. Потапов // Радиоэлектроника – наносистемы – информационные технологии. – 2009. – Т. 1. – № 1–2. – С. 43–58.
21. Тенденции развития специальных колесных шасси и тягачей военного назначения. – Изд-во 21 НИИИ МО РФ, 2007.
22. *Белевцев А. М., Бальбердин В. А., Быстров Р. П.* Вопросы анализа направлений развития нанотехнологий для создания радиолокационных систем / А. М. Белевцев, В. А. Бальбердин, Р. П. Быстров // IV Всероссийская конференция «Радиолокация и радиосвязь». – ИРЭ РАН, 29 ноября – 3 декабря 2010 г. – С. 801–808.
23. *Макаров В. Н., Суходолец Л. Г.* Перспективы развития мощных передатчиков РЛС с использованием электровакуумных приборов СВЧ / В. Н. Макаров, Л. Г. Суходолец // Радиотехника. – 2010. – № 1. – С. 97–106.
24. *Евстигнеев В.* Состояние и стратегия совместного развития отечественной микроэлектроники и радиоэлектроники / В. Евстигнеев // Компоненты и технологии. – 2005. – № 5.
25. *Гриб Д. А., Ланецкий Б. Н., Лукьянчук В. В., Николаев И. М.* Методология оценки боевого потенциала зенитного ракетного вооружения / Д. А. Гриб, Б. Н. Ланецкий, В. В. Лукьянчук, И. М. Николаев // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2011. – № 3. – С. 9–13.

Надійшла до редакції 25 вересня 2013 р.