



Озброєння та Військова Техніка

Науково-технічний журнал
Щоквартальний
Видається з січня 2014 р.
1(5)/2015

Вооружение и военная техника

Керівник проєкта,
Голова редакційної ради

І.Б. Чепков,

д-р техн. наук.

Редакційна колегія:

Г.О. Бойко, д.т.н., гол. ред. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

С.В. Лапицький, д.т.н., зам. гол. ред. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

О.Б. Анінко, д.т.н. (ХУПС)

Ю.М. Бусяк, д.т.н. (ХКБМ)

А.С. Довгополий, д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

В.В. Зубарєв, д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

А.М. Зубков, д.т.н. (АСВ)

О.П. Коростельов, д.т.н. (ДержККБ «Луч»)

Д.Б. Кучер, д.т.н. (АВМС)

Б.М. Ланецький, д.т.н. (ХУПС)

М.І. Луханін, д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

М.М. Мітрахович, д.т.н. (ДП «Івченко-Прогрес»)

Б.О. Олійник, д.т.н. (ЛНДРТІ)

А.І. Світисв, д.т.н. (НУОУ)

Редакційна рада:

Ю.А. Гусак, д.в.н. (ВНУ ГШ ЗСУ)

М.М. Шевцов, к.т.н. (ОЗСУ)

Г.В. Певцов, д.т.н. (ХУПС)

О.В. Сотников, к.т.н. (НАНУ)

В.М. Телелим, д.в.н. (НУОУ)

П.П. Ткачук, д.іс.н. (АСВ)

І.В. Толок (ДВОН МОУ)

В.Б. Толубко, д.т.н. (ДУТ)

О.В. Харченко, д.т.н. (ДНДІА)

Науковий редактор
д.т.н. **Г.О. Бойко**

Оригінальний макет виготовлено
Видавничим домом Дмитра Бураго

Адреса редакції:

Україна, 03049, м. Київ,
пр-т Повітрофлотський, 28
Тел.: (044) 271-0966
Факс: (044) 520-12-84
E-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua

Видання зареєстровано в Міністерстві
освіти і науки України Наказом №1083 від
29.09.2014 р.

Журнал входить у перелік наукових видань
Міносвіти України

Дизайн обкладинки **К. Ананко**

ЗМІСТ

ВОЄННО-ТЕХНІЧНА ПОЛІТИКА

- Чепков І.Б., Довгополий А.С., Луханін М.І., Сіренко В.Є.* Основні шляхи реформування вітчизняного оборонно-промислового комплексу в ринкових умовах 3
- Трофименко П.С., Демидко Л.С., Латин С.П.* Застосування високоточної зброї – складова досягнення перемоги в збройній боротьбі 12
- Бойко Г.О., Лапицький С.В.* Деякі дані сучасного стану й тенденцій розвитку безпілотних літальних апаратів 21

ТЕХНІКА З'В'ЯЗКУ

- Гнатюк С.Є., Сакович Л.М.* Методика оцінки показників надійності систем спеціального зв'язку 26
- Сакович Л.М., Яковлев М.Ю.* Обґрунтування мінімально необхідного значення ймовірності правильної оцінки результату виконання вимірювань у разі метрологічного обслуговування військової техніки зв'язку 29
- Баширов О.М., Костина О.М., Шишацький А.В.* Розвиток інтегрованих систем зв'язку та передачі даних для потреб Збройних Сил 35

ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИ СИЛИ

- Растригін О.О., Зірка А.Л.* Порівняльна оцінка розподілу гідродинамічного тиску під час занурення контурів за різними аналітичними теоріями. 40
- Шамарін О.Ю., Ісаєнко О.С.* Аналіз гідроакустичного озброєння корабля протичовнової оборони Військово-Морських Сил Збройних Сил України 46

РАКЕТНА ТЕХНІКА

- Конюхов А.С., Толубко Е.В.* Определение жесткости и инерционно-массовых характеристик ортотропной гладкобололочной модели биконической секции створки головного обтекателя 52

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

- Борисенко М.В., Герасимов С.В.* Математична модель вибору та розміщення засобів вимірювання в складі мобільної інформаційно-вимірювальної системи 59

ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

- Фриз П. В.* Математичний апарат із метою оцінювання районів Землі, які задано, з космосу в задачах їхнього дистанційного зондування 64

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ

- Зайківський О.Б., Оністрат О.А., Лотоха Л.М., Бондарчук М.В.* Ідентифікація об'єктів права інтелектуальної власності 70

РЕКОНСТРУКЦІЯ

- Агєєва Г.М.* Особливості реконструкції громадських будівель – об'єктів військової інфраструктури – під житло 77

- ІНФОРМАЦІЯ** 82

Видання журналу підтримують:



**ОЗБРОЄННЯ
ЗБРОЙНИХ СИЛ
УКРАЇНИ**



**ДЕПАРТАМЕНТ
ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ
МІНІСТЕРСТВА ОБОРОНИ УКРАЇНИ**

Рекомендовано до публікації науково-технічною радою ЦНДІ ОВТ ЗС України



Вооружение и Военная Техника

Научно-технический журнал
Ежеквартальный
Издается с января 2014 р.
1(5)/2015

Руководитель проекта,
Председатель редакционного совета

И.Б. Чепков,

д-р техн. наук.

Редакционная коллегия:

Г.А. Бойко, д.т.н., гл. ред. (ЦНИИ ВВТ ВСУ)
С.В. Лапицкий, д.т.н., зам. гл. ред. (ЦНИИ ВВТ ВСУ)
О.Б. Анилко, д.т.н. (ХУВС)
Ю.М. Бусяк, д.т.н. (ХКБМ)
А.С. Довгопольный, д.т.н. (ЦНИИ ВВТ ВСУ)
В.В. Зубарев, д.т.н. (ЦНИИ ВВТ ВСУ)
А.Н. Зубков, д.т.н. (АСВ)
О.П. Коростелёв, д.т.н. (ГосККБ «Луч»)
Д.Б. Кучер, д.т.н. (АВМС)
Б.Н. Ланецкий, д.т.н. (ХУВС)
М.И. Луханин, д.т.н. (ЦНИИ ВВТ ВСУ)
М.М. Митрахович, д.т.н. (ГП «Івченко-Прогрес»))
Б.А. Олиарник, д.т.н. (ЛНИРТИ)
А.И. Сбитнев, д.т.н. (НУОУ)

Редакционный совет:

Ю.А. Гусак, д.в.н. (ВНУ ГШ ЗСУ)
М.М. Шевцов, к.т.н. (ВВСУ)
Г.В. Певцов, д.т.н. (ХУВС)
А.В. Сотников, к.т.н. (НАНУ)
В.М. Телетим, д.в.н. (НУОУ)
П.П. Ткачук, дис.н. (АСВ)
И.В. Толок (ДВОН МОУ)
В.Б. Толубко, д.т.н. (ГУТ)
А.В. Харченко, д.т.н. (ГНИИА)

Научный редактор
д.т.н. **Г.А. Бойко**

Оригинал-макет подготовлен
Издательским домом Дмитрия Бураго

Адрес редакции:

Украина, 03049, г. Киев,
пр-т Воздухофлотский, 28
Тел.: (044) 271-0966
Факс: (044) 520-12-84
E-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua

Издание зарегистрировано в Министерстве
просвещения и науки Украины Приказом
№ 1083 от 29.09.2014 г.

Журнал входит в перечень научных изданий
Минпросвещения Украины

Дизайн обложки **Е. Ананко**

СОДЕРЖАНИЕ

ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

- Чепков И.Б., Довгопольный А.С., Луханин М.И., Сиренко В.Е.** Основные пути реформирования отечественного оборонно-промышленного комплекса в рыночных условиях 3
- Трофименко П.Е., Демидко Л.С., Латин С.П.** Применение высокоточного оружия – составная достижения победы в вооруженной борьбе. 12
- Бойко Г.А., Лапицкий С.В.** Некоторые данные современного состояния и тенденций развития беспилотных летательных аппаратов 21

ТЕХНИКА СВЯЗИ

- Гнатюк С.Е., Сакович Л.М.** Методика оценки показателей надежности систем специальной связи 26
- Сакович Л.М., Яковлев М.Ю.** Обоснование минимально необходимого значения вероятности правильной оценки результата выполнения измерений при метрологическом обслуживании военной техники связи 29
- Башикиров О.М., Костина О.М., Шишацкий А.В.** Развитие интегрированных систем связи и передача данных для нужд Вооруженных Сил 35

ВОЕННО-МОРСКИЕ СИЛЫ

- Расстригин О.О., Зирка А.Л.** Сравнительная оценка разделения гидродинамического давления во время погружения контуров по разным аналитическим теориям 40
- Шамарин А.Ю., Исаенко Е.С.** Анализ гидроакустического вооружения корабля противолодочной обороны Военно-Морских Сил Вооруженных Сил Украины 46

РАКЕТНАЯ ТЕХНИКА

- Конюхов А.С., Толубко Е.В.** Определение жесткости и инерционно-массовых характеристик ортотропной гладкооболочечной модели биконической секции створки головного обтекателя 52

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

- Борисенко М.В., Герасимов С.В.** Математическая модель выбора и размещения средств измерения в составе мобильной информационно-измерительной системы . . . 59

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

- Фриз П. В.** Математический аппарат с целью оценивания заданных районов Земли из космоса в задачах их дистанционного зондирования 64

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

- Зайковский О.Б., Онистрат О.А., Лотоха Л.М., Бондарчук М.В.** Идентификация объектов права интеллектуальной собственности. 70

РЕКОНСТРУКЦИЯ

- Агеева Г.М.** Особенности реконструкции общественных зданий – объектов военной инфраструктуры – под жилье 77

- ИНФОРМАЦИЯ** 82

Издание журнала поддерживают:



**ВООРУЖЕНИЕ
ВООРУЖЕННЫХ СИЛ
УКРАИНЫ**



**ДЕПАРТАМЕНТ
ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ УКРАИНЫ**

Рекомендовано к публикации научно-техническим советом ЦНИИ ВВТ ВС Украины

УДК 338.245 (477)

І.Б. ЧЕПКОВ, А.С. ДОВГОПОЛИЙ, М.І. ЛУХАНІН, доктори техн. наук,
В.Є. СІРЕНКО, канд. екон. наук (Центр. науково-дослід. ін-т Збройних Сил України, м. Київ)

ОСНОВНІ ШЛЯХИ РЕФОРМУВАННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО ОБОРОННО-ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ В РИНКОВИХ УМОВАХ

Розглянуто головні причини, що зумовили нинішні несприятливі тенденції у життєдіяльності вітчизняного оборонно-промислового комплексу. Сформульовано та обґрунтовано основні напрями його реформування. Показано необхідність посилення впливу Президента України на формування військово-технічної й оборонно-промислової політики. Запропоновано варіанти переформатування функцій центральних органів виконавчої влади щодо забезпечення Збройних Сил України, інших силових структур сучасним озброєнням та військовою технікою.

Рассмотрены главные причины, которые обусловили нынешние неблагоприятные тенденции в жизнедеятельности отечественного оборонно-промышленного комплекса. Сформулированы и обоснованы основные направления его реформирования. Показана необходимость усиления влияния Президента Украины на формирование военно-технической и оборонно-промышленной политики. Предложены варианты реформирования функций центральных органов исполнительной власти по обеспечению Вооруженных Сил Украины, других силовых структур современным вооружением и военной техникой.

До цього дня існують три помилкові уявлення, що зумовили нинішній несприятливий стан вітчизняного оборонно-промислового комплексу (ОПК) та негативний результат усіх спроб його реформування за роки незалежності України (рис. 1):

- ОПК України, як колишня складова частина військово-промислового комплексу СРСР, нібито продовжує мати значний науково-технічний і виробничий потенціал, який без особливих зусиль і витрат може бути реалізовано в будь-яких областях оборонного-промислової діяльності, незважаючи на істотну зміну номенклатури продукції, яка випускається, пов'язану з відмовою від стратегічних видів озброєння;
- дослідницький і виробничий цикл в оборонно-промисловій сфері за своєю природою й організацією нібито аналогічні дослідницькому та виробничому циклам у будь-якій іншій сфері наукової діяльності або галузі промисловості й нічим від них не відрізняються, отже, оборонна промисловість у ринкових умовах може будуватися за тими ж принципами й управлятися тими ж методами, що й будь-яка інша галузь промисловості;
- кожне оборонне підприємство нібито здатне самостійно розв'язати проблему адаптації до ринкових умов господарювання незалежно від ринкової модернізації усієї оборонної промисловості.

З цих причин на практиці створилася така ситуація, коли:

- істотний науково-технічний і виробничий потенціал, який мала українська «оборонка» на початку 1990-х рр. згідно робіт [10, 14], надалі належним чином так і не було реалізовано;
- численні несистемні експерименти з функціональною побудовою вітчизняного оборонно-промислового комплексу спричинили поступове «вимивання» з його життєдіяльності специфічних особливостей оборонно-промислової сфери й нівеляцію організаційної структури та системи управління ОПК до рівня цивільних галузей промисловості;
- законодавче закріплення тези про невтручання органів управління в господарську діяльність підприємств супроводжувалося відсутністю в останніх будь-якої адекватної реакції на істотні зміни зовнішнього економічного середовища, які пов'язано з відмовою від планових

Помилкові уявлення, що зумовили нинішній несприятливий стан оборонно-промислового комплексу України



Рис. 1. Помилкові уявлення, що зумовили нинішній несприятливий стан оборонно-промислового комплексу України, та їх наслідки

принципів господарювання й переходом до ринкових відношень згідно робіт [1, 18].

У підсумку основні техніко-економічні показники ефективності діяльності, які досягнуто вітчизняним ОПК, значною мірою поступаються показникам закордонних конкурентів¹.

Тому слід об'єктивно визнати, що завдання формування ОПК, як системного утворення, за роки незалежності України до кінця не вирішено, а наслідки розпаду військово-промислового комплексу колишнього Союзу остаточно не подолано, як зазначено в роботах [7, 12, 19]. Тобто, наш ОПК є комплексом тільки за назвою, але не по суті.

Таким чином, в зовнішніх і внутрішньополітичних умовах, які склалися сьогодні в державі, проблема реформування вітчизняної оборонної промисловості не тільки не втратила своєї актуальності [7, 12, 19], а навпаки стала першочерговою необхідністю.

¹ За даними закордонних джерел у 2010 р. продуктивність праці одного працюючого на рік на підприємствах оборонної промисловості в США склала \$432000, в Європейському Союзі – \$341000, в Російській Федерації – \$51000. В Україні даний показник не перевищує \$30000.

Розрахунки показують, що фондвіддача у вітчизняному ОПК зараз складає 0,30-0,45, знімання товарної продукції із 1 м2 виробничих площ – 3500-4000 гривень на рік, у той час як у військово-промисловому комплексі СРСР на рівні 1990 р. – відповідно 1,55-1,80 та 18000-20000.

Впродовж останніх 20 років провідні вітчизняні фахівці й науковці неодноразово порушували питання про необхідність реформування української оборонної промисловості відповідно до сучасних вимог. Проте виключно з суб'єктивних причин їхній голос не був своєчасно почутий.

Багаторічний досвід роботи авторів в оборонно-промисловому комплексі, вивчення основних принципів організації оборонної промисловості в провідних світових державах, як зазначено в роботі [16], результати вже здійснених досліджень із цієї тематики згідно роботи [21] дозволяють сформулювати конкретні пропозиції відносно обґрунтованих напрямів реформування вітчизняного ОПК.

По-перше.

Потрібно посилення впливу Президента України на формування військово-технічної й оборонно-промислової політики згідно робіт [2, 4-6, 8, 11, 16, 22].

З цієї метою доцільно нині існуючу Міжвідомчу комісію з питань військово-технічного співробітництва й експортного контролю реорганізувати в Комітет стратегічного планування військово-технічної й оборонно-промислової політики, військово-технічного співробітництва та експортного контролю при Президенті України, включивши в його обов'язки:

а) розробку проектів політичних рішень Президента України щодо стратегічного планування державної політики:

- у воєнно-технічній сфері згідно робіт [2, 8, 11, 16];
- в оборонно-промисловій сфері, як зазначено в роботі [22];
- військово-технічного співробітництва з іноземними державами, включаючи міжнародну науково-технічну та виробничу кооперацію згідно робіт [3, 17, 24];
- експорту й імпорту озброєння та військової техніки (їхніх складових частин), виробів подвійного використання, іншої високотехнологічної продукції;
- у сфері стандартизації якості та управління;
- розвитку оборонної науки й технологій;

б) визначення на середньострокову та довгострокову перспективу:

- потрібної номенклатури, кількості та якості технічних засобів
- озброєної боротьби для Збройних Сил України, інших силових
- структур;
- способів їхнього створення, виготовлення, закупівлі, постачання споживачам (власна розробка та виготовлення, спільне виробництво з іноземними партнерами, закупівля за імпортом, офсетні схеми тощо);
- лімітних обсягів фінансування, необхідних з метою технічного оснащення Збройних Сил України, інших силових структур, забезпечення життєдіяльності вітчизняного оборонно-промислового комплексу;

в) контроль за виконанням центральними органами виконавчої влади, іншими органами управління, суб'єктами господарювання політичних рішень із воєнно-технічних та оборонно-промислових питань, які прийнято Президентом України.

По-друге.

Посилення впливу Президента України на формування військово-технічної й оборонно-промислової політики неминуче спричинить переформування відповідних функцій Кабінету Міністрів України, центральних органів виконавчої влади, інших органів управління та суб'єктів господарювання, що мають безпосереднє відношення до забезпечення безпеки й оборони держави (рис.2), до основних з яких слід віднести:

1) Кабінет Міністрів України:

а) організація виконання політичних рішень Президента України у воєнно-технічній й оборонно-промисловій сфері;

б) створення відповідних нормативно-правових та фінансово-економічних умов, які необхідно з метою забезпечення потрібного рівня боєздатності Збройних Сил України, інших військових формувань, стійкої життєдіяльності оборонно-промислового комплексу шляхом:

- внесення проектів відповідних законодавчих актів та удосконалення нормативної бази стосовно підвищення технічної оснащеності Збройних Сил України, інших військових формувань, функціонування та розвитку оборонно-промислового комплексу;
- здійснення відповідної бюджетної політики, яку спрямовано на досягнення необхідного рівня фінансування заходів із реалізації воєнно-технічної й оборонно-промислової політики;
- в) розгляд, затвердження та організація виконання стратегічних, концептуальних, програмних, розпорядчих документів щодо розвитку озброєння та військової техніки, технологічних та виробничих можливостей вітчизняної оборонної промисловості тощо;

Докладніше.

В зв'язку з великими обсягами, комплексністю та складністю робіт щодо технічного переоснащення Збройних Сил України та реформування оборонно-промислового комплексу на період їхнього здійснення доцільно ввести посаду віце-прем'єр-міністра України з питань військово-технічної та оборонно-промислової політики.

2) Міністерство оборони України (на підставі рішень із воєнно-технічних питань, які прийнято Президентом та Кабінетом Міністрів України):

- стратегічне планування розвитку озброєння та військової техніки в інтересах Збройних Сил України, інших військових структур;
- формування технічних, бойових, експлуатаційних та інших вимог до засобів озброєної боротьби, які плануються застосовувати в Збройних Силах України;
- впровадження єдиної системи озброєння всіх силових структур держави;
- розробка, супроводження, корегування та оновлення програм розвитку озброєння та військової техніки;
- організація стандартизації, сертифікації та контролю якості озброєння та військової техніки;

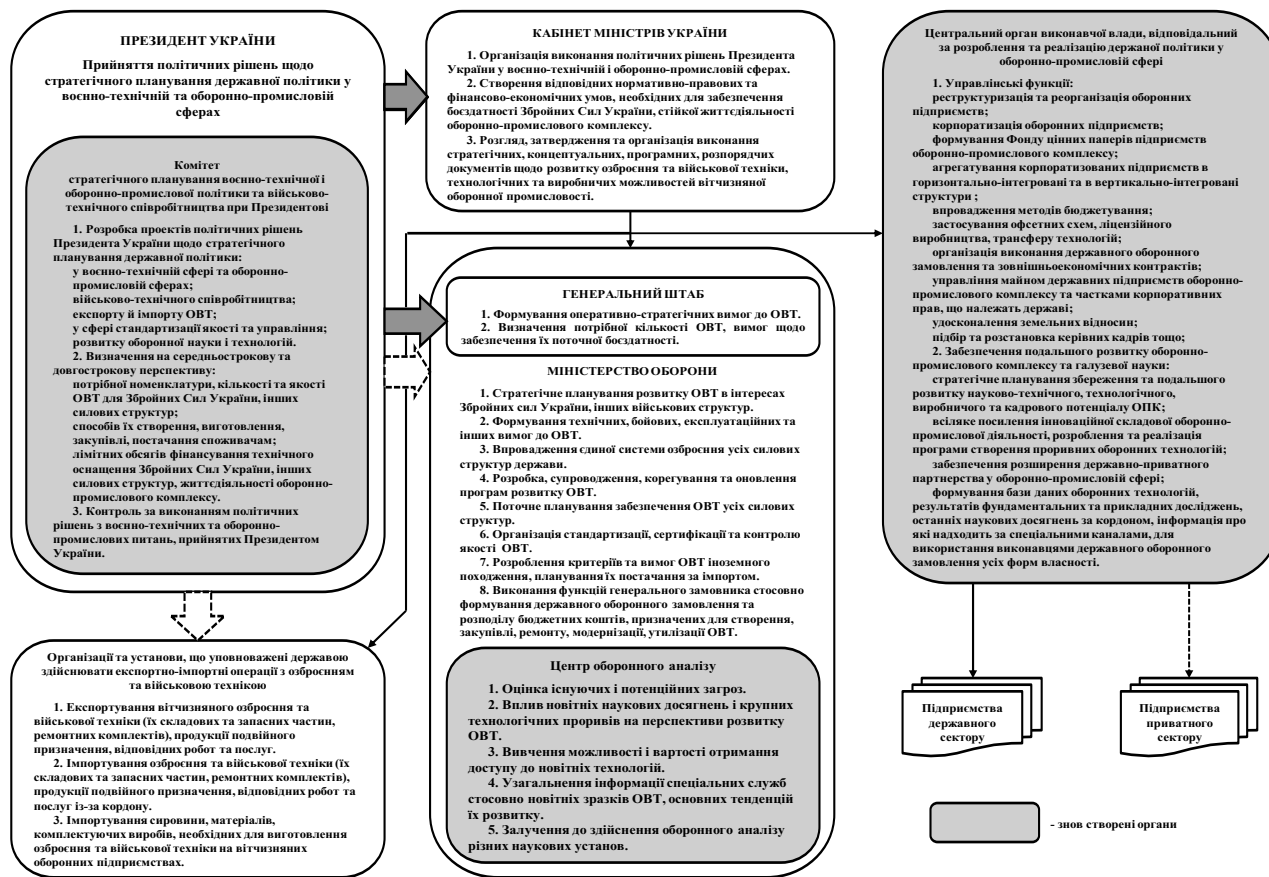


Рис. 2. Вертикаль державного управління військово-технічною та оборонно-промисловою сферами

- розроблення критеріїв та вимог до озброєння та військової техніки іноземного походження, планування їхнього постачання за імпортом;
- поточне планування забезпечення озброєнням та військовою технікою всіх силових структур;

Докладніше.

Виконання даної функції пов'язано зі здійсненням заходів:

- щодо створення необхідних запасів озброєння та військової техніки в мирний час у відповідності з Законами України від 6 грудня 1991 року №1932-XII «Про оборону України», від 6 грудня 1991 року №1934-XII «Про Збройні Сили України», від 3 березня 1999 року №464-XIV «Про державне оборонне замовлення», від 18 листопада 2004 року №2198-IV «Про організацію оборонного планування»;
- щодо поповнення безповоротних втрат озброєння та військової техніки в особливий період і під час проведення великомасштабних антитерористичних операцій, які мають характер бойових дій, у відповідності з Законами України від 6 грудня 1991 року №1932-XII «Про оборону України», від 6 грудня 1991 року №1934-XII «Про Збройні Сили України», від 21 жовтня 1993 року №3543-XII «Про

мобілізаційну підготовку та мобілізацію», від 16 березня 2000 року №1550-III «Про правовий режим надзвичайного стану», від 6 квітня 2000 року №1647-III «Про правовий режим воєнного стану», від 18 листопада 2004 року №2198-IV «Про організацію оборонного планування».

Тобто, процес забезпечення силових структур озброєнням та військовою технікою в мирний й особливий періоди відрізняється за своїми організаційними, фінансово-економічними та нормативно-правовими механізмами, а категорія «антитерористична операція» взагалі вимагає детального уточнення в чинному законодавстві.

З цієї причини важливо:

- а) найшвидше внести відповідні зміни до існуючої нормативно-правової бази;
- б) передбачити відповідне фінансування та практичне формування:

- державного оборонного замовлення з метою створення необхідних запасів озброєння та військової техніки в мирний час;
- потрібних мобілізаційних резервів та мобілізаційних заходів з метою поповнення безповоротних втрат озброєння та військової техніки в особливий період і під час проведення антитерористичних операцій.

Виконання функцій генерального замовника стосовно формування державного оборонного замовлення та розподілу бюджетних коштів, які призначено з метою створення, закупівлі, ремонту, модернізації, утилізації озброєння та військової техніки тощо;

3) Генеральний штаб Збройних Сил України (на підставі рішень із воєнно-технічних питань, які прийнято Президентом, Кабінетом Міністрів та Міністерством оборони України):

- формування оперативно-стратегічних вимог до озброєння та військової техніки;
- визначення потрібної кількості озброєння та військової техніки, вимог щодо забезпечення їхньої поточної боєздатності;

4) організації та установи, які уповноважено державою здійснювати експортно-імпорتنі операції з озброєнням та військовою технікою (їхніми складовими частинами), продукцією подвійного призначення, відповідними роботами та послугами (на підставі рішень із воєнно-технічних та оборонно-промислових питань, які прийнято Президентом, Кабінетом Міністрів, Міністерством оборони України, іншими військовими формуваннями, центральним органом виконавчої влади, який відповідає за розроблення та реалізацію держаної політики в оборонно-промисловій сфері):

- експортування вітчизняного озброєння та військової техніки (їхніх складових та запасних частин, ремонтних комплектів), продукції подвійного призначення, відповідних робіт та послуг;
- імпортування озброєння та військової техніки (їхніх складових та запасних частин, ремонтних комплектів), продукції подвійного призначення, робіт, які відповідно, та послуг із-за кордону;
- імпортування сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, які необхідно з метою для виготовлення озброєння та військової техніки на вітчизняних оборонних підприємствах;
- організація роботи комісіонерів тощо;

5) центральний орган виконавчої влади, який відповідає за розроблення та реалізацію держаної політики в оборонно-промисловій сфері (на підставі рішень із воєнно-технічних та оборонно-промислових питань, які прийнято Президентом та Кабінетом Міністрів України, вимог до озброєння та військової техніки Міністерства оборони й Генерального штабу Збройних Сил України, інших військових формувань):

- а) в частині реалізації управлінських функцій:
- оптимізація господарської діяльності оборонних підприємств шляхом здійснення їхньої реструктуризації та реорганізації;
 - забезпечення переходу від адміністративних принципів управління систем керування, які засновано на акціонерних залежностях, шляхом корпоратизації оборонних підприємств;
 - формування Фонду цінних паперів підприємств оборонно-промислового комплексу;
 - досягнення симбіозу галузевих та програмно-цільових методів управління шляхом агрегування корпоратизованих підприємств в горизонтально-інтегровані структури у вигляді галузевих державних акціонерних холдингових компаній та у вертикально-інтегровані структури у вигляді акціонерних товариств, які призначено з метою вирішення конкретних науково-технічних і виробничих завдань;
 - впровадження в повсякденну життєдіяльність оборонних підприємств ринкових форм і методів господарювання, які засновано на внутрішньозаводському бюджетуванні, замість оперативно-календарного планування, яке притаманно плановій економіці;
 - застосування в практиці виготовлення озброєння та військової техніки офсетних схем, ліцензійного виробництва, трансферу технологій;
 - організація виконання державного оборонного замовлення та зовнішньоекономічних контрактів з експортування вітчизняного озброєння та військової техніки;
 - управління майном державних підприємств оборонно-промислового комплексу та частками корпоративних прав у статутних капіталах акціонерних товариств, що належать державі;
 - визначення доцільності та надання дозволів на продаж надлишкових часток виробничих потужностей оборонних підприємств, що не увійшли до складу їхніх цілісних майнових комплексів, спрямування на приватизацію об'єктів, що втратили актуальність для оборонно-промислової сфери, передачу місцевим органам влади об'єктів соціально-побутового призначення, удосконалення земельних відносин;
 - підбір та розстановка керівних кадрів оборонних підприємств тощо;

б) в частині забезпечення подальшого розвитку оборонно-промислового комплексу та галузевої науки:

- стратегічне планування збереження та подальший розвиток науково-технічного, технологічного, виробничого та кадрового потенціалу оборонно-промислового комплексу у відповідності з потребами Збройних Сил України, інших військових формувань, кон'юктурою світового ринку озброєнь та тенденціями, які переважають науково-технічний прогрес;
- всіляке посилення інноваційної складової оборонно-промислової діяльності, розроблення та реалізація програми створення проривних оборонних технологій, розвитку експериментальних і виробничих потужностей підприємств оборонно-промислового комплексу;
- забезпечення значного розширення державно-приватного партнерства в оборонно-промисловій сфері шляхом залучення крупних вітчизняних приватних інвесторів до створення новітніх зразків озброєння та військової техніки й удосконалення нормативно-правової бази в цій області;
- формування бази даних оборонних технологій, результатів фундаментальних та прикладних досліджень, останніх наукових досягнень за кордоном, інформація про які надходить за спеціальними каналами, з метою використання виконавцями державного оборонного замовлення всіх форм власності тощо.

По-третє.

Виходячи із логіки реформ, які запропоновано, принциповим питанням є ідеологія побудови управлінської вертикалі в оборонно-промисловій сфері, як це зазначено в роботах [9, 15, 20].

Спроб створення відповідної системи державного управління оборонно-промисловою діяльністю за роки незалежності України здійснювалося вже достатньо. Вони ні на йоту не наблизили країну до остаточного вирішення даної проблеми, а лише в окремі періоди:

- або розпорошували управлінські функції із керівництва оборонними підприємствами між великою кількістю органів управління²;
- або зводили сам зміст керівництва оборонно-промисловим комплексом до практики управління цивільними галузями промисловості³;

² В 2005-2010 рр. 160 оборонних підприємств підпорядковувалися 8 різним центральним органам виконавчої влади.

³ У даному випадку мова йде про ті періоди часу, коли управління більшою частиною ОПК здійснювалося Міністерством промислової політики тими ж методами, що й будь-якою іншою галуззю промисловості, без урахування закономірностей і особливостей оборонно-промислової діяльності.

- або передавали управлінське кермо оборонно-промислового комплексу в руки не центрального органа виконавчої влади, а господарюючого суб'єкта, який позбавлено окремих повноважень, без яких оборонна промисловість взагалі не може ефективно функціонувати⁴.

Звертаючи увагу на переломний характер нинішнього етапу державності України, помилки, які допущено упродовж попередніх періодів, враховуючи особливості національного господарського законодавства, з метою забезпечення державного управління ОПК доцільно створити Міністерство оборонної промисловості або Державне агентство з питань оборонно-промислового комплексу в якості центрального органа виконавчої влади, яке відповідально за розроблення та реалізацію державної політики в оборонно-промисловій сфері.

Згодом, в міру корпоратизації підприємств ОПК і впровадження на них організаційно-правової форми акціонерного товариства, з'явиться можливість перетворити систему управління вітчизняним оборонно-промисловим комплексом відповідно до кращих світових зразків, відомих із передового закордонного досвіду.

По-четверте.

З метою посилення аналітичної складової військово-технічної політики, яка розробляється, підвищення рівня обґрунтованості й достовірності вимог до засобів озброєної боротьби, що мають інтерес для Збройних Сил України та інших військових формувань, необхідно створити в Міністерстві оборони Центр оборонного аналізу з наступними основними функціями:

- оцінка існуючих і потенційних загроз національній безпеці України;
- вплив новітніх наукових досягнень і крупних технологічних проривів на перспективи розвитку озброєння та військової техніки;
- вивчення можливості й вартості отримання доступу до новітніх технологій;
- узагальнення інформації спеціальних служб стосовно новітніх зразків озброєння та військової техніки, основних тенденцій їхнього розвитку;
- залучення до здійснення оборонного аналізу різних наукових установ, включаючи науково-

⁴ Мається на увазі відсутність у Державного концерну «Укроборонпром» права законодавчої та нормотворчої ініціативи, а також повноважень суб'єкта бюджетного процесу, розроблення державних цільових програм, формування державного оборонного замовлення, військово-технічного співробітництва з іноземними державами тощо.

дослідні інститути Міністерства оборони та наукові центри видів Збройних Сил України тощо.

Аналогічний підрозділ вже багато років функціонує в Міністерстві оборони Франції, ставши його мозковим центром.

По-п'яте.

В умовах ресурсної обмеженості й дорожнечі кредитних ресурсів вимагатиме удосконалення система фінансування державного оборонного замовлення.

Із усіх реально можливих нині варіантів найбільш перспективним є такий алгоритм:

- держава бере на себе відповідальність за фінансування конкретного оборонного замовлення не в межах фінансового року, а на термін виконання проекту;
- відповідальність держави полягає в наданні державних гарантій підприємству щодо обсягів та термінів фінансування;
- використовуючи державні гарантії, виконавець державного оборонного замовлення отримує кредит у комерційному або державному банках;
- з метою виконання зазначеного державного оборонного замовлення Національний банк України надає банку, який кредитує його виконавця, цільовий кредит за ставкою рефінансування 5-8 % річних;
- банк-кредитор, у свою чергу, надає виконавцю державного оборонного замовлення кредит під 10-12% річних (ставка рефінансування плюс 4 %);
- замовник державного оборонного замовлення зобов'язаний у ціні контракту передбачити розрахунки з виконавцем за обслуговування кредиту;
- підготовка виробництва здійснюється виконавцем також за рахунок кредиту, який вказано;
- державні гарантії стають чинними тільки за умови виконання державного оборонного замовлення та прийняття його замовником;
- у разі невиконання державного оборонного замовлення вся відповідальність за кредит лягає на виконавця;
- у разі виконання державного оборонного замовлення, але його несплати державою, вся відповідальність за кредит лягає на державу.

Процес реформування оборонно-промислового комплексу повинен, на нашу думку, максимально враховувати ринкові пріоритети та містити в собі сукупність різноманітних заходів (рис. 3).

Висновки

Таким чином, процес реформування оборонно-промислового комплексу повинен передбачити:

1) розширення участі Президента України як Верховного Головнокомандувача Збройних Сил України в формуванні військово-технічної та оборонно-промислової політики, в тому числі шляхом:

а) впровадження стратегічного й системного підходу до визначення:

- номенклатури, кількості та якісних характеристик необхідних засобів озброєної боротьби;
- пріоритетних напрямів розвитку вітчизняного оборонно-промислового комплексу;
- поглиблення військово-технічного співробітництва з іноземними державами, включаючи міжнародну науково-технічну та виробничу кооперацію;

б) створення дорадчих органів, які призначено з метою розробки й опрацювання проектів політичних рішень у зазначених сферах, і наділення їх відповідними функціями, включаючи контрольні;

2) удосконалення організаційних та науково-технічних аспектів військово-технічної політики, що розробляються й реалізується, за рахунок:

- суттєвого підвищення рівня стратегічного планування розвитку озброєння та військової техніки;
- посилення аналітичної складової діяльності Міністерства оборони у військово-технічній сфері шляхом організації у його складі Центру оборонного аналізу з метою узагальнення передового зарубіжного та вітчизняного досвіду в області створення та використання новітніх зразків озброєння та військової техніки;
- впровадження єдиної системи озброєння всіх силових структур держави;

3) зміцнення системи державного управління оборонно-промисловою сферою в ринкових умовах, у тому числі за рахунок:

- перерозподілу функцій, що стосуються формування та реалізації військово-технічної та оборонно-промислової політики, між центральними органами виконавчої влади;
- утворення центрального органа виконавчої влади, який відповідає за розроблення та реалізацію державної політики в оборонно-промисловій сфері;
- структурної перебудови оборонно-промислового комплексу, впровадження його правової

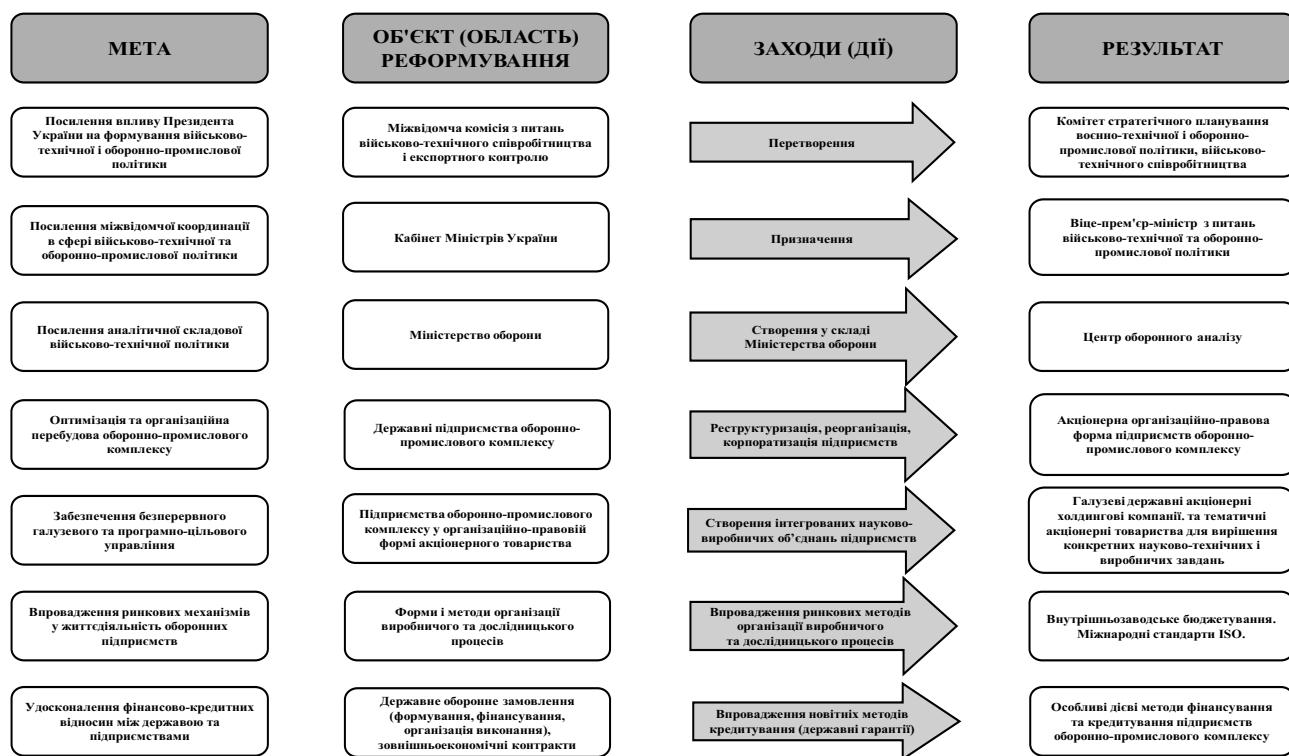


Рис. 3. Основні аспекти реформування військово-технічної та оборонно-промислової сфер

організаційної структури та системи управління, які засновано на корпоративних принципах й акціонерній організаційно формі оборонних підприємств;

- упорядкування цінних паперів підприємств в інтересах держави;
- забезпечення єдності галузевих та програмно-цільових методів управління;
- удосконалення зовнішньоекономічної діяльності оборонно-промислового комплексу, включаючи як її експортну, так й імпорتنу складові;
- впровадження нових форм фінансування державного оборонного замовлення з використанням прогресивних механізмів кредитування;
- введення посади віце-прем'єр-міністра України з питань військово-технічної та оборонно-промислової політики (на період здійснення реформування оборонно-промислового комплексу);

4) рішучу відмову від планових методів господарювання на рівні основної господарюючої ланки оборонно-промислового комплексу, оборонних підприємств, повсюдне впровадження в їхню діяльність ринкових принципів, включаючи:

- здійснення реструктуризації, реорганізації, корпоратизації;

- створення науково-виробничих об'єднань горизонтально-інтегрованого та вертикально-інтегрованого типів;
 - впровадження сучасних форм і методів організації дослідницького та виробничого циклів;
 - докорінне технічне переозброєння експериментальної та виробничої бази;
- 5) всемірне посилення інноваційної складової оборонно-промислової діяльності за рахунок:
- випереджаючого розвитку галузевої науки;
 - орієнтації на проривні технології більш високих технологічних укладів;
 - розширення практики застосування офсетних схем, закупівлі за кордоном ліцензій на виробництво окремих виробів, трансферу передових технологій із технологічно розвинених країн;
- 6) удосконалення практики державно-приватного партнерства в оборонно-промисловій сфері шляхом:
- організація необхідних організаційних та фінансово-економічних умов для участі крупних приватних інвесторів у створенні та виробництві озброєння та військової техніки;
 - найбільш повного використання ресурсних та грошових можливостей приватного сектора економіки в інтересах держави;

- подальшого розвитку нормативно-правової бази в даній області;

7) досягнення вітчизняним оборонно-промисловим комплексом техніко-економічних показників, які сумірні зі загальносвітовим рівнем, і на цій основі збільшення його вкладу в соціально-економічний розвиток країни.

Термін здійснення всього обсягу робіт із реформування оборонно-промислового комплексу оцінено в 2,5-3,0 роки.

Список літератури

1. Бенди́ков М.А., Лаври́нов Г.А., Хруста́лев Е.Ю. Механизмы развития производственных структур в оборонно-промышленном комплексе. – М.: ЦЭМИ РАН, 2005. – 70 с.
2. Боднарчук Р.В. Проблеми планування, формування і виконання воєнно-технічної політики в Україні: методологічний аспект / Р.В. Боднарчук // Стратегічна панорама. – 2001. – № 1-2. – С. 143-148.
3. Військово-технічне співробітництво в умовах глобалізації: український вимір: Зб. матер-лів «круглого столу» / В.М. Бегма. – [За заг. ред. О.В. Литвиненка]. – К.: НІСД, 2011. – 80 с.
4. Військово-технічна та оборонно-промислова політика України в сучасних умовах: аналіт. доп. / В.М. Бегма, О.О. Свергунов; упоряд. В.В. Маркелов. – [За заг. ред. В.М. Бегми]. – К.: НІСД, 2013. – 112 с.
5. Військово-технічна та оборонно-промислова політика України: проблеми формування і реалізації / В.П. Горбулін, В.В. Зубарев, П.П. Скурський, С.М. Химченко // Нац. безпека: український вимір. – 2009. – № 3(22). – С. 5-11.
6. Горбулін В.П. Концептуальні підходи до удосконалення військово-технічної та оборонно-промислової політики України / В.П. Горбулін, О.О. Свергунов // Стратег. пріоритети. – 2013. – № 1. – С.110-119.
7. Горбулін В.П. Оборонне будівництво в Україні. Проблеми розвитку ОПК і підходи до їх вирішення / В.П. Горбулін // Стратег. панорама. – 2001. – № 1-2. – С.135-143.
8. Горбулін В.П. Україна потребує нової воєнно-технічної політики [Електронний ресурс]. <http://defense-ua.com/rus/hotnews/?id=30647>.
9. Горбулін В.П., Шеховцов В.С. Створення ДК «Укроборонпром» як початок формування дієвого ядра ОПК // Наука і оборона, 2013. – № 3. – С. 27-31.
10. Колмогоров Г.Д., Куку К.И. Военно-промышленный комплекс [Електронний ресурс]. http://www.promvest.info/news/actual.php?BOOK_ID=41265 &view=root &page=1 &ELEMENT_ID=27455&PAGEN_15=2&PAGEN_14=2.
11. Методологічні аспекти оцінки стану військово-технічної політики та її складових: наук.-метод. вид. / В.П. Горбулін (кер. авт. кол.), В.В. Зубарев, О.П. Кутовий, О.О. Свергунов, С.М. Химченко. – К.: Інтертехнологія, 2009. – 208 с.
12. Оборонна політика України на початку ХХІ століття : аналіт. доп. / В.М. Бегма, О.С. Александров, В.М. Маркелов та ін. / За ред. О.В. Литвиненка. – К.: НІСД, 2010. – 72 с.
13. Оборонно-промышленный комплекс Украины – современное состояние и реструктуризация / В.П. Горбулин, А.С. Довгопольный, О.И. Приходько, В.П. Степанов, В.А. Смелов и др. / Под общ. ред. В.П. Горбулина // Технологич. системы, 2001. – № 2(8). – С. 5-20.
14. Отечественный военно-промышленный комплекс и его историческое развитие / О.Д. Бакланов, А.М. Батков, А.А. Борисов и др. // Под ред. О.Д. Бакланова, О.К. Рогозина. – М.: Ладога-100, 2005. – 751 с.
15. Проблемні питання формування ефективної системи управління оборонно-промисловим комплексом України / В.П. Горбулін, В.В. Зубарев, П.П. Скурський, О.П. Кутовий // Нац. безпека: український вимір, 2009. – № 4(23). – С. 11-20.
16. Свергунов О.О. Стратегічне планування військово-технічної політики: світовий досвід / О.О. Свергунов // Стратег. пріоритети. – 2013. – № 3. – С.128-137.
17. Скурський П.П. Міжнародне військово-технічне співробітництво України. Проблеми та шляхи їх вирішення / П.П. Скурський, А.І. Шевцов, Р.В. Боднарчук // Стратег. панорама. – 2004. – № 3. – С. 133-140.
18. Скурський П.П. Проблеми ринкової трансформації оборонно-промислового комплексу України / П.П. Скурський, А.І. Шевцов, Р.В. Боднарчук // Стратег. панорама. – 2004. – № 2. – С. 104-110.
19. Сунгуровський М.В. Оборонно-промисловий комплекс України: проблемні питання розвитку / М.В. Сунгуровський // Нац. безпека і оборона. – 2004. – № 8. – С. 37-43.
20. Толкачев С.А. Управление оборонно-промышленным комплексом. Теоретико-методологические основы. – М.: ГУУ, 2008. – 136 с.
21. Фарамазян Р.А. Трансформация военной экономики в ХХ – начале ХХІ века / Р.А.Фарамазян, В.В. Борисов. – М.: Наука, 2006. – 343 с.
22. Формування оборонно-промислової політики України в умовах позаблоковості: Зб. матеріалів «круглого столу» / В.С. Шеховцов, Р.В. Боднарчук, А.П. Герасимов, О.В. Шевченко, О.Г. Шаталова [та ін.]. / За заг. ред. проф. А.І. Шевцова. – Дніпропетровськ: НІСД, 2011. – 106 с.
23. Хруцкий В.Е., Хруцкий Р.В. Системы бюджетирования. Семь шагов по эффективной постановке бюджетирования. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 176 с.
24. Шевцов А.І. Міжнародна інтеграція оборонно-промислового комплексу України: стан і проблеми розвитку / А.І. Шевцов, Р.В. Боднарчук // Стратег. панорама. – 2000. – № 3-4. – С. 117-122.
25. Шевцов А.І., Боднарчук Р.В. Актуальні проблеми реструктуризації оборонно-промислового сектору економіки України // Стратег. пріоритети, 2013. – № 2 (27). – С.127-134.

УДК 621.396

П.Є. ТРОФИМЕНКО, Л.С. ДЕМИДКО, С.П. ЛАТІН, кандидати військ. наук.
(Сумський державний університет, м. Суми)

ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОТОЧНОЇ ЗБРОЇ – СКЛADOVA ДОСЯГНЕННЯ ПЕРЕМОГИ В ЗБРОЙНІЙ БОРОТЬБІ

Розробка і прийняття на озброєння новітніх високоточних боеприпасів (ВТБ) це нагальна вимога часу, а їх ефективне використання є фактором забезпечення високого рівня боєздатності військових формувань. У статті розглядаються принципи бойового застосування артилерійських боеприпасів високої точності з урахуванням аналізу досвіду бойових дій у зоні АТО. Авторами пропонується низка заходів, а саме: особливості бойового порядку артилерійських підрозділів, що застосовують ВТБ; порядок роботи артилерійських командирів з організації застосування ВТБ; порядок виконання вогневих завдань й управління вогнем та ін.

Разработка и принятие на вооружение новейших высокоточных боеприпасов (ВТБ) это требование времени, а их эффективное использование является фактором обеспечения высокого уровня боевой готовности военных формирований. В статье рассматриваются принципы боевого применения высокоточных артиллерийских боеприпасов с учетом анализа боевых действий в зоне АТО. Авторы предложили ряд мер, а именно: особенности боевых порядков артиллерийских подразделений, применяющих ВТБ; порядок работы артиллерийских командиров по организации применения ВТБ; порядок выполнения огневых задач и управления огнем и др.

The development and service introduction of modern high-precision munitions is an imperative of our time, and its effective employment is a high level unit combat readiness factor. The article covers the principles of high precision munitions combat employment analyzing the military operations in the counter-terrorism operation zone. The authors offered a set of measures including: the peculiarities of high precision munitions artillery position formation; high precision munitions artillery commander plan of action; fire control and fire task execution, etc.

Вступ. Сьогодні, в умовах ескалації збройного конфлікту на Сході України, а по суті, ведення т.з. «гібридної» війни Російською Федерацією та її найманцями проти України, боєздатність нашої армії можна відновити лише на підставі якісних змін організаційно-штатних структур військ та пошуку доцільних способів їхнього застосування в збройній боротьбі. Метою такої тенденції є розроблення й оснащення військових формувань сучасними озброєнням й технікою, які здатні вести ефективну боротьбу як з існуючим, так і з перспективним озброєнням противника. Одним із напрямів практичного здійснення такої мети є реалізація вимоги «постріл – ураження»: досягнення такого поєднання могутності бойового заряду й точності його доставки на максимальну дальність, яке б забезпечувало ураження цілі першим пострілом із ймовірністю не менше 0,5. Зброю, яка відповідає цій вимозі, прийнято називати високоточною згідно робіт [1, 2]. До високоточної зброї відносять наземні, авіаційні і корабельні ракетні комплекси,

артилерійські комплекси керованого озброєння, а також розвідувально-вогневі (ударні) комплекси, як це зазначено в роботах [2, 3].

У результаті науково-технічної революції створюється така високоточна зброя, яка, на думку військових спеціалістів, буде визначати характер майбутньої війни. Вона може наносити абсолютно точні удари по різноманітних об'єктах, у тому числі й по тих, що атакують (із середнім квадратичним відхиленням від точки прицілювання не більше декількох сантиметрів).

Дослідження військових конфліктів останніх років показали, що збільшується використання нових видів зброї, а саме високої точності й зброї на основі нових фізичних принципів (ОНФП). Тепер ця зброя складає основу армій передових у військовому відношенні країн світу згідно робіт [3, 5, 6]. У нас є власні розробки високоточної зброї, але, на жаль, її в Україні просто обмаль.

Постановка проблеми. Актуальна проблема боеприпасів високої точності (ВТБ) має дві

складових, по-перше, це розроблення сучасних ВТБ, а по-друге, пошук і втілення в практику бойової підготовки військ ефективних способів їхнього застосування. І якщо питанням створення новітніх засобів ураження останнім часом приділяється увага з боку науковців, конструкторів й загалом спеціалістів військової справи, як це зазначено в роботах [3-5], то стосовно другої складової, як свідчить досвід ведення бойових дій у зоні антитерористичних операцій (АТО), є проблеми. Так, наприклад, близько 50 % засобів цілевказання й синхронізації відпрацювали свій ресурс, частина офіцерів, особливо ланки взвод-батарея не мають достатнього досвіду в роботі на засобах, які знаходяться в робочому стані. Є й інші недоліки. З метою успішного розв'язання цих проблем, необхідно, насамперед, вести пошук нових прийомів і способів ефективного застосування ВТБ, а по-друге, надати пріоритет фаховій підготовці офіцерських артилерійських кадрів як у ВВНЗ України, так й у військах, які спроможні уміло застосовувати цю зброю.

Аналіз публікацій. Останнім часом керівництвом України робляться заяви щодо постачання високоточного озброєння у рамках ведення АТО з інших країн згідно робіт [5, 7, 8]. Мова йдеться про: M982 Excalibur — 155-мм керований активно-реактивний снаряд; 155-мм касетний снаряд SMArt-155 (Suchzunder-Munition fur die Artillerie-155), який розроблено в Німеччині; ADC (Artillerie Dirigee Charge) 155-мм французький снаряд з автономним радіолокаційним самонаведенням; BOSS (Bofors Optimised Smart Shell) 155-мм шведський снаряд з автономним радіолокаційним самонаведенням й інші. Ці снаряди мають потужну кумулятивну бойову частину. Але всіх їх призначено з метою стрільби з 155-мм гармат. Тому сподіватись на їхнє надходження найближчим часом недоречно. На сьогодні реальними є можливі поставки в Україну американських переносних протитанкових ракетних комплексів (ПТРК) FGM-148 «Джавелин» («дротик») й інших ПТРК. Їх призначено з метою знищення танків, БМП, БТР, захищених об'єктів (типу бункер, ДОТ) і низько літаючих малошвидкісних цілей (вертольотів, БПЛА). Постачання такої зброї є безперечно важливим фактором, але коли прибуде ця зброя в Україну й потрапить у військові підрозділи на сході України є питанням поки що без відповіді. З метою реалізації потенціалу високоточної зброї, що надійде від зарубіжних партнерів, нам потрібно організувати

належним чином управління частинами та підрозділами, які будуть її застосовувати, а також високоякісну практичну підготовку військових спеціалістів.

Питання розробки високоточної зброї розглядаються у роботах і деяких засобах масової інформації, як це зазначено в роботах [3, 4, 7, 8]. Так, в роботі [3] розглянуто основні напрямки захисту наземної бойової техніки від сучасної і перспективної високоточної зброї. Проведено аналіз стану сучасних систем високоточної зброї, запропоновано математичні моделі сенсорних каналів їхніх систем наведення, способів і засобів захисту наземної військової техніки від високоточної зброї.

Загалом аналіз робіт і публікацій свідчить про те, що більше уваги приділяється технічним аспектам розробки високоточного озброєння й значно менше проблемам його бойового застосування.

Зупинимося на цих й інших проблемах докладніше.

Виклад основного матеріалу. Високоточну зброю призначено з метою знищення важливих як окремих, так і групових цілей противника (нерухомих і рухомих). Уміле застосування високоточної зброї суттєво скорочує витрату боєприпасів і час виконання вогневих завдань. Артилерійські підрозділи виконують ці завдання, застосовуючи ВТБ. Стрільба такими снарядами можлива як удень, так і вночі (за умови освітлення місцевості штатними освітлювальними засобами).

З метою стрільби ВТБ використовується лазерний цілевказівний далекомір (ЛЦД) і засоби синхронізації.

ЛЦД призначено з метою спостереження за полем бою, виявлення цілей, що спостерігаються з командного спостережного пункту -- КСП (СП), визначення полярних координат цілей (розривів снарядів) та підсвічування цілей лазерним променем.

Засоби синхронізації, які призначено з метою передавання сигналів про момент пострілу ВТБ та запуску опромінення цілі лазерним цілевказівним далекоміром.

У артилерійських підрозділах із комплексом машин управління 1В12М в кожній машині управління командира дивізіону й командирів батарей є ЛЦД і засоби синхронізації, а командний прилад — у машині старшого офіцера батареї.

Підрозділам, які не мають комплексу машин управління 1В12М, ЛЦД і засоби синхронізації можуть додаватися окремо. В цьому разі ЛЦД та

виконавчий прилад розташовують на КСП поза машиною управління командира батареї (дивізіону). Командний прилад розташовують поряд із гарматами, які призначено з метою ведення вогню ВТБ.

Артилерійські підрозділи, які застосовують ВТБ, виконують вогневі завдання стрільбою зі закритих вогневих позицій (ВП) зі знищення цілей, що спостерігаються з КСП (СП), а саме: танків, установок ПТРК, БМП, БТР, самохідних гармат і мінометів, які розташовано на оборонних позиціях (взводних опорних пунктах) і в проміжках між ними; КП (КСП, СП) у машинах управління та розвідувальних машинах.

У окремих випадках артилерійські підрозділи можуть залучатися з метою руйнування вогневих споруд.

ВТБ, окрім того, можуть уражатися танки, БМП, БТР тощо, що рухаються (зі швидкістю до 36 км/год), як це зазначено в роботах [1, 4, 9].

У разі вибору КСП (СП) та ВП для артилерійських підрозділів, що застосовують ВТБ, необхідно враховувати можливості ЛЦД у підсвічуванні цілей, дальність стрільби й припустиме взаємне положення КСП (СП) та ВП.

ЛЦД може здійснювати підсвічування цілей із КСП (СП) на дальність від 200 до 5000 м. Максимальна дальність стрільби ВТБ дорівнює 20000, мінімальна – 2000 м. Поправка на зміщення не повинна перевищувати 7-50 згідно робіт [1, 9].

З метою ефективного виконання вогневих завдань ВТБ необхідно знати як сприятливі, так і негативні умови їхнього застосування. Отже сприятливими умовами є: надійне спостереження цілі й вимірювання дальності до неї за допомогою

ЛЦД; розташування цілі на схилі, повернутому у бік КСП (СП), з якого здійснюється підсвічування цілі, або наявність перевищення КСП (СП) над районом цілей; відсутність перед ціллю рослинності або інших перепон, що перешкоджають опроміненню її лазерним променем.

Умовами, що утруднюють або виключають виконання вогневих завдань ВТБ, є: густий пи́л, дим, дощ, снігопад, туман; низька (нижче 600 м) хмарність, що обмежує своєчасне захоплення відбитого від цілі сигналу лазерною напівактивною головкою самонаведення снаряда; сильний (більше 15 м/с) вітер, що впливає на роботу системи керування снарядом і знижує ймовірність успішного виконання вогневого завдання.

Розглянемо особливості бойового порядку артилерійських підрозділів, що застосовують ВТБ.

Під час створення угруповання артилерії до його складу доцільно включати артилерійські підрозділи, які здатні застосовувати ВТБ, та розташовувати їх на напрямі зосередження основних зусиль. Це дозволить значною мірою підвищити їхні вогневі можливості в боротьбі з танками та протитанковими засобами противника. В цьому разі виконання вогневих завдань ВТБ доцільно здійснювати не окремими (спеціально виділеними) дивізіонами (батареями, взводами, гарматами), а всіма підрозділами, які оснащено ЛЦД і засобами синхронізації.

Варіант схеми бойового порядку артилерійського підрозділу з метою виконання завдань ВТБ, який оснащено переносними лазерним далекоміром і засобами синхронізації, наведено на рис. 1.

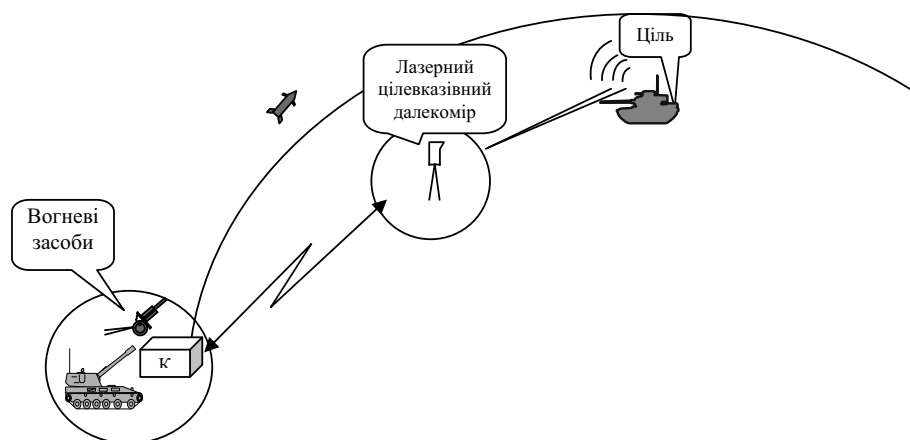


Рис. 1. Схема бойового порядку артилерійського підрозділу

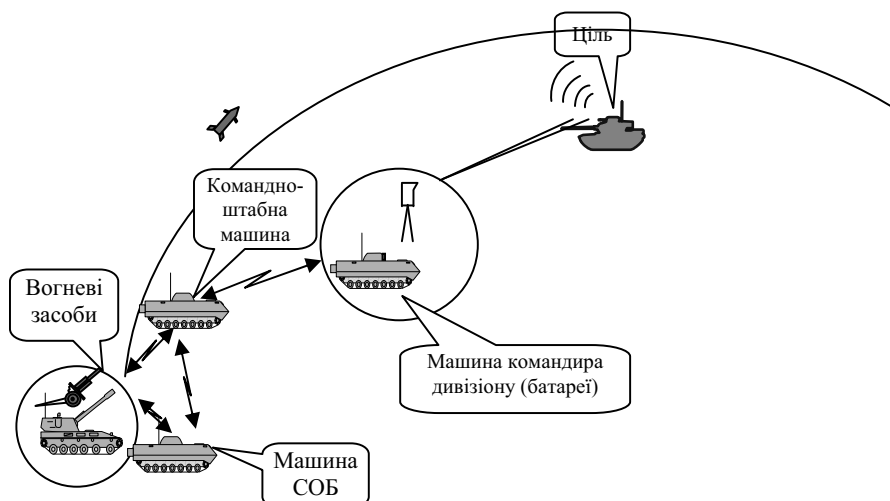


Рис. 2. Схема бойового порядку артилерійського підрозділу для виконання завдань боєприпасами високої точності

В умовах ведення АТО цей варіант (рис.1) є найбільш доцільним виходячи з ряду факторів: по-перше, це відсутність командирських машин управління на рубежі КСП (СП), що суттєво зменшує можливості противника за визначення координат наших пунктів управління й, по-друге, відсутність машини старшого офіцера батареї на вогневій позиції, також зменшує його можливості з розвідки наших вогневих позицій; по-третє, застосування проводового зв'язку забезпечує більш надійне й захищене управління артилерійським підрозділом.

На рис.2 показано класичний варіант бойового порядку артилерійського підрозділу незалежно від того оснащений він комплексом машин управління 1В12М, чи ні.

Безумовно організація застосування ВТБ потребує відповідної підготовки артилерійських командирів. Тим паче, що виконання заходів, які пов'язано з організацією застосування високоточних артилерійських боєприпасів, є складовою частиною роботи командирів усіх ступенів у системі підготовки бойових дій артилерії згідно робіт [1, 10, 11]. Це стосується, насамперед, планування застосування боєприпасів високої точності, організації взаємодії зі загальновійськовими підрозділами, змісту й порядку доведення завдань командирам артилерійських підрозділів, організації роботи на КСП (СП) та ВП батареї.

Більш детально розглянемо одну із них: роботу на КСП (СП) та ВП батареї (взводів).

Під час організації роботи на КСП (СП) та ВП артилерійський командир зобов'язаний: визначити за картою та уточнити на місцевості райони

можливого застосування боєприпасів високої точності (з урахуванням прямої видимості, поправок на зміщення не більше 7-50 і максимального віддалення СП від цілі не більше 5000 м); вказати розвіднику-далекомірнику номер літерної частоти, що встановлюється на ЛЦД, а старшому офіцеру батареї положення перемикача частот НЧ (низькочастотного), що встановлюється на снарядах; вказати (в разі розгортання СП поза машиною управління) місця розміщення ЛЦД, засобів зв'язку та виконавчого приладу.

Під час організації роботи на ВП поза машиною управління старший офіцер батареї (командир вогневого взводу) вказує місця розміщення засобів зв'язку та командного приладу.

Після розгортання в бойовий порядок командири батареї організовують розвідку окремих цілей в смугах (зонах) ураження, які призначено.

Старший офіцер батареї після зайняття вогневими взводами ВП вибирає й готує, окрім основної, 2-3 запасні ВП і проводить (за необхідності) з командирами гармат рекогносцирування ВП та маршрутів маневру, а також визначає порядок та черговість зміни ВП у ході виконання вогневих завдань ВТБ.

Застосування ВТБ здійснюється вогнем як окремих гармат (взводів), так і батареями в повному складі. Батарея (взвод) може залучатися з метою стрільби по групах атакуючих танків, БМП (БТР), які розташовано на близькій відстані один від одного.

Командири батареї ведуть розвідку танків та БМП (БТР) противника, що висуюються, перед фронтом і на флангах загальновійськових

підрозділів та в міру виходу цілей на дальність підсвічування їх лазерним променем здійснюють їхнє знищення. Особлива увага в цьому разі приділяється знищенню танків, БМП (БТР) противника під час подолання природних перешкод та інженерних загороджень.

Виконання вогневих завдань ВТБ може здійснюватися батареями (взводами, гарматами), які розгорнуто на ВП, якомога ближче до переднього краю. Їхні КСП (СП) також розгортаються на передових позиціях. Це дозволить, з одного боку, приховати до певного часу основне угруповання артилерії, а з іншого – уражати танки і БМП (БТР) противника, починаючи з максимальної дальності стрільби артилерії.

У міру підходу противника до переднього краю оборони буде посилюватися вогонь артилерії, яка застосовує звичайні боеприпаси, що ускладнить застосування ВТБ. За цих умов командири батарей ведуть розвідку цілей і в разі появи «вікон видимості» знищують окремі цілі противника ВТБ. У першу чергу знищують атакуючі танки й БМП (БТР) на найбільш загрозливих напрямках, уражають головні танки й БМП (БТР) взводних (ротних) колон під час подолання ними мінних полів, природних перешкод, тіснин тощо.

В разі вклинювання противника в оборону ВТБ застосовуються перш за все з метою знищення танків, що прорвалися на найбільш небезпечних ділянках (напрямах), для прикриття проломів в обороні, відкритих флангів механізованих і танкових підрозділів та вирішення інших важливих завдань, що визначаються конкретними умовами оборонного бою.

В цьому разі найсприятливіші умови з метою застосування ВТБ створюються в період часу, коли наступ противника призупинено та його підрозділи (в тому числі танки, протитанкові засоби та інші важливі цілі) знаходяться на необладнаних в інженерному відношенні позиціях.

Командир артилерійського підрозділу зобов'язаний завжди знати можливості свого підрозділу щодо застосування ВТБ, реально оцінювати обстановку й, проявляючи творчість та ініціативу, уміло застосовувати їх (за принципом «побачив – уразив») для знищення важливих окремих цілей у міру їхнього виявлення.

За таких умов командири артилерійських підрозділів ведуть розвідку в смугах (зонах) ураження, які призначено, із виявленням цілей знищують їх вогнем із тимчасових ВП. Управління вогнем

здійснюється командирами батарей через командирів других вогневих взводів. Після виконання кожного вогневого завдання ВТБ гармата (відповідно до плану маневру) негайно залишає ВП й займає наступну.

Розвідка й підсвічування цілей лазерним променем можуть здійснюватися з КСП (СП) як безпосередньо з машини управління командира дивізіону (батарей), так і з КСП (СП), які розгорнуто на місцевості. В разі дій у зоні АТО цю роботу доцільно виконувати тільки з КСП (СП), які розгорнуто на місцевості.

Під час постановки завдань та доповідей про цілі, які виявлено, застосовують звичайні способи цілевказівок і встановлені прийоми роботи посадових осіб на командно-спостережному пункті. Найбільш поширеним способом цілевказівок буде зазначення точок підсвічування цілей шляхом наведення на них перехрестя візира ЛЦД.

В умовах, коли ті, хто дає й приймає цілевказівки, знаходяться на різних пунктах, застосовуються такі способи цілевказівок: за зміненим відліком приладу (дирекційним кутом); від орієнтира (місцевого предмета), коли СП віддалено один від одного не більше ніж на 100 м або ціль знаходиться поблизу орієнтира; полярними або прямокутними координатами.

В усіх випадках командир батареї повинен знайти ціль на місцевості, переконатися в правильності її з'ясування, поставити завдання розвіднику-далекомірнику на визначення (якщо необхідно) її полярних координат і вказати точку підсвічування.

На етапі організації розвідки в артилерійському дивізіоні необхідно призначати для кожної батареї смугу (зону) ураження. Командири батарей організують розвідку й дії вогневих підрозділів батареї з таким розрахунком, щоб у смузі (зоні) ураження, яку призначено здійснювалися безперервний пошук та знищення окремих цілей ВТБ у міру їхнього виявлення.

Розпочинаючи виконання вогневого завдання ВТБ, командир батареї вказує розвіднику-далекомірнику положення точки підсвічування цілі – тієї точки контуру цілі, в яку необхідно навести перехрестя візира ЛЦД. Від правильності вибору точки підсвічування значною мірою залежить успіх виконання вогневого завдання.

Точку підсвічування цілі за можливістю призначають на поверхні цілі, що нахилена у бік КСП (на башті танка, обвалуванні оборонної споруди,

даху будівлі тощо), як правило, це буде геометричний центр контуру цілі, що спостерігається в полі зору візира ЛЦД. Якщо в контурі цілі є зони, що поглинають лазерне випромінювання (амбразура, відчинений люк БМП, танка), точку підсвічування обирають так, щоб вона за можливістю перебувала поза цими зонами, але в межах контуру цілі, що спостерігається.

Вразі малих дальностей підсвічування ($D_{\text{підсв}} \leq 1$ км) нижній зріз верхньої вертикальної риски перехрестя візира лазерного цілевказівного далекоміра необхідно сумістити з верхнім зрізом (краєм) контуру цілі.

З метою приховування району основних ВП артилерійського підрозділу доцільно гармати, що виділено для стрільби ВТБ, розташовувати на тимчасових ВП. Для них у районі ВП батарей у межах прямої видимості старшими офіцерами батарей призначаються на віддаленні 300-500 м від основної ВП 2-3 тимчасові ВП. Вибір, завчасна топогеодезична прив'язка та визначення орієнтирних напрямків для тимчасових ВП здійснюється групами самоприв'язки батарей за загальними правилами згідно робіт [12-14].

Інтенсивне лазерне випромінювання демаскує СП, тому під час підготовки району КСП (СП) необхідно передбачити вибір й прив'язку декількох додаткових спостережних пунктів, з яких забезпечувалося б підсвічування лазерним променем.

Умовою ефективного застосування ВТБ є організація метеорологічної підготовки стрільби. Окрім метеорологічних даних, що враховуються в разі визначення установок з метою стрільби звичайними снарядами, необхідно визначати додатково: висоту нижньої межі хмар; дальність видимості цілі; швидкість вітру на ділянці наведення ВТБ.

Висоту нижньої межі хмар визначають, як правило, за допомогою ЛЦД у такому порядку: виконують 3-4 виміри похилої дальності до нижньої межі хмар; за середньою похилою дальністю D_n у метрах та кутом місця нижньої межі хмар $M_{\text{хм}}$ у поділках кутоміра визначають висоту хмар $h_{\text{хм}}$ за формулою:

$$h_{\text{хм}} = 0,001 D_n M_{\text{хм}} \quad (1)$$

Висота нижньої межі хмар може визначатися також під час планових зондувань атмосфери метеорологічними підрозділами, як зазначено в роботах [1, 9].

Досвід застосування ВТБ у зоні АТО показав, що основною умовою їхнього застосування є необхідність спостереження за ціллю за допомогою

ЛЦД від моменту виявлення до її ураження. Видимість цілі, у свою чергу, залежить від дальності до цілі й прозорості атмосфери.

Тому основним обмежуючим фактором застосування ВТБ є дальність видимості цілей, що визначається за допомогою ЛЦД у конкретних умовах бойової обстановки шляхом контрольних засічок цілей на різних дальностях спостереження.

ВТБ надходять у артилерійські підрозділи в остаточно спорядженому вигляді й будь-яких спеціальних перевірок контрольно-перевірочною апаратурою не потребують. Підготовку ВТБ проводять, як правило, безпосередньо перед стрільбою.

Стрільба на ураження й порядок виконання вогневих завдань

З метою ураження БМП (БТР, установок ПТРК), самохідних гармат (мінометів), КСП у машинах управління й розвідувальних машинах, оборонних споруд необхідно 1-2 ВТБ, а для ураження танків – 2-3 згідно робіт [1, 9].

Стрільбу на ураження нерухомих цілей ВТБ ведуть гарматою (взводом, батареєю) методичним вогнем до виконання вогневого завдання. Темп методичного вогню призначають таким, що дорівнює 40 с, у разі стрільби на дальність до 7000 м і польотним часом, який збільшено на 5–10 с, у разі стрільби на дальність більше 7000 м. У ході стрільби на ураження окремої цілі установки для стрільби не змінюють.

Стрільба на ураження нерухомих відкритих й укритих танків може вестися залпом двох гармат взводу скупченим віялом.

Якщо декілька окремих цілей у складі групової цілі розташовано в районі, який обмежено дальністю ± 600 й напрямом ± 300 м, центром якого є точка прицілювання, то після ураження однієї цілі здійснюють підсвічування лазерним променем іншої цілі, а установки для стрільби на ураження не змінюють. Послідовність ураження цілей визначає командир батареї (взводу) із урахуванням напрямку вітру таким чином, щоб виключити вплив пилодимових завад від розривів снарядів, які виникли в разі ураження попередніх цілей.

Артилерійські підрозділи, що застосовують ВТБ, можуть залучатися з метою знищення танків, що атакують або контратакують, БМП (БТР), а також інших окремих рухомих цілей. У разі організації стрільби ВТБ по атакуючих (контратакуючих) танках, БМП (БТР), створюють смуги (зони) ураження боєприпасами високої точності. До стрільби

залучають дивізіон або батарею, а в разі ураження окремих рухомих цілей – гармату або взвод.

Смуги (зони) ураження ВТБ створюють на танконебезпечних напрямках з урахуванням характеру дій противника, які очікувано, умов місцевості (умов спостереження цілей), наявності й можливості артилерії зі застосування боєприпасів високої точності.

Кожному артилерійському дивізіону, який залучається до стрільби ВТБ, на танконебезпечному напрямі призначають смугу (зону) ураження з розрахунку до 600 м по фронту на батарею. Смуга (зона) ураження дивізіону поділяється на батареїні смуги (зони).

В разі недостатньої кількості артилерії батареї може бути призначено смугу (зону) ураження по фронту до 1200 м.

У межах смуг (зон) ураження батареї на ділянках місцевості, що спостерігаються, призначають смуги ураження з розмірами, що не перевищують 600 по фронту й 1200 м завширшки.

Під смугою ураження розуміють площу, в межах якої забезпечується влучення в рухому ціль, що підсвічується, в разі пострілу на установках, які розраховано по точці прицілювання, яку призначено в центрі зони.

Розміри зони визначаються можливостями системи керування снарядом щодо вибору помилок пострілу.

Зони ураження кожної батареї нумерують двозначними або тризначними числами, які складаються з номера батареї і порядкового номера зони, починаючи з дальньої.

Перша зона призначається, щоб віддалення її дальньої межі не перевищувало можливостей ЛЦД щодо підсвічування цілей (5 км).

Ближня межа ведення вогню ВТБ визначається безпечним віддаленням своїх військ у разі стрільби зі закритої ВП.

Центри батареїних зон ураження беруть за точки прицілювання, за якими завчасно визначають установки для стрільби.

Особливості управління вогнем

Управління вогнем у разі виконання вогневих задач ВТБ здійснюється за загальними правилами, але з урахуванням деяких особливостей.

Командири й особовий склад підрозділів зобов'язані знати: призначення й можливості ЛЦД, засобів синхронізації і ВТБ, принципи їхньої дії і заходи безпеки під час роботи з ними; умови сприятливі виконанню, а також умови, які

ускладнюють (виключають) виконання вогневих завдань боєприпасами високої точності; особливості стрільби на ураження окремих і групових цілей; особливості й порядок розрахунку установок з метою стрільби, підготовки снарядів до стрільби, заряджання гармати та здійснення пострілу, як це зазначено в роботах [1, 9].

Після отримання завдання командир підрозділу повинен з'ясувати на місцевості смуги (зони) ураження окремих цілей, які підлягають знищенню ВТБ, який встановлено порядок і час їхнього ураження, режим роботи ЛЦД і засобів синхронізації.

У разі виконання вогневих задач за власної ініціативи, командир підрозділу вибирає з метою знищення ВТБ найбільш важливі цілі, які добре спостерігаються у ЛЦД та розпізнаються на фоні місцевості.

Оцінюючи умови виконання вогневих задач ВТБ, командир підрозділу враховує: найбільш можливу дальність підсвічування цілі з КСП (СП); взаємне розташування КСП (СП), цілей та ВП; умови спостереження цілі та розривів, особливості підсвічування цілі, що впливають на вибір положення центру підсвічування; метеорологічні умови, що впливають на ефективність стрільби боєприпасами високої точності.

За умови прийняття рішення на ураження цілей ВТБ командир підрозділу, окрім питань, які вирішуються в разі виконання вогневих завдань звичайними боєприпасами, повинен визначити: положення центру підсвічування цілі (точки, в яку наводиться перехрестя візира ЛЦД); мінімальну дальність до району цілей із метою установки перемикача «СТРОБ»; номер частоти, яка встановлюється на ЛЦД і снаряді; заходи, які гарантують безпеку своїх військ від лазерного випромінювання.

У разі визначення заходів безпеки враховують, що ЛЦД за умови вимірювання дальності до цілі й підсвічування цілі випромінює потужні вузько направлені світлові імпульси невидимого інфрачервоного діапазону, небезпечного для очей, які незахищено. Треба взяти до уваги, що радіус зон, у межах яких прямі й дзеркально відображені світлові імпульси небезпечні для незахищених очей людини, становлять 6 км у ясний день і 9 км – у нічний час.

В умовах бойової обстановки стрільба на ураження окремих цілей ВТБ може проводитися одночасно з виконанням вогневого завдання рештою гармат батареї осколково-фугасними снарядами по інших цілях. У разі одночасного виконання вогневих

завдань боеприпасами високої точності і осколково-фугасними боеприпасами управління вогнем батареї може здійснюватися у такому порядку.

В самохідних артилерійських підрозділах, які оснащено комплексом машин управління 1В12 (1В12М), після прийняття рішення на ураження цілі ВТБ за командою командира батареї старший офіцер батареї передає її командирам гармат, що призначено для стрільби цими снарядами, й ставить завдання командирів вогневого взводу на виконання вогневого завдання.

Управління вогнем гармат, що виконують вогневі завдання ВТБ, здійснює командир другого вогневого взводу за радіомережею командира батареї, в яку входять командири гармат. У цьому разі командир другого вогневого взводу займає робоче місце старшого офіцера батареї з метою роботи на командному приладі, а старший офіцер батареї управляє вогнем гармат, що виконують завдання осколково-фугасними снарядами, з робочого місця радіотелефоніста.

У батареях причіпних гармат, які оснащено комплексом 1В17 (1В17-1), або які його не мають, управління вогнем ВТБ здійснює командир другого вогневого взводу за допомогою радіостанції Р-107М (Р-159). Команди командирам гармат передаються по радіостанціях Р-147 (Р-148, Р-157) або голосом. Старший офіцер батареї у цей час продовжує виконувати завдання осколково-фугасними снарядами за командами командира батареї.

Аналіз досвіду застосування артилерії в АТО свідчить про те, що сепаратисти за військової підтримки Росії широко застосовують артилерію по жилих кварталах і населених пунктах в умовах обмеженої видимості і особливо вночі. З урахуванням цього розглянемо особливості стрільби й управління вогнем вночі.

Ураження броньованих цілей вночі можливе за умов їхнього віддалення від КСП (СП) не більш ніж на 4 км за наявності освітлення місцевості освітлювальними засобами.

Командир дивізіону (батареї) організовує роботу на КСП (СП), намічає 1–2 виносних пункти підсвічування та встановлює сигнали управління для засобів ураження та світлового забезпечення.

Передбачені райони освітлення та ураження цілей визначають, якщо можливо, завчасно у світлий час після визначення полів невидимості.

Під час організації стрільби погоджують за часом постріли освітлювальних і боеприпасів

високої точності. Розрив освітлювального снаряду повинен на 10–15 с випереджати момент початку підсвічування цілі лазерним променем. Випереджувальний час пострілу освітлювальними снарядами стосовно пострілу високоточними боеприпасами розраховують за формулою [1]

$$T_{II}^{осв} = (t_c^{осв} + 25...30) - t_c^{эмб}, \quad (2)$$

де $t_c^{осв}$ – час польоту освітлювальних боеприпасів; $t_c^{эмб}$ – час польоту високоточних боеприпасів.

Отриманий результат із його знаком указує, на скільки секунд раніше («плюс») або пізніше («мінус») повинен здійснюватися постріл освітлювальними боеприпасами.

Під час ураження нерухомих цілей зазвичай застосовують періодичне освітлення місцевості, а під час відбиття атак (контратак) противника – безперервне освітлення місцевості.

Кількість освітлювальних боеприпасів $N_{осв}$, необхідну для безперервного освітлення однієї зони ураження, визначають за формулою

$$N_{осв} = \frac{\Gamma_{3Y}}{V_a t_r} N_{осв}^{3Y}, \quad (3)$$

де Γ_{3Y} – глибина зони ураження, м; V_a – швидкість атаки противника, м/с; t_r – час горіння факела освітлювального снаряду, с; $N_{осв}^{3Y}$ – потрібна кількість освітлювальних боеприпасів з метою одночасного освітлення однієї зони ураження, шт.

З метою визначення $N_{осв}^{3Y}$ ділять окремо фронт і глибину зони ураження на діаметр зони освітлення одним освітлювальним снарядом й результати, які отримано, перемножують

$$N_{осв}^{3Y} = \frac{\Phi_{3Y}}{d_{осв}} \cdot \frac{\Gamma_{3Y}}{d_{осв}}, \quad (4)$$

де $\Phi_{3Y}(\Gamma_{3Y})$ – фронт (глибина зони ураження), м; $d_{осв}$ – діаметр зони освітлення одним освітлювальним снарядом, м.

Висновки

У статті розглянуто можливості боеприпасів високої точності, а також особливості ведення бойових дій артилерійськими підрозділами, що застосовують такі боеприпаси.

Застосування артилерійськими підрозділами боеприпасів високої точності у бою дозволяє стрільбою зі закритих вогневих позицій ефективно уражати окремі броньовані цілі противника (нерухомі й рухомі), що спостерігаються.

Виконання заходів, які пов'язано зі застосуванням високоточних боеприпасів, є складовою

частиною роботи командирів усіх ступенів з організації бойових дій артилерії.

Тому офіцери ракетних військ і артилерії повинні досконально знати й практично застосовувати теоретичні знання та навички в разі виконання вогневих завдань боєприпасами високої точності.

Перспективи подальших досліджень. Матеріал, який викладено в статті, не вичерпує всіх аспектів проблем в організації бойового застосування артилерійських боєприпасів високої точності. На нашу думку, доцільно вести пошук й в інших напрямках: збільшення дальності стрільби (пусків) по об'єктах (цілях) противника; підвищення точності доставки боєприпасів до об'єктів (цілей) – реалізація принципу «ураження першим пострілом (пуском)»; підвищення ефективності дії боєприпасів по об'єктах (цілях).

Список літератури

1. Довідник офіцера артилерійських підрозділів / Навч. посіб. // М.М. Ляпа, П.Є. Трофименко, С.П. Латін та ін. – Суми: СумДУ, 2013. – 588 с.
2. *Высокоточное оружие*. [Електрон. ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%C2%FB%F1>.
3. *Высокоточное оружие и борьба с ним* / Учебн. [для вузов] / Е.Г. Борисов, В.И. Евдокимов. – СПб. : Лань, 2013. – 496 с.
4. *Українська високоточна зброя – Смертоносний «Квітник»*. [Електрон. ресурс]. Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=mJCQTW3kb6A>.
5. *Остановить агрессию Путина Украине может помочь сверхсовременное и высокоточное оружие*. [Електрон. ресурс]. Режим доступа: <http://ru.tsn.ua/ukrayina/ostanovit-agressiyu-putina-ukraine-mozhet-pomoch-sverhsovremennoe-i-vysokotochnoe-oruzhie-dzhevelin-386570.html>.
6. *Словник ракетних і артилерійських термінів*. – Суми : СумДУ, 2001. – 264 с.
7. *Яку високоточну зброю Україна може отримати від НАТО*. – [Електрон. ресурс]. Режим доступа: <http://novagromada.com.ua/yaku-visokotochnu-zbroyu-ukrayina-mozhe-otrimati-vid-nato/>.
8. *В Україну* начались поставки некоторых видов высокоточного оружия [Електрон. ресурс]. Режим доступа: <http://inforesist.org/v-ukrainu-nachalis-postavki-nekotoryx-vidov-vysokotochnogo-oruzhiya-poroshenko/>.
9. *Правила стрільби і управління вогнем наземної артилерії*. Група, дивізіон, батарея, взвод, гармата. – К. : Варта, 2008. – 304 с.
10. *Тактична підготовка артилерійських підрозділів* / Підруч. // П.Є. Трофименко та ін. – Суми : СумДУ, 2012. – С. 573-594.
11. *Бойова робота у протитанковій артилерії* / Навч. посібник // П.Є. Трофименко та ін. – Суми : СумДУ, 2014. – 212 с.
12. *Взвод управління, вогневий взвод в бою* / Навч. посібник // П.П. Ткачук, В.В. Яковенко, П.Є. Трофименко та ін. – Львів : АСВ, 2011. – 170 с.
13. *Красюк О. П.* Бойова робота вогневих підрозділів / Навч. посібник // О.П. Красюк, М.В. Бахмат, П.Є. Трофименко та ін. – Львів : АСВ, 2012. – 280 с.
14. *Трофименко П. Є.* Бойова робота вогневих підрозділів артилерії / Навч. посібник. – Суми : Вид-во СумДУ, 2011. – 252 с.

УДК 623.746-519

Г.О. БОЙКО, С.В. ЛАПИЦЬКИЙ, д-ри техн. наук,
(Центр. наук.-дослід. ін-т озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

ДЕЯКІ ДАНІ СУЧАСНОГО СТАНУ Й ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Наведено деякі дані щодо сучасного стану й тенденцій, які намічувано, подальшого розвитку безпілотних літальних апаратів.

Приведены некоторые данные современного состояния и намечаемых тенденций дальнейшего развития беспилотных летательных аппаратов.



Рис. 1. Безпілотний літальний апарат [1]

Безпілотні літальні апарати (БПЛА чи БЛА) з'явилися (рис. 1), коли, як завжди, виникла потреба ефективного розв'язання військових завдань. Ідея використання безпілотних літальних апаратів чи то за окремою програмою, чи то зі Землі, належить американському військовому інженерові Чарльзу Кеттерингу. Він створив перший прототип безпілотника у вигляді торпеди з крилами й повітряним гвинтом (1910). Як виявилось надалі, цей вид озброєння став виключно перспективним.

Існує ряд факторів, завдяки яким виникла необхідність у безпілотних літальних апаратах, які сьогодні виробляються більше, ніж у 50 країнах:

- аерофотознімання місцевості;
- вивчення й реєстрація радіаційних та хімічних обставин;
- ефективний засіб розвідки й супровід у бою;
- фальшиві мішені з метою виявлення зенітних установок супротивника;
- доставка вантажів;
- цілевказівки артилерії і забезпечення корегування вогню;
- метеообставини в районі ведення бойових дій;
- навчання особового складу, маючи на увазі зростаючі вартість пілотованих літаків та вертольотів;
- зменшення людських жертв серед льотчиків;

- спроможність робити маневри з перевантаженнями, які перевищують фізичні можливості людини;
- більші продовження й дальність польоту в разі відсутності чинника стомленості екіпажу;
- інші бойові завдання.

Крім того, володіння ядерною зброєю зробила можливу війну між рядом держав із використанням традиційної зброї безглуздою.

Головна позитивна риса безпілотника – це відсутність на борту людини, завдяки чому, незалежно від складності й небезпечності роботи, що виконується, їй не загрожує небезпека. БПЛА може працювати в середовищі радіаційного та хімічного зараження, ніяких не маючи систем життєзабезпечення. Безпілотником у разі потреби можна й пожертвувати. Це теж – великий плюс.

Пілот поступово стає не потрібний для знищення наземних цілей. Тепер його послуги щодо їхнього виявлення втрачають всіляку актуальність. Сама наявність льотчика вимагає робити літаки значно більше за розмірами. Завдяки цьому вони добре помітні для засобів ВПС. Відсутність же людини хоча й забезпечує безпілотнику довге патрулювання, однак воно ж і робить його безпомічним у повітряному бої, бо обмежує його можливості в швидкому прийнятті рішення про безумовне ураження супротивника. Звичайно, це повинна зробити людина, виходячи з обставин, які склалися.

Після закінчення Другої світової війни інтерес до БПЛА суттєво зріс, а починаючи з 1960-х рр. відзначається їхнє широке використання не тільки з метою значного скорочення державних

витрат на оборону й безпеку, але й також і з метою розв'язання завдань невоєнного характеру. На думку фахівців, безпілотники можуть бути широко використані, наприклад, у цивільних цілях у практиці інженерно-геодезичних вишукувань, із метою визначення обсягів гірських виробок і відвалів, у разі обліку руху сипучих вантажів у кар'єрах, портах, гірськозбагачувальних комбінатах, складання кадастрових планів об'єктів та забудов, 3D-моделей міст та підприємств, з метою надання допомоги у випадках виникнення різних надзвичайних ситуацій (пожеж, повідей і т.ін.).

У створенні висотних БПЛА, які відрізняються значною дальністю польоту, лідерство захопили Ізраїль і США. Сьогодні ці держави є безперечними «законодавцями мод», в тому числі й створенні малопомітних безпілотників: ізраїльські компанії беруть участь у програмах щодо розробки технологій малопомітності, які ведуться переважно в США.

Після війни розробки безпілотників в Ізраїлі стали дуже поширеними. Зараз у країні є багато компаній, які так чи інакше беруть участь у створенні й виготовленні так званих дронів (до речі, у США налічується зараз близько 450 важких дронів, більше, ніж, наприклад, у Франції, Німеччині, Великобританії або Італії). У ближчі 30 років, як стверджує Пентагон, кількість безпілотників на озброєнні США повинна збільшитися майже в чотири рази. Зараз вони мають більше 7 тис. БПЛА різних типів.

В ВПС США навчається більше операторів БПЛА, ніж пілотів традиційних бойових літаків.

Починаючи з 1980-х рр. за кордоном активно ведуться роботи за створення БПЛА, які призначено задля виконання різних задач в інтересах збройних сил.

Кількість безпілотників в арміях різних країн росте бурхливими незворотними темпами. Росте не тільки їхня кількість, але також і розширюється коло задач, які вирішуються ними. Можна впевнено казати, що збройні сили Європи тут суттєво відстають в якісному та кількісному відношенні від США. Однак є в цій галузі й явні лідери – це концерн Israel Aircraft Industries (IAI), підприємство Malat, яке перебуває в структурі концерну, спеціалізоване підприємство Silver Arrow, яке є частиною корпорації Elbit Systems, велика корпорація RAFAEL, компанія Aeronautics. Концерн IAI створив БПЛА Pioneer (кінець 1980-х рр.), Nagru (ударний безпілотник), Hunter (тактичний ударний



Рис. 2. Безпілотний літальний апарат Hermes 900 [2]

дрон), Searcher II (багатоцільовий тактичний безпілотник із розмахом крил 8,5 м і масою 450 кг).

Ізраїльський Hermes 900 – це всепогодний тактичний БПЛА (рис. 2) модульної конструкції, який серійно виробляється з 2010 р. На своїх крилах він може нести різноманітну апаратуру. Оператор управляє ним за допомогою GPS через супутник.

Hermes 1500 є безпілотником, який використовується з метою дальньої або тактичної розвідки. Цей двомоторний БПЛА масою більше 1,5 т має розмах крил 18 м і подвійне призначення (військове й цивільне).

Сьогодні НАТО з метою розвідки, виявлення, спостереження, й розпізнавання об'єктів (цілей) мають у своєму розпорядженні значний парк БПЛА. Можливістю розміщення на борті БПЛА й бойового застосування засобів поразки мають тільки США, Великобританія й Ізраїль. Ці засоби НАТО використовує з метою нанесення завершального удару (поразки) військового об'єкта супротивника, а пошук і розвідку здійснюють інші БПЛА, які не мають відповідного озброєння.

Але не все так добре з безпілотниками, як здається. Це вже зрозуміли й американці, які першими їх створили.

Росіяни для боротьби з військовою технікою супротивника розробили й продемонстрували військовим зарубіжних країн електронний «глушник», який створює перешкоди, та який нанівець зводить переваги, що мають місце, в тому числі й для високоточної зброї. Цей передавач перешкод («глушник») викликав стрес на Заході. Корекція зброї за допомогою GPS вже не діє. Весь світ здивований, як за допомогою доволі дешевого обладнання можна зробити так, щоб ефективність військової техніки було зведено нанівець. Зараз же аналогічні «глушники» вже стоять на озброєнні армій багатьох країн.



Рис. 3. Безпілотний літальний апарат Super Heron HF [3]

Небезпеку цієї розробки для своєї військової техніки, якою вони так пишаються, першими зрозуміли американці. Наприклад, БПЛА супротивника, які оснащені такими «глушниками», можуть «позбавити» авіаносці від літаків. Для цього достатньо буде не дати їм сісти на палубу (створити для літаків перешкоди зв'язку), доки вони не вичерпають усе паливо і не впадуть у воду.

Ізраїльська держкомпанія IAI розробила розвідувальний безпілотний літальний апарат Super Heron HF багатоцільовий літак, який (рис. 3), виконує розвідувальні місії й бойові завдання щодо знищення різних цілей та який належить до середньовисотних БПЛА великої тривалості польоту,



Рис. 4. Безпілотний літальний апарат «Heron 1» [4]

помітно перевершує за основними тактико-технічними характеристиками «Heron 1» (рис. 4) й закордонні аналоги. Цей безпілотник може вказувати цілі для ракет або ударної авіації. Один такий дрон може одночасно відслідковувати до 6 цілей.

Спеціалісти вважають, що приблизно третина військової авіації на планеті стане безпіотною до 2015-2020 р. Але сьогодні Ізраїль і США, які мають передові наукові розробки, – лідери у виробництві й експорті БПЛА.

Розвиток безпілотної авіації в усьому світі став можливим завдяки успішному й широкому

використанню БПЛА арміями США й Ізраїлю в ході воєнних операцій у Перській затоці, Югославії, на Близькому Сході, участі в арабо-ізраїльських війнах. Швидка реакція збройних сил на воєнні погрози розглядається владами цих країн як стримуючий фактор, у тому числі й з метою їхнього усунення.

Значну частину БПЛА, які експлуатуються за кордоном, становлять порівняно невеликі безпілотники, що мають злітну масу 150...250 кг. Їх оснащено легкими поршньовими двигунами, які здатні робити польоти тривалістю декілька годин. Поряд із ними на озброєнні перебувають і важкі апарати, які зображають із себе, за сутністю, безпілотні літаки, тривалість польоту яких досягає 15...20 годин й більше.

В теперішній час вже й спеціалісти Китаю, Південної Африки та Турції працюють над особистими програмами створення БПЛА.

В Радянському Союзі ще в 1960–1970-і рр. було розгорнуто розвиток безпілотників, але в наступні роки ситуація змінилась: розробкою БПЛА тепер займаються організації-ентузіасты. БПЛА, які має РФ, – невеликі, дальність і висота їхнього польоту – малі.

Щоб вийти на існуючий рівень, маючи на увазі закупівлю такого озброєння за рубежом, Росія позбавлена можливості. За негласною традицією, що встановилася, ніхто не продасть його «ймовірному супротивникові», яким є РФ. У такій ситуації безпілотники потрібно їй розробляти самій. Тут вона не повинна розраховувати на когось, бо поставки зброї можуть раптово припинитись. До того ж це питання безпеки: не



Рис. 5. Американський безпілотний літальний апарат MQ-1 Predator [5]

може країна залежати від поставок з якихось зовнішніх джерел.

Однак слід зазначити, що, між іншим, не такі вже й кепські справи в Росії у галузі створення БПЛА.



Рис. 6. Український безпілотний літальний апарат «Небесний патруль» [6]

Вона, на думку експертів, якщо дуже захоче, може виправити цю проблему власними силами.

Перший російський важкий ударний БПЛА «Охотник» масою до 20 т з'явиться не раніше 2016, а буде прийнято його на озброєння – 2020 р. Тим не менше, РФ розробляє безпілотники «Иноходец» (аналог американського MQ-1Predator) масою до однієї тонни (рис. 5), «Альтиус» (аналог американського MQ-9 Reaper масою до 5 т), «Форпост», «Скат» та інші.

Слід зазначити, що й Україна має низку малих і легких безпілотників, таких як «Небесний патруль» (рис. 6), «Альбатрос», «Ураган», «Стриж», «Синиця» та ін. Але використовуються вони, в основному для аерофотознімання й картографії.

Цивільне використання БПЛА дуже поширене: від сільського господарства та будівництва до нафтогазової галузі й галузі безпеки.

Відсутність сьогодні нормативно-правової бази для включення цивільних БПЛА в правовий простір гальмується, в тому числі й для аерофотознімання.

Цю проблему (аварійність) ще не вирішила ні одна країна всесвіту. Причиною, яка викликає підвищену аварійність БПЛА й здержує вирішення цієї проблеми є цілковита відсутність на безпілотнику системи розпізнавання перешкод та засобів запобігання зіткнення з ними. Більше того, з метою здешевлення зразка й зменшення його маси за рахунок бортового обладнання, БПЛА не мають ще й досконалих автопілотів.

Розуміючи яку перевагу спостереженню й управлінню дасть використання мікроБПЛА на полі бою, американські розробники не жалкують для цього ані грошей, ані часу. Великий вплив на розвиток цього виду озброєння виявлено завдяки багаточисельним локальним конфліктам, де військові відчули гостру відсутність у непомітних засобах спостереження й нанесення точкового ураження.

МікроБПЛА, як це припускають військові, будуть використовуватися не раніше 2015 р.

Мінімізуючи розміри безпілотників, із одного боку, сухопутні війська зацікавлені мати на озброєнні безпілотники з підвищеною дальністю польоту, що дозволить їм вирішувати задачі в оперативно-тактичній й оперативній глибині. З другого боку, має місце тенденція переносу оснащення мілких тактичних підрозділів такими БПЛА.

Перспективний ударний БПЛА – це вже не літак у тому значенні, в якому ми його розуміємо, це зовсім новий літальний апарат, можливості якого повинні бути значно більше тих, що мають сучасні пілотовані літаки.

Слід думати, що й у майбутньому безпілотна авіація, буде незамінною в локальних конфліктах різного роду. По-перше, вона дешевше за літаки щодо виготовлення й обслуговування, по-друге, має більшу маневреність. Управляючий нею досвідчений оператор зможе зробити її переважаючою за дією в порівнянні зі звичайними видами озброєнь. Зменшення розмірів БПЛА зробить їх малопомітними. А тоді це, як наслідок, потягне за собою розробку нових форм компактного бойового озброєння, в тому числі зброї за новими фізичними принципами.

Військові різних країн відчувають гостру потребу в малопомітному розвідувально-ударному БПЛА, який буде здатний нести на борту ще й декілька тонн зброї та зможе бути автономним на протязі не менше 10 годин. У США створено крихітний безпілотний вертоліт PD-100 Black Hornet (рис. 7). Це сама маленька в світі бойова літаюча машина. Він розміщується на долоні має масу 18 г, тепловізор і несучий гвинт діаметром 120 мм.

США роблять акцент на розробці дозвуківих безпілотників. Між тим, як показують локальні



Рис.7. Американський безпілотний вертоліт PD-100 [7]

конфлікти, виживаність таких БПЛА невелика. Щоб такі апарати змогли подолати сучасну протиповітряну оборону, необхідно суттєво підвищити їхню швидкість.

За думкою багатьох розробників, дивлячись на велику кількість зразків БПЛА, в багатьох складається таке враження, що безпілотники скоро візьмуть верх над звичайними літаками, особливо у військовому оточенні.

Розробникам конче необхідно зробити, щоб безпілотник відрізняв «свою» ціль від «чужої».

Зв'язок із безпілотником повинен бути таким, аби на нього не впливали перешкоди або, принаймні, ними можна було б нехтувати.

Необхідно, щоб оператор БПЛА, виходячи з бойових обставин й отриманої інформації, сам ухвалював адекватні рішення.

Масовість участі БПЛА в операціях підвищить ефективність авіаційного угруповання безпілотників, тому що вони, на відміну від літаків, за вартістю, все одно, будуть дешевше в більшій кількості.

Нема ніяких сумнівів, що й у майбутньому БПЛА будуть грати важливу роль у локальних конфліктах. Завдяки прискореним темпам розвитку

науки та техніки в галузі озброєння вже сьогодні можливо зробити висновок, що не далекий той день, коли військова техніка, яку розроблено за принципами дистанційного управління буде брати перевагу над звичайними видами озброєнь.

Список літератури

1. *Перспективы развития беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).* <http://modern.sawame.ru/eto-interesno/perspektivi-razvitiya-bespilotnich-letatelnych-apparatov-bpla>.
2. *Беспилотники Hermes 900.* http://www.arms-expo.ru/news/weapons_in_the_world/bespilotniki_hermes_900_poluchili_vvs_kolumbii/4.
3. *Израиль представил новый многоцелевой беспилотный летательный аппарат.* <http://techno.bigmir.net/discovery/1557010-Izrail-predstavil-novii-mnogocелеvoi-bespilotnii-letatelnyi-apparat.4>.
4. *Беспилотный летательный аппарат «Heron 1».* https://www.google.ru/?gws_rd=ssl.
5. *БПЛА MQ-1 Predator.* https://www.google.ru/?gws_rd=ssl#newwindow=1&q=MQ-1+Predator.++
6. *БПЛА «Небесный патруль».* <http://www.laserlocation.ru/catalog/aircraft/UAV/3367/>.
7. *Крохотные шпионы готовы к военной службе.* <http://filearhive.cnews.ru/img/rnd/2015/>.

УДК 681.3.06

С.Є. ГНАТЮК, інж. (Адм. держ. служби спец. зв'язку та захисту інформації України, м. Київ),
Л.М. САКОВИЧ, канд. техн. наук (Ін-т спец. зв'язку та захисту інформації Нац. техніч.
ун-ту України «Київський політехнічний інститут»)

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ СПЕЦІАЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Пропонується методика оцінки значень показників надійності систем спеціального зв'язку з врахуванням безвідмовності програмного забезпечення їхніх засобів та використання ймовірності зв'язності абонентів.

Предлагается методика оценки значений показателей надежности систем специальной связи с учетом безотказности программного обеспечения их средств и использования вероятности связности абонентов.

Система спеціального зв'язку (ССЗ) – сукупність взаємопов'язаних й узгоджених за завданнями, місцем і часом дій вузлів та ліній зв'язку різного призначення, що розгортаються та використовуються з метою розв'язання завдань обміну інформацією між абонентами. Структура ССЗ є багаторівневою (ієрархічною) за наявності на кожному рівні однорідних і неоднорідних елементів. Вимоги до ССЗ формуються, виходячи з показників: бойова готовність, мобільність, стійкість, пропускна спроможність, безвідмовність. У свою чергу, стійкість ССЗ визначається живучістю, надійністю, завадостійкістю згідно роботи [1]. Так як надійність – один із головних факторів, які впливають на якість управління, то цікавість до завдання її забезпечення в ССЗ пояснюється такими причинами, як зазначено в роботі [2]: підвищенням вимог до надійності зв'язку з боку користувачів, розвитком й впровадженням нових технологій та послуг, поступовим переходом до цифрових засобів зв'язку й обробки інформації, збільшенням можливих економічних втрат від перерв зв'язку.

Сучасні ССЗ відрізняються наявністю програмно-керованих засобів зв'язку (ПКЗЗ) й комп'ютерного обладнання аналогово-цифрових ССЗ серверів, кінцевих засобів та ін., тобто відносяться до комп'ютерних систем (КС), до складу яких входять апаратні засоби (АЗ) з програмним забезпеченням (ПЗ), яке викладено в роботі [3], тому за оцінку й прогнозування їхньої надійності необхідно комплексно враховувати вплив усіх складових на значення показників надійності.

Мета статті – розробка методики кількісної оцінки й прогнозування за результатами даних підконтрольної експлуатації напрацювання на відмову, ймовірності безвідмовної роботи ПЗ, АЗ і ССЗ в цілому

за заданий період часу. Сутність методики полягає в отриманні кількісної оцінки показників надійності спеціальних КС і ССЗ у разі заданих обмежень і припущень на базі використання експоненціальної моделі надійності ПЗ із марковським процесом виявлення помилок і нових функціональних залежностей показників, які досліджувано за часом. Задача вирішується поетапно: першочергово на основі статистичних даних про відмови ПЗ моделюється їхня надійність, а далі з врахуванням відмов АЗ оцінюється надійність системи в цілому.

Математичний апарат моделі базується на використанні методів теорії надійності, які викладено в роботах [4, 5] та теорії ймовірностей згідно роботи [6]. Основні аналітичні вирази й функціональні залежності зведені в таблицю, де додатково позначено: A_p , A_n – апроксимація даних про відмови ПЗ за перший та останній місяці підконтрольної експлуатації; N_{cp} , N_{cj} – сумарна кількість відмов ПЗ до часу i та j з початку експлуатації ($1 < i < j < n$). У результаті аналізу даних підконтрольної експлуатації ПКЗЗ за n місяців і припущення про експоненціальний закон зміни числа відмов ПЗ від часу з використанням методу найменших квадратів, як зазначено в роботі [6], виконується апроксимація залежності експериментальних даних від часу, після чого обчислюється значення коефіцієнтів аналітичної моделі надійності ПЗ. Ефект від використання запропонованої моделі полягає в підвищенні точності кількісної оцінки й прогнозуванні значень показників надійності ПЗ: розрахункове значення числа відмов ПЗ за T місяців експлуатації КС відрізняється від істинного всього на 1,5-3,1 %; помилка в оцінці числа відмов ПЗ за місяць експлуатації КС не перевищує 0,6 %; зменшення значення

© С.Є. ГНАТЮК, Л.М. САКОВИЧ, 2015

середньоквадратичного відхилення (СКВ) результатів обчислень від експериментальних даних за Т місяців експлуатації КС до 10,35 % порівняно з кращими з відомих моделей, які викладено в роботах [7, 8].

Традиційно як основний показник надійності ССЗ використовується коефіцієнт готовності (A_c), що являє собою ймовірність технічної справності всіх елементів системи й готовності всіх напрямів зв'язку до функціонування в повному обсязі. Однак для ССЗ більш об'єктивною характеристикою є ймовірність технічної готовності системи до передачі інформації між абонентами (вузлами зв'язку) хоча б за одним напрямком зв'язку (P_c), що в літературі з теорії надійності, який викладено в роботах [2, 5], позначається як ймовірність зв'язності чи ймовірність справного стану хоча б одного, з можливих, напрямків зв'язку.

Алгоритм розрахунку, який засновано на математичному апараті теорії надійності складних технічних систем із резервуванням, де ССЗ представлено у вигляді графічної моделі з надійності, елементами якої є засоби або вузли зв'язку, а зв'язки між ними вважаються абсолютно надійними (в іншому випадку вони перетворюються в самостійні елементи).

В загальному випадку для будь-якої структури ССЗ значення P_c обчислюється в наступному порядку: перетворення схем ССЗ у модель із надійності; визначення числа можливих напрямів зв'язку S ; обчислення коефіцієнту готовності всіх напрямів зв'язку A_j ; обчислення значення P_c вирахуванням з одиниці результату перемножування значень коефіцієнтів неготовності всіх можливих напрямів зв'язку для S паралельних:

$$A_c \leq P_c = 1 - \prod_{j=1}^S (1 - A_j).$$

У разі визначення значення S доцільно використовувати математичний апарат теорії графів згідно робіт [2, 9] із метою побудови дерева шляхів за мережею. Це досить складана задача, яку виконують за окремим алгоритмом.

Приклади розрахунку показників надійності фрагментів ССЗ надано в роботі [2]. Вимоги до значення ймовірності зв'язності напрямків зв'язку визначено в роботах [10, 11]. Вимоги до значень T , T_g засобів зв'язку задані в керівному технічному матеріалі з надійності та ремонтпридатності. В цьому разі в зв'язку з впровадженням до складу ССЗ ПКЗЗ згідно роботи [3] необхідно враховувати надійність їхнього ПЗ, що викладено в роботі [12].

Таблиця. Розрахунок кількісних оцінок значень показників надійності програмного забезпечення

Показник надійності програмного забезпечення	Вид моделі надійності програмного забезпечення		
	Статична		Динамічна
Значення коефіцієнтів моделі за результатами апроксимації даних про відмови ПЗ	$b = \ell n(A_n / A_l) / (1 - n)$ $a = A_l (A_n / A_l)^{1/(1-n)}$	Розрахунок за алгоритмом (за критерієм мінімуму) середньоквадратичного відхилення від експериментальних даних	$b = \frac{\ell n(N_{cj} / N_{ci})}{(i - j)/T - \ell n(i/T) + \ell n(j/T)}$ $a = N_{ci} \sqrt{\left[\left(\frac{i}{T}\right)^b \exp(-ib/T)\right]_{0 < i < j \leq T}}$
Кількість відмов ПЗ за місяць m (N_m)	$a \exp(-mb)$	$A_l (A_n / A_l)^{(1-m)/(1-n)}$	$\frac{a}{T^b} \cdot \frac{m^b - (m-1)^b e^{b/T}}{e^{mb/T}}$
Сумарна кількість відмов ПЗ за T місяців (N_T)	$\frac{a(e^{bT} - 1)}{e^{bT}(e^b - 1)}$	$\frac{A_l \left[(A_n / A_l)^{T/(1-n)} - 1 \right]}{(A_n / A_l)^{(T-1)/(1-n)} \left[(A_n / A_l)^{1/(1-n)} - 1 \right]}$	$a \exp(-b)$
Ймовірність безвідмовної роботи ПЗ за місяць m (P_{nm})	$\exp(-ae^{-mb})$	$\exp \left[-A_l \left(\frac{A_n}{A_l} \right)^{\frac{m-1}{n-1}} \right]$	$\exp \left[-\frac{a \left(m^b - (m-1)^b e^{b/T} \right)}{T^b e^{mb/T}} \right]$
Інтенсивність потоку відмов ПЗ за місяць m (λ_m)	$-ab(A_n / A_l)^m$	$\frac{A_l \left(\frac{A_n}{A_l} \right)^{\frac{m-1}{n-1}} \ell n \left(\frac{A_n}{A_l} \right)}{1 - n}$	$\frac{a \left[m^b e^{-b/T} - (m-1)^b \right]}{T^b \exp[b(m-1)/T]}$
Напрацювання ПЗ на відмову за місяць m (T_{nm})	$-\left(\frac{A_n}{A_l} \right)^{-m} / ab$	$\frac{1 - n}{A_l \left(\frac{A_n}{A_l} \right)^{\frac{m-1}{n-1}} \ell n \left(\frac{A_n}{A_l} \right)}$	$\frac{T^b \exp[b(m-1)/T]}{a \left[m^b e^{-b/T} - (m-1)^b \right]}$
Середньоквадратичне відхилення результатів прогнозування N_m від даних про відмови ПЗ за n місяців (σ)	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{m=1}^n (ae^{-mb} - K_m)^2}$	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{m=1}^n \left(A_l \left(\frac{A_n}{A_l} \right)^{\frac{1-m}{1-n}} - K_m \right)^2}$	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{m=1}^n \left(K_{cm} - \frac{a \left[m^b - (m-1)^b e^{b/T} \right]}{T^b e^{mb/T}} \right)^2}$

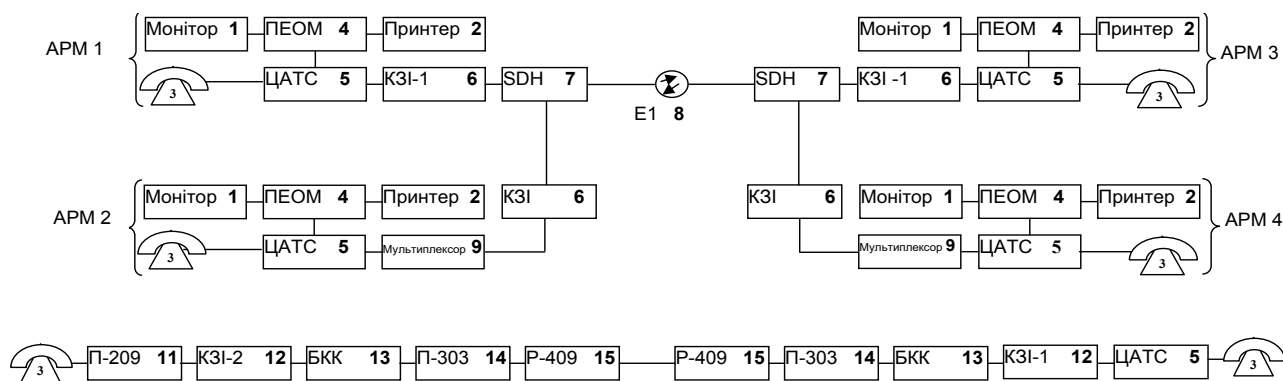


Схема організації спеціального зв'язку (фрагмент)

Розглянемо порядок застосування методики на конкретному прикладі. Фрагмент схеми організації спеціального зв'язку, який приведено на рисунку, з показниками надійності її елементів за результатами обробки статистичних даних у разі відмови за 2011 – 2014 рр.: $A_1 = 0,958$; $A_2 = 0,991$; $A_3 = 0,998$; $A_4 = 0,999$; $A_5 = 0,998$; $A_6 = 0,996$; $A_7 = 0,998$; $A_8 = 0,997$; $A_9 = 0,998$; $A_{10} = 0,998$; $A_{11} = 0,996$; $A_{12} = 0,998$; $A_{13} = 0,998$; $A_{14} = 0,997$; $A_{15} = 0,994$.

Можливі варіанти обміну інформацією між абонентами автоматизованих робочих місць дають значення $S = 13$. Тоді коефіцієнт готовності ССЗ дорівнює $A_c = 0,964$, а ймовірність зв'язності абонентів ССЗ $P_c = 0,999999$ що на 3,6% більше ймовірності того, що всі елементи системи будуть справні.

Висновки

Залежно від порядку фіксації відмов запропоновано й використано статичну та динамічну моделі надійності програмних засобів. Доведено адекватність моделей, які запропоновано, й показано їхні переваги перед уже відомими.

Методика відрізняється достатньою для практики точністю результатів, автоматизацією процесу прогнозування й оцінки показників якості комп'ютерних систем і програмно-керованих засобів зв'язку.

Використання результатів, які отримано, дозволяє повністю автоматизувати за допомогою ЕОМ процес кількісної оцінки значень показників надійності сучасних систем спеціального зв'язку великої розмірності, на що слід направити подальше дослідження. Ефект від використання методики полягає в підвищенні точності прогнозу показників надійності системи за мірою накопичення статистичних даних. Методика може застосовуватися в разі дослідження, оцінки та прогнозування надійності

спеціальних комп'ютерних систем і перспективних програмно-керованих засобів зв'язку.

Список літератури

1. *Зв'язок військовий*. Терміни та визначення: ДСТУ В 3265–95. – К.: Держстандарт України, 1996. – 40 с.
2. *Рижаков В.А.* Кількісне оцінювання структурної надійності систем зв'язку / В.А. Рижаков, Л.М. Сакович // *Зв'язок*. – 2004. – № 4. – С. 53–57.
3. *Гнатюк С.Є.* Принципи побудови та перспективи розвитку програмно-керованих радіостанцій / С.Є. Гнатюк, С.П. Лівенцев, В.П. Павлов, Л.М. Сакович // *Зв'язок*. – 2013. – № 1. – С. 11–15.
4. *Половко А.М.* Основы теории надежности / А.М. Половко, С.В. Гуров – 2-е изд. – 2006. – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 704 с.
5. *Харыбин А.В.* О подходе к решению задачи выбора методологии оценки структурной надежности и живучести информационных систем критического применения / Радиоелектронні і комп'ютерні системи / А.В. Харьбин, О.Н. Одарушенко – 2006. – Х.: НАУ «ХАІ». – № 6918. – С. 61–71.
6. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей. – 2002. – М.: Высшая школа. – 575 с.
7. *Дідковська М.В.* Аналіз моделей оцінювання надійності програмного забезпечення // Вісник НТУУ «КПІ», Київ. – Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – № 41. – С. 103–120.
8. *Маевський Д.А.* Анализ моделей надежности программно-обеспечения гарантоспособных информационных систем / Д.А. Маевский, С.А. Яремчук. <http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/emeo/2010/76/068-079.pdf>.
9. *Минович А.И.* Управление топологией мобильной радиосети / А.И. Минович, В.А. Романюк // *Зв'язок*. – 2003. – № 2. – С. 28–33.
10. *Система общих технологических требований к видам вооружения и военной техники*. ОТТ 2.1.200 – 82. – М.: Воениздат, 1984. – 160 с.
11. *Терентьев В.М.* Основы теории управляемых телекоммуникационных сетей / В.М. Терентьев, В.М. Щекотихин. – Орел: Академия ФАПСИ, 2001. – 117 с.
12. *Гнатюк С.Є.* Аналітична модель надійності програмних засобів комп'ютерних систем і програмно-керованих засобів зв'язку / С.Є. Гнатюк, Л.М. Сакович // *Зв'язок*. – 2013. – № 3. – С. 45–49.

УДК 621.396.6

Л.М. САКОВИЧ, канд. техн. наук

(Ін-т спец. зв'язку та захисту інформації Нац. техніч. ун-ту «Київський політехнічний інститут»)

М.Ю. ЯКОВЛЄВ, д-р техн. наук (Акад. сухоп. військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів)

ОБГРУНТУВАННЯ МІНІМАЛЬНО НЕОБХІДНОГО ЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ ПРАВИЛЬНОЇ ОЦІНКИ РЕЗУЛЬТАТУ ВИКОНАННЯ ВИМІРЮВАНЬ ПАРАМЕТРІВ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗВ'ЯЗКУ

Розроблено підхід щодо визначення мінімально необхідного значення ймовірності правильної оцінки результату виконання вимірювань за умовним алгоритмом довільної форми. Отримано аналітичні співвідношення з метою оцінки математичного сподівання відхилення від істинного значення технічного стану, який визначено, в разі метрологічного або технічного обслуговування військової техніки зв'язку, які відрізняються від відомих підвищеною точністю.

Разработан подход к определению минимально необходимого значения вероятности правильной оценки результата выполнения измерений по условному алгоритму произвольной формы. Получены аналитические соотношения для оценки математического ожидания отклонения от истинного значения технического состояния определенного при метрологическом или техническом обслуживании техники связи отличаются от известных повышенной точностью.

Військова техніка зв'язку (ВТЗ) в процесі функціонування може знаходитися в різних станах, які оцінювано кількісними показниками: справний і несправний, працездатний і непрацездатний, критичний і граничний, як це запропоновано в роботі [1]. Оцінка технічного стану ВТЗ проводиться з використанням засобів вимірювальної техніки військового призначення (ЗВТВП) в разі перевірки її працездатності, проведення метрологічного обслуговування (МОб), технічного обслуговування (ТО) й у процесі поточного ремонту (ПР). Послідовність і порядок проведення вимірювання параметрів у разі МОб, ТО за станом і ПР ВТЗ залежить від результатів виконання попередніх перевірок і представляється у вигляді умовних алгоритмів (УА) діагностування. За відхиленням значень параметрів за межі норми, здійснюється пошук дефектів із використанням штатних ЗВТВП за програмами, які реалізують УА діагностування. Одним зі завдань проведення метрологічної експертизи ВТЗ є оцінка обґрунтованості вибору ЗВТВП із урахуванням вимог до точності вимірювань. Вартість ЗВТВП залежить від їхніх метрологічних характеристик. Наприклад, зміна класу

точності (K_T) універсальних вольтметрів з 0,02 до 0,002 збільшує їхню вартість у 7,5 разів згідно роботам [2-6]. У разі обґрунтування необхідного значення K_T використовуються ймовірні показники ЗВТВП: ймовірність правильного визначення технічного стану ВТЗ (P), математичне сподівання середнього (ρ) та максимального (ρ_M) відхилення у його визначенні, ймовірність правильної оцінки значення вимірювання параметра (p), яка для застосовуваних в процесі МОб, ТО і ПР ЗВТВП змінюється в межах від 0,645 до 0,9997, як це зазначено в роботах [2-6].

Мета статті – визначення мінімально необхідного значення p для оцінки зі заданою точністю технічного стану ВТЗ у процесі її МОб, ТО і ПР у разі пошуку дефектів за УА різного виду й форми.

УА, що застосовуються, розрізняють за видами (бінарні, однорідні, групові) й формами (досконала $F = 1$, мінімальна $F = 2$, довільна $F = 3$, максимальна $F = 4$).

На рис. 1 наведено приклади видів і форми УА:
а) бінарний ($m = 2$) досконалої форми ($K = \log_2 L$);
в) бінарний мінімальної форми (різниця максимальної $K_{\max}$ й мінімальної $K_{\min}$ кількості перевірок дорівнює одиниці);

с) бінарний довільної форми ($K = \frac{1}{L} \sum_{i=K_{\min}}^{K_{\max}} i \cdot l_i$; l_i – кількість результатів пошуку після виконання i перевірок);

д) бінарний максимальної форми ($K_{\min} = 1$; $K_{\max} = \frac{L-1}{m-1}$; $K(m=2) = \frac{(L-1)(L+2)}{2L}$);

е) груповий (одночасна перевірка μ параметрів) довільної форми ($K_{\min} < K < K_{\max}$);

ф) однорідний ($m = 3$) довільної форми.

Застосування групових УА дещо знижує значення ймовірності правильної постановки діагнозу, але значно скорочує середню кількість перевірок і час оцінки технічного стану.

Найбільш досліджено бінарні алгоритми досконалої форми згідно роботи [7], як досить прості та зручні в процесі використання.

В відомих методиках обґрунтування значення K_0 ЗВТВП, як це зазначено в роботах [2-6], із метою обчислення математичного сподівання середнього (ρ) й максимального відхилення (ρ_M) у визначенні технічного стану ВТЗ у разі допущення однієї помилки виконавця в оцінці значення параметра, що перевіряється, для УА будь-якої форми використано функціональні залежності, які

наведено в таблиці, що завищують необхідне значення p і, як наслідок, вартість ЗВТВП, які обрано.

Завищення значення p пояснюється тим, що у разі $m > 2$ передбачалося рівноймовірне прийняття рішення з будь-якого можливого результату перевірки (наприклад, за відсутності сигналу рівноймовірно передбачалося ухвалення рішення «більше норми», що на практиці виключено). Ця обставина врахована в роботах [8-10], де отримано більш точні розрахункові вирази для УА досконалої форми (в разі помилки передбачається відхилення в оцінці значення параметра тільки на одну градацію в кожну сторону з ймовірністю $0,5(1-p)$):

$$\rho(m \geq 2) = 0,5 \left(K + \frac{L-1}{m-1} \right) (1-p) p^{K-1}; \quad (1)$$

$$\rho(\mu \geq 1) = 0,5 \left(K + \frac{L-1}{\mu} \right) (1-p) p^{\mu K-1}. \quad (2)$$

Для практичних обчислень з досить високою точністю (похибка не більше 0,2%, коли $K \leq 7$) можна використовувати наближені вирази:

$$\rho(m \geq 2) \approx 0,5 \left(K + \frac{L-1}{m-1} \right) (1-p) (1-(1-p)(K-1));$$

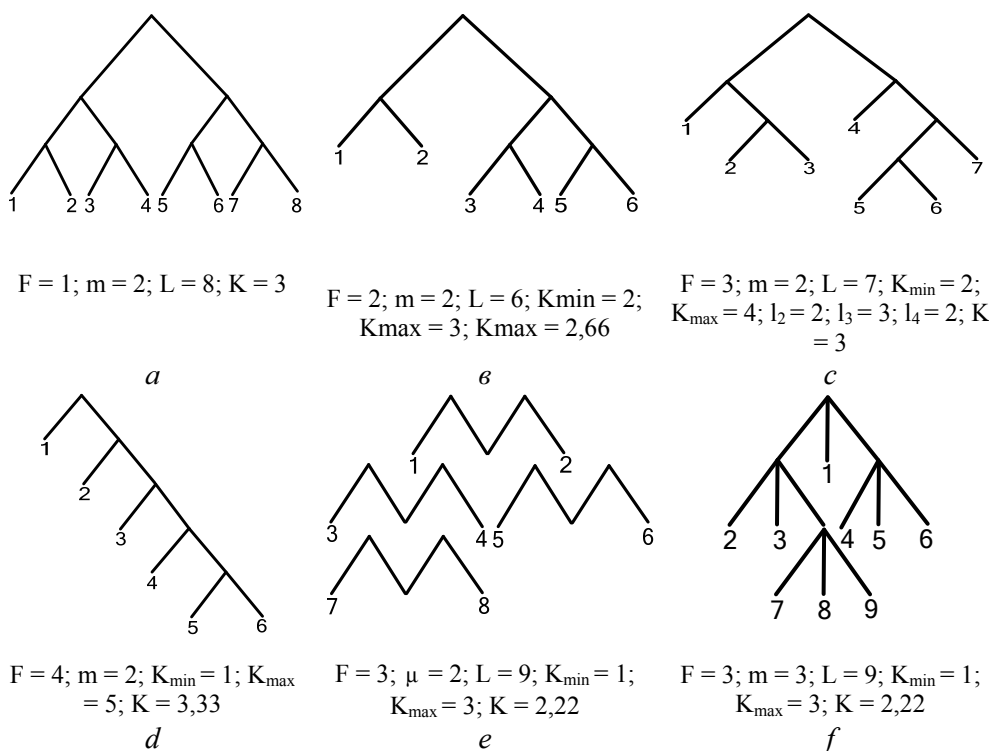


Рис. 1. Приклади видів і форми умовних алгоритмів

Таблиця. Кількісна оцінка відхилення результату визначення технічного стану об'єкта за умовним алгоритмом досконалої форми ($F = 1$)

Вид алгоритму	Середнє значення відхилення, ρ	Максимальне значення відхилення, ρ_M	K	L	P
Бінарний $m = 2$	$0,5(L + K - 1)(1 - p)p^{K-1}$	$(L - 1)(1 - p)p^{K-1}$	$\log_2 L$	2^K	p^K
Однорідний $2 \leq m = \text{const}$	$\frac{m-1}{m} \left(K + \frac{L-1}{m-1} \right) (1-p)p^{K-1}$	$\left(K + \frac{L-1}{m-1} \right) (1-p)p^{K-1}$	$\log_m L$	m^K	p^K
Груповий $m = \mu + 1$	$\frac{\mu}{\mu+1} \left(K + \frac{L-1}{\mu} \right) (1-p)p^{\mu K-1}$	$\left(K + \frac{L-1}{\mu} \right) (1-p)p^{\mu K-1}$	$\log_{\mu+1} L$	$(\mu+1)^K$	$p^{\mu K}$

$$\rho(\mu \geq 1) \approx 0,5 \left(K + \frac{L-1}{\mu} \right) (1-p)(1-(1-p)(\mu K - 1)).$$

У загальному випадку в разі допущення декількох помилок в оцінці результатів вимірювань верхня межа можливого відхилення оцінки технічного стану є:

$$\max \rho = 0,5(L + K - 1)(1 - p^K),$$

де $(1 - p^K)$ – ймовірність помилкової оцінки технічного стану об'єкта.

З аналізу виразів (1) і (2) впливає область існування рішень для $0,6 \leq p$: $\frac{\mu K - 1}{\mu K} \leq p \leq 1$.

Очевидно, що зі збільшенням значень μ мінімально допустиме значення p зростає (рис. 2).

Визначимо область існування рішень із метою обчислення мінімально допустимого значення p у процесі оцінки технічного стану ВТЗ за УА досконалої форми. В разі дотримання вимог до можливості реалізації ПР ВТЗ агрегатним методом, коли навіть зроблено помилковий діагноз, несправний елемент

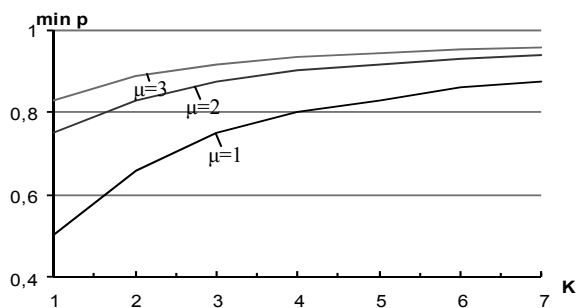


Рис. 2. Визначення мінімально допустимого значення ймовірності правильного оцінювання результату виконання вимірювання

знаходиться в агрегаті, що замінюється (блоці або модулі), як це зазначено в роботах [2-10]:

1. $\rho \leq 0,5$;

$$m \geq 2: (1-p)p^{K-1} \leq \frac{m-1}{K(m-1)+L-1};$$

$$m = \mu + 1: (1-p)p^{\mu K-1} \leq \frac{\mu}{K\mu + L - 1}.$$

2. $\rho_M \leq 1,0$;

$$m \geq 2: (1-p)p^{K-1} \leq \frac{m-1}{L-1};$$

$$m = \mu + 1: (1-p)p^{\mu K-1} \leq \frac{\mu}{L-1}.$$

Отже, якщо виконується умова $\rho \leq 0,5$, то умову $\rho_M \leq 1$ можна не перевіряти, так як вона реалізується в разі більшого значення p , ніж у першому випадку.

3. Виконання оцінки технічного стану ВТЗ за допустимий час T_∂ . Розрахунковий час визначення технічного стану згідно роботи [7],

$$T = \frac{Kt + t_y}{p} = \frac{Kt + t_y}{p^K},$$

де t – середній час виконання перевірки; t_y – середній час усунення несправностей:

$$T \leq T_\partial: p \geq \left(\frac{Kt + t_y}{T_\partial} \right)^{\frac{1}{K}}.$$

Узагальнюючи результати, які отримано, розроблено блок-схему алгоритму обчислення мінімально необхідного значення p в разі оцінки технічного стану ВТЗ за УА досконалої форми (рис. 3), де Δp – крок зміни значення p .

У роботах [8-10] отримано розрахункові вирази з метою орієнтовної оцінки значення ρ , коли використовується УА довільної форми ($F = 3$):

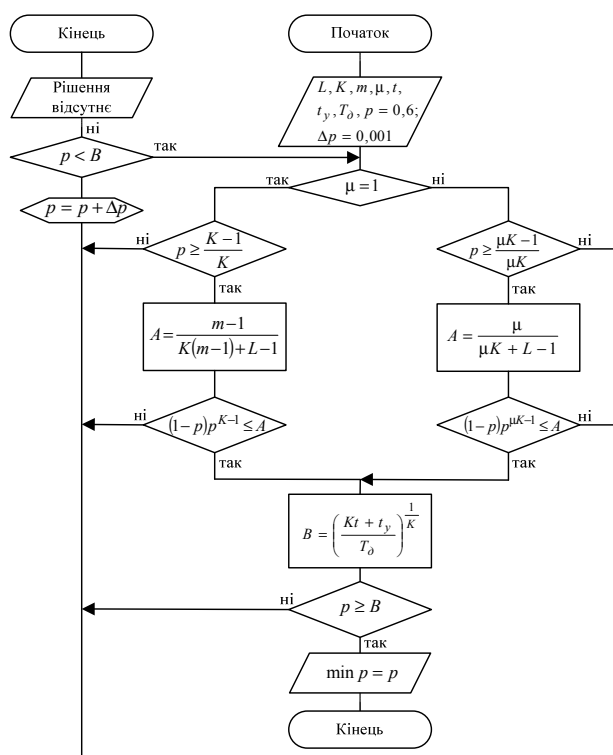


Рис. 3. Блок-схема алгоритму обчислення мінімально необхідного значення ймовірності правильної оцінки результату виконання перевірки для $F = 1$

$$\rho(m \geq 2) = \frac{1-p}{2(m-1)pL} \sum_{i=K_{\min}}^{K_{\max}} l_i [m^i + i(m-1)-1] p^i; \quad (3)$$

$$\rho(\mu \geq 1) = \frac{1-p}{2\mu pL} \sum_{i=K_{\min}}^{K_{\max}} l_i [(\mu+1)^i + i\mu - 1] p^{i\mu}. \quad (4)$$

Подальші дослідження в роботах [11, 12] було спрямовано на отримання більш простих розрахункових виразів введенням припущень $p \approx 1$, що справедливо для цифрових мікропроцесорних ЗВТВП ($p \geq 0,9997$). У такому випадку, коли УА мінімальної форми ($F = 2$) з відносною похибкою до 4% в разі $m = 2$

$$\rho \approx 0,5(1-p)p^{\lfloor K \rfloor - 1} \left[(2^{\lfloor K \rfloor} + \lfloor K \rfloor) - (2^{\lfloor K \rfloor} + 1) \frac{l}{L} \right],$$

а для УА максимальної форми ($F = 4$) з похибкою до 5% у разі $m = 2$

$$\rho \approx \frac{(1-p)(L^2 - 1)}{6} + \frac{p - (2p-1)p^{L-2}}{L};$$

$$\rho_M \approx 0,5L(L-1)(1-p),$$

де $K_{\min} = \lfloor K \rfloor$ – ціла частина числа K ;

$K_{\max} = \lceil K \rceil$ – округлення K до цілого числа.

Комбінаторний аналіз результатів прямих обчислень значень ρ для УА довільної форми ($F = 3$), який проведено, дозволив отримати аналітичні вирази:

$$\rho(m = 2) = \frac{1-p}{2p} \sum_{i=K_{\min}}^{K_{\max}} \frac{l_i (2^i + i - 1) p^i}{2^i}; \quad (5)$$

$$\rho(m \geq 2) = \frac{0,5(1-p)}{p(m-1)} \sum_{i=K_{\min}}^{K_{\max}} \frac{l_i (m^i + i(m-1)-1) p^i}{m^i};$$

$$\rho(m = \mu + 1) = \frac{1-p}{2p\mu} \sum_{i=K_{\min}}^{K_{\max}} \frac{l_i [(\mu+1)^i + i\mu - 1] p^{i\mu}}{(\mu+1)^i}.$$

Звідси отримуємо розрахункові вирази для оцінки ρ , коли УА мінімальної форми ($F = 2$) й коли $K_{\max} - K_{\min} = 1$ і $K_{\min} \leq K \leq K_{\max}$:

$$\rho(m = 2) = \frac{(1-p)p^{\lfloor K \rfloor - 1}}{2} \left[\left(1 + \frac{\lfloor K \rfloor - 1}{2^{\lfloor K \rfloor}} \right) l + \left(1 + \frac{\lfloor K \rfloor}{2^{\lfloor K \rfloor}} \right) (L-l) p \right],$$

де l – кількість станів ВТЗ після виконання $K_{\min}$ перевірок.

Для однорідних УА аналогічним чином отримуємо:

$$\rho(\mu \geq 1) = \left\{ (1-p)p^{\lfloor K \rfloor - 1} [(\mu+1)^{\lfloor K \rfloor} + (\mu+1)^{\lfloor K \rfloor} + \lfloor K \rfloor \mu - 1] + (L-l)[(\mu+1)^{\lfloor K \rfloor} + \lfloor K \rfloor \mu - 1] p \right\} / 2\mu(\mu+1)^{\lfloor K \rfloor}. \quad (6)$$

З виразів (3) і (4) після підстановки $l_i = m-1$ одержуємо розрахункові формули для оцінки значення ρ для УА максимальної форми ($F = 4$):

$$\rho(m = 2) = \frac{1-p}{2p} \left[\frac{(1-p^{L-1})p}{1-p} + \sum_{i=1}^{L-1} \frac{i-1}{2^i} p^i \right].$$

$$\text{При } p \rightarrow 1: \rho(m = 2) \approx \frac{1-p}{2p} \left[\frac{1-p^{L-1}}{1-p} + \frac{2^{L-1} - L}{2^{L-1}} \right];$$

$$\rho(\mu \geq 1) = \frac{1-p}{2p} \left[\frac{p(1+p^{L-1/\mu})}{1-p} + \sum_{i=1}^{L-1/\mu} \frac{\mu i - 1}{(\mu+1)^i} p^i \right].$$

Порядок застосування результатів, які отримано, розглянемо на прикладі оцінки технічного стану цифро-аналогового об'єкта – тракту прийому станції тропосферного зв'язку Р-423 за УА з роботи [12]: довільної форми (рис. 4 а) для $\mu=1$ і мінімальної форми (рис. 4 б) для $\mu=2$ (перевірка і відновлення працездатності двома майстрами).

Вихідні дані: $L = 5l$; $T_d = 25xв$; $t = 3xв$; $t_y = 5xв$.

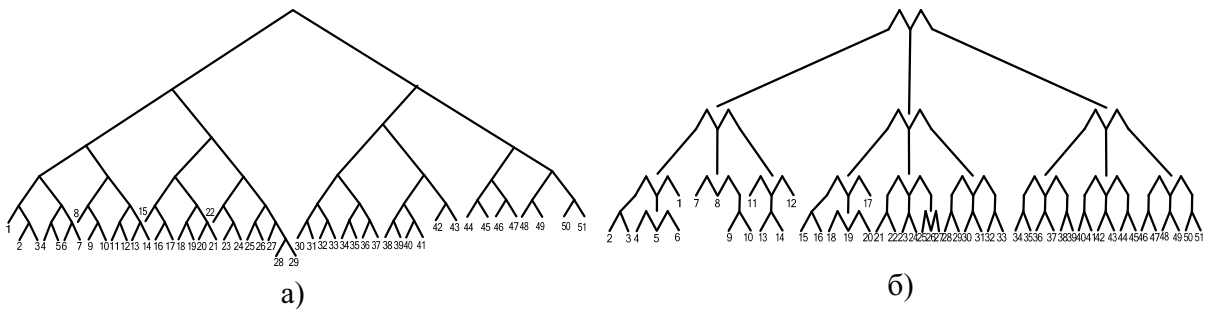


Рис. 4. Умовні бінарні алгоритми оцінки технічного стану

а) $F = 3$; $m = 2$; $\mu = 1$; $K_{\min} = 5$; $K = 5,765$; $K_{\max} = 7$; $l_5 = 14$; $l_6 = 35$; $l_7 = 2$;

б) $F = 2$; $\mu = 2$; $K_{\min} = 3$; $K = 3,882$; $K_{\max} = 4$; $l = 6$; $L - l = 45$.

Для алгоритму рис. 4 а за виразом (5) отримаємо:

$$\rho = \frac{1-p}{2p} \sum_{i=5}^7 \frac{l_i(2^i + i - 1)}{2^i} p^i = 0,5(1-p)p^4(15,75 + 37,73p + 2,09p^2)$$

Далі з умови $\rho \leq 0,5$ одержуємо нерівність

$$15,75(1-p)(1 + 2,395p + 0,133p^2)p^4 \leq 1,$$

з графічного розв'язку якої слідує мінімально необхідне значення $p \geq 0,98$.

Перевірка умови $T \leq T_0 = 25x_{\text{в}}$ показує, що значення $p \geq 0,98$ недостатньо:

$$T = \frac{5,765 \cdot 3 + 5}{0,98^{5,765}} = 25,2x_{\text{в}} > T_0,$$

тому після збільшення значення ймовірності правильної оцінки результату вимірювання параметра до $p = 0,982$, отримуємо $T = 24,9x_{\text{в}} < T_0$.

В роботі [12] для прикладу, що розглядається, одержано результати:

$$p = 0,995; \rho = 0,273; \rho_M = 0,516.$$

Застосування нових залежностей дозволяє знизити вимоги до метрологічних характеристик ЗВТВП за значенням p на 1,3%.

У другому випадку оцінки технічного стану ВТЗ щодо алгоритму рис. 3 за виразом (6) отримуємо

$$\rho(\mu=2) = \frac{(1-p)p^2[3 \cdot 6 \cdot (3^3 + 3 \cdot 2 - 1) + 45(3^4 + 4 \cdot 2 - 1)p]}{2 \cdot 2 \cdot 3^4} = (1-p)p^2(1,78 + 12,22p).$$

Далі з умови $\rho \leq 0,5$ визначаємо $p \geq 0,96$.

Перевірка умови $T \leq T_0$ показує, що значення $p = 0,96$ достатньо:

$$T = \frac{3,882 \cdot 3 + 5}{0,96^{3,882}} = 19,7x_{\text{в}} < T_0.$$

Таким чином, встановлено, що в разі оцінки технічного стану тракту прийому станції тропосферного зв'язку Р-423 доцільно використовувати груповий алгоритм рис. 4 в і ЗВТ з $p \geq 0,96$.

Ефект від застосування результатів, які отримано, полягає в зниженні вимог до ЗВТВП за значенням p в порівнянні з методикою-прототипом згідно робіт [2-6, 12] на

$$\eta = \frac{0,995 - 0,96}{0,995} \cdot 100\% = 3,5\%.$$

Розглянемо порядок застосування результатів, які отримано, ще на одному конкретному прикладі – УА визначення технічного стану підсистеми управління функціонуванням радіопередавача великої потужності (рис. 5) згідно роботи [13]. При $p = 0,995$ по відомим виразам отримано $\rho = 0,188$ і $\rho_M = 0,271$. Згідно виразу (5) математичне сподівання відхилення оцінки стану ВТЗ за наявності не більше однієї помилки у визначенні значення параметра становить:

$$\rho = 0,5(1-p)p(2,5 + 1,19p^2 + 1,125p^3 + 5,39p^4 + 5,23p^5 + 2,05p^6).$$

Вихідні дані рис. 5: $F = 3$; $L = 25$; $K_{\min} = 2$; $K = 5,44$; $K_{\max} = 8$; $l_2 = 2$; $l_4 = 1$; $l_5 = 10$; $l_6 = 5$; $l_7 = 5$; $l_8 = 2$.

З отриманої залежності $\rho(p)$, яку наведено на рис. 6, випливає, що для виконання умови $\rho \leq 0,5$ досить використовувати ЗВТВП зі значеннями $p \geq 0,953$. Крім того, в разі $p \geq 0,995$ справжнє значення $\rho = 0,96$, що на 68% менше отриманого за відомими розрахунковими формулами, які завищують вимоги й вартість використовуваних ЗВТВП, у разі ТО й ПР ВТЗ.

Перевірка $T \leq T_0$ у разі $t = 3,5x_{\text{в}}$, $t_y = 5x_{\text{в}}$, $T_0 = 30x_{\text{в}}$ підтверджує правильність вибору в якості ЗВТВП вольтметра В7-38 із $p = 0,999$, в цьому разі:

$$T = \frac{5,44 \cdot 3,5 + 5}{0,999^{5,44}} = 25x_{\text{в}} < T_0 = 30x_{\text{в}}.$$

Застосування вольтметра, який вбудовано ($p = 0,96$), також забезпечує необхідний час оцінки технічного стану:

$$T = \frac{5,44 \cdot 3,5 + 5}{0,96^{5,44}} = 30x_{\text{в}} = T_0.$$

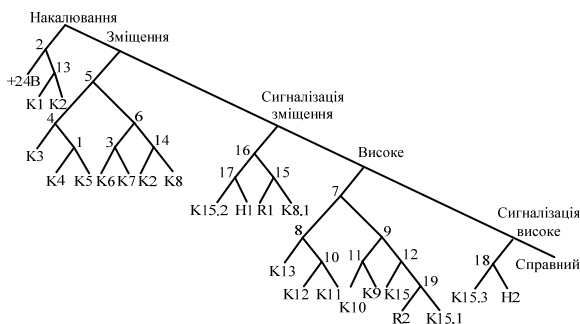


Рис. 5. Умовний алгоритм визначення технічного стану підсистеми управління функціонуванням радіопередавача

Висновки

1. Отримано нові розрахункові вирази з метою кількісної оцінки математичного сподівання відхилення визначеного в разі метрологічного обслуговування, технічного обслуговування або поточного ремонту технічного стану військової техніки зв'язку від його істинного значення, які відрізняються від відомих підвищенням точності результатів.

2. Результати, які отримано, доцільно використовувати в методиках обґрунтування завдання метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки військового призначення під час проведення метрологічної експертизи на етапах проектування та розробки новітньої військової техніки зв'язку, а також для метрологічного обслуговування, технічне обслуговування й у процесі поточного ремонту існуючої військової техніки зв'язку.

3. Достовірність результатів, які отримано, підтверджується використанням математичного апарата, який апробовано, обґрунтованою постановкою завдання й зведенням результатів до відомих в окремих випадках: зворотня підстановка $\mu = m + 1$, $\lfloor K \rfloor = \lceil K \rceil = K$, $l_i = L$, $m = 2$ у разі зміни форми умовних алгоритмів від максимальної до досконалої приведе до отримання вихідних виразів

$$\rho(m \geq 2) = 0,5 \left(K + \frac{L-1}{m-1} \right) (1-p) p^{K-1}$$

$$\text{та } \rho(\mu \geq 1) = 0,5 \left(K + \frac{L-1}{\mu} \right) (1-p) p^{\mu K-1}$$

адекватність яких підтверджується результатами прямих обчислень.

Список літератури

1. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення. Чинний від 1996.01.01. – К.: Державний стандарт України, 1996. – 90 с.

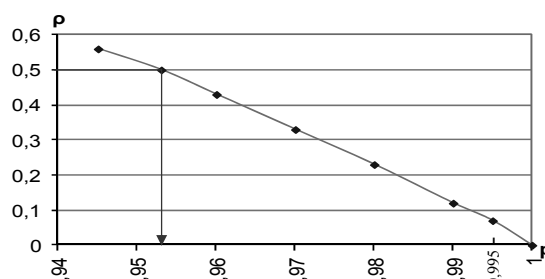


Рис. 6. Залежність $\rho(p)$ для умовного алгоритму рис. 5

2. Сакович Л.Н., Дзюба В.Н., Павлов В.П. Выбор средств измерений согласно требований к ремонтпригодности средств связи // Зв'язок. – 2003. – № 2. – С. 23–25.
3. Сакович Л.Н., Дзюба В.Н., Павлов В.П. Определение метрологических характеристик средств измерений для обслуживания и ремонта средств связи // Зв'язок. – 2003. – № 5. – С. 17–19.
4. Яковлев М.Ю. Підхід до вибору засобів вимірювальної техніки військового призначення для метрологічного обслуговування військової техніки зв'язку / М.Ю. Яковлев, Є.В. Рижов // Військово-техн. зб. Академії СВ. – 2014. – № 1(10). – С. 115–121.
5. Рижов Є.В. Визначення впливу ймовірнісних показників засобів вимірювальної техніки військового призначення на точність оцінки стану військової техніки зв'язку / Є.В. Рижов, М.Ю. Яковлев, О.В. Ходич // Десята наукова конференція Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба «Новітні технології – для захисту повітряного простору». – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2014. – С. 319–320.
6. Сакович Л., Рыжаков В., Павлов В. Выбор средств измерений для технического обслуживания и текущего ремонта оборудования систем защиты информации // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення систем захисту інформації в Україні. Вип. № 7. – К.: НТУУ «КПІ», 2003. – С. 77–85.
7. Ксёиз С.П. Диагностика и ремонтпригодность радиоэлектронных средств. – М.: Радио и связь, 1989. – 248 с.
8. Сакович Л.Н., Вансович Ю.П. Количественная оценка диагностических ошибок при восстановлении работоспособности техники связи // Зв'язок. – 2008. – № 5-6. – С. 58–61.
9. Сакович Л.Н., Вансович Ю.П. Количественная оценка математического ожидания максимального отклонения диагноза // Зв'язок. – 2009. – № 3. – С. 47–49.
10. Сакович Л.Н., Вансович Ю.П. Количественная оценка достоверности диагностирования при устранении аварийных повреждений техники связи // Зв'язок. – 2010. – № 2. – С. 47–49.
11. Сакович Л.Н., Романенко В.П. Количественная оценка вероятностных характеристик диагностических ошибок при ремонте техники связи // Зв'язок. – 2011. – № 4. – С. 60–62.
12. Дослідження перспективних напрямків підвищення ефективності системи ремонту засобів спеціального зв'язку та захисту інформації Держспецзв'язку: Звіт про НДР «Пошук» / ІСЗЗІ НТУУ «КПІ». – К., 2013. – 115 с.
13. Рыжаков В.А., Сакович Л.Н. Автоматизация диагностирования средств связи с кратными дефектами // Зв'язок. – 1997. – № 2. – С. 44–46. ового центру Сухопутних військ з наукової роботи.

УДК 621.3

О.М. БАШКИРОВ канд. техн. наук, **О.М. КОСТИНА** канд. військ. наук, **А.В. ШИШАЦЬКИЙ**, інж. (Центр. науково-дослід. ін-т озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ),
Ю.І. ВІЛЮХА, інж. (Центр. науково-дослід. ін-т Збройних Сил України, м. Київ)

РОЗВИТОК ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ ТА ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ДЛЯ ПОТРЕБ ЗБРОЙНИХ СИЛ

Розглянуто концептуальні засади організації системи зв'язку збройних сил США й країн НАТО. На основі досвіду побудови й функціонування системи зв'язку розвинених країн світу сформульовано тактико-технічні вимоги до перспективних засобів зв'язку для Збройних Сил України.

Рассмотрены концептуальные принципы организации системы связи вооруженных сил США и стран НАТО. На основе опыта построения и функционирования системы связи развитых стран мира сформулированы тактико-технические требования к перспективным средствам связи для Вооруженных Сил Украины.

У цей час військове керівництво США та країн НАТО проводить активні роботи зі створення глобальної інформаційної мережі GIG (Global Information Generation), яка б забезпечувала реалізацію концепції ведення бойових дій в єдиному інформаційному просторі, надаючи можливості спільного використання й обміну інформаційними ресурсами між усіма видами збройних сил (ЗС) США на всій території ведення бойових дій у будь-який час. Розгортання мережі GIG дозволить здійснити інтеграцію засобів спостереження, розвідки, зв'язку, управління бойових засобів на всіх рівнях за допомогою обміну різними видами інформації (мовні та факсимільні повідомлення, відеозображення, електронна пошта та ін.).

Важливою умовою побудови глобальної мережі GIG є впровадження відкритої архітектури системи зв'язку TCA (Transformational Communications Architecture) об'єднаних оперативних формувань ЗС США, які будуть трансформуватися в залежності від обстановки та завдань. З цією метою здійснюється перехід від різнотипних незалежно функціонуючих підсистем до інтегрованих систем зв'язку та передачі даних (ІСЗ ПД) як сукупності уніфікованих багатофункціональних широкодіапазонних радіостанцій і комутаційних пристроїв, які апаратно й функціонально сполучено згідно роботи [1], об'єднано єдиною системою управління, потоків різнотипної інформації (мовні сигнали, дані, графічні та відеозображення), як показано на

рис. 1. Багатофункціональність радіостанцій реалізується завдяки використанню широкого класу сигналів, способів кодування, заходів завадозахисту та режимів передачі інформації.

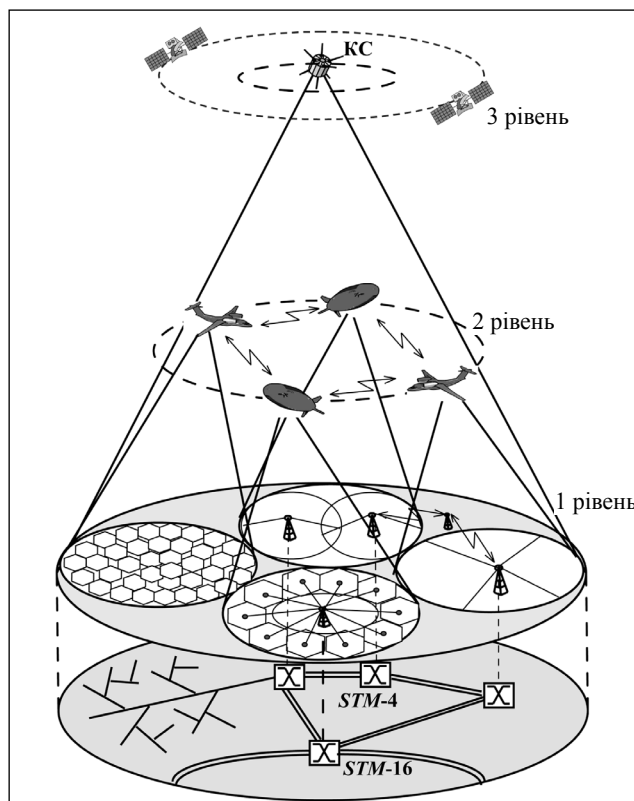


Рис. 1. Архітектура трирівневої системи зв'язку [2]

Перший (наземний) рівень включає наземні тактичні мережі зв'язку, які побудовано за принципом комп'ютерних мереж локального й міського масштабів, і глобальну високошвидкісну опорну мережу зв'язку на основі магістральних волоконно-оптичних, супутникових, радіорелейних і тропосферних ліній, а також мережі автоматизованого комутаційного устаткування нового покоління (STM-4, STM-16). Другий рівень, який побудовано на повітряних платформах, містить багатоканальні засоби зв'язку та ретрансляції повітряного базування, передусім на безпілотних літальних апаратах. Третій (космічний) рівень – це система зв'язку космічного базування, яка включає штучні супутники Землі, що сполучаються між собою лініями міжсупутникового зв'язку, та розгалужену мережу наземних станцій.

Загальні тенденції впровадження концепції тривірневої архітектури ІСЗ ПД в найближчій перспективі (до 2020 р.) викладено в роботі [2]:

1. Заміна різнорідних спеціалізованих засобів зв'язку на уніфіковані радіостанції широкого частотного діапазону з багатьма функціями та комутаційні пристрої, які апаратно й функціонально поєднано, що забезпечують програмне управління

радіостанціями, формування сигналів із потрібними параметрами (діапазон робочих частот, вид та форма сигналу, вихідна потужність) й реалізацію протоколів обміну даними між різнотипними мережами та засобами зв'язку без додаткового сполучення.

2. Використання багатократного дублювання й резервування каналів та вузлів зв'язку, адаптивної маршрутизації пакетів, супутникового зв'язку, широкодіапазонних радіостанцій, повітряних ретрансляторів.

3. Застосування завадостійких режимів роботи, які поєднують перелаштування робочих частот із використанням широкосмугових сигналів, адаптивне управління параметрами передавача, використання завадостійких кодів із високою здатністю виправляти помилки.

4. Забезпечення одночасного обміну всіма видами інформації (мовні повідомлення, дані, графічні та відеозображення), в тому числі таємною, в реальному масштабі часу одними й тими ж самими каналами зв'язку.

5. Побудова мобільних мереж радіозв'язку в тактичній ланці на основі принципів самоорганізації (Mobile Ad Hoc NETwork – MANET) із можливістю роботи будь-якої радіостанції мережі

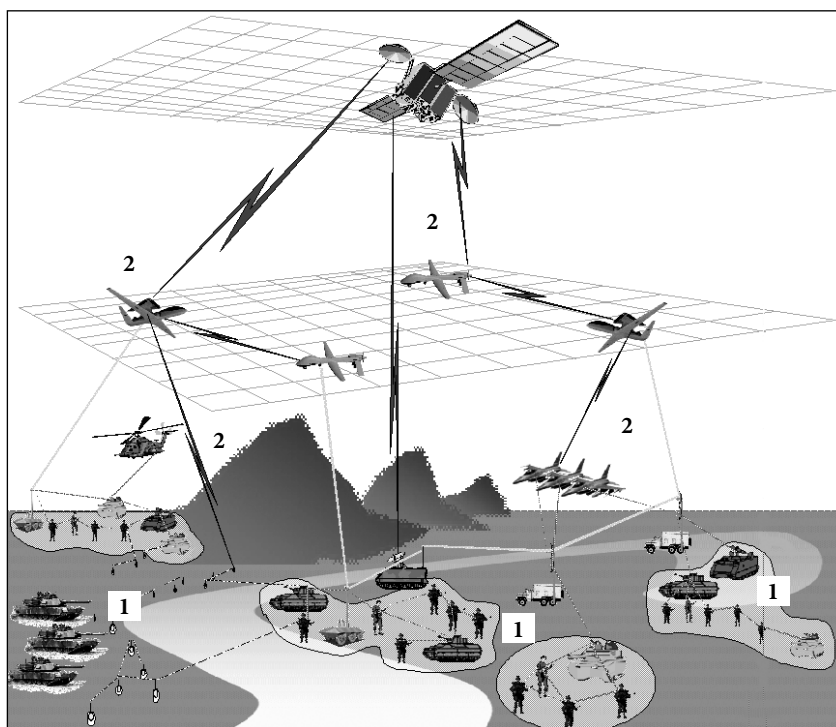


Рис. 2. Варіант об'єднання абонентів у самоорганізовану мережу [3]:

1 – локальні мережі об'єднують окремих абонентів в довільну групу;

2 – засоби ретрансляції та комутації об'єднують локальні мережі в єдину систему.

ретранслятором (рис. 2), яка дозволяє адаптуватися до умов навантаження й задовою ситуації.

6. Використання готових комерційних апаратно-програмних засобів, стандартів і протоколів зв'язку, які сертифіковано в ЗС США.

Реалізація вказаних завдань здійснюється в рамках програм створення сімейства нових універсальних засобів зв'язку для тактичної ланки «Об'єднана система тактичного радіозв'язку» (Join Tactical Radio System – JTRS) під час розробки перспективної автоматизованої системи зв'язку «Тактична інформаційна мережа учасника бойових дій» (Warfighter Information Network – Tactical – WIN-T).

Концепція американської програми JTRS використовувалася з метою розробки аналогічних європейських програм: ESSOR2 (European Secure Software Defined Radio) та SFuA. Європейське оборонне агентство реалізує проект програмованих радіостанцій ESSOR, в якому беруть участь Іспанія, Італія, Польща, Фінляндія, Франція й Швеція. Зокрема, компанією SELEX Communications (Італія) створено серію універсальних радіостанцій, які сумісні з радіостанціями, що розробляються за програмою JTRS згідно роботи [3]. З аналогічними можливостями компанією Thales (Франція) розроблено серію радіостанцій ElexNet, як це зазначено в роботі [4]. За німецькою національною програмою, яку створено компанією Ronde & Schwarz,

серію радіостанцій SVFuA призначено для бундесвера Німеччини. На рис. 3 наведено цифрові радіостанції та мережеві засоби зв'язку різних компаній, в тому числі українських, які вже створено для збройних сил, на яких може ґрунтуватися майбутня система зв'язку.

Найважливішою особливістю мереж радіозв'язку перспективних розвідувально-сигнальних систем США та країн НАТО є можливість об'єднання датчиків у самоорганізовані мережі (рис. 2) на основі використання перспективних радіостанцій серії JTRS в умовах прямої видимості або за допомогою супутникового зв'язку в разі її відсутності, як викладено в роботі [3].

Другий рівень перспективної ІСЗ ПД складається з повітряних засобів ретрансляції, як зазначено в роботі [5], які розміщено на аеростатах, стратостатних дирижаблях, пілотованих літаках – повітряних пунктах управління, на транспортних літаках, паливозаправниках і безпілотних літальних апаратах (рис. 4). Ретрансляційне обладнання повітряних платформ будуватиметься на базі універсальних багатодіапазонних цифрових радіостанцій, які програмовано JTRS або широкосмугових надвисокочастотних систем зв'язку загального користування, які використовують стандарти ліній передачі CDL та TCDL. Ретрансляційне обладнання характеризується широким діапазоном частот і

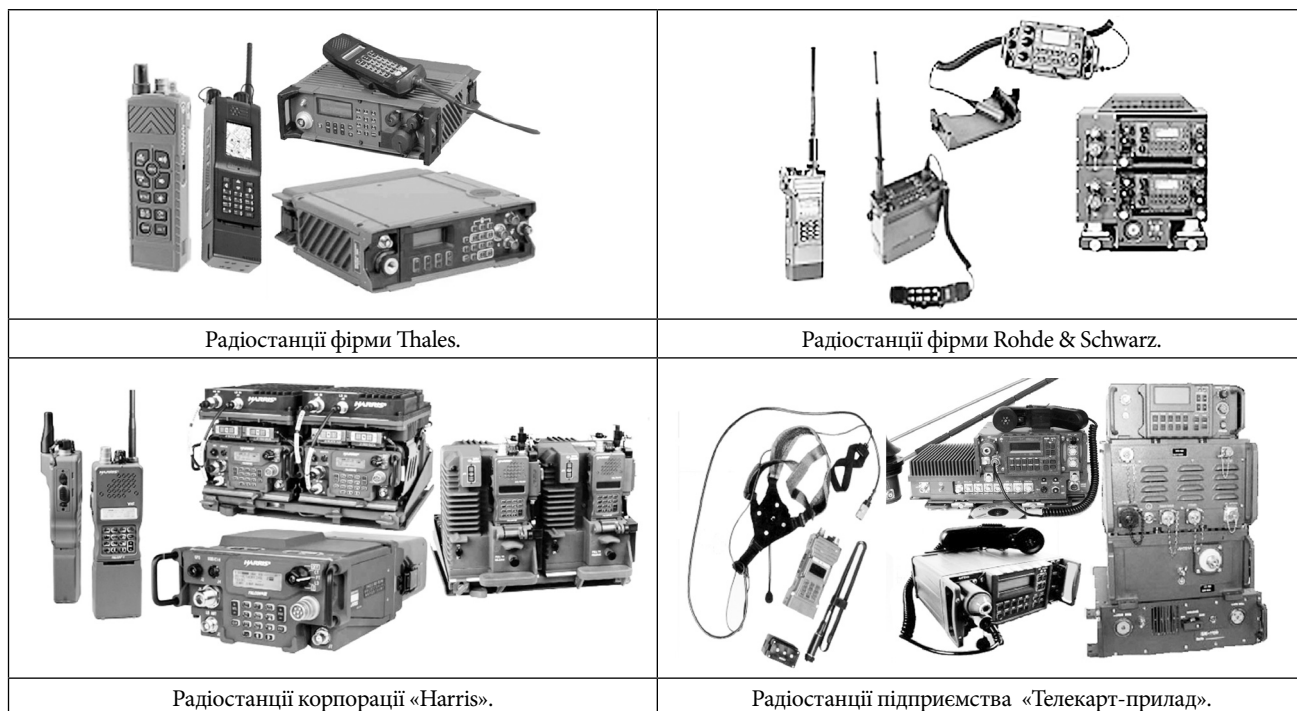


Рис. 3. Зразки універсальних радіостанцій різних компаній [5]

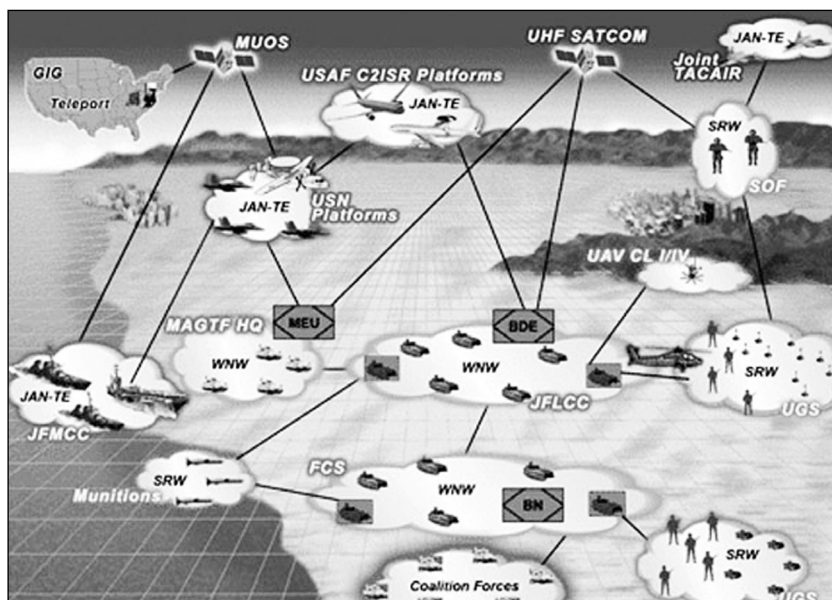


Рис. 4. Перспективна глобальна система зв'язку [2]

швидкостей передачі даних, можливістю одночасної роботи в декількох піддіапазонах та їхньої оперативної зміни, розширеною номенклатурою сигналів, що використовуються, яка включає нові форми сигналів систем JTRS та CDL, застосуванням антен, які спрямовано, завадостійкого кодування й широкосмугових шумоподібних сигналів зі змінюваною шириною смуги каналу, адаптацією параметрів модуляції і кодування за зміни завадової ситуації.

Перспективні засоби зв'язку космічного базування – третій (космічний) рівень перспективної ІСЗ ПД, які включатимуть супутникову систему широкосмугового зв'язку WGS, систему вузькосмугового зв'язку мобільних користувачів MUOS, систему захищеного супутникового зв'язку AEHF і систему супутникового зв'язку TCS, що може оперативно трансформуватися, які представлено космічними апаратами TSAT на геостационарній орбіті, APS – на високоеліптичній полярній орбіті та їх елементами мережевого управління.

Одним з найважливіших завдань системи радіозв'язку є спільне використання загального радіочастотного ресурсу, який буде зайнято практично повністю за реалізації перспективної ІСЗ ПД. Це призводить до необхідності підвищення ефективності використання спектрального ресурсу за рахунок застосування з метою передачі цих ділянок частотного діапазону, які не зайнято в даний момент часу іншими користувачами (системами). З метою реалізації такої можливості необхідна

управляюча структура, яка забезпечить динамічний перерозподіл частотних каналів і режимів роботи радіостанцій з урахуванням умов сигнально-завадової обстановки. З метою опису радіосистем, що мають вказані властивості, використовується термін «система когнітивного радіозв'язку» згідно роботи [7], під яким розуміється інтелектуальна система зв'язку, яка здатна аналізувати завадосигнальну інформацію й адаптуватися до неї, реагуючи на зміни в ефірі в реальному часі зміною своїх власних параметрів (діапазону частот, виду й форми сигналу, вихідної потужності) із метою збільшення ефективності використання спектрального ресурсу.

Адаптивне управління робочими частотами дозволяє радіостанціям в автоматичному режимі виявляти смуги частот, які не використовуються (вільні), й задіяти їх для організації зв'язку шляхом швидкого переналаштування робочої частоти. Спеціальне програмне забезпечення радіостанції аналізує весь діапазон робочих частот, забезпечує доступ до вільної частини спектру з метою передачі та прийому інформації. У випадку підвищення рівня завантаження частотного діапазону або в разі виникнення завад смуга робочих частот змінюється без переривання сеансу зв'язку. З метою забезпечення можливості переналаштування робочих частот радіостанцій передбачається обладнати їх змінними носіями інформації, в пам'ять яких записуватимуться дані про розподіл спектру в конкретному регіоні, що дозволяє швидко

перенастроювати систему зв'язку шляхом адаптивного управління спектром радіочастот.

З урахуванням того, про що йшла мова, визначимо перспективи подальшого розвитку систем радіозв'язку в період до 2025 р.

Перше. Впровадження технологій когнітивного радіо, які дозволяють автоматично проводити аналіз сигнально-завадової ситуації й відповідний вибір частотного піддіапазону, підстроювання частотних, часових й енергетичних параметрів, режимів роботи та форм сигналів радіостанцій JTRS, що налаштовуються програмно, й найбільш ефективні для цієї ситуації в інтересах максимальної реалізації пропускну здатності системи зв'язку в разі забезпечення необхідної вірогідності передачі даних.

Друге. Застосування надширокосмугових сигналів із метою підвищення скритності, надійності та завадозахищеності радіозв'язку.

Третє. Забезпечення управління в русі шляхом переходу від малорухомих систем стільникового й супутникового зв'язку до високомобільних систем зв'язку в оперативно-тактичній ланці.

Четверте. Підвищення стійкості зв'язку шляхом впровадження багатоантенних систем радіозв'язку та МІМО-технології.

П'яте. Підвищення завадозахищеності використання спеціальних антен, які спрямовано, та цифрового діаграмоутворення, що забезпечує формування нулів діаграм направленості антен на джерело завад.

Шосте. Застосування безпілотників із ретрансляторами на борту для організації обміну інформацією між окремими мережами тактичної ланки з метою розширення радіусу дій і зниження навантаження на глобальні системи зв'язку.

Висновки

Основними тенденціями розвитку систем військового радіозв'язку провідних країн світу є перехід до цифрових технологій, побудова систем із відкритою архітектурою та можливістю програмної реконфігурації. Треба відмітити, що реалізація напрямків розвитку систем і засобів радіозв'язку військового призначення в збройних силах країн НАТО покликана істотно скоротити час реакції на зміну поточної обстановки й підвищити оперативність управління військами (силами) та зброєю. За аналогічними принципами будуються системи зв'язку у наших сусідів: наприклад, в Збройних

Силах Росії, Білорусі, Казахстану. Їх позитивний досвід доводить, що схоже мають здійснюватись розробки сучасної техніки радіозв'язку й в Україні.

В зв'язку з відсутністю в Україні власної супутникової сегменти техніки зв'язку до запуску власних супутників доцільно тимчасово замість них розгорнути квазісупутникову телекомунікаційну систему на базі висотних аероплатформ із застосуванням аеростатів та дирижаблів.

З метою підвищення ефективності рішень щодо створення системи зв'язку ЗС України доцільне використання в процесі розробок перспективних принципів функціонування мережецентричних розподілених систем, GRID-решіток, mesh-технологій, MANET-мереж та інших сучасних інформаційних технологій з адаптацією досвіду побудови систем радіозв'язку провідних країн світу в інтересах Збройних Сил України.

Одним з інноваційних напрямів розвитку засобів збройної боротьби провідні країни розглядають розробку робототехнічних платформ, обмін даними з якими в перспективі планується забезпечити завдяки застосуванню малогабаритної радіостанції JTRS SFF-A і SFF-D. Тому найближчим завданням науковців-зв'язківців є формування тактико-технічних вимог до універсальних програмованих багатофункціональних засобів радіозв'язку, в тому числі для використання на безпілотних літальних апаратах та в роботизованих комплексах.

Список літератури

1. *Pagan T.A.* Space and Airborne Communications for the Future Force. Strategy Research Project – Center for Strategic Leadership, 2010 (Space And Airborne Communications for the Future Force 2010.pdf).
2. *Lopatka J.* European Secure Software Radio Program // RTO-MP-IST-083-04, 2008. URL: <http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-IST-083/MP-IST-083-04.doc>.
3. *Joint enterprise: software defined radio* // Army-technology.com. 21.10.2014. URL: www.army-technology.com/features/featuredssi-essor-sdr-software-defined-radio.
4. *PR Thales SDR and ESSOR* // Thales Press Release. 04.06.2009. URL: www.thalesgroup.com/Print-Press-release.html?link=10257f32-1051-2479-300.
5. Каталог озброєння, військової техніки та спорядження для оснащення сил спеціальних операцій / МО України. ЦНДІ ОБТ ЗС України. – К., 2008. – 122 с.
6. *Зелін А.* Програма BBCCSHASmartTanker // Зарубежное военное обозрение. -- 2009. -- № 12. -- С. 14-19.
7. *Haykin S.* Cognitive Radio: Brain-Empowered Wireless Communications // IEEE journal on selected areas in communications. – № 2. – Т. 23. – С. 65-73.

УДК 532. 512.: 629. 735.35

О.О. РАССТРИГІН, д-р техн. наук, А.Л. ЗІРКА, інж.

(Центр. наук.-дослід. ін-т озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА РОЗПОДІЛУ ГІДРОДИНАМІЧНОГО ТИСКУ ПІД ЧАС ЗАНУРЕННЯ КОНТУРІВ У РІДИНУ ЗА РІЗНИМИ АНАЛІТИЧНИМИ ТЕОРІЯМИ

Проведено аналіз результатів аналітичних теорій Г. Вагнера, Дж. Пірсона та Г.В. Логвиновича й здійснено порівняльну оцінку розподілу тисків, які було отримано за їхньою допомогою з метою визначення найбільш привабливої із них для подальшого використання у розрахунках локальної міцності днищ човнів швидкісних транспортних засобів водного базування.

Проведен анализ результатов теорий Г. Вагнера, Дж. Пирсона и Г.В. Логвиновича и выполнена сравнительная оценка распределения давлений, которые были получены с их помощью с целью определения наиболее приемлемой из них для дальнейшего использования в расчетах локальной прочности днищ лодок быстроходных транспортных средств водного базирования.

Постановка проблеми. Необхідність забезпечення достатньої міцності конструкцій днищ швидкісних транспортних засобів (ТЗ) під час взаємодії із водною поверхнею дуже актуальне та складне питання.

Незважаючи на те, що на сьогодні розроблено досить потужні пакети прикладних програм із розрахунку та оцінки навантажень на елементи конструкції, у тому числі ТЗ водного базування (ВБ), вони не дозволяють оперативно отримувати потрібну інформацію. Розрахунки з використанням зазначених програм дуже тривалі. Також не завжди зрозуміло, яким чином у цьому разі реалізуються конкретні режими завдяки відсутності конкретної інформації про математичні моделі, які використано, та алгоритмічні підходи щодо особливостей їхньої реалізації у пакетах прикладних програм.

Крім того, слід підкреслити, що внесення змін у конструкцію зразків, які зазначено, під час їхнього створення потребує іноді суттєвого коригування розрахункових даних, що не завжди можна зробити оперативно, а тому такий підхід не є дуже ефективним за різними точками зору.

Як правило, на прикінцевому етапі застосовується експеримент на геометрично подібних моделях у гідробасейнах або на відкритій воді, що також, в окремих випадках, призводить до коригування гідродинамічного компонування та повторних досліджень, які є дуже витратними.

Тому конструкторам потрібно вже на початкових стадіях проектування мати досить надійну інформацію про гідродинамічні навантаження на днища об'єктів, які розробляються.

Це можливо реалізувати за допомогою, перш за все, результатів аналітичних теорій.

Аналіз результатів досліджень і публікацій різних учених зі зазначеного напрямку (дивись, наприклад, роботи [1,2]) свідчить, що більшість із них використовує лінійну теорію, тому мають багато обмежень та припущень, неврахуванні іноді важливі аспекти, які суттєво можуть впливати, в окремих випадках, на кінцевий результат. Разом із цим, використовуючі їхні результати за основу та доповнюючи їх певним чином можна коректно скорегувати аналітичні залежності з врахуванням особливостей процесу й тим самим підвищити точність результатів зі збереженням оперативності отримання необхідної інформації, що дуже актуально та важливо.

Метою роботи є аналіз результатів аналітичних теорій Г. Вагнера, які викладено в роботі [3], Д. Пірсона – [4] й Г.В. Логвиновича – [5] для випадку двомірної постановки задачі під час автономного симетричного занурення плоскокілеватих тіл у нестисливу рідину до замиву скул із постійною швидкістю щодо одержання інформації про локальні гідродинамічні навантаження на них та можливості використання результатів,

які отримано, з метою оцінки локальної міцності днищ човнів швидкісних ТЗ ВБ у разі взаємодії із водною поверхнею зі застосуванням методичного апарата, який запропоновано авторами.

В подальшому проведемо короткий аналіз результатів аналітичних теорій, які згадано, а також порівняння результатів розрахунків із їхнім застосуванням для плоскокілеватих тіл та зробимо пропозиції щодо удосконалення методичного апарата з метою отримання необхідної інформації щодо локальних навантажень конструкцій днищ ТЗ ВБ під час взаємодії із водною поверхнею.

Слід підкреслити, що метою статті не є обговорення обмежень математичних моделей, припущень, які прийнято, моделей середовищ та ін., так як вони для даного випадку (постановки задачі) є, як правило, загальновідомими, а буде робитися акцент на розроблення пропозицій із вибору найбільш приємних аналітичних залежностей серед теорій, що розглянуто, та розроблення пропозицій щодо отримання із їхньою допомогою розрахункових гідродинамічних характеристик, які найбільш збігаються з експериментальними даними завдяки вдосконаленню методичного апарата.

Результати досліджень. Для теорій, які викладено в роботах [3-5], розрахунки передбачають отримання безрозмірних тисків $\bar{p}$, які розподілено вздовж щокі контуру відносно динамічного тиску

$$\bar{p} = \frac{2p}{\rho V_y^2}, \quad (1)$$

де p – розмірний тиск у конкретній точці контура; ρ – густина рідини, в яку занурюється контур; $V_y = V \sin \varphi$ – вертикальна швидкість занурення контура в рідину; V, φ – поступова швидкість ТЗ ВБ та кут його диферента відповідно.

В зв'язку з тим, що на практиці в разі створення ТЗ ВБ днища мають у більшості випадків обводи плоскокілеватого форми або близькі до них (рис.1), у подальшому будемо розглядати саме такі контури (типіві шпангоути).

Спочатку розглянемо результати теоретичних досліджень за теорією Д. Пірсона, яку викладено в роботі [4].

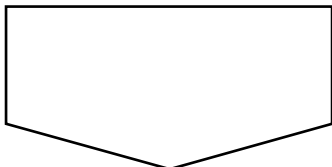


Рис.1. Геометрія контура

Згідно з роботою [4] безрозмірний тиск $\bar{p}$ уздовж щокі клину під час вертикального занурення з постійною швидкістю V_y для малих кутів кілеватості клину визначається наступною залежністю:

$$\bar{p} = \frac{2}{u\sqrt{1-\bar{z}^2}} - \frac{1}{\left(\frac{1}{1-\bar{z}^2}\right)^2 - 1} + 1, \quad (2)$$

де $\bar{z} = z/c$ – безрозмірна поточна координата відносно поверхні клина c , яку змочено, під час занурення; $u = \frac{V_y}{dc} dt = \frac{2tg\beta}{\pi}$ – співвідношення вертикальної швидкості занурення та швидкості «розширення» щокі плоскокілеватого клина.

З урахуванням зазначеного залежність (2) для випадку плоскокілеватого клина буде виглядати, як

$$\bar{p} = \frac{\pi}{tg\beta\sqrt{1-\bar{z}^2}} - \frac{1}{\left(\frac{1}{1-\bar{z}^2}\right)^2 - 1} + 1. \quad (3)$$

Аналіз залежності (3) дає наступне: максимальне значення тиску

$$\bar{p}_{\max} = u^{-2} + 2 = \frac{\pi^2}{4tg^2\beta} + 2 \quad (4)$$

в точці з координатою $\bar{z} = \sqrt{1-u^2} = \sqrt{1 - \frac{4tg^2\beta}{\pi^2}}$, (5)

а мінімальне значення тиску $\bar{p}_{\min}$ реалізується в точці з координатою $\bar{z} = 1 - 0,125u^2 = 1 - \frac{tg^2\beta}{2\pi^2}$. (6)

Надалі проаналізуємо аналогічну інформацію за теорією Г.В. Логвиновича.

Згідно роботи [5] розподіл безрозмірного тиску $\bar{p}$ уздовж щокі клина під час вертикального занурення з постійною швидкістю V_y для малих кутів кілеватості клину визначається наступною залежністю:

$$\bar{p} = \frac{2}{u\sqrt{1-\bar{z}^2}} - \frac{1}{1-\bar{z}^2} \quad (7)$$

або для випадку плоскокілеватого клина

$$\bar{p} = \frac{\pi}{tg\beta\sqrt{1-\bar{z}^2}} - \frac{1}{1-\bar{z}^2}. \quad (8)$$

Аналіз залежності (7) дає наступне: максимальне значення тиску

$$\bar{p}_{\max} = u^{-2} = \frac{\pi^2}{4tg^2\beta} \quad (9)$$

в точці з координатою

$$\bar{z} = 1 - \frac{u^2}{2} = 1 - \frac{2tg^2\beta}{\pi^2}, \quad (10)$$

а мінімальне значення тиску $\bar{p}_{\min}$ реалізується в точці з координатою

$$\bar{z} = 1 - 0,125u^2 = 1 - \frac{\operatorname{tg}^2 \beta}{2\pi^2}. \quad (11)$$

Порівняльний аналіз залежностей, які наведено, за двома теоріями показує, що величина $\bar{p}_{\max}$, яка отримується за теорією Д. Пірсона (4), відрізняється від аналогічної за теорією Г.В. Логвиновича (9) на дві одиниці, що складає відносно розходження результатів у діапазоні кутів кілеватості $10 - 60^\circ$ від 5,5 до 71%. У цьому разі, на аналогічну величину відрізняються результати розподілу тисків $\bar{p}$ (рис. 2) уздовж щоби клина в схожих точках за залежностями (3) та (8), де розрахунки виконано для плоскокілеватого клина з кутом $\beta = \frac{\pi}{8} = 22,5^\circ$, який дуже часто використовується в конструкції днищ човнів літальних апаратів (ЛІА) ВБ.

Як видно з рис. 2, за результатами розрахунків розподілу тисків $\bar{p}$ вздовж щоби клина за теоріями, які розглянуто, тиск за теорією Д. Пірсона наприкінці щоби прямує до нульового значення згідно роботи [9] в той час, коли за теорією Г.В. Логвиновича він там має від'ємне значення, яке не виявляється за результатами експериментальних досліджень.

У зв'язку з тим, що в разі аналізу локальної міцності, як правило, використовують максимальні значення тисків, які реалізуються під час взаємодії елементів днища човна ТЗ ВБ із водною поверхнею, на основі розрахункових даних, які отримано за залежностями (4) та (9) для $\bar{p}_{\max}$ на рис. 3, наведено дані для основного діапазону значень кутів зовнішньої поперечної кілеватості β вздовж їхніх днищ.

З метою оперативного отримання даних, які наведено нижче, подано аналітичні апроксимаційні залежності (12) з метою розрахунку $\bar{p}_{\max}$ згідно теорій Д. Пірсона та Г.В. Логвиновича відповідно:

$$\bar{p}_{\max} = 108,821 - 6,935\beta + 0,1654\beta^2 - 0,0016\beta^3, \quad (12)$$

$$\bar{p}_{\max} = 108,244 - 7,133\beta + 0,1749\beta^2 - 0,0018\beta^3$$

де кут β задається в градусах.

Слід зазначити, що всі аналітичні залежності, які подано вище, не враховують ефект подовжнього перетікання рідини на розподіл тисків, які існують реально.

З метою можливості поширення результатів рішення плоскої задачі на реальні компонування днищ надалі пропонується використати згідно робіт [1,6-8] метод плоских перетинів, сутність якого складається в аналогії між течіями в кожній площині під час глісирования тіла й занурення контура.

З метою наближеного урахування подовжнього перетікання рідини між перетинами для оцінки локального навантаження конструкції днища човна Г.В. Логвиновичем запропоновано використовувати відповідний коефіцієнт $\mu_{\beta\varphi}$ з роботи [5] для сталого глісирования

$$\mu_{\beta\varphi} = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \beta \varphi^2}{u^2}\right)^{-2} = \left(1 + \frac{\pi^2 \varphi^2}{4 \operatorname{tg} \beta}\right)^{-2}, \quad (13)$$

де φ – кут диферента лодки задається в радіанах; β – кут зовнішньої поперечної кілеватості в перетині.

Залежність, яку наведено (13), досить широко застосовується під час гідродинамічних розрахунків та надає можливість певним чином скорегувати результати гідродинамічних характеристик, які отримано. Саме цей коефіцієнт у якості множника пропонується використовувати у подальших дослідженнях.

Відомо, що у разі занурення в рідину контура, який має відповідну форму, виникає зустрічний рух вільної границі рідини завдяки підпору (відношення висоти підйому рідини щодо нижньої точки профілю до глибини занурення нижньої точки контура W_F) за двома боками контура, що

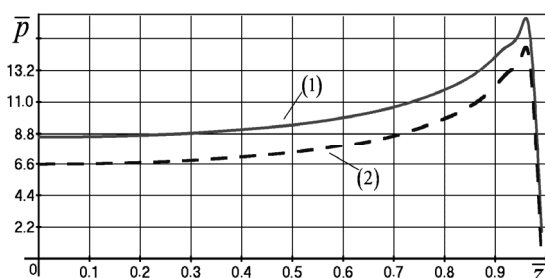


Рис. 2. Розподіл відносних тисків уздовж щоби клина з $\beta = 22,5^\circ$
1 – Д. Пірсон; 2 – Г.В. Логвинович

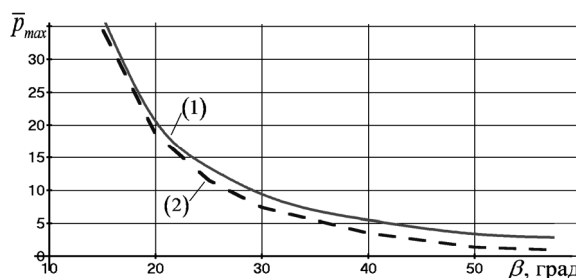


Рис. 3. Розподіл максимальних відносних тисків для клинів
різної кілеватості
1 – Д. Пірсон; 2 – Г.В. Логвинович

переходить у бризкові струмені й створює додатковий силовий вплив згідно робіт [1-6], на контур, який заглиблюється.

Із цієї причини кількісна оцінка підпора безумовно необхідна з метою визначення гідродинамічних характеристик тіл під час занурення й глісування, в тому числі на початковій стадії (до замиву скул), коли мають місце максимальні гідродинамічні навантаження.

Г. Вагнером у роботі [3] було запропоновано апроксимаційну залежність форми вільної поверхні в разі замикання границі підпору в точках поверхні контура, який змочено, де можна зневажити дією бризкового струменя

$$y = h\left(\frac{z}{c} \arcsin\left(\frac{c}{z}\right) - 1\right), \quad (14)$$

де $c = \frac{\pi}{2} \frac{h}{\tan \beta}$ – напівдовжина плоскокілеватого контура, який змочено, з врахуванням значення теоретичного підпору рідини.

Для малих кутів кілеватості β й більших чисел Фруда F_r (наближення невагомої рідини) Г. Вагнером отримано теоретичне значення підпору в разі занурення плоскокілеватого профілю, яке дорівнює $W_F = 0,5\pi$. У роботах [1,5] подається припущення про сталість значення $0,5\pi$ для підпору в разі занурення в невагому рідину плоскокілеватих клинів до кутів кілеватості $\beta \leq 45^\circ$.

З фізичної точки зору очевидно, що величина W_F повинна залежати від форми контура, кута кілеватості (в разі β , який близький до $0,5\pi$, підпір повинен зникати, тобто $W_F = 1$).

У зв'язку з відзначеним неодноразово здійснювалися спроби уточнення величини W_F із урахуванням впливу різних факторів згідно робіт [9-11]. Однак дотепер ставляться під сумнів кількісні значення підпору для невагомої рідини, які уточнювалися після робіт Г. Вагнера.

В роботі [10] показано, що основними параметрами, які обумовлюють рух вільної поверхні рідини, для досить загального класу контурів, що включає типові форми шпангоутів корпусів швидкісних ТЗ ВБ, є коефіцієнт повноти площі χ і кут кілеватості β частини контура, який змочено, на рівні незбуреної вільної поверхні, а також швидкість занурення. В разі деякого співвідношення цих параметрів вагомість рідини може істотно впливати на рух вільної поверхні. Для конкретної геометрії контура існує мінімальне значення числа

Фруда за глибиною занурення Fr_h , під час якого ефект зустрічного руху рідини не спостерігається.

Далі наведено методику, яка дозволяє уточнити кількісну оцінку підпору невагомої рідини в функції кута кілеватості для деякої базової форми контуру з використанням матеріалів згідно робіт [1,3,5,9-12] й урахуванням числа Fr_h , а також зміни коефіцієнта повноти площі χ контура й наступного визначення величини підпору під час занурення у вагому рідину контура довільної геометрії.

Значення підпору під час занурення в невагому рідину базового плоскокілеватого контура з кутами кілеватості $\beta < 85^\circ$ було отримано в результаті чисельного експерименту, за допомогою реалізації методом дискретних вихорів математичної моделі стосовно роботи [11] в нелінійній нестационарній постановці шляхом порівняння величин гідродинамічного навантаження, що розраховано й обмірювано.

На рис. 4 для різних кутів кілеватості β й коефіцієнта повноти площі контуру $\chi = 0,5$ (плоскокілеватий клин) на основі результатів робіт [11,12], які отримано, й узагальнення положень робіт [1,3,5,9,10] наведено залежність із метою визначення значень підпору W_{F_0} для невагомої рідини.

Рівняння для форми бортової поверхні за аналогією з (14) згідно роботи [3] отримано у вигляді

$$y = h\left(\frac{z}{c_1} \arcsin\left(\frac{c_1}{z}\right) - 1\right) \frac{c_1}{c}, \quad (15)$$

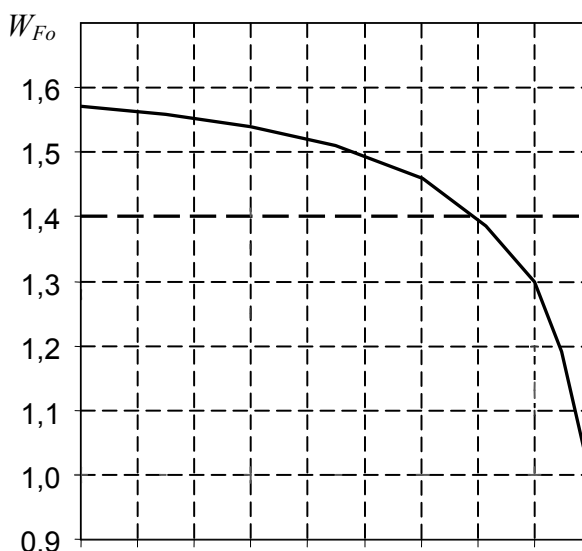


Рис. 4. Значення підпорів W_{F_0} для контурів під час занурення в невагому рідину, коли $\chi = 0,5$

де $c_1 = W_F \frac{h}{\lg \beta}$ коефіцієнт, який враховує підпір і геометрію контура; W_F – розрахунковий підпір рідини.

В залежності (15) замість теоретичного підпопу, який описано в роботах [3, 10], беруться його уточнені значення, які розраховуються в наступному порядку.

Для поточного кута кілеватості β контура (на рівні незбуреної поверхні рідини) й коефіцієнта повноти його площі χ за залежністю (аналогічно тій, яку наведено на рис. 4) визначається поточне значення підпопу W_{F_0} для невагомої рідини.

Для форми контура (шпангоута днища човна), який найчастіше зустрічається в практиці – плоскокілеватий, до кутів кілеватості $\beta \leq 75^\circ$ розрахунковий підпір рідини W_{F_0} за результатами роботи [12] (рис.4) може бути визначено з використанням полінома наступного виду:

$$W_{F_0} = \frac{\pi}{2} + 0,00332\beta - 0,11172\beta^2, \quad (16)$$

де β – кут кілеватості задається в радіанах.

З метою врахування впливу вагомості на ефект зустрічного руху рідини в методиці, яку запропоновано, використано рекомендації роботи [10]. У разі практичного використання підходу згідно цієї методики з графічного подання інформації, яку наведено на рис. 5, визначається значення коефіцієнта врахування впливу вагомості рідини v_g для конкретних параметрів контура.

Далі здійснюється розрахунок дійсного підпопу рідини з використанням залежності

$$W_F = v_g W_{F_0}. \quad (17)$$

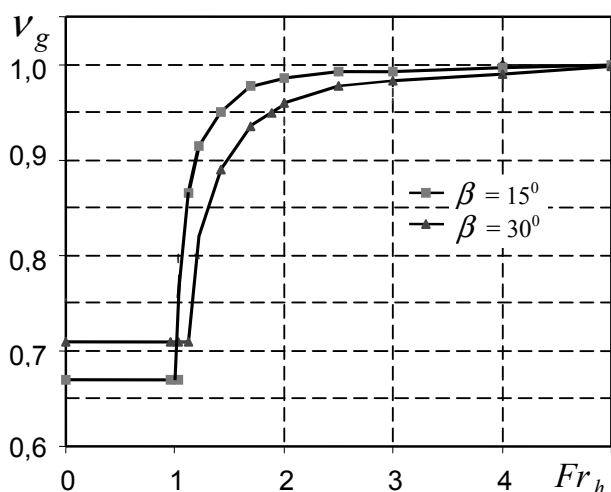


Рис. 5. Коефіцієнт впливу вагомості рідини в разі занурення контура

Результати, які отримано в такий спосіб, використовуються в рівнянні (15) в разі визначення геометрії зовнішньої вільної границі з метою наступних розрахунків гідродинамічних характеристик тіл під час їхнього занурення в рідину до замиву скул.

Крім того, з метою коригування результатів розрахунків розподілу тисків щодо поверхні контура, яку змочено, з врахуванням наведеного, необхідно величину u визначати для розглянутого випадку (плоскокілеватого клину), як

$$u = \frac{\lg \beta}{W_F}. \quad (18)$$

На основі аналізу, який проведено, надалі пропонується за теорією Д. Пірсона використовувати аналітичні залежності розрахунків розподілу тисків за змоченим контуром, результати за якою більш приємні для їхнього подальшого використання на практиці.

Відповідно до роботи [8] значення тисків p (безрозмірних коефіцієнтів тиску $\bar{p}$) у будь-якій точці профілю днища човна, який глісирує, можна визначити таким чином:

$$\begin{aligned} p_{\mu_{\beta\varphi}} &= p \mu_{\beta\varphi} \varphi^2 \\ \bar{p}_{\mu_{\beta\varphi}} &= \bar{p} \mu_{\beta\varphi} \varphi^2 \end{aligned} \quad (19)$$

де $p_{\mu_{\beta\varphi}}$, $\bar{p}_{\mu_{\beta\varphi}}$, – значення тисків (коефіцієнтів тисків) у конкретних точках перетину з урахуванням подовжнього перетікання, яке обумовлено поступовою швидкістю руху; p , $\bar{p}$ – значення відповідних параметрів, які визначено з (2-4) для конкретної геометрії контура.

Значення $p_{\mu_{\beta\varphi}}$, $\bar{p}_{\mu_{\beta\varphi}}$ у формулах (19) приведено до поступової швидкості руху V ТЗ ВБ

$$\bar{p} = \frac{2p\varphi^2}{\rho V_y^2}. \quad (20)$$

У формулах (19, 20) прийнято $\sin \varphi \approx \varphi$, зважаючи на невеликі значення експлуатаційних кутів диферента.

З метою можливості наступної оцінки локальної міцності елементів днищ човнів ТЗ ВБ за наявності вертикальної швидкості V_y пропонується в (19, 20) врахувати значення кута посадки θ . Припущення про малість кутів φ та θ в разі посадки на воду, як зазначено в роботах [7,8], дозволяє отримати такі залежності для $p_{\mu_{\beta\varphi}}$, $\bar{p}_{\mu_{\beta\varphi}}$:

$$\begin{aligned} p_{\mu_{\beta\varphi}} &= p \mu_{\beta\varphi} \\ \bar{p}_{\mu_{\beta\varphi}} &= \bar{p} \mu_{\beta\varphi} \end{aligned} \quad (21)$$

де $\alpha = \varphi + \theta$.

Як виходить з формули (21), в разі $\theta = 0^\circ$ ($V_y = 0$, режим глісування) формули (20) й (21) збігаються.

З метою врахування гідродинамічних характеристик під час хвилювання водної поверхні ТЗ ВБ пропонується на кінематичному рівні врахувати кут хвильового схилу в загальному значенні кінематичного параметру згідно роботи [13], який впливає на величину вертикальної швидкості V_y з рівняння для профіля циліндричної хвилі

$$y_e = \frac{h_e}{2} \sin \frac{2\pi}{\lambda_e} (x - x_{01}), \quad (22)$$

де y – ордината хвильової поверхні; x – поточна відстань від обраної точки відліку x_{01} ; λ_e, h_e – довжини хвилі та її висота відповідно.

В разі достатньо великої довжини хвилі ($\lambda_e/h_e \gg 1$), яка є характерною для реальної хвилі зибі, дозволено в розрахунках обмежуватися сталістю кута хвильового схилу α_e .

Наявність кута α_e призводить до зміни кінематичних параметрів, як-то: кута диферента φ й кута посадки (нахилу траєкторії) θ . Отже, в разі наведеного підходу фактично розглядається процес взаємодії днища човна ТЗ ВБ із похилою поверхнею рідини. За умовою можливих розв'язків задачі в такій постановці буде $\varphi = \alpha_e$, де φ – посадочний кут диферента.

Аналіз впливу кінематичних параметрів на максимальні навантаження згідно роботи [13] дозволяє зробити висновок, що найбільше гідродинамічне буде реалізовано в разі наявності максимального значення α_e для даного режиму руху $\alpha_{e, \max}$. Величину максимального кута хвильового схилу $\alpha_{e, \max}$ можливо отримати з рівняння регулярної циліндричної хвилі (22) шляхом його диференціювання

$$\alpha_{e, \max} = \arctg \left(\frac{h_e \pi}{\lambda_e} \cos \frac{2\pi}{\lambda_e} \right). \quad (23)$$

Тоді загальну величину кінематичного параметру α в рівнянні (21) може бути отримано у вигляді

$$\alpha = (\varphi + \theta + \gamma - \alpha_{e, \max}), \quad (24)$$

де γ – кут подовжньої кілеватості днища ТЗ ВБ.

З метою оцінки локальної міцності днищ човнів ТЗ ВБ та аналізу впливу різних кінематичних параметрів на їхнє навантаження в подальшому пропонується використовувати лише максимальні значення $p, \bar{p}$, які отримуються в розрахунках за залежностями (4 або 12), із врахуванням (13, 15-18, 21, 24).

Висновок

Аналіз та узагальнення матеріалу, який приведено в даній роботі, й запропонованого підходу дозволяють більш раціонально та оперативно підходити до питань вибору розрахункової силової схеми днищ човнів ТЗ ВБ під час їхнього проектування вже на початкових стадіях завдяки застосуванню вдосконаленого методичного апарата, що наведено, дати оцінки локальної міцності елементів конструкції, а також на основі результатів, які отримано, визначати експлуатаційний діапазон кінематичних параметрів із метою забезпечення безпеки їхньої експлуатації, що дуже важливо й актуально.

Список літератури

1. Логвинович Г.В. Гидродинамика течений со свободными границами. – К.: Наукова думка, 1969. – 209 с.
2. Егоров И.Т., Буньков М.М., Садовников Ю.М. Ходкость и мореходность глиссирующих судов. — Л.: Судостроение. — Wagner H. Uber Stoss-und Gleitvorgagne an der Oberfläche von Flüssigkeiten // ZAMM, 1932. — Н. 4. — Р. 193-215.
3. Pierson J.D. The penetration of a fluid surface by a wedge / J.D. Pierson // Inst. Aeronaut. — Science, 1950. — Rep. 381. — Р. 32.
4. Логвинович Г.В. Погружение профилей в жидкость, удар и глиссирование // Тр. ЦАГИ. — 1958. — Вып. 707. — 40 с.
5. Косоуров К.Ф. Теоретические основы гидроавиации. Гидромеханика гидросамолета. — М.: Воениздат, 1961. — 600 с.
6. Соколов В.А. О гидродинамической подъемной силе плоскокилеватых тел при движении с большими скоростями по волне // Сборник работ по гидродинамике / ЦАГИ. — М., 1959. — С. 183-210.
7. Тихонов А.И. Гидродинамические силы, действующие на плоскокилеватые пластины при неустановившемся глиссировании // Сборник работ по гидродинамике / ЦАГИ. — М., 1959. — С. 167-182.
8. Vorus W. A flat cylinder theory for vessel impact and steady planing resistance // Journal of Ship Research, 1996. — Vol. 40. — № 2. — Р. 89-106.
9. Осипов О.А. Определение гидродинамического давления при погружении контура в несжимаемую жидкость // Тр. ЦНИИ МФ, 1978. — Вып. 233. — С. 14-21.
10. Zhao R., Faltinsen O. Water entry two dimensional bodies // J. Fluid Mech. — 1993. — 246. — Р. 593-612.
11. Майборода А.Н., Расстригин А.А. Математические модели гидродинамики тел, пересекающих свободную поверхность жидкости // Наука и оборона — Расстригин О.О. Методика визначення підпору та форми вільної границі при зануренні контурів у рідину на неповну змочену конструктивну ширину / Зб. наук. праць ЦНДІ ОБТ ЗС України. — 2008. — № 21. — С. 123-128.
12. Майборода О.М. Расстригин О.О., Кумпаненко В.М. Деякі особливості реалізації нелінійної математичної моделі для розрахунку гідродинамічних характеристик днища літака-амфібії при посадці на регулярну хвилю зибі / Зб. наук. праць ЦНДІ ОБТ ЗС України. — 2001. — № 9. — С. 54-60.

УДК 534.3

О.Ю. ШАМАРІН, О.С. ІСАЄНКО, інженери (Центр. наук.-дослід. ін-т озброєння та військової техніки
Збройних Сил України, м. Київ)

АНАЛІЗ ГІДРОАКУСТИЧНОГО ОЗБРОЄННЯ КОРАБЛЯ ПРОТИЧОВНОВОЇ ОБОРОНИ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Запропоновано універсальний числовий метод гладкооболонкової апроксимації вафельної обшивки біконічного відсіку головного обтічника рідинних ракет-носіїв. Техніку «згладжування» проілюстровано на прикладі визначення методом кінцевих елементів жорсткості та інерційно-масових характеристик ортотропної гладкооболонкової моделі типової біконічної секції створки з метою проведення амплітудно-частотного аналізу головного обтічника.

Предложен универсальный численный метод гладкооболочечной аппроксимации вафельной обшивки биконического отсека головного обтекателя жидкостных ракет-носителей. Техника «сглаживания» проиллюстрирована на примере определения методом конечных элементов жесткости и инерционно-массовых характеристик ортотропной гладкооболочечной модели типовой биконической секции створки для проведения амплитудно-частотного анализа головного обтекателя.

Вступ. Основне завдання корабля протичовнової оборони полягає в моніторингу підводної обстановки, пошуку й локалізації підводних човнів (ПЧ) та надмалих підводних човнів (НМПЧ), згідно робіт [1, 2].

У повній комплектації пошуковий гідроакустичний комплекс висвітлення підводної ситуації корабля протичовнової оборони, складається з наступних частин, як зазначено в роботі [3]:

1. Корабельна гідроакустична станція (ГАС) із акустичною антеною, яку розташовано в бульбовому (підкільовому) обтічнику.

2. Активно-пасивна ГАС із гнучкою протяжною антеною, яка буксирується (ГПБА).

3. ГАС із акустичною антеною, що опускається.

4. Вертолітна ГАС, яку розташовано на вертольоті корабельного базування.

5. Пасивні й активні радіогідроакустичні буї у комплекті з прийомною апаратурою.

Побудова комплексу – модульна. Це означає, що всі п'ять елементів системи працюють індивідуально й передають інформацію на центральний пульт управління кораблем.

Це збільшує живучість і ремонтпридатність комплексу в бойовій обстановці за рахунок збільшення можливостей модульного ремонту й незалежного дублювання гідроакустичних систем

висвітлення підводної бойової ситуації, як зазначено в роботі [4].

Основна частина. Згідно роботи [5] розглянемо сучасні вимоги, які пред'являються до пошукового гідроакустичного озброєння.

Корабельну ГАС корабля класу корвет з акустичною антеною, яку розташовано в бульбовому (підкільовому) обтічнику, призначено для виявлення й супроводу ПЧ в ближній від корабля зоні й видачу цілевказівки зброї.

Дальність дії такої станції обмежено, насамперед, умовами роботи гідроакустичної антени. В цьому випадку присутні три основних обмеження:

- необхідність узгодження місця розміщення антени, розмірів і форми її обтічника з обводами корабля, які, в свою чергу, диктуються вимогами до ходовості й морехідності корабля;

- рівнем власних шумів і вібрацій корабля, які виникають внаслідок роботи механізмів й обтікання корпусу в разі руху корабля;

- нестабільної гідрології приповерхневого шару води.

В табл. 1 представлено основні тактико-технічні характеристики ГАС корабля класу корвет з акустичною антеною, яку розташовано в корпусі корабля. За складання табл.1 було враховано тенденції розвитку передбачуваних цілей, світовий

Таблиця 1. Тактико-технічні характеристики гідроакустичної станції з антеною в корпусі корабля

№ п/п	Параметр	Значення
1	2	3
1.	Енергетична дальність дії у режимі гідролокації, км: ПЧ із еквівалентним радіусом $R_3 = 20$ м; ПЧ із еквівалентним радіусом $R_3 = 10$ м; НМПЧ із еквівалентним радіусом $R_3 = 2 \div 3$ м	25 15 3
2.	Дальність виявлення торпед, км: - у режимі виявлення гідроакустичних сигналів (ВГС) у діапазоні частот 30...60 кГц із імовірністю 0,9; - у режимі шумопеленгування, в разі швидкості ходу торпеди не менш 40 вузлів і глибини ходу 5...10 м	4 6
3.	Імовірність помилкової тривоги	0,1
4.	Середньоквадратичні похибки визначення координат ПЧ на дальності $0,8D_{\max}$ не перевищує: - за пеленгом - за радіальною швидкістю	1 2° 1,5 м/с
5.	Сумарна споживана потужність, кВт	30
6.	Час безперервної роботи, год	72

Таблиця 2. Тактико-технічні характеристики активно-пасивної гідроакустичної станції із гнучкою протяжною антеною, яка буксирується

№ п/п	Параметр	Значення
1	2	3
1.	Дальність виявлення ПЧ у режимі лунопеленгування з еквівалентним радіусом не менше 8 м, км: - у мілкому морі - у глибокому морі	≥ 20 ≤ 50
2.	Дальність виявлення цілей у режимі шумопеленгування, км: - ЧП (за дискретними складовими) у діапазоні частот до 500 Гц - торпед із приведеною шумністю 2 Па/Гц - надводних кораблів із приведеною шумністю 10 Па/Гц	до 50 до 15 до 70
3.	Точність пеленгування в режимах лунопеленгування та шумопеленгування	$\pm 2^\circ$
4.	Масогабаритні характеристики: - діаметр, мм - довжина, м - маса, кг	~85 ~280 1500
5.	Глибина буксирування, м	50–250
6.	Швидкість буксирування, вузлів	10
7.	Зусилля буксирування, кН	~8
8.	Повний ресурс до заводського ремонту, годин	10000
9.	Термін служби, років	10

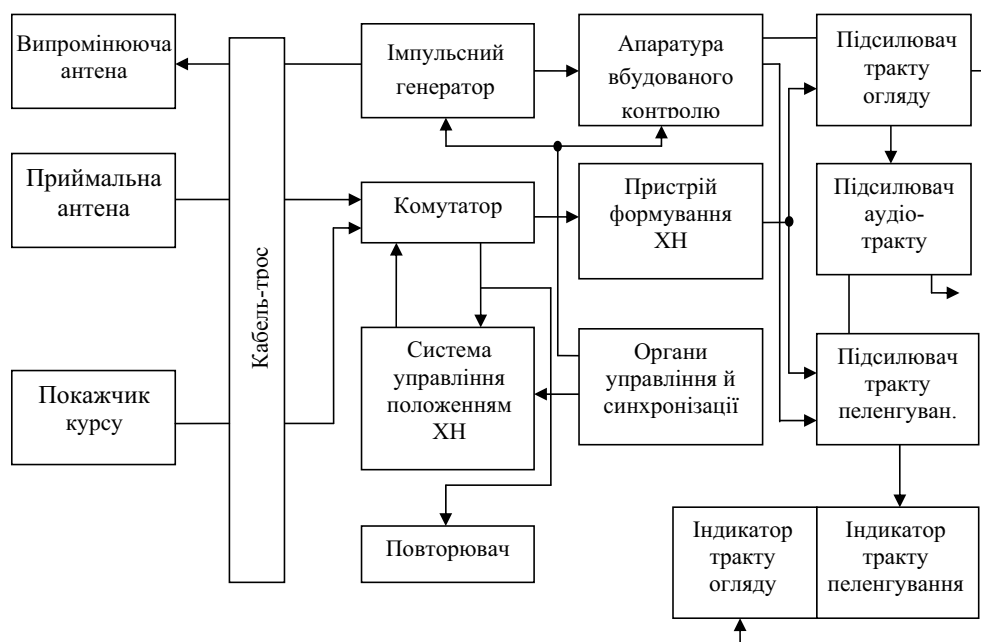


Рис. 1. Блок-схема гідроакустичної станції із акустичною антеною, що опускається

досвід проектування даного типу гідроакустичного озброєння й засобів ураження, які виявлено кораблями даного типу.

За виконання завдання дальнього моніторингу підводної обстановки в разі значного віддалення від берега доцільніше застосування активно-пасивної ГАС із ГПБА.

У рамках виконання робіт із створення гідроакустичного озброєння корвета проекту 58250, було запропоновано активно-пасивну ГАС із ГПБА української розробки, що має основні тактико-технічні характеристики, представлені в табл. 2.

Одночасно з наявною перевагою, яка виражається в значній дальності виявлення цілей, ГАС із ГПБА має й суттєві недоліки. Насамперед це обмеження маневру корабля за використання ГПБА.

ГАС з акустичною антеною, що опускається, кораблю класу корвет призначено для виявлення ПЧ, які знаходяться в підводному положенні, встановлення їхніх координат і видачу даних цілевказівок у систему управління протичовновою зброєю корабля.

Робота станції здійснюється на стопі корабля. Як правило, кораблі з таким гідроакустичним озброєнням використовуються під час патрулювання у встановленому районі.

Опускний пристрій станції занурюється у воду на кабель-тросі на різну глибину в залежності від гідрологічної обстановки з метою отримання найкращих умов для розповсюдження звукового

проміня. Завдяки можливості вибору оптимальних гідрологічних умов і мінімізації власних фізичних полів корабля, які впливають на роботу гідроакустичної антени, досягається значна дальність виявлення цілей.

Розглянемо детально роботу станції, блок-схему якої представлено на рис. 1.

Станція має наступні режими роботи: шумопеленгування; ручний супровід; лунопеленгування; пошук, який автоматизовано; пошук, який автоматизовано; контроль.

У разі роботи в активному режимі використовується неспрямоване в горизонтальній площині випромінювання імпульсів, що зондують, яке здійснює випромінююча антена, а прийом акустичних відгуків відбувається за допомогою прийомної антени.

В станції використовується спрямований круговий або секційний прийом. З метою забезпечення режима оглядання в станції за допомогою пристрою формування характеристик спрямованості відтворюються п'ять із них завширшки 72° або п'ять завширшки 25° (у секторі 125°).

З метою забезпечення режима пеленгування формуються дві характеристики – сумарна й різницева. За виявлення й пеленгування характеристики орієнтовано нерухомо друг відносно друга. Орієнтацію їхню показано на рис. 2.

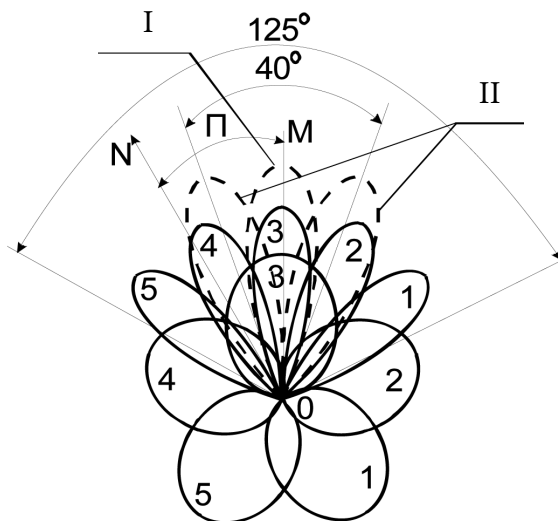


Рис. 2. Орієнтація сумарної і різницевої характеристик тракту пеленгування: I – сумарна; II – різницева

З рис. 2 видно, що вісь характеристики спрямованості тракту пеленгування ОМ збігається з віссю характеристики спрямованості третього каналу тракту огляду (за секторним й круговим оглядами).

В пасивному режимі огляд акваторії здійснюється за автоматичним прийомом: рівномірним обертанням сумарної характеристики спрямованості з швидкістю 2 об/хв.

Управління положенням характеристик спрямованості й стабілізація його здійснюється за допомогою індукційного комутатора й відповідної системи.

З метою стабілізації положення характеристик спрямованості використовується сигнал із виходу приладу показчика курсу, який розташований в пристрої, що занурюється.

Крім того, прилад показчика курсу призначено з метою визначення орієнтації пристрою, який занурено, що необхідно для відпрацювання пеленга на ціль.

За оглядом простору (пасивний та активний режими) пеленгування ведеться максимальним методом.

Наявність цілі фіксується за максимумом напруги на виході приймально-підсилювального тракту, що буде розвиватися на виході приймально-підсилювального тракту за збігом вісі характеристики спрямованості з напрямком на ціль.

У активному режимі за круговим та секторним оглядом проводиться встановлення номера каналу, в якому спостерігається максимум сигналу.

Обробка й посилення сигналів, які прийнято в активному режимі, здійснюється 5-канальним підсилювачем тракту огляду.

В кожному з підсилювачів обробляється сигнал, який прийнято з певного напрямку, тому що кожний канал посилення пов'язано з однією з 5-ти характеристик спрямованості.

З метою точного виміру пеленга цілі в активному та пасивному режимах застосовано фазовий метод пеленгування з сумарно-різницевою обробкою сигналу, який засновано за перетворенням напруги 2-х груп прийомних елементів, що відрізняються за фазою, в дві синфазні напруги (сумарна та різницева) з різними амплітудами, величина яких залежить від кута зрушення фаз звукових коливань, що приходять до прийомних елементів.

Вимірювання пеленга проводиться в момент рівності нулю різницевої напруги. За цим вісь характеристики спрямованості пеленгування направлено на ціль.

Під час пеленгування цілі обробка сигналів, які прийнято, здійснюється підсилювачем тракту пеленгування, що складається з підсумовуючого й відлічуючого трансформаторів, які формують сумарну й різницеву характеристики спрямованості та двох каналів підсилювання.

З метою індикації сигналів у всіх режимах застосовується та сама електронно-променева трубка, що має п'ять променів із незалежним управлінням.

З метою індикації сигналів за оглядом простору в активному режимі використовується індикатор

із розгорненням за дальністю й амплітудною оцінкою, за якою фіксується наявність цілі.

В разі виявлення цілі в пасивному режимі з метою індикації використовуються сигнали з виходу сумарного каналу підсилювача тракту пеленгування, які надходять на індикатор із розгортанням за пеленгом й амплітудній оцінці.

З метою індикації сигналів і формування розгортань у разі огляду простору в режимі луно- й шумопеленгування використовуються чотири промені електронної трубки («індикатор тракту огляду»).

В разі пеленгування (активний та пасивний режими) як індикатор застосовано індикатор відхилення пеленга, на якому фіксується кут відхилення вісі характеристик спрямованості пеленгування від напрямку на об'єкт, що пеленгується.

Пеленгування здійснюється поворотом характеристики тракту пеленгування в таке положення, за яким відмітка від цілі на екрані буде займати вертикальне положення.

З метою індикації сигналів під час пеленгування використовується п'ятий промінь трубки («індикатор тракту пеленгування»). З метою підвищення точності відліку застосовуються електронні візирі пеленга й дальності.

Одночасно з візуальною індикацією в станції здійснюється слухова індикація сигналів, які прийнято.

Підсилювач тракту слухової індикації перетворює й підсилює сигнал до рівня, який необхідно для їхнього нормального прослуховування.

В пасивному режимі прослуховуються сигнали з виходу сумарного каналу підсилювача тракту пеленгування, а в активному режимі здійснюється одночасне прослуховування сигналів із виходу п'яти каналів підсилювача тракту огляду.

Наявність цілі фіксується за перевищенням рівня сигналу від цілі над рівнем перешкод у гучномовцях або телефонах.

Контроль функціонування основних трактів станції забезпечується апаратурою контролю, який вбудовано.

Перемикання станції із режиму в режим, синхронізація й управління роботою всіх трактів і станції в цілому здійснюється органами управління й синхронізації.

З метою дистанційної передачі координат виявлення цілі (пеленг, дальність) є повторювач. Передача даних здійснюється за командою оператора, після суміщення візирів дальності й пеленга з відмітками цілі на екрані приладу управління й індикації.



Рис. 3. Схема електричних з'єднань гідроакустичною станцією з антеною, що опускається

Час однократного огляду в пасивному режимі – 30, а в активному – 7,5; 15 або 30 с (у залежності від шкали дальності), за круговим оглядом – 45; 65 або 110 с, за секторним оглядом відповідно.

В станції передбачено:

- три шкали (три діапазони) дальностей (5, 10 і 20 км), які вимірювано;
- п'ять еталонів робочих частот;
- чотири тривалості імпульсів (14, 35, 70 і 100 с), які випромінювано.

Максимальна глибина занурення пристрою, що опускається – 150 м.

Дальність, яка забезпечується станцією, дорівнює 8 км за ізотермією й 16 км за аномалією розповсюдження $A = 15$ дБ, для рівня шуму $P_{\text{ш0}} = 0,02$ бар, за силою цілі $T = 30$ дБ.

Середня приладова похибка визначення пеленга не більше 2° , середня приладова похибка визначення дальності за шкалою 10 км – не більше 150 м.

Схему електричних з'єднань ГАС із антеною, що опускається, представлено на рис. 3.

До складу станції входять:

1. Бортова апаратура:

- прилад цифрової обробки даних, управління й відображення;
- генераторний пристрій;
- струмознімач;
- пристрій комутації зі забортною апаратурою.

2. Забортна апаратура в контейнері, що опускається:

- приймальна антена;
- випромінююча антена;
- пристрій обробки аналогових сигналів;
- компасний пристрій.

Висновки

Перевага цієї станції полягає в тому, що вона ідентична вертолітній гідроакустичній станції. Крім уніфікації, у представленій станції є ще одна особливість: це низькі масогабаритні показники, що дає можливість розміщувати її на швидкохідних катерах і, тим самим, оперативно реагувати на ймовірну погрозу.

Враховуючи те, що водотоннажність існуючих протичовнових кораблів Військово-Морських Сил Збройних Сил України та кораблів, що проектується, не дозволяє встановити повний комплект засобів пошуку підводних човнів, перед розробниками постає задача створення кораблів із вузькою спеціалізацією: кораблі для дальнього моніторингу водного простору, кораблі охорони середньої зони та кораблі протидії підводній загрозі й видача цілевказівок іншим засобам.

Список літератури

1. Шамарин Ю.Е. Корабельные гидроакустические станции / Ю.Е. Шамарин, А.Ю. Шамарин // 36. наук. праць УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – № 6. – С. 123-132.
2. Заблоцкий В.П. Боевые корабли и суда Украины (Краткий справочник) / В.П. Заблоцкий, В.В. Костюченко. – К.: ДП «Флагман-А», 2007. – 48 с.
3. Корякин Ю.А. Российская гидроакустика: современный этап развития / Ю.А. Корякин, С.А. Смирнов, А.М. Дымшиц // Науч.-технич. сб. «Гидроакустика». – 2000. – Вып. 2. – С. 1-5.
4. Шамарин А.Ю. Гидроакустические станции надводных кораблей / А.Ю. Шамарин // Портовые технологии и техника мореплавания. Сб. науч. тр. Одесской нац. морской акад. – Спец. выпуск. – Одесса: ОНМА, 2007. – С. 175-179.
5. Шамарин Ю.Е. Гидроакустические средства надводных кораблей / Ю.Е. Шамарин, В.Н. Алексеенко, А.Ю. Шамарин // Технологич. системы. – 2012. – № 1. – С. 5-9.

УДК 629.7.023:629.76:531.3

А.С. КОНЮХОВ (Нац. техн. ун-т Украины «Киевский политехнический институт»),
Е.В. ТОЛУБКО (Центр. науч.-исслед. ин-т Вооруженных Сил Украины, г. Киев), кандидаты техн. наук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ И ИНЕРЦИОННО-МАССОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРТОТРОПНОЙ ГЛАДКОБОЛОЧЕЧНОЙ МОДЕЛИ БИКОНИЧЕСКОЙ СЕКЦИИ СТВОРКИ ГОЛОВНОГО ОБТЕКАТЕЛЯ

Предложен универсальный численный метод гладкооболочечной аппроксимации вафельной обшивки биконического отсека головного обтекателя жидкостных ракет-носителей. Техника «сглаживания» проиллюстрирована на примере определения методом конечных элементов жесткости и инерционно-массовых характеристик ортотропной гладкооболочечной модели типовой биконической секции створки для проведения амплитудно-частотного анализа головного обтекателя.

Запропоновано універсальний числовий метод гладкооболонкової апроксимації вафельної обшивки біконічного відсіку головного обтічника рідинних ракет-носіїв. Техніку «згладжування» проілюстровано на прикладі визначення методом кінцевих елементів жорсткості та інерційно-масових характеристик ортотропної гладкооболонкової моделі типової біконічної секції створки з метою проведення амплітудно-частотного аналізу головного обтічника.

Введение. Построение рациональных динамических моделей современных жидкостных ракет-носителей (РН) содержит, как правило, элементы эвристики в работах [1-3]. Адекватность модели определяется сравнением данных расчетного исследования, полученных для разных степеней идеализации исходного объекта. Принимаемые к рассмотрению динамические модели РН зависят от используемых гипотез и упрощающих предположений, в том числе от аппроксимации геометрии элементов РН. Цилиндрическая и биконическая секции головного обтекателя (ГО) РН выполнены в виде тонкостенных оболочечных конструкций вафельного типа с продольным (стрингеры) и поперечным (шпангоуты) подкреплением, образующим множество ячеек регулярной структуры на внутренней поверхности оболочек.

Задача исследования упругой динамики створок ГО с исходной детализацией геометрии секций оболочки при построении динамической модели РН не осуществима на современном уровне развития вычислительной техники. В этой связи предлагается рациональная упрощающая аппроксимация геометрии оболочечных элементов вафельного типа гладкооболочечными аналогами с

использованием условий эквивалентности жесткости и инерционно – массовых характеристик. Такой подход позволяет отказаться от привлечения неоправданно больших вычислительных ресурсов при математическом моделировании динамики ГО на основе трехмерных конечных элементов (КЭ), как описано в работе [4]. Представление имитационной модели ГО с аппроксимацией биконической секции гладкими оболочками ориентировано на использование двумерных оболочечных КЭ, что обеспечивает эффективность расчетного исследования динамики ГО в рамках принятой модели.

Цель работы состоит в создании адекватной модели конструктивно-ортотропной гладкой оболочки с жесткостью и инерционно-массовыми характеристиками, эквивалентными соответствующим величинам подкрепленной оболочки вафельного типа биконической секции створки ГО, а также в разработке методики расчета параметров приведения.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования рассматривается створка ГО, состоящая из четырех отсеков K_2-K_4 биконической (рис. 1а) и цилиндрической секций, также разделенная на четыре отсека C_1-C_4 . Отсеки створок ГО являются



Рис.1. Общий вид створки головного обтекателя РН (а) и фото фрагмента его биконической секции (б)

тонкостенными оболочками вафельного типа, имеющими подкрепление силовыми шпангоутами. Вспомогательные стрингеры и шпангоуты (рис. 1 б), образуют множество однородных ячеек прямоугольной и трапециевидальной формы для обеспечения жесткости оболочек створок ГО вдоль его продольной оси и в окружном направлении. Сетка вспомогательных подкрепляющих элементов оболочки биконической секции ортогональная, совпадает с линиями главной кривизны ее отсеков и расположена несимметрично относительно срединной поверхности тонкого слоя обшивки ГО. На всех участках секций K_2-K_4 и $Ц_1-Ц_4$ ГО имеет место равномерное распределение ячеек (рис. 2) на внутренней поверхности оболочки. Геометрические размеры вспомогательных подкрепляющих элементов типовой ячейки биконической секции указаны в табл. 1 на примере отсека K_4 . Секция K_1

створок ГО имеет отличное от секций K_2-K_4 конструктивное исполнение (рис. 1 а) и в данной работе не рассматривается. Приведение к гладкооболочечным аналогам для цилиндрических секций $Ц_1-Ц_4$ створок ГО рассмотрено в работе [5].

Материал оболочек биконической и цилиндрической секций створок ГО – алюминиевый сплав АМгбМ с известными упругими и массовыми характеристиками: $E = 0,7 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$ – модуль упругости; $\mu = 0,227$ – коэффициент Пуассона; $\rho = 2640 \text{ кг/м}^3$ – плотность.

Для замены какой-либо части подкрепленной биконической оболочки в пределах конических отсеков K_2-K_4 ГО с малым (до 60°) углом раствора конуса, как сказано в работе [1], эквивалентной гладкой оболочки с постоянными жесткости и инерционно-массовыми характеристиками, автор ввел гипотезу об однородности размещения

Таблица 1. Геометрические размеры вспомогательных подкрепляющих элементов отсека K_4

Наименование отсека	Высота стрингера, $H_{всп.стр.}^{(K...)}$, мм	Толщина стрингера, $B_{всп.стр.}^{(K...)}$, мм	Длина стрингера, $L_{всп.стр.}^{(K...)}$, мм
K_4	7,5	3	130

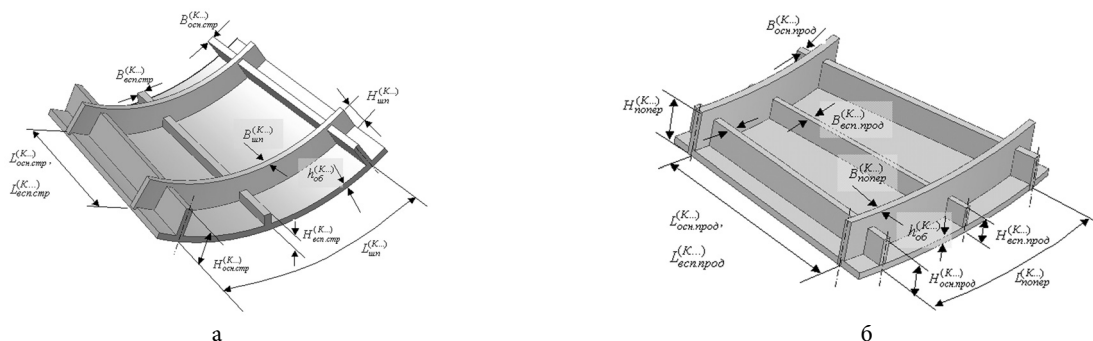


Рис. 2. Обобщенная конструкция ячейки вафельной оболочки отсеков K_2-K_4 биконической секции створки ГО (а) и ее плоский прототип – аналог (б)

топологической структуры ячеек (рис. 2а). При определении параметров эквивалентной гладкой оболочки для каждого конического отсека проведены определенные изменения в модели конструкции типового фрагмента подкрепленной оболочки. Конструкция фрагмента K -го отсека малой кривизны представлена ячейкой плоского прототипа – аналога вафельной оболочки (в отличие от исходной конструкции) прямоугольной формы (рис. 2). Этого достигали путем установления постоянной длины поперечного ребра ячейки, которая для всех ячеек рассматриваемого K -го отсека будет иметь величину $L_{\text{nonep}}^{(K...)}$, рассчитываемую по следующей формуле:

$$L_{\text{nonep}}^{(K...)} = \frac{1}{2} (L_{\text{nonep.min}}^{(K...)} + L_{\text{nonep.max}}^{(K...)}), \quad (1)$$

где $L_{\text{nonep.min}}^{(K...)}$ и $L_{\text{nonep.max}}^{(K...)}$ – минимальная и максимальная длины поперечного ребра типового фрагмента в пределах рассматриваемых отсеков K_2 – K_4 .

Для расчета параметров жесткости и инерционно – массовых характеристик эквивалентной гладкой оболочки биконической секции ГО вафельной конструкции с циклической симметрией геометрии вспомогательных стрингеров и шпангоутов в окружном и продольном направлениях рассмотрены соответствующий типовой фрагмент плоского прототипа – аналога (рис. 2б) с приведенным геометрическим размером длины поперечного ребра ячейки $L_{\text{nonep.const}}^{(K...)}$.

В качестве критерия оценки соответствия величины жесткости и инерционно-массовых характеристик выходной секции оболочки ГО с изотропными упругими свойствами материала и гладкой эквивалентной конструкцией оболочки ГО с ортотропными упругими свойствами материала выбрали равенство величин собственных частот и типов форм колебаний плоского прототипа – аналога фрагмента подкрепленной вафельной оболочки биконического типа биконической секции ГО с габаритными размерами $L_{\text{всп.прод}}^{(K...)}$ в продольном и $L_{\text{nonep}}^{(K...)}$ в поперечном направлениях (рис. 2а).

Поскольку подкрепленные оболочки отсеков биконической секции ГО имеют явно выраженные различия характеристик жесткости в продольных и поперечных направлениях, то является очевидным, что эквивалентный материал гладкой оболочки (рис. 3), сохраняющий свойства жесткости подкрепленной оболочки, должен обладать свойствами ортотропии.

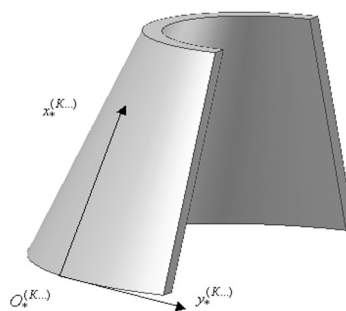


Рис. 3. Продольное ($O_*^{(K...)} x_*^{(K...)}$) и поперечное ($O_*^{(K...)} y_*^{(K...)}$) направления оболочки отсека $K...$ биконической секции

Для расчетных упругих постоянных ортотропного материала эквивалентных гладких оболочек ввели следующие обозначения: $E_{\text{экв.1}}^{(K...)}$ и $\mu_{\text{экв.1}}^{(K...)}$ – модуль упругости и коэффициент Пуассона для продольного направления эквивалентной ортотропной гладкой оболочки K -го отсека; $E_{\text{экв.2}}^{(K...)}$ и $\mu_{\text{экв.2}}^{(K...)}$ – модуль упругости и коэффициент Пуассона для поперечного направления эквивалентной ортотропной гладкой оболочки K -го отсека.

Геометрические и инерционные характеристики эквивалентных ортотропных гладких оболочек различных отсеков биконической секции описывали с помощью двух параметров: $h_{\text{экв}}^{(K...)}$ – толщина эквивалентной ортотропной гладкой оболочки в пределах отсека; $\rho_{\text{экв}}^{(K...)}$ – плотность материала эквивалентной ортотропной гладкой оболочки в пределах отсека. Здесь и далее верхний индекс указывает наименование отсека биконической секции, для которого вводились данные обозначения.

Характеристики жесткости эквивалентных ортотропных гладких оболочек представлены соотношениями

$$D_{\text{экв.изг.1}}^{(K...)} = \frac{E_{\text{экв.1}}^{(K...)} (h_{\text{экв}}^{(K...)})^3}{12(1 - \mu_{\text{экв.1}}^{(K...)} \mu_{\text{экв.2}}^{(K...)})}; \quad D_{\text{экв.раст.1}}^{(K...)} = \frac{E_{\text{экв.1}}^{(K...)} h_{\text{экв}}^{(K...)}}{1 - \mu_{\text{экв.1}}^{(K...)} \mu_{\text{экв.2}}^{(K...)}}; \quad (2)$$

$$D_{\text{экв.изг.2}}^{(K...)} = \frac{E_{\text{экв.2}}^{(K...)} (h_{\text{экв}}^{(K...)})^3}{12(1 - \mu_{\text{экв.1}}^{(K...)} \mu_{\text{экв.2}}^{(K...)})}; \quad D_{\text{экв.раст.2}}^{(K...)} = \frac{E_{\text{экв.2}}^{(K...)} h_{\text{экв}}^{(K...)}}{1 - \mu_{\text{экв.1}}^{(K...)} \mu_{\text{экв.2}}^{(K...)}}; \quad (3)$$

где $D_{\text{экв.изг.1}}^{(K...)}$, $D_{\text{экв.изг.2}}^{(K...)}$ – жесткость погонная изгиба в продольном и поперечном направлениях (рис. 3) эквивалентной гладкой ортотропной оболочки; $D_{\text{экв.раст.2}}^{(K...)}$, $D_{\text{экв.раст.1}}^{(K...)}$ – жесткость погонная на растяжение в продольном и поперечном направлениях эквивалентной гладкой ортотропной оболочки.

Считая, что конструктивные элементы вспомогательных шпангоутов и стрингеров равномерно распределены по поверхности подкрепленной оболочки биконической секции створок ГО, определение податливостей $\delta_{\text{раст.1}}^{(o)}$, $\delta_{\text{раст.2}}^{(o)}$ и $\delta_{\text{изг.1}}^{(o)}$, $\delta_{\text{изг.2}}^{(o)}$

соответствующих им жесткостей на растяжение и изгиб в продольном и поперечном направлениях расправленного фрагмента ($L_{\text{фр. прод}}^{(II)}$ х $L_{\text{фр. попер}}^{(II)}$) подкрепленной оболочки определены по формулам:

$$\delta_{\text{раст.1}}^{(II)} = \frac{L_{\text{фр. прод}}^{(II)}}{L_{\text{фр. попер}}^{(II)} D_{\text{раст.1}}^{(II)}}; \quad \delta_{\text{изг.1}}^{(II)} = \frac{(L_{\text{фр. прод}}^{(II)})^3}{12 L_{\text{фр. попер}}^{(II)} D_{\text{изг.1}}^{(II)}}; \quad (4)$$

$$\delta_{\text{раст.2}}^{(II)} = \frac{L_{\text{фр. прод}}^{(II)}}{L_{\text{фр. попер}}^{(II)} D_{\text{раст.2}}^{(II)}}; \quad \delta_{\text{изг.2}}^{(II)} = \frac{(L_{\text{фр. прод}}^{(II)})^3}{12 L_{\text{фр. попер}}^{(II)} D_{\text{изг.2}}^{(II)}}; \quad (5)$$

где $D_{\text{раст.1}}^{(II)}$, $D_{\text{раст.2}}^{(II)}$ и $D_{\text{изг.1}}^{(II)}$, $D_{\text{изг.2}}^{(II)}$ – жесткости погонные на растяжение и изгиб в продольном и поперечном направлениях фрагмента подкрепленной оболочки.

Численные значения податливостей на растяжение $\delta_{\text{раст.1}}^{(o)}$, $\delta_{\text{раст.2}}^{(o)}$ и изгиб $\delta_{\text{изг.1}}^{(o)}$, $\delta_{\text{изг.2}}^{(o)}$ для продольного и поперечного направлений расправленного фрагмента подкрепленной оболочки можно определить с помощью системы инженерного анализа работы [5] согласно схемам силовой нагрузки, показанным на рис. 4, по следующим правилам:

$$\delta_{\text{изг.1}}^{(o)} = u_{z*} \Big|_{\overline{P}_{z*}} = 1; \quad \delta_{\text{раст.1}}^{(o)} = u_{x*} \Big|_{\overline{P}_{x*}} = 1; \quad \delta_{\text{изг.2}}^{(o)} = u_{y*} \Big|_{\overline{P}_{y*}} = 1; \quad \delta_{\text{раст.2}}^{(o)} = u_{z*} \Big|_{\overline{P}_{z*}} = 1; \quad (6)$$

где $\overline{P}_{x*}$, $\overline{P}_{y*}$ и u_{x*} , u_{y*} – единичные силы и вызванные ими перемещения в направлении оси $Ox_*^{(o)}$, $Oy_*^{(o)}$ соответственно (рис. 4 а, б); $\overline{P}_{z*}$ и u_{z*} – единичная сила и вызванные ею перемещения в направлении оси $Oz_*^{(o)}$ (рис. 4 в, г).

Из условия эквивалентности погонных жесткостей в продольном направлении ортотропной гладкой и подкрепленной оболочки имеют место соотношения

$$D_{\text{экв. раст.1}}^{(o)} = D_{\text{раст.1}}^{(o)}; \quad D_{\text{экв. изг.1}}^{(o)} = D_{\text{изг.1}}^{(o)}; \quad (7)$$

$$D_{\text{экв. раст.1}}^{(o)} = \tilde{E}_{\text{экв.1}}^{(o)} h_{\text{экв}}^{(o)}; \quad D_{\text{экв. изг.1}}^{(o)} = \frac{1}{12} \tilde{E}_{\text{экв.1}}^{(o)} (h_{\text{экв}}^{(o)})^3, \quad (8)$$

где $\tilde{E}_{\text{экв.1}}^{(o)}$ – эффективный модуль упругости для продольного направления эквивалентной ортотропной гладкой оболочки

$$\tilde{E}_{\text{экв.1}}^{(o)} = \frac{E_{\text{экв.1}}^{(o)}}{1 - \mu_{\text{экв.1}}^{(o)} \mu_{\text{экв.2}}^{(o)}}. \quad (9)$$

Ввиду пренебрежимо малого влияния коэффициента Пуассона на напряженное состояние подкрепленной оболочки коэффициенты Пуассона эквивалентной ортотропной гладкой оболочки приняты:

$$\mu_{\text{экв.1}}^{(o)} = \mu_{\text{экв.2}}^{(o)} = 0. \quad (10)$$

При этом соотношение (9) представлено в виде

$$\tilde{E}_{\text{экв.1}}^{(II)} = E_{\text{экв.1}}^{(II)}. \quad (11)$$

Располагая численными значениями величин погонных жесткостей для продольного направления эквивалентной ортотропной гладкой оболочки биконической секции, согласно выражению (4), ее толщина рассчитана следующим образом:

$$h_{\text{экв}}^{(o)} = \sqrt{\frac{12 D_{\text{экв. изг.1}}^{(o)}}{D_{\text{экв. раст.1}}^{(o)}}}. \quad (12)$$

При этом модуль упругости в продольном направлении эквивалентной ортотропной гладкой оболочки в соответствии с выражениями (2) – (6) может быть найден по формуле:

$$E_{\text{экв.1}}^{(o)} = \frac{D_{\text{экв. раст.1}}^{(o)}}{h_{\text{экв}}^{(o)}}. \quad (13)$$

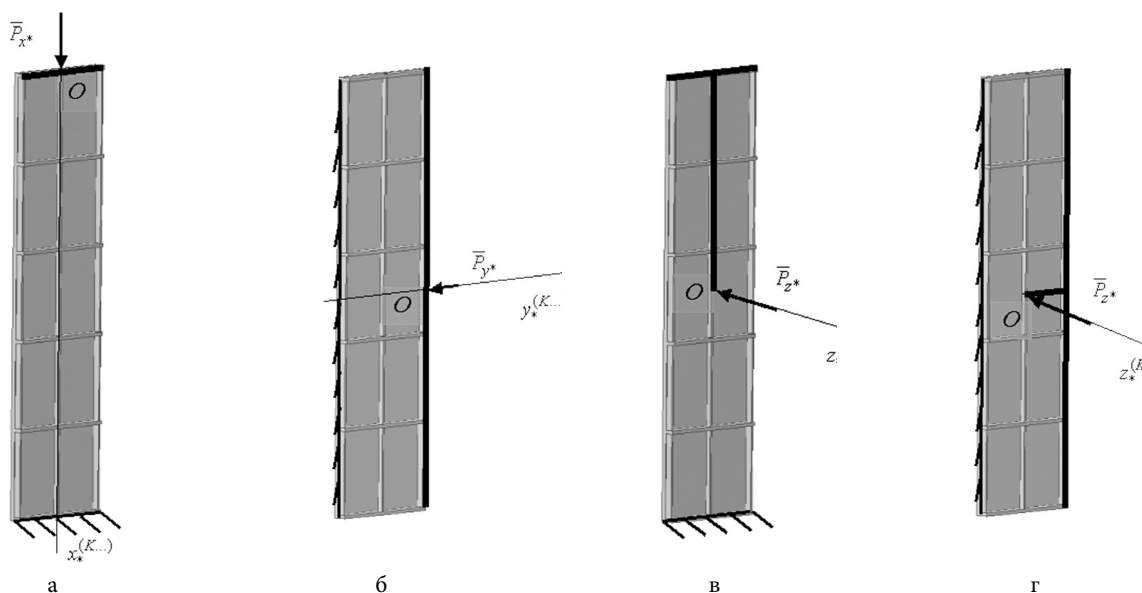


Рис. 4. Схема силового нагружения для определения продольной и поперечной податливостей фрагмента подкрепленной оболочки биконической секции ГО при деформациях сжатия (а, б) и изгиба (в, г)

Предполагая равенство погонных жесткостей на растяжение для поперечного направления подкрепленных оболочек секций ГО (рис. 3 б, г) и эквивалентных фрагментов ортотропных гладких оболочек, определены по аналогичной методике модули упругости $E_{\text{экв},2}^{(K...)}$ для поперечного направления модели гладких оболочек отсеков K_2-K_4 .

Для согласования величин инерционно-массовых характеристик подкрепленной оболочки биконической секции и соответствующей ей эквивалентной ортотропной гладкой оболочки определена масса $m_{\text{фр.экв}}^{(o)}$ расправленного фрагмента подкрепленной оболочки биконической секции. Согласно требованию равенства величин массовых характеристик рассматриваемого фрагмента подкрепленной оболочки и соответствующего ему фрагмента эквивалентной ортотропной гладкой оболочки, справедливо следующее выражение:

$$m_{\text{фр.экв}}^{(o)} = m_{\text{фр.}}^{(o)} \quad (14)$$

По известным величинам массы фрагмента подкрепленной оболочки биконической секции $m_{\text{фр}}^{(K...)} = \rho^{(K...)} V_{\text{фр}}^{(K...)}$ и объема фрагмента эквивалентной ортотропной гладкой оболочки $V_{\text{фр.экв}}^{(o)} = L_{\text{фр.прод}}^{(o)} L_{\text{фр.попер}}^{(o)} h_{\text{экв}}^{(o)}$ определена плотность материала расчетной модели

$$\rho_{\text{экв}}^{(o)} = \frac{m_{\text{фр.экв}}^{(o)}}{V_{\text{экв.рост.1}}^{(o)}} \quad (15)$$

Приравняв массу $m_{\text{фр.экв}}^{(o)}$ и погонные жесткости $D_{\text{экв.рост.1}}^{(o)}$, $D_{\text{экв.рост.2}}^{(o)}$, $D_{\text{экв.изг.1}}^{(o)}$ эквивалентной ортотропной гладкой оболочки соответственно массе $m_{\text{фр}}^{(o)}$ и погонным жесткостям $D_{\text{рост.1}}^{(o)}$, $D_{\text{рост.2}}^{(o)}$, $D_{\text{изг.1}}^{(o)}$ подкрепленной оболочки, которые были

определены в результате численных экспериментов с помощью лицензированных пакетов прикладных программ SolidWorks и MSC / NASTRAN, содержащихся в работе [6] (ГКБ «Южное, г. Днепропетровск»), получим четыре независимых параметра $\rho_{\text{экв}}^{(o)}$, $h_{\text{экв}}^{(o)}$, $E_{\text{экв.1}}^{(o)}$ и $E_{\text{экв.2}}^{(o)}$, которые вместе с коэффициентами Пуассона $\mu_{\text{экв.1}}^{(o)}$ и $\mu_{\text{экв.2}}^{(o)}$ полностью характеризуют эквивалентные ортотропные гладкооболочечные аппроксимации биконических секций ГО.

Расчетные геометрические и физические характеристики фрагментов подкрепленной оболочки отсеков K_2-K_4 биконической секции и эквивалентной ей ортотропной гладкой оболочки представлены в табл. 2. Искомые значения параметров эквивалентной ортотропной гладкой оболочки отсеков биконической секции ГО представлены в табл. 3.

После определения расчетных параметров приведенной толщины, плотности, модулей упругости (табл. 3) биконических секций эквивалентных ортотропных гладкооболочечных аппроксимаций выполним оценку рассогласования их удельной жесткости на изгиб (такой, что приходится на единицу длины) в поперечном направлении и подкрепленных оболочек отсеков K_2-K_4 ГО.

Сравнивая между собой величины удельной жесткости изгиба рассматриваемой подкрепленной оболочки $K_{\text{го}}$ отсека

$$K_{\text{изг.2}}^{(K...)} = 12 L_{\text{фр.прод}}^{(K...)} D_{\text{изг.2}}^{(K...)} \quad (16)$$

и соответствующей ей эквивалентной ортотропной гладкой оболочки

$$K_{\text{экв.изг.2}}^{(K...)} = L_{\text{фр.прод}}^{(K...)} (h_{\text{экв}}^{(K...)})^3 \frac{E_{\text{экв.2}}^{(K...)}}{1 - \mu_{\text{экв.1}}^{(K...)} \mu_{\text{экв.2}}^{(K...)}} \quad (17)$$

определяли невязку $\Delta K_{\text{изг.2}}^{(K...)}$:

Таблица 2. Численные значения параметров подкрепленной и эквивалентной ортотропной гладкой оболочки отсеков биконической секции

Наименование отсека	Объем расправленного фрагмента подкрепленной оболочки $V_{\text{фр}}^{(K...)}$, м^3	Плотность материала подкрепленной оболочки $\rho^{(K...)}$, кг/м^3	Масса расправленного фрагмента подкрепленной оболочки $m_{\text{фр}}^{(K...)}$, кг	Объем расправленного фрагмента эквивалентной ортотропной гладкой оболочки $V_{\text{фр.экв}}^{(K...)}$, м^3
K_2	$0,602759 \cdot 10^{-3}$	2640	1,589	$1,777203 \cdot 10^{-3}$
K_3	$0,463630 \cdot 10^{-3}$	2640	1,224	$1,748253 \cdot 10^{-3}$
K_4	$0,429417 \cdot 10^{-3}$	2640	1,134	$1,593826 \cdot 10^{-3}$

Таблица 3. Параметры эквивалентной ортотропной гладкой оболочки отсеков K_2 - K_4 биконической секции

Наименование отсека	Толщина $h_{\text{экв}}^{(K...)}, \text{ м}$	Плотность материала $\rho_{\text{экв}}^{(K...)}, \text{ кг/м}^3$	Модуль упругости для продольного направления $E_{\text{экв1}}^{(K...)}, \text{ Н/м}^2$	Модуль упругости для поперечного направления $E_{\text{экв2}}^{(K...)}, \text{ Н/м}^2$	Коэффициенты Пуассона $\mu_{\text{экв1}}^{(K...)}, \mu_{\text{экв2}}^{(K...)}$
K_2	$9,017 \cdot 10^{-3}$	893,9	$1,678 \cdot 10^{10}$	$2,044 \cdot 10^{10}$	0
K_3	$12,699 \cdot 10^{-3}$	700,1	$1,373 \cdot 10^{10}$	$1,497 \cdot 10^{10}$	0
K_4	$12,322 \cdot 10^{-3}$	711,3	$1,347 \cdot 10^{10}$	$1,566 \cdot 10^{10}$	0

$$\Delta \kappa_{\text{изг2}}^{(K...)} = \kappa_{\text{изг2}}^{(K...)} - \kappa_{\text{экв.изг2}}^{(K...)}, \quad (18)$$

которую компенсировали парой дополнительных шпангоутов, расположенных с обоих торцов K -го отсека. При этом является очевидным, что величина удельной изгибной жесткости одного дополнительного шпангоута $\kappa_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ будет равна половине величины невязки $\Delta \kappa_{\text{изг2}}^{(K...)}$,

$$\kappa_{\text{доп.шп}}^{(K...)} = \frac{1}{2} \Delta \kappa_{\text{изг2}}^{(K...)} = \kappa_{\text{доп.шп}}^{(K...)} = \alpha \cdot E_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \cdot B_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \cdot (H_{\text{доп.шп}}^{(K...)})^3, \quad (19)$$

где $B_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ и $H_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ – толщина и высота дополнительного шпангоута соответственно; $E_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ – модуль упругости материала дополнительного шпангоута; $\alpha = 1 \div 4$ – нормировочный коэффициент.

Величина коэффициента α зависит от смещения $z_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ центра тяжести сечения шпангоута относительно нейтральной линии, которое будет иметь место при изгибе в поперечном направлении рассматриваемой эквивалентной ортотропной гладкой оболочки, усиленной двумя дополнительными шпангоутами. При выборе размеров для поперечного сечения дополнительного шпангоута необходимо, чтобы его высота значительно превосходила толщину

$$H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \gg B_{\text{доп.шп}}^{(K...)}. \quad (20)$$

Выполнение условия (21) позволяет дополнительным шпангоутам оказывать существенное влияние на жесткость изгиба в поперечном направлении эквивалентной ортотропной гладкой оболочки. В то же время жесткость на растяжение в поперечном направлении, а также жесткости на изгиб и растяжение в продольном направлении эквивалентной ортотропной гладкой оболочки будут мало зависеть от дополнительных шпангоутов.

Для известных величин модуля упругости материала $E_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ и толщины $B_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ дополнительного

шпангоута, его высота $H_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ может быть найдена по формуле, получаемой из выражения (20)

$$H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} = (0,63 \div 1,00) \left(\frac{\kappa_{\text{доп.шп}}^{(K...)}}{E_{\text{доп.шп}}^{(K...)} B_{\text{доп.шп}}^{(K...)}} \right)^{\frac{1}{3}}. \quad (21)$$

Точное значение высоты дополнительного шпангоута $H_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ можно определить итерационно, начиная с приближенной величины и последовательно уточняя ее с помощью экспериментально определяемой в пакете прикладных программ MSC / NASTRAN величины удельной жесткости изгиба эквивалентной ортотропной гладкой оболочки, усиленной двумя дополнительными шпангоутами.

При этом следует отметить, что если принять модуль упругости материала дополнительного шпангоута $E_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ равен модулю упругости для поперечного направления соответствующей эквивалентной ортотропной гладкой оболочки $E_{\text{экв.2}}^{(K...)}$, то численные значения высоты $H_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ дополнительного шпангоута и смещения центра тяжести $z_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ его сечения относительно нейтральной линии могут быть найдены согласно одной из двух систем уравнений. Причем выбор системы уравнений, которой должны удовлетворять искомые величины, будет зависеть от выполнения следующих соотношений:

- если выполняется условие

$$\frac{1}{3} (I_{\text{фр.прод}}^{(K...)} + 2B_{\text{доп.шп}}^{(K...)})(h_{\text{экв}}^{(K...)})^3, \quad (22)$$

то величины $H_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ и $z_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ должны удовлетворять системе уравнений

$$\begin{aligned} & \frac{2}{3} B_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \left(\frac{1}{2} H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} + z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \right)^3 + \frac{2}{3} B_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \left(\frac{1}{2} H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} - z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \right)^3 + \\ & + \frac{1}{3} I_{\text{фр.прод}}^{(K...)} \left(\frac{1}{2} H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} - z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \right)^3 + \frac{1}{3} I_{\text{фр.прод}}^{(K...)} \left[H_{\text{экв}}^{(K...)} - \left(\frac{1}{2} H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} - z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \right) \right]^3 = \frac{\kappa_{\text{изг2}}^{(K...)}}{12 E_{\text{экв.2}}^{(K...)}}. \quad (23) \\ & \frac{2}{3} B_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \left(\frac{1}{2} H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} + z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \right)^3 + \frac{1}{3} I_{\text{фр.прод}}^{(K...)} \left[H_{\text{экв}}^{(K...)} - \left(\frac{1}{2} H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} - z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \right) \right]^3 = \\ & = \frac{2}{3} B_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \left(\frac{1}{2} H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} - z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \right)^3 + \frac{1}{3} I_{\text{фр.прод}}^{(K...)} \left(\frac{1}{2} H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} - z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \right)^3; \end{aligned}$$

- если выполняется условие

$$\frac{1}{3}(L_{\text{фр.прод}}^{(K...)} + 2B_{\text{доп.шп}}^{(K...)}) (h_{\text{экв}}^{(K...)})^3 < \frac{\kappa_{\text{изг2}}^{(K...)}}{24E_{\text{экв.2}}^{(K...)}} \quad (24)$$

то величины $H_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ и $z_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$ должны удовлетворять системе уравнений

$$\begin{aligned} & \frac{2}{3}B_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \left(\frac{1}{2}H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} + z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \right)^3 + \frac{2}{3}B_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \left(\frac{1}{2}H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} - z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \right)^3 + \\ & + \frac{1}{12}L_{\text{фр.прод}}^{(K...)} (h_{\text{экв}}^{(K...)})^3 + L_{\text{фр.прод}}^{(K...)} h_{\text{экв}}^{(K...)} \left(\frac{1}{2}H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} - z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} - \frac{1}{2}h_{\text{экв}}^{(K...)} \right)^2 = \frac{\kappa_{\text{изг2}}^{(K...)}}{12E_{\text{экв.2}}^{(K...)}} \quad (25) \\ & \frac{2}{3}B_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \left(\frac{1}{2}H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} + z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \right)^3 = \frac{2}{3}B_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \left(\frac{1}{2}H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} - z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \right)^3 + \\ & + \frac{1}{12}L_{\text{фр.прод}}^{(K...)} (h_{\text{экв}}^{(K...)})^3 + L_{\text{фр.прод}}^{(K...)} h_{\text{экв}}^{(K...)} \left(\frac{1}{2}H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} - z_{\text{доп.шп}}^{(K...)} - \frac{1}{2}h_{\text{экв}}^{(K...)} \right)^2 \end{aligned}$$

Таким образом, согласно выражениям (22)-(25) можем определить параметры дополнительных шпангоутов биконической секции. Численные значения параметров дополнительных шпангоутов отсеков K_2 - K_4 представлены в табл. 4.

Выводы

1. Для исследования динамики жидкостных ракет-носителей со сложным профилем тонкостенных подкрепленных оболочек создана адекватная модель конструктивно-ортотропной гладкооболочечной биконической секции створки головного обтекателя.

Методика вычисления жесткости и инерционно-массовых характеристик гладкооболочечной модели подкрепленной оболочки вафельного типа биконических секций створки головного обтекателя использует эквивалентные параметры фрагментов исходного объекта с изотропным материалом и плоского прототипа-аналога с ортотропным материалом. В качестве аппарата исследования применяется метод конечных элементов.

2. Апробация разработанной методики проведена на примере исследования собственных частот и форм колебаний фрагмента подкрепленной оболочки вафельного типа головного обтекателя с применением динамической модели пространственно сопряженных элементов ее конструкции с расчетными параметрами гладкой оболочки и вспомогательных шпангоутов.

3. Полученные данные использовались в расчетах спектральных характеристик и динамики сброса обтекателя ракетносителя.

Список літератури

1. Микишев Г.Н. Динамика тонкостенных конструкций с отсеками, содержащими жидкость / Г.Н. Микишев, Б.И. Рабинович. – М.: Машиностроение, 1971. – 564 с.
2. Конюхов А.С. Собственные колебания жидкостных ракет-носителей пакетной компоновки / А.С. Конюхов, В.С. Легеза, А.С. Цыбенко, Н.Г. Кришук // – Проблемы прочности. – 2001. – № 3. – С. 93-99.
3. Цибенко А.С. Розробка адекватної математичної моделі дослідження динаміки стулок головного обтічника ракети-носія у процесі польоту і відділення / А.С. Цибенко, Н.Г. Кришук, О.С. Конюхов, В.П. Коваль, А.В. Аксьоненко, А.В. Трубін // – Наукові вісті НТУУ «КПІ». – № 6. – 2006. – С. 139-148.
4. Батэ Н. Численные методы анализа и метод конечных элементов / Н. Батэ, Е. Вилсон // – М.: Стройиздат, 1982. – 447 с.
5. Конюхов О.С. Розрахункова методика приведення циліндрових секцій рідинних ракет-носіїв до гладкооболонкових аналогів // Наукові вісті НТУУ «КПІ», серія Машинобудування. – 2014. – № 60.
6. MSC/NASTRAN Advanced Dynamic Analysis, User's guide. – V. 70.

Таблица 4. Численные значения параметров дополнительных шпангоутов отсеков K_2 - K_4 биконической секции головного обтекателя

Наименование отсека	Удельная изгибная жесткость в поперечном направлении подкрепленной оболочки $\kappa_{\text{изг2}}^{(K...)} \cdot H \cdot \text{м}^2$	Количество шпангоутов отсека	Толщина шпангоута $B_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \cdot \text{м}$	Высота шпангоута $H_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \cdot \text{м}$	Модуль упругости материала шпангоута $E_{\text{доп.шп}}^{(K...)} \cdot \text{Н/м}^2$	Коэффициент Пуассона материала шпангоута $\mu_{\text{доп.шп}}^{(K...)}$
K_2	$3,331 \cdot 10^4$	2	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$33,42 \cdot 10^{-3}$	$2,044 \cdot 10^{10}$	0
K_3	$2,597 \cdot 10^4$	2	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$24,00 \cdot 10^{-3}$	$1,497 \cdot 10^{10}$	0
K_4	$2,292 \cdot 10^4$	2	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$27,71 \cdot 10^{-3}$	$1,566 \cdot 10^{10}$	0

УДК 629.73

М.В. БОРИСЕНКО, інж., С.В. ГЕРАСИМОВ, канд. техн. наук
(Харків. ун-т Повітр. Сил Збройних Сил України)

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ ТА РОЗМІЩЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ В СКЛАДІ МОБІЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Визначено недоліки існуючих задач вибору номенклатури засобів вимірювання в складі вимірювальних комплексів. Сформульовано вимоги до інформаційно-вимірювальної системи. Розроблено математичну модель вибору, розміщення та об'єднання засобів вимірювання в складі мобільної інформаційно-вимірювальної системи. З використанням розробленої математичної моделі запропоновано задачі оптимізації складових мобільної інформаційно-вимірювальної системи. Обґрунтовано методи розв'язання задач оптимізації, які поставлено.

Определены недостатки существующих задач выбора номенклатуры средств измерения в составе измерительных комплексов. Сформулированы требования к информационно-измерительной системе. Разработана математическая модель выбора, размещения и объединения средств измерения в составе мобильной информационно-измерительной системы. С использованием разработанной математической модели предложены задачи оптимизации составляющих мобильной информационно-измерительной системы. Обоснованы методы решения поставленных задач оптимизации.

The lacks of existent tasks of determination of nomenclature of facilities of determination are certain in composition measuring complexes. Calls are formulated to informatively-measuring collection. The mathematical design of determination, disposition and association of facilities of determination in composition mobile informatively-measuring collection is designed. With the use of the designed mathematical design the tasks of optimization of constituents of mobile informatively-measuring collection are offered. The methods of decision of the put tasks of optimization are grounded.

Постановка проблеми. В разі визначення технічного стану зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) актуальною є розробка та впровадження сучасної вимірювальної техніки. Крім того, експлуатація ОВТ за фактичним станом і визначення технічного стану в місцях постійної дислокації чи в районах виконання завдань за призначенням передбачає наявність відповідних мобільних контрольно-діагностичних комплексів.

Сучасні контрольно-діагностичні комплекси представляють собою складні інформаційно-вимірювальні системи (ІВС), що мають структуру, яку показано на рисунку.

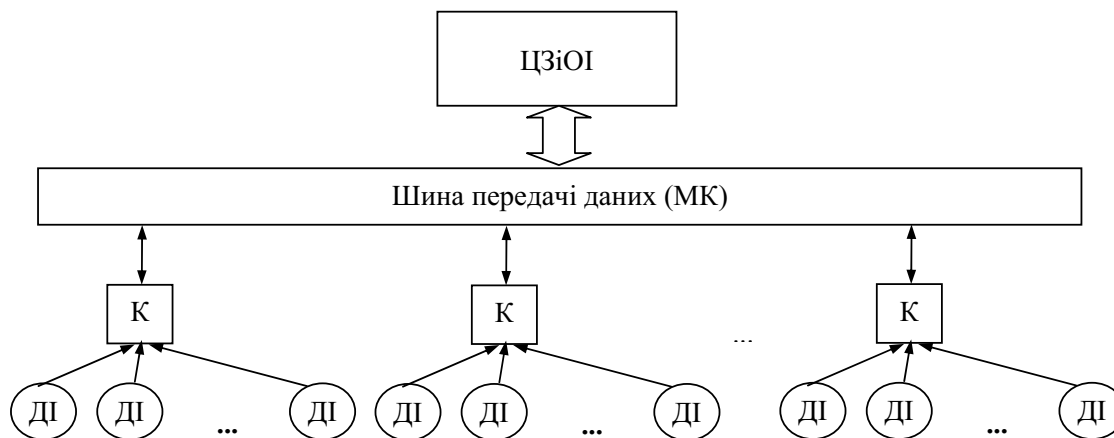
Інформація від усіх джерел (дані про параметри контролю ОВТ) надходить у цю систему через концентратори інформації та мультиплексний канал передачі даних. На концентраторах проводиться первинна обробка інформації, яку отримано від джерел, а в центрі збору та обробки інформації – її остаточна обробка з метою видачі всім споживачам.

© М.В. БОРИСЕНКО, С.В. ГЕРАСИМОВ, 2015

Як правило, концентраторами інформації є датчики, а ДІ – дані про параметри, що контролюються (наприклад, напруга, струм, частота – фізичні характеристики об'єкта контролю). Розробка таких ІВС представляє собою задачу оптимального вибору, розміщення та об'єднання вимірювальних датчиків.

Однак з метою створення мобільних ІВС для визначення та контролю параметрів різноманітних зразків ОВТ не достатньо використовувати вимірювальні датчики, а пропонується їхня заміна на засоби вимірювання. Тобто, в цьому випадку концентраторами інформації виступають засоби вимірювань, а датчиками – ДІ про параметри контролю зразків ОВТ. Отже, задача оптимізації складових ІВС формулюється так: необхідно визначити такий набір (номенклатуру) засобів вимірювання, щоб забезпечити своєчасне та достовірне визначення технічного стану зразків ОВТ.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Зазначена задача оптимізації складових ІВС неодноразово



Структура інформаційно-вимірювальної системи:

ЦЗіОІ – центр збору та обробки інформації; ДІ – джерело інформації;
К – концентратор інформації; МК – мультиплексний канал передачі даних

розглядалася в технічній літературі [1–5]. Однак відомі задачі мають головну ваду – вони розглядають задачу визначення набору (номенклатури) засобів вимірювань для оптимального контролю параметрів того чи іншого зразка ОВТ. В цьому разі не враховано можливості об'єднання цієї оптимальної номенклатури засобів вимірювань у систему, не розглядається оптимальне їхнє розміщення та взаємодія за допомогою каналу загального користування.

Отже, метою статті є розробка математичної моделі вибору, розміщення та об'єднання засобів вимірювань у складі мобільної інформаційно-вимірювальної системи з метою визначення технічного стану зразків ОВТ.

Основна частина. Нехай на деякій території, у просторі розташовано ДІ, ЦЗіОІ й прокладено МК передачі інформації. Відомі області мультиплексного каналу, в які можливе розміщення К та їхнє підключення до загальної шини. Потрібно так підібрати набір концентраторів зі заданих (потрібних) їх типів, так розмістити цей набір у просторі й так об'єднати їх у мережу, щоб було виконано всі вимоги до техніко-економічних показників роботи ІВС.

Під техніко-економічними показниками роботи такої ІВС, розуміємо точність і надійність роботи, а також її вартість у широкому сенсі, тобто власне вартість системи, її масу, обсяг простору, який зайнято апаратурою.

Оптимізація вибору, розміщення та об'єднання елементів у розглянуту систему можуть бути спрямовані на пошук екстремуму одного цих показників за умови, що на інші показники накладено

обмеження, відповідно вимогам до приладів комплексу, що проектується. Тоді в результаті вирішення такого завдання отримаємо кращу з точки зору критерію оптимізації структуру за умови виконання обмежень на інші показники.

Вимогою за точністю переданої в ЦЗіОІ є забезпечення опитування джерел інформації із необхідної для них частотою. В разі виконання цієї вимоги похибки, які пов'язано з дискретизацією результатів вимірювань, не перевищуватимуть допустимого рівня.

Вимогою з надійності доставки інформації у центр збору й обробки даних є забезпечення в ІВС декількох шляхів доставки інформації від джерел особливо цінних даних.

У разі оцінок точності та надійності роботи ІВС, які прийнято, завдання вибору, розміщення та об'єднання її елементів, що мають структуру зі загальною шиною, ставиться так: вибрати набір К зі заданих їхніх типів, розмістити цей набір у просторі й підключити до нього ДІ так, щоб вартість системи, яку спроектовано, була мінімальною та щоб система задовольняла таким вимогам:

- кожне ДІ повинно опитуватися в системі з частотою, не меншою, ніж для нього задана;
- від кожного ДІ до К в ІВС має бути задане для цього джерела інформації число шляхів передачі даних;
- вартість у системі К, яку використано, не повинна перевищувати заданий рівень;
- обсяг К, які встановлено, в певних областях простору, де здійснюється збір й обробка даних, не повинен перевищувати заданих для цих областей обмежень;

– маса набору концентраторів, обраного для використання в ІВС, і маса мережі зв'язку ДІ, концентраторів не повинні перевищувати заданий рівень.

У розглянутій постановці задача вибору, розміщення та об'єднання елементів ІВС формалізується як модель лінійного цілочисельного математичного програмування з булевими змінними. Розробимо таку модель.

Нехай ІВС, структуру якої показано на рисунку, включає N джерел інформації. Вимірювальна інформація цих джерел може надходити в M_k передачі даних через M областей, де можливо розміщення M_k , для здійснення її первинної обробки. Відомо K типів концентраторів, які можна використовувати в ІВС.

Ці величини визначають розмірність формованої моделі. Крім того, задано наступні величини, що характеризують сукупність ДІ, з яких необхідно зібрати й обробити інформацію, й набір типів K .

Для кожного з ДІ відомо: мінімальна частота, з якою він повинен опитуватися, $F_{\lambda}, \lambda = \overline{1, N}$; число шляхів передачі даних від цього джерела до концентратора інформацію $N_{\lambda}, \lambda = \overline{1, N}$; вартість $w1_{\lambda}$ й маса $\gamma1_{\lambda}$ одиниці довжини зв'язку, що з'єднує дане ДІ з концентратором, $\lambda = \overline{1, N}$, і довжини шляхів від кожного з ДІ до областей, в яких можливе розміщення K , $l_{\lambda t}, \lambda = \overline{1, N}, t = \overline{1, M}$.

Для кожного з типів K задано: частота опитування вхідних каналів F_v , вартість $w2_v$, маса $\gamma2_v$, обсяг, який займає K даного типу, v_v , число вхідних каналів $Q_v, v = \overline{1, K}$.

Введемо в розгляд змінні: булеву змінну

$$\delta l_{\lambda t} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } \lambda - \text{не джерело інформації опитується в } t - \text{й області,} \\ \text{де можливе розміщення концентратора;} \\ 0 - \text{в зворотньому випадку} \end{cases}$$

і цілочисельну змінну y_{vt} – число K v -го типу, які використано у системі, що спроектовано, з метою опитування джерел в t -й області. Кожна із змінних y_{vt} може приймати значення $0, 1, 2, \dots, k_v^t$, де k_v^t – число концентраторів v -го типу, необхідне для опитування всіх ДІ спроектованої системи на концентраторах цього типу в t -й області.

Потрібно знайти такі значення змінних $\delta l_{\lambda t}, \lambda = \overline{1, N}, t = \overline{1, M}$ і $y_{vt}, v = \overline{1, K}, t = \overline{1, M}$, які забезпечують мінімальну вартість системи, що спроектовано, за умови виконання вимог до неї, сформульованих вище.

Функція цілі моделі – вартість мережі збору та обробки інформації зі загальною шиною – має вигляд:

$$W = W_o + \sum_{t=1}^M \sum_{\lambda=1}^N w1_{\lambda} l_{\lambda t} \delta l_{\lambda t} + \sum_{t=1}^M \sum_{v=1}^K w2_v y_{vt}, \quad (1)$$

де W_o – вартість центру збору та обробки інформації.

Шукається мінімум функції (1) за умови виконання таких обмежень:

1. Інформативність у кожній області ДІ, які опитувано, не повинно перевищувати інформативності K , які використано, з метою їхнього опитування в цій області:

$$\sum_{\lambda=1}^N F_{\lambda} \delta l_{\lambda t} \leq \sum_{v=1}^K F_v Q_v y_{vt}, \quad t = \overline{1, M}. \quad (2)$$

2. Число ДІ, які опитувано у кожній області на кожній частоті, не повинно перевищувати числа каналів цієї або більшої частоти в K , які встановлено, у ході проектування в цій області:

$$\sum_{v=1}^N \theta 1_{\lambda j} \delta l_{\lambda t} \leq \sum_{v=1}^K \theta 2_{vj} Q_v y_{vt}, \quad t = \overline{1, M}, j = \overline{1, J}, \quad (3)$$

$$\theta 1_{\lambda j} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } F_{\lambda} = F_j; \\ 0 - \text{в зворотньому випадку;} \end{cases}$$

$$\theta 2_{\lambda j} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } F_v \geq F_j; \\ 0 - \text{в зворотньому випадку;} \end{cases}$$

де J – число різних частот, на яких потрібно опитувати ДІ в ІВС.

Сформульовано обмеження (2), (3), які забезпечують опитування кожного з джерел інформації в спроектованій системі з частотою, не меншою, ніж та, яка для нього задана у вимогах на систему.

3. Від кожного λ -го ДІ в спроектованій системі має існувати задане число N_{λ} шляхів передачі даних:

$$\sum_{t=1}^M \delta l_{\lambda t} = N_{\lambda}, \lambda = \overline{1, N}. \quad (4)$$

4. Вартість у разі створення системи K , яку використано, не повинна перевищувати заданого рівня W_2 :

$$\sum_{t=1}^M \sum_{v=1}^K w2_v y_{vt} \leq W_2. \quad (5)$$

5. Обсяг K , які встановлено, в кожну t -ю область простору для первинної обробки інформації від джерел, не повинен перевищувати певного числа, характерного для цієї області, V_t :

$$\sum_{t=1}^M \sum_{\lambda=1}^K \gamma 1_{\lambda} l_{\lambda t} \delta l_{\lambda t} + \sum_{t=1}^M \sum_{v=1}^K \sum_{\xi=1}^{k_v^t} \gamma 2_v \delta 2_{v \xi}^t \leq W_1. \quad (6)$$

6. Маса мережі збору інформації системи, яку проєктовано, не повинна перевищувати заданого для неї рівня W_1 :

$$\sum_{t=1}^M \sum_{v=1}^K \gamma_{2_v} y_{vt} \quad (7)$$

де $\sum_{t=1}^M \sum_{v=1}^K \gamma_{2_v} y_{vt}$ – маса встановленого в систему набору K ; $\sum_{\lambda=1}^N \sum_{t=1}^M \gamma_{1_\lambda} l_{\lambda t} \delta_{1_{\lambda t}}$ – маса мережі зв'язку ДІ – концентратори.

Модель (1) – (7) є повністю цілочисленим завданням лінійного математичного програмування.

Розглянуто задачу оптимізації вибору, розміщення та об'єднання елементів приладових комплексів, що мають структуру зі загальною шиною, може бути формалізовано й як модель цілочисельного лінійного математичного програмування з булевими змінними. Використання булевих змінних, що приймають тільки два значення (0 й 1), спрощує обчислювальні процедури в разі визначення оптимальних рішень задач математичного програмування.

Будь-яка цілочислена змінна, у тому числі й змінна y_{vt} моделі (1) – (7), може бути виражена через булеві змінні. Існує два способи заміни цілочисленої змінної $0 \leq y_{vt} \leq k_v^t$. Позначимо через δ_{vt}^ξ булеву змінну, яка приймає такі значення:

$$\delta_{vt}^\xi = \begin{cases} 1, \text{ якщо один } \xi\text{-й концентратор } v\text{-го типу} \\ \text{використаний в системі в } t\text{-й області;} \\ 0\text{ – в зворотньому випадку.} \end{cases}$$

Тоді

$$y_{vt} = \delta_{vt}^1 + \delta_{vt}^2 + \dots + \delta_{vt}^{k_v^t}.$$

Інше двійкове подання змінної y_{vt} , більш економне з точки зору кількості булевих змінних, які замінюють цілочислену, задається формулою:

$$y_{vt} = \delta_{vt}^1 + \delta_{vt}^2 + 2^2 \delta_{vt}^3 + \dots + 2^{k_v^t - 1} \delta_{vt}^{k_v^t},$$

де k_v^t – найменше ціле число, яке визначається з нерівностей $2^{k_v^t - 1} \geq k_v^t$; $k_v^t \leq k_v^t$.

Використовуємо другий спосіб заміни y_{vt} булевими змінними, тоді число змінних, що описують розміщення в разі проєктування набір концентраторів інформації, дорівнює:

$$k_1 = \sum_{t=1}^M \sum_{v=1}^K k_v^t.$$

Модель оптимізації структури приладового комплексу, що має загальну шину для передачі даних, запишеться через змінні $\delta_{1_{\lambda t}}$, $\delta_{2_{vt}}^\xi$ у вигляді

задачі: мінімізувати вартість мережі збору та обробки інформації:

$$W = W_o + \sum_{t=1}^M \sum_{\lambda=1}^N w_{1_\lambda} l_{\lambda t} \delta_{1_{\lambda t}} + \sum_{t=1}^M \sum_{v=1}^K \sum_{\xi=1}^{k_v^t} w_{2_v} \delta_{2_{vt}}^\xi \quad (8)$$

за умов:

$$\sum_{\lambda=1}^N F_{\lambda} \delta_{1_{\lambda t}} \leq \sum_{v=1}^K \sum_{\xi=1}^{k_v^t} F_v Q_v \delta_{2_{vt}}^\xi, \quad t = \overline{1, M}; \quad (9)$$

$$\sum_{\lambda=1}^N \theta_{1_{\lambda j}} \delta_{1_{\lambda t}} \leq \sum_{v=1}^K \sum_{\xi=1}^{k_v^t} \theta_{2_{vj}} Q_v \delta_{2_{vt}}^\xi, \quad t = \overline{1, M}; \quad j = \overline{1, J}; \quad (10)$$

$$\sum_{t=1}^M \delta_{1_{\lambda t}} = N_{\lambda}, \quad \lambda = \overline{1, N}; \quad (11)$$

$$\sum_{t=1}^M \sum_{v=1}^K \sum_{\xi=1}^{k_v^t} w_{2_v} \delta_{2_{vt}}^\xi \leq W_2; \quad (12)$$

$$\sum_{v=1}^K \sum_{\xi=1}^{k_v^t} v_{\xi} \delta_{2_{vt}}^\xi \leq V_t, \quad t = \overline{1, M}; \quad (13)$$

$$\sum_{t=1}^M \sum_{\lambda=1}^N \gamma_{1_\lambda} l_{\lambda t} \delta_{1_{\lambda t}} + \sum_{t=1}^M \sum_{v=1}^K \sum_{\xi=1}^{k_v^t} \gamma_{2_v} \delta_{2_{vt}}^\xi \leq W_1. \quad (14)$$

Умови (9), (10) гарантують опитування ДІ системи, яку проєктовано, з необхідною для них частотою; обмеження (11) забезпечує вимогу з надійності доставки інформації від джерел до концентраторів; умова (12) впливає з вимоги про те, щоб вартість систем набору концентраторів, які використано, не перевищувала заданого рівня; умова (13) обмежує обсяг K , що встановлюються в області, яка примикає до M_k даних, із метою введення в нього інформації від джерел; умова (14) обмежує масу мережі, яку проєктовано, збору інформації.

Модель (8) – (14) є задачею цілочисельного лінійного математичного програмування з булевими змінними й з обмеженнями загального вигляду. З метою її вирішення може бути застосовано один з алгоритмів неявного перебору.

Методи вирішення задач математичного програмування звичайно розробляються для одноіндексних моделей. Моделі, які отримано, є багатоіндексними. Перейдемо від них до одноіндексних моделей. З метою отримання з моделі (1) – (7) одноіндексної замінімо змінні $\delta_{1_{\lambda t}}$ і y_{vt} однієї змінної x_j , тобто, замінімо пари індексів λ, t і v, t одним індексом j .

Позначимо через c_j коефіцієнти цільової функції у разі змінних x_j ; через a_j – коефіцієнти, а через b_i – вільні члени обмежень моделі у вигляді нерівностей. Тоді модель (1) – (7) приведе до

наступної одноіндексної повністю цілочисельної лінійної моделі математичного програмування:

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min \quad (15)$$

за умов:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + b_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad (16)$$

$$\sum_{j \in G_\lambda} x_j = N_\lambda, \quad \lambda = \overline{1, N}; \quad (17)$$

$$x_j \in D_g, \quad x_j - \text{ціли числа}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (18)$$

де $n = M(N + K)$; $m = M(2 + J) + 2$; G_λ – підмножини деяких змінних, кожна підмножина G_λ об'єднує булеві змінні, які описують підключення λ -го джерела інформації; D_g – області, кожна з яких містить значення у вигляді цілих чисел, які може приймати x_j .

З метою отримання одноіндексної моделі з виразів (9.8) – (9.14) застосуємо ту ж методику. Замінімо булеві змінні $\delta 1_{\lambda t}$ і $\delta 2_{vt}^{\xi}$ однією змінною x_j , що пов'язано зі заміною індексів λ , t і v , t і ξ індексом j :

$$j = \begin{cases} \lambda + N(t-1), & j \leq NM; \\ \xi + MN, & j > MN, v = 1, t = 1; \\ \xi + k_{(v-1)}^t(v-1) + (t-1)(\sum_{v=1}^K k_v^{(t-1)}), & j > MN, v > 1, t \end{cases}$$

Зворотний перехід від індексу j до індексів λ , t і v , t , ξ відбувається навпаки.

Використовуємо ті ж позначення, що й у разі отримання моделі (15) – (18), тоді модель (8) – (14) призведе до моделі виду:

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min \quad (19)$$

за умов:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + b_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad (20)$$

$$\sum_{j \in G_\lambda} x_j = N_\lambda, \quad \lambda = \overline{1, N}; \quad (21)$$

$$x_j = 0 \text{ чи } 1, \quad j = \overline{1, n}. \quad (22)$$

Тут число змінних $n = MN + \sum_{v=1}^K \sum_{t=1}^M k_v^t$, а число обмежень m не змінилося в порівнянні з попередньою моделлю.

Отримано модель (19) – (22) цілочисельного лінійного математичного програмування з булевими змінними, але на відміну від моделей такого типу, до яких приводили задачі розміщення та об'єднання елементів приладових комплексів з ієрархічною структурою, вона не містить обмежень. Розбивають безліч змінних на непересічні підмножини, в кожній з яких лише одна змінна приймає значення, рівне одиниці.

Висновок

Розроблено моделі вибору, розміщення та об'єднання елементів ІВС. Вони є задачами оптимізації, задачами цілочисельного програмування, розв'язання яких дозволяє визначити оптимальну номенклатуру засобів вимірювань із метою комплектування мобільних ІВС. З метою розв'язання задач, які поставлено, пропонується використовувати методи відсікань або комбінаторні методи.

Список літератури

1. Богданов Г.П. Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники / Г.П. Богданов, В.А. Кузнецов, М.А. Лотонов и др. // Под ред. В.А. Кузнецова. – М.: Радио и связь, 1990. – 240 с.
2. Крещук В.В. Метрологическое обеспечение эксплуатации сложных изделий / В.В. Крещук. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 200 с.
3. Агеев В.М. Приборные комплексы летательных аппаратов и их проектирование / В.М. Агеев, Н.В. Павлова. – М.: Машиностроение, 1990. – 432 с.
4. Основы автоматизации измерений / Под ред. В.Б. Коркина. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 253 с.
5. Страхов А.Ф. Автоматизированные измерительные комплексы / А.Ф. Страхов. – М.: Энергоиздат, 1990. – 216 с.

УДК 629.7:001.57.001.63

П. В. ФРИЗ, канд. техніч. наук (Житомирський військовий ін-т імені С. П. Корольова)

МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ ІЗ МЕТОЮ ОЦІНЮВАННЯ СПОСТЕРІГАННЯ ЗАДАНИХ РАЙОНІВ ЗЕМЛІ З КОСМОСУ В ЗАДАЧАХ ЇХНЬОГО ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ

Пропонується математичний апарат з метою розрахунку величини добового зсуву смуги огляду космічних апаратів дистанційного зондування Землі, який виникає внаслідок добового обертання земної кулі, та можливий підхід до його використання з метою оцінювання спостереження заданих районів земної поверхні в задачах планування космічних зйомок їх бортовою цільовою апаратурою оптико-електронного типу.

Предложен математический аппарат для расчета величины суточного сдвига полосы обзора космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, возникающего вследствие суточного вращения земного шара, и возможный подход к его использованию для оценивания наблюдаемости заданных районов земной поверхности в задачах планирования космических съемок бортовой целевой аппаратурой оптико-электронного типа.

In article the mathematical apparatus for calculation of size of daily shift of a strip of the review of spacecrafts of the remote sensing of Earth arising owing to daily rotation of the globe, and possible approach to its use for estimation of observability of preset areas of a terrestrial surface in problems of planning of space shootings by the onboard target equipment of optical-electronic type is offered.

Постановка проблеми. В разі організації космічних зйомок часто виникають потреби в оцінюванні спостереження заданих районів Землі доступними космічними апаратами (КА) згідно робіт [1, 2]. У цьому разі одним із критеріїв вибору, які придатно для певних цільових задач (релевантних) КА, є їхнє просторово-часове положення відносно заданих районів земної поверхні, як це зазначено в роботі [3].

Зокрема, в задачах дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) із використанням космічних систем (КС) оптико-електронного спостереження (ОЕСп) однією з умов успішного виконання цільового завдання виступає наявність геометричної видимості між КА й заданими районами. В такому разі райони, які зазначено, повністю або частково потраплять в деякий момент часу в зону огляду бортовою цільовою апаратурою (БЦА), тобто «накриватимуться» смугою огляду чи смугою захвату КА на заданому інтервалі згідно роботи [4], а, отже, будуть повністю або частково спостерігатися.

В цим разі особливістю космічних спостережень за заданими районами є об'єктивно існуючі

інтервали очікування зазначених моментів часу, які обумовлено специфікою орбітального руху КА ДЗЗ відносно Землі, що обертається, коли смуга огляду БЦА некеровано послідовно переміщається на земній поверхні, досягаючи вибірково тих або інших районів. Така особливість космічних спостережень безпосередньо впливає на ефективність виконання цільових завдань КС.

З огляду на це виникає актуальне завдання щодо оцінювання спостережуваності заданих районів Землі з метою раціонального планування космічних зйомок релевантними КА.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Питання планування космічних спостережень в тій чи іншій мірі розглядаються в ряді наукових праць [5–7] останнього часу.

Зокрема, у статті [5] наведено підхід до планування спостережень з урахуванням геометричної форми заданої області земної поверхні, а також її розташування відносно траси КА та смуги огляду БЦА.

У роботі [6] запропоновано алгоритм розрахунку площі контрольованого району та обчислення коефіцієнта його накриття зоною огляду.

© П. В. ФРИЗ, 2015

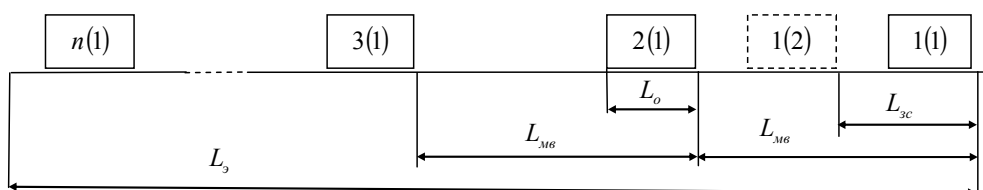


Рис. 1. Схема розташування смуг огляду на екваторі Землі

У публікації [7] розроблено методику, що дозволяє оцінювати потенційні варіанти космічного знімання заданого району за різними показниками.

Але в жодній із робіт, які розглянуто, математичний апарат і методика його застосування з метою розрахунків моментів накриття смугою огляду заданих районів Землі не наведено.

Виходячи з цього, мета статті – розробка математичного апарату для розрахунку добового зсуву смуги огляду з метою оцінювання спостережуваності заданих районів Землі в задачах планування космічних спостережень релевантними КА.

Виклад основного матеріалу. Загально відомо, що для задач ОЕСП земної поверхні здебільшого використовують приполярні сонячно-синхронні орбіти (ССО), для яких за рахунок добового обертання Землі смуга огляду зсувається тільки за довготою (вздовж паралелей). Тому картина зсуву буде однаковою на всіх широтах. У зв'язку з цим достатньо проаналізувати явище зсуву тільки на екваторі Землі.

Для цього розгорнемо екватор у відрізок прямої лінії довжиною $L_9 \approx 40000 \text{ км}$ і покажемо на ньому смуги огляду тільки на висхідних витках орбіти. За початок відліку візьмемо праву (східну) межу смуги огляду на першому витку (рис. 1). Позначимо витки орбіти й відповідні їм смуги огляду з лінійної ширини L_o цифрами 1,2,3,...,n, а номери діб, яким належать ці витки (смуги) – індексами в дужках, наприклад, 1(1), 2(2).

Довжина відрізка між сусідніми трасами КА (однойменними межами смуг огляду) $L_{мв}$ уздовж екватора (паралелі) називається згідно роботи [4] міжвитковою відстанню. Цю відстань у лінійних одиницях (в метричній мірі) можна розрахувати через кутову швидкість добового обертання Землі $\omega_3 \approx 7,292115 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ та її середній радіус $R_3 = 6371 \text{ км}$, як

$$L_{мв} = \omega_3 R_3 T_*, \quad (1)$$

де T_* – період обертання КА (сидеричний або драконічний залежно від вибраної моделі орбітально-го руху – незбурений чи збурений);

$\omega_3 R_3 = V_3 \approx 465 \text{ м/с}$ – лінійна швидкість обертання точок на екваторі Землі.

Якщо з метою розрахунків прийнято модель незбуреного руху, то для опису просторово-часового положення КА зазвичай використовують множину кеплерових елементів еліптичної орбіти, як зазначено в роботі [4]:

$$\tilde{R}_0 = \{a, e, \omega, i, \Omega, t_{II}\}, \quad (2)$$

де a і e – велика піввісь й ексцентриситет орбіти; ω , i , Ω – аргумент перигею, нахилення та інерціальна довгота висхідного вузла (ВВ) орбіти; t_{II} – момент знаходження КА в перигеї орбіти.

В такому разі з метою розрахунків за формулою (1) вибирають сидеричний період обертання КА

$$T_c = 2\pi\sqrt{a^3/\mu_0}, \quad (3)$$

де $a = 0,5(H_A + H_{II} + 2R_3)$ – велика піввісь еліптичної орбіти; H_A , H_{II} – висоти апогею та перигею еліптичної орбіти відповідно; $\mu_0 = 3,986 \cdot 10^5 \text{ км}^3/\text{с}^2$ – гравітаційний параметр Землі.

Оскільки для колових орбіт $H_A = H_{II} = H_o$, формула (3) набуває виду

$$T_o = 2\pi\sqrt{(H_o + R_3)^3/\mu_0} \quad (4)$$

Якщо у разі розрахунків враховують несферичність Землі, необхідно замість сидеричного використовувати драконічний період обертання КА згідно роботи [4]

$$T_{op} \approx T_c + \Delta T_e, \quad (5)$$

де ΔT_e – збурення, яке отримує сидеричний період обертання КА за один виток.

Зокрема, для еліптичної орбіти збурення сидеричного періоду за один виток визначається, як

$$\Delta T_e \approx A(1 - 4\cos^2 i)/\sqrt{\mu_0 p}, \quad (6)$$

де $A = 4,15196 \cdot 10^5 \text{ км}^2$ – константа, що враховує несферичність Землі; $0^\circ \leq i \leq 180^\circ$ – нахилення орбіти; $p = a(1 - e^2)$ – фокальний параметр орбіти; $e = (H_A - H_{II})/2a$ – ексцентриситет еліпса орбіти.

Аналіз формули (6) показує, що збурення можуть мати різні величину та знак (рис. 2 а):

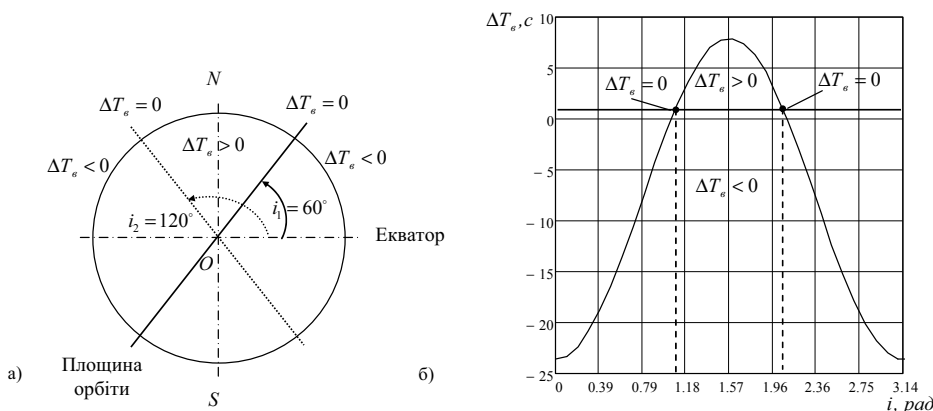


Рис. 2. До аналізу збурень сидеричного періоду обертання космічного апарата

а) збурення відсутнє ($\Delta T_s = 0$) у тих випадках, коли виконується умова $(1 - 4 \cos^2 i) = 0$, тобто у разі нахилу орбіт $i_1 = 60^\circ$ та $i_2 = 120^\circ$;

б) збурення додатне ($\Delta T_s > 0$) у тих випадках, коли виконується умова $(1 - 4 \cos^2 i) > 0$, тобто у разі нахилу орбіт $60^\circ < i < 120^\circ$;

в) збурення від'ємне ($\Delta T_s < 0$) у тих випадках, коли виконується умова $(1 - 4 \cos^2 i) < 0$, тобто у разі нахилу орбіт $0^\circ < i < 60^\circ$ або $120^\circ < i < 180^\circ$.

Отже, драконічний період обертання КА залежно від параметрів орбіти може як зростати, так і зменшуватися (рис. 2б), що необхідно враховувати при розрахунках міжвиткової відстані (1).

Очевидно, що через N витків орбіти драконічний період обертання КА досягне значення

$$T_{op}(N) \approx T_{opn} + N \cdot \Delta T_s, \quad (7)$$

де T_{opn} – деяке початкове значення драконічного періоду.

Якщо для опису орбіти КА замість класичного вектора (2) прийняти вектор,

$$\tilde{R}_\Omega = \{a_\Omega, e_\Omega, \omega_\Omega, i_\Omega, \Omega, t_\Omega\}, \quad (8)$$

елементи якого «прив'язані» до моменту проходження КА через ВВ орбіти t_Ω , а також врахувати несферичність Землі, то драконічний період обертання КА на еліптичній орбіті обчислюватиметься за формулою згідно роботи [4]

$$T_{op\Omega} = 2\pi \sqrt{a_\Omega^3 / \mu_0} \left\{ 1 - \frac{\varepsilon_s}{\mu_0 a_\Omega^2 (1 - e_\Omega^2)^2} \times \left[\left(2 - \frac{5}{2} \sin^2 i_\Omega \right) \frac{\sqrt{(1 - e_\Omega^2)^3}}{(1 + e_\Omega \cos \omega_\Omega)^2} + \frac{(1 + e_\Omega \cos \omega_\Omega)^3}{(1 - e_\Omega^2)} \right] \right\}, \quad (9)$$

де $\varepsilon_s \approx 2,63 \cdot 10^{10} \text{ км}^5 / \text{с}^2$ – параметр, що враховує полярний стиск Землі.

Якщо орбіта КА близька до колової ($e_\Omega \leq \varepsilon_s / \mu_0 R_s \approx 0,001624$, $R_s = 6378,140 \text{ км}$ – екваторіальний радіус Землі), то її висоту приймають умовно постійною й рівною

$$H_\Omega = a_\Omega - R_s. \quad (10)$$

В такому разі драконічний період обертання КА на подібних орбітах можна одержати з виразу (9) з урахуванням (10):

$$T_{op\Omega} = 2\pi \sqrt{(R_s + H_\Omega)^3 / \mu_0} [1 - \varepsilon_s (3 - 2,5 \sin^2 i_\Omega) / \mu_0 (R_s + H_\Omega)^2]. \quad (11)$$

Оскільки для ОЕСп Землі зазвичай застосовуються ССО з висотами 600...700 км, то драконічний період обертання КА (11) для таких орбіт можна знайти з рис. 3.

Міжвиткову відстань можна визначати й в кутовій мірі. Наприклад, з урахуванням виразу (1) та залежності $\omega_s = 2\pi / T_{zd}$ отримаємо міжвиткову відстань у радіанах

$$\Delta \lambda_{mv} = 2\pi T_* / T_{zd} = \omega_s T_* = L_{mv} / R_s, \quad (12)$$

де $T_{zd} = 86164^s$ – тривалість зоряної доби.

Неважко замітити, що в разі виконання умови $L_o = L_{mv}$ та зважаючи на те, що за один виток КА перетинає екватор (у загальному випадку – одну й ту ж паралель) двічі, можна забезпечити суцільне однократне накривтя смугою огляду земної поверхні за N_l витків орбіти, де

$$N_l = L_s / 2L_o = \pi / \Delta \lambda_{mv}. \quad (13)$$

Наприклад, якщо період обертання КА на коловій орбіті $T_* \approx 97 \text{ хв}$ (рис. 3), то на основі виразу (1)

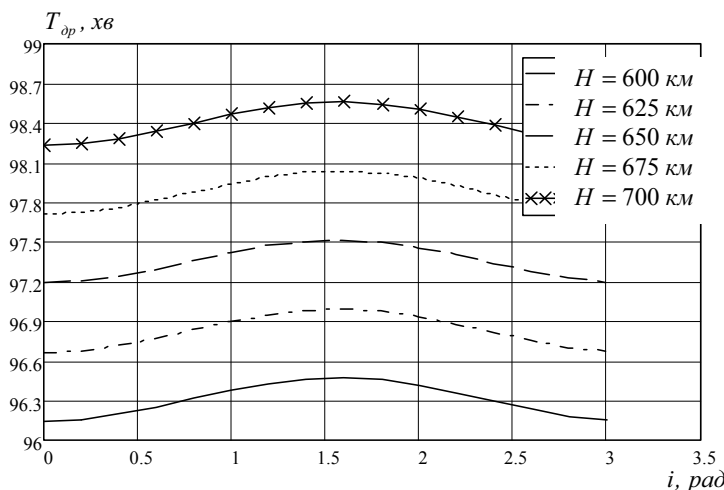


Рис. 3. Залежність драконічного періоду обертання космічного апарата від нахилу та висоти сонячно-синхронної орбіти

знайдемо $L_{\text{мв}} \approx 2700$ км, а з урахуванням формули (12) $\Delta\lambda_{\text{мв}} \approx 0,42$. В такому разі на підставі (13) матимемо $N_l \approx 7,5$. А це означає, що будь-який район можна «обслужити» (накрити смугою огляду) в кращому випадку на першому ($m = 1$), в гіршому – на восьмому ($m = 8$) витку орбіти, тобто не пізніше, ніж через півдобу з моменту виникнення потреби.

В загальному ж випадку міжвиткова відстань $L_{\text{мв}} \neq L_o$ і вона вміщується на екваторі L_o не ціле число раз. Тому, наприклад, перша смуга (рис. 1) другої доби 1(2) не збігається з першою смугою першої доби 1(1).

Цю розбіжність називають добовим зсувом смуг огляду згідно роботи [4]. Його лінійну величину $L_{\text{зс}}$ можна знайти з таких міркувань. Розкладемо відношення тривалості зоряної доби до періоду обертання КА $T_{\text{зд}}/T_*$ на цілу $[\cdot]$ і $\{ \}$ дробову частини

$$T_{\text{зд}}/T_* = [T_{\text{зд}}/T_*] + \{T_{\text{зд}}/T_*\} = k + q, \quad (14)$$

де $k = [T_{\text{зд}}/T_*] = 1, 2, \dots$ – ціла частина відношення (кількість повних обертів КА за зоряну добу); $q = \{T_{\text{зд}}/T_*\}$ – дробова частина цього ж відношення, тобто $0 \leq q < 1$.

Тоді добовий зсув смуг огляду можна знайти, як

$$L_{\text{зс}} = \omega_3 R_3 (T_{\text{зд}} - T_* k). \quad (15)$$

Як видно із формули (14), в разі $T_* = T_{\text{зд}}$ отримаємо $k = 1$. А це означає, що відповідно до виразу (15) величина $L_{\text{зс}} = 0$, тобто добовий зсув смуги огляду відсутній (стаціонарні орбіти). Така ж ситуація буде при $k = 2$ (півдобові орбіти) і т.д.

Оскільки мінімально можливий (критичний) період обертання КА $T_{\text{кр}} \approx 86,5^{\text{м}} \approx 5190^{\text{с}}$, то максимально можливе (критичне) значення числа повних обертів КА за зоряну добу $k_{\text{кр}} = 16$, тобто $1,0 \leq k \leq 16,0$.

Якщо використовувати тільки дробову частину відношення (14), то

$$L_{\text{зс}} = \omega_3 R_3 T_* q. \quad (16)$$

Як видно із (16) у разі $q = 0$ величина $L_{\text{зс}} = 0$, тобто добовий зсув смуги огляду відсутній.

Якщо відношення $T_{\text{зд}}/T_* = l/m$, де l і m – деякі взаємно прості числа, то КА повернеться в початкову точку на екваторі через l обертів навколо Землі після закінчення m зоряних діб. Інакше кажучи, через m зоряних діб траса КА повториться.

Якщо відношення $T_{\text{зд}}/T_*$ являє собою ірраціональне число, то траса не повторюється. В цьому разі КА пройде над усіма точками земної поверхні, які розташовано в інтервалі широт $-i \leq \varphi \leq i$ у разі $0 \leq i \leq 0,5\pi$ та $-(\pi - i) \leq \varphi \leq (\pi - i)$ за умови $0,5\pi < i \leq \pi$.

За аналогією із виразом (12) з урахуванням формул (14)...(16) можна перейти до значень добового зсуву смуг огляду в кутових одиницях

$$\Delta\lambda_{\text{зс}} = L_{\text{зс}} / R_3 = \omega_3 (T_{\text{зд}} - T_* k) = \omega_3 T_* q. \quad (17)$$

З урахуванням отриманих результатів, які отримано, можна задавати умови спостереження будь-якого району Землі функцією видимості цього району з КА на i -му витку орбіти (рис. 4):

$$\Phi_p(n) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } (\lambda_o^n \leq \lambda_p^n) \wedge (\lambda_o^n \geq \lambda_p^n) = 1; \\ 0, & \text{якщо } (\lambda_o^n \leq \lambda_p^n) \wedge (\lambda_o^n \geq \lambda_p^n) = 0, \end{cases} \quad (18)$$

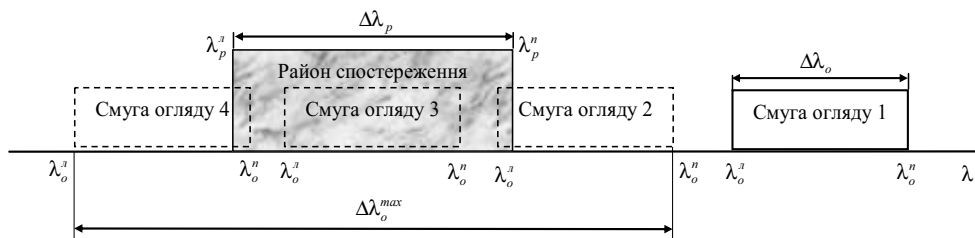


Рис. 4. До питання накриття району смугою огляду КА

де λ_o^l і λ_o^r – географічна довгота лівої і правої відносно траси візирної осі (ТВО) БЦА меж смуги огляду; λ_p^l і λ_p^r – географічна довгота лівої і правої відносно ТВО меж контрольованого району.

В цьому разі вважатимемо, що район контролюється в разі $\Phi_p(n)=1$ та не контролюється, якщо $\Phi_p(n)=0$. Як видно із рис. 4, максимальний діапазон довгот, де виконується умова $\Phi_p(n)=1$, обмежено величиною

$$\Delta\lambda_o^{\max} = \lambda_{o2}^r - \lambda_{o4}^l = 2\Delta\lambda_o + \Delta\lambda_p, \quad (19)$$

де λ_{o2}^r і λ_{o4}^l – географічна довгота правої межі смуги огляду в положенні 2 і лівої межі смуги огляду в положенні 4; $\Delta\lambda_o = \lambda_o^r - \lambda_o^l$ – кут ширини смуги огляду; $\Delta\lambda_\delta = \lambda_\delta^r - \lambda_\delta^l$ – кут ширини спостережуваного району.

Якщо необхідно визначити не тільки факт, але й ступінь спостереження заданого району, то можна скористатись одномірним коефіцієнтом «накриття» цього району смугою огляду КА.

Наприклад, у разі ситуації, яку зображено на рис. 4, цей коефіцієнт можна знайти, як відношення кут ширини спостережуваної частини району до його повної кут ширини

$$K_n = \begin{cases} (\lambda_p^r - \lambda_o^l) / \Delta\lambda_p, & \text{якщо } [(\lambda_o^l \leq \lambda_p^l) \wedge (\lambda_o^r \geq \lambda_p^r)] = 1; \\ \Delta\lambda_o / \Delta\lambda_p, & \text{якщо } [(\lambda_o^l \geq \lambda_p^l) \wedge (\lambda_o^r \leq \lambda_p^r)] = 1; \\ (\lambda_p^r - \lambda_o^l) / \Delta\lambda_p, & \text{якщо } [(\lambda_o^l \leq \lambda_p^l) \wedge (\lambda_o^r \geq \lambda_p^r)] = 1; \\ 0, & \text{якщо } [(\lambda_o^l > \lambda_p^l) \vee (\lambda_o^r < \lambda_p^r)] = 1. \end{cases} \quad (20)$$

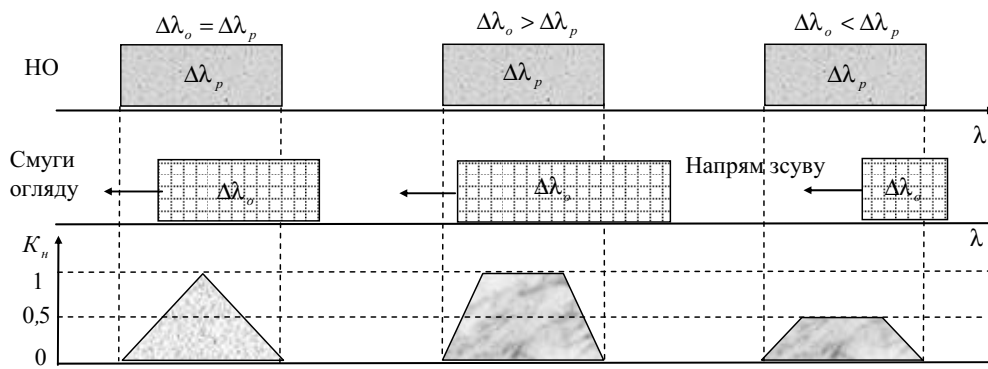


Рис. 5. До поняття одномірного коефіцієнта накриття

Геометрична інтерпретація коефіцієнта (20) у разі різних співвідношень між кут ширини спостережуваних районів та смуг огляду БЦА наведено на рис. 5.

Коефіцієнт (20), який запропоновано, має одномірний (на відміну від двомірного або площинного) характер. Він може стати зручним за умови вирішення завдань вибору релевантних КА [8] за критерієм максимального накриття заданого району та планування застосування таких КА.

Приклад розрахунків показника (20) для району з правою $\lambda_p^r = 10^\circ$ та лівою $\lambda_p^l = 8^\circ$ межами та з кут ширини $\Delta\lambda_p = 2^\circ$ у разі кут ширини смуги огляду КА $\Delta\lambda_o = 1^\circ$ наведено нижче в таблиці.

В цьому разі в розрахунках замість логічних умов порівняння абсолютних географічних координат типу $\lambda_o^* \leq \lambda_p^*$ застосовано еквівалентні залежності типу $\lambda_p^* - \lambda_o^* \leq 0$.

Висновки

1. Запропоновано математичний апарат, який дозволяє розраховувати добовий зсув смуги огляду бортовою цільовою апаратурою для будь-якої сонячно-синхронної орбіти як для сферичної, так і для несферичної моделей Землі. Його можна використовувати з метою оцінювання спостережуваності будь-якого району, а, отже, раціонально

Результати розрахунків одномірного коефіцієнта накриття

λ_p^a	λ_p^n	$\Delta\lambda_p$	λ_o^a	λ_o^n	$\Delta\lambda_o$	$\lambda_p^n - \lambda_o^a$	$\lambda_p^n - \lambda_o^n$	$\lambda_p^a - \lambda_o^a$	$\lambda_p^a - \lambda_o^n$	K_n
8	10	2	11,0	12,0	1	-1,0	-2,0	-3,0	-4,0	0
8	10	2	10,5	11,5	1	-0,5	-1,5	-2,5	-3,5	0
8	10	2	10,0	11,0	1	0	-1,0	-2,0	-3,0	0
8	10	2	9,5	10,5	1	0,5	-0,5	-1,5	-2,5	0,25
8	10	2	9,0	10,0	1	1,0	0	-1,0	-2,0	0,5
8	10	2	8,5	9,5	1	1,5	0,5	-0,5	-1,5	0,5
8	10	2	8,0	9,0	1	2,0	1,0	0	-1,0	0,5
8	10	2	7,5	8,5	1	2,5	1,5	0,5	-0,5	0,25
8	10	2	7,0	8,0	1	3,0	2,0	1,0	0	0
8	10	2	6,5	7,5	1	3,5	2,5	1,5	0,5	0
8	10	2	6,0	7,0	1	4,0	3,0	2,0	1,0	0

планувати космічні спостереження земної поверхні в задачах дистанційного зондування Землі.

2. За допомогою запропонованої оригінальної функції видимості можна прогнозувати не тільки факт, а й ступінь спостереження заданого району, що можна використовувати як у задачах планування спостережень, так і в задачах управління процесом цих спостережень.

3. Отримані результати мають практичне значення для задач планування спостережень Землі, особливо при вирішенні завдань невеликою кількістю космічних апаратів.

Список літератури

1. *Загальнодержавна цільова науково-технічна космічна програма України на 2013–2017 роки*, затверджена Законом України від 5 вересня 2013 року № 439-VII [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua>.
2. *Концепція реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року*. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 березня 2011 р. № 238-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua>.
3. Фриз П. В. Можливий підхід до формалізованого опису специфічних орбіт космічних апаратів у задачах спостереження Землі / П. В. Фриз, О. М. Кондратов // Проблеми створення, випробування, застосування, експлуатації складних інформаційних систем : зб. наук. праць. – Житомир : ЖВІ НАУ, 2011. – Вип. 5. – С. 147-157.
4. Фриз П. В. Основи орбітального руху космічних апаратів / підручник // П. В. Фриз. – Житомир : ЖВІ НАУ, 2012. – 348 с.
5. Фриз С. П. Можливий підхід до планування спостережень космічними апаратами / С. П. Фриз, В. В. Петрожалко, В. В. Ожінський // Пробл. створення, випроб., застосування та експ. складних інформ. систем / зб. наук. праць. – Житомир : ЖВІ НАУ, 2011. – Вип. 4. – С. 87-96.
6. Фриз С. П. Алгоритм розрахунку площі контрольованої частини заданого району при проведенні зйомки з космічних апаратів / С. П. Фриз // Вісник ЖДТУ. Технічні науки: – Житомир : ЖДТУ, 2012. – Вип. №1 (60). – С. 69-77.
7. Петрожалко В. В. Методика знаходження компромісного рішення при плануванні космічного знімання у складних умовах / В. В. Петрожалко // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – Житомир : ЖДТУ, 2012. – Вип. № 1 (60). – С. 52-58.
8. Фриз П. В. Алгоритм автоматизованого вибору релевантних космічних апаратів для оптико-електронного спостереження заданих районів Землі. / П. В. Фриз, О. М. Кондратов // Вісник ЖДТУ. Технічні науки: – Житомир : ЖДТУ, 2012 – Вип. № 2 (61). – С. 138-146.

УДК 347.77.347.211

О.Б. ЗАЙКІВСЬКИЙ, О.А. ОНІСТРАТ, кандидати техн. наук,
Л.М. ЛОТОХА, М.В. БОНДАРЧУК інженери (Центр. науково-дослід. ін-т озброєння та військової техніки
Збройних Сил України, м. Київ)

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ ПРАВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

Проведено дослідження проблем ідентифікації об'єктів права інтелектуальної власності за їхнього бухгалтерського обліку.

Проведено исследование проблем идентификации объектов права интеллектуальной собственности при их бухгалтерском учете.

Інтелектуальна власність (ІВ) уже давно відіграє значну роль у господарській діяльності підприємств економічно розвинених країн. Постійно зростає інтерес і попит до використання об'єктів права інтелектуальної власності (ОПІВ) також і з боку підприємців в Україні. Права на ОПІВ усе частіше стають товаром.

Практика господарювання все наполегливіше потребує врахування вартості інтелектуального продукту в економічній діяльності. Без впровадження інновацій, без ефективного використання ОПІВ напрощуд важко досягти успіху в бізнесі, «завоювати», як кажуть, «своє місце під сонцем».

Нематеріальні активи (НМА) – принципово новий об'єкт фінансового обліку для України, що узагальнює особливі види капіталу підприємства, а також характеризує його економічний потенціал і фінансову стабільність.

Унікальні за своєю природою фактори нематеріального характеру за сьогоденних умов є головним чинником у визначенні ринкової вартості та формуванні високого рівня конкурентоспроможності підприємства.

Це розуміє дедалі більше підприємців, про що свідчить постійне зростання надходження заявок на ОПІВ до Укрпатенту.

Незважаючи на велику кількість публікацій у різноманітних засобах інформації, в яких розглядається та висвітлюється тема комерціалізації зазначених об'єктів, наявні проблеми з цього питання все ще дуже актуальні.

Це, зокрема, підтверджує й Галина Уманців: «В умовах постіндустріальної економіки, що базується на використанні інтелектуального капіталу, питання сутності, оцінки та визнання в обліку невідчутних активів є актуальним. Незважаючи на всебічне підвищення ролі інтелектуальної власності, до цього часу по-справжньому невирішене питання оцінки та обліку її об'єктів у цілісному майновому комплексі господарюючих суб'єктів», як зазначено в роботі [1].

Проблема полягає в тому, що більшість інтелектуальних активів не ідентифікуються, а тому не відображаються в обліку. Адже саме після ідентифікації будь-яких активів, у тому числі й нематеріальних, розпочинається їхня оцінка та подальший бухгалтерський облік. Від того, наскільки правильно буде ідентифіковано об'єкт, залежить і його вартість, й облік на відповідних регістрах, а також наявність чи відсутність права на амортизацію. Саме тому, на наш погляд, ідентифікація ОПІВ складає базис, основу бухгалтерського обліку НМА. Аналіз публікацій показує, що в багатьох авторів відсутнє правильне розуміння самої суті НМА, що призводить до їхньої неправильної ідентифікації та, відповідно, подальших помилок у бухгалтерському обліку.

Для того, щоб чітко розібратися в цьому питанні, необхідно починати з огляду законодавства, що регулює бухгалтерський облік НМА.

До цих пір у законодавстві України існує багато невирішених проблем із цього питання, що підтвердили й парламентські слухання на тему:

«Захист прав інтелектуальної власності в Україні: проблеми законодавчого забезпечення та правозастосування», які відбулися 27 червня 2007 р. Зокрема, в постанові Верховної Ради, яку прийнято, відмічається: «Не врегульовано належним чином питання ...оцінки та взяття на бухгалтерський облік об'єктів інтелектуальної власності, нематеріальних активів. Законодавством належним чином не врегульовано питання вартісної оцінки майнових прав інтелектуальної власності, їх відображення у бухгалтерському обліку» згідно роботи [2].

Саме головне, на наш погляд, полягає в тому, що на сьогодні відсутнє однозначне визначення поняття терміну «нематеріальні активи» в бухгалтерському й податковому обліках.

Відповідно до п. 14.1.120 Податкового кодексу України «Нематеріальні активи – об'єкти інтелектуальної, в тому числі промислової власності, а також інші аналогічні права», як зазначено в роботі [3].

Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 8 «Нематеріальні активи» визначає, що: «Нематеріальний актив – це немонетарний актив, який не має матеріальної форми, може бути ідентифікований та утримується підприємством з метою використання протягом періоду більше одного року (або одного операційного циклу, якщо він перевищує один рік) для виробництва, торгівлі, в адміністративних цілях чи надання в оренду іншим особам» згідно роботи [4].

Положенням із бухгалтерського обліку необоротних активів бюджетних установ визначається те, що: «нематеріальний актив – актив, який не має матеріальної форми та може бути ідентифікований», як зазначено в роботі [19].

Крім того, що у всіх визначеннях, які наведено, відсутнє однозначне тлумачення поняття, як немає й чіткого визначення самої суті НМА – що це саме право (матеріальне) на використання об'єктів, у тому числі об'єктів права ІВ, а не самі об'єкти.

Доцільно було б у всіх законодавчих і нормативно-правових актах давати одне однозначне визначення. Зокрема, як варіант, ми пропонуємо до розгляду законодавців своє визначення, яке, на наш погляд, повністю розкриває саму сутність НМА: «Нематеріальні активи – це немонетарні активи, які не мають матеріальної форми, суть яких полягає в праві власності на об'єкти інтелектуальної власності, а також інші аналогічні права, які визнано в порядку, встановленому відповідним

законодавством, об'єктом права власності особи, можуть бути ідентифіковані (ототожнені) та утримуються підприємством із метою використання протягом періоду більше одного року (або одного операційного циклу, якщо він перевищує один рік) для виробництва, торгівлі, в адміністративних цілях чи надання в оренду іншим особам».

Необхідність чіткого визначення поняття НМА стає очевидним, коли знайомишся з публікаціями деяких авторів на цю тему. Так, наприклад, Г. Красноступ, аналізуючи дослідження Кембел Р. Макконел та Стенлі Л. Брю стосовно ресурсів, приходять до висновку, що «до нематеріальних активів належать тільки об'єкти інтелектуальної власності» згідно роботи [5].

Проте з наведених визначень НМА можна виділити наступні його ознаки, які допомагають правильно його ідентифікувати:

- немонетарний актив;
- не має матеріальної форми.

Для подальшого розгляду слід визначитися, що саме є активами. Активи – це ресурси, які контролює підприємство в результаті минулих подій, використання яких, як очікується, призведе до отримання майбутніх економічних вигід, як зазначено в роботі [6].

Відповідно до п. 4 П(с)БО 19, немонетарними активами визначаються всі активи, окрім грошових коштів, їхніх еквівалентів та дебіторської заборгованості в фіксованій (чи визначеній) сумі грошей згідно роботи [7], зокрема матеріальні активи, до яких належить рухоме й нерухоме майно (основні засоби та запаси), а також із НМА, в основному прав.

Матеріальні активи складаються з фізичної речовини, яку можна побачити. До матеріальної речовини можна навіть доторкнутися й відчути тепло або холод. Навпаки, нематеріальні об'єкти походять від юридичних прав або прав, що витікають із контракту, й тому вони не мають фізичної субстанції. НМА невлесні та безтілесні, до них не можна доторкнутися, потримати в руках, помацати, як зазначено в роботі [8].

Відмінні ознаки НМА дуже добре сформульовано у книзі Цибульова П.М. «Основи інтелектуальної власності» [9]:

- відсутність матеріальної основи і при цьому володіння такою коштовною якістю, як здатність давати дохід власнику, виходячи з довгострокових прав і переваг, що вони приносять йому так довго, як це можливо;

- відсутність наміру продажу нематеріальних активів у нормальних умовах діяльності підприємства;

- тривалість експлуатації, що дозволяє враховувати їх у складі довгострокових інвестицій як оборотні активи й через обраний варіант облікової політики встановлювати більш розумний термін погашення їхньої первісної вартості за загальною невизначеністю термінів функціонування (гудвіл, товарні знаки тощо);

- відсутність відходів;

- багатocільовий характер експлуатації, що дозволяє використовувати об'єкт на різних ділянках діяльності підприємства;

- підвищений ступінь ризику в прагненні отримати прибуток від застосування подібних активів.

На думку В. Астахова згідно роботи [10], до відмінних ознак НМА належить також і така, як неможливість виділення зі загальної маси майна підприємства або відособлення в самостійний вид майна внаслідок його нематеріальної основи. З цим абсолютно неможливо погодитись, оскільки таке твердження суперечить вимозі щодо можливості ідентифікації нематеріального активу та його комерціалізації (впровадження у виробництво, торгівлю, надання в оренду).

Відмічено особливості, які характеризують НМА (об'єкт обліку), як узагальнене поняття результатів творчої діяльності й засобів індивідуалізації юридичної особи, що не володіє фізичною основою й реалізується в формі прав, які приносять їхньому власнику прибуток, розмір якого залежить від обсягу цих прав.

Це чітко визначено Планом рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств та організацій згідно роботи [11], де зазначено, що рахунок 12 «Нематеріальні активи» має такі субрахунки:

121. «Права користування природними ресурсами»;
122. «Права користування майном»;
123. «Права на комерційні позначення»;
124. «Права на об'єкти промислової власності»;
125. «Авторське право та суміжні з ним права»;
127. «Інші нематеріальні активи».

Таким чином, зміст поняття «нематеріальні активи» слід визначити як довгострокові права або переваги, які набуває власник прав, відображено в балансі суб'єкта господарювання як витрати на їхнє придбання й доведення до стану, придатного

для використання за своїм призначенням із метою отримання прибутку.

З метою того, аби конкретний НМА, насправді, було визнано таким (із точки зору бухгалтерського та податкового обліків для конкретного підприємства), в останнього має бути відповідне підтвердження такого права (наприклад, патент, свідоцтво або документ, який підтверджує право його власника на використання (експлуатацію) цього нематеріального активу). Якщо такого документа немає, то й визнати той чи інший актив, навіть якщо він не має матеріальної форми, саме НМА достатніх законних підстав немає.

Якщо з бухгалтерським обліком НМА за такими групами, як «Права користування природними ресурсами», «Права користування майном» питань майже не виникає, то щодо до таких груп, як «Права на комерційні позначення», «Права на об'єкти промислової власності» та «Авторське право й суміжні з ним права», які включають саме ОПІВ, постає багато питань і виникає чимало непорозумінь. Подальший розгляд буде стосуватися, в основному, саме ідентифікації об'єктів, які зазначено.

За введенням кожного ОПІВ в господарський оборот, на підприємстві необхідно розглядати документи, які підтверджують його ідентифікацію.

Зі здійсненням обліку на підставі положень (стандартів) бухгалтерського обліку почав використовуватись термін «ідентифіковані активи та зобов'язання». Даний термін, за Положенням (стандартом) бухгалтерського обліку 19 «Об'єднання підприємств» згідно роботи [7], означає активи, які придбано, та зобов'язання, які на дату придбання відповідають критеріям визнання статей балансу за Положенням (стандартом) бухгалтерського обліку 2 «Баланс» (далі – П(с)БО 2). За ст. 10 П(с)БО 2 актив відображається в Балансі за умови, що оцінку його може бути достовірно визначено та очікується отримання в майбутньому економічних вигід, які пов'язано з цим використанням, як зазначено в роботі [12].

Як бачимо, повної інформації із даних визначень стосовно ідентифікації НМА взяти неможливо. Це призводить до того, що багато авторів, не розуміючи суті ідентифікації, вважають, що «ідентифікованими нематеріальними активами називають такі нематеріальні активи, що можуть бути придбані чи продані окремо від інших активів підприємства» згідно роботи [8], або «нематеріальний актив, який може бути відокремлений від підприємства» згідно роботи [13]. Але це ж лише частина

ідентифікації, яка не дає повної картини стосовно об'єкта ідентифікації. Залишаючись на таких позиціях, можливо наробити чимало помилок у бухгалтерському обліку об'єктів права ІВ як НМА, які буде показано нижче.

Більш близькою до суті ідентифікації є позиція В. Пантелєєва: «Ідентифікація (лат. *identificare* – ототожнювати) означає встановлення відповідності реального об'єкта, товару наданий на нього документації, його назви для запобігання заміні одного об'єкта іншим», як зазначено в роботі [14].

Для того, щоб розібратися, що ж таке ідентифікація, звернемось до енциклопедій. Так, в Українській Радянській Енциклопедії наведено таке визначення: «Ідентифікація (ототожнювати) – ототожнювання предметів і людей за їхніми характерними ознаками» згідно роботи [15].

«Большая Советская Энциклопедия» дає ще більш повне визначення: «Идентификация (устанавливаю тождество, отождествляю) – установление тождества того или иного объекта на основании определенных признаков, являющихся отличительными для данного объекта. Посредством идентификации может быть точно установлен индивидуально-определенный предмет или же тождество этого предмета как части более сложного целого» згідно роботи [16].

Ідентифікація об'єктів права ІВ розглядається в Національному стандарті № 4 «Оцінка майнових прав інтелектуальної власності», в якому зазначено: «Під час обстеження об'єкта права інтелектуальної власності, яке проводиться з метою його ідентифікації, з'ясовується наявність матеріального носія об'єкта та документів, що засвідчують майнові права інтелектуальної власності і факт видачі дозволу на використання об'єкта права інтелектуальної власності» згідно роботи [17].

Таким чином, для випадку бухгалтерського обліку об'єкта права ІВ у складі нематеріальних активів ідентифікація об'єкта означає встановлення наявності та чинності документів, які засвідчують правомірне набуття права авторства, права власності, а також інших документів, які є підставою для оприбуткування об'єкта НМА.

Аналогічна позиція й у В. Пантелєєва: «ідентифікація є обов'язковою умовою для обліку нематеріального активу. Поряд з визнанням даного об'єкта як об'єкта права інтелектуальної власності у складі нематеріальних активів даного підприємства повинні визначатись інші важливі

характеристики нематеріального активу: умови та дата введення об'єкта в господарський оборот, характеристика об'єкту, місце використання, вартість придбання, строк корисного використання, отримання майбутніх економічних вигід, особа, відповідальна за прийняття об'єкта, тощо», як зазначено в роботі [14].

Реально ідентифікація нематеріального активу на підприємстві може здійснюватись на підставі визнання даного об'єкта повноважним органом підприємства – комісією, яку призначено наказом власника або посадовою особи й яку здійснює керівництво підприємством. Це може бути, зокрема, інвентаризаційна комісія підприємства.

Саме головне, що повинна зробити комісія – це встановити наявність і чинність прав власності на об'єкт, що підлягає ідентифікації.

Правильність такого підходу підтверджує й Міністерство фінансів України: «При інвентаризації об'єктів права інтелектуальної власності їх наявність установлюється за документами, що були підставою для оприбуткування, або додатково за документами, якими оформлені (тобто, підтверджуються) відповідні права. Зокрема, з метою ідентифікації об'єктів права інтелектуальної власності інвентаризаційна комісія пересвідчується у наявності та чинності документів, що засвідчують правомірність набуття прав власності, прав використання об'єктів інтелектуальної власності – патентів, свідоцтв, дипломів, ліцензій, договорів тощо» згідно роботи [18].

Державне казначейство України ще більш конкретно зазначає: «на облік у складі нематеріальних активів беруться придбані права на володіння, користування та розпорядження об'єктом нематеріальних активів, після відчуження їх (прав) від колишніх власників та визначення його вартості. При відсутності права власності витрати на придбання визнаються витратами того звітного періоду, протягом якого вони були здійсненні без визнання таких витрат у майбутньому нематеріальним активом» згідно роботи [19].

У разі ідентифікації об'єктів НМА комісія підприємства, до складу якої мають входити компетентні фахівці з питань ІВ, в обов'язковому порядку повинна перевірити наявність та чинність документів, які є підставою для оприбуткування об'єкта нематеріального активу, документів, що засвідчують правомірне набуття права авторства, права власності, права на використання об'єкта

нематеріального активу, а саме: патентів – для винаходів, корисних моделей, промислових зразків; свідоцтв – для комерційних найменувань, торговельних марок, об'єктів авторського права, компонування інтегральних мікросхем; дипломів – із метою наукових відкриттів; ліцензій (ліцензійних договорів, авторських договорів); договорів про передачу права власності на об'єкт нематеріального активу; виписок із відповідних державних реєстрів, які підтверджують права на об'єкт НМА; актів приймання-передачі прав на об'єкти НМА; інших документів, які пов'язано з ідентифікацією прав на об'єкти НМА, як зазначено в роботі [20].

Дотримання зазначеного порядку ідентифікації об'єктів НМА зведе до мінімуму можливість неправильного бухгалтерського обліку таких активів, які припускають деякі автори публікацій. Так, зокрема, Ірина Солодченко вважає, що придбаний або отриманий НМА відображається в балансі тільки в тому випадку, якщо існує ймовірність одержання майбутніх економічних вигод, які пов'язано з його використанням, та його вартість може бути достовірно визначено. Під економічними вигодами автор має на увазі потенційну можливість одержання підприємством коштів від використання активів. На цій підставі, розглядаючи придбання підприємством законодавчої бази України, яка використовується для одержання інформації в поточній діяльності підприємства, та список передплатників великих друкованих видань, за допомогою якого підприємство збирається укладати нові контракти, шукати нових замовників і розміщати цілеспрямовану рекламу протягом трьох років, автор приходить до висновку, що список передплатників є НМА і вартість його придбання варто амортизувати протягом трьох років [8]. Помилка очевидна, адже питання наявності прав на з список, якій зазначено, навіть не розглядається.

Підприємство, яке придбало об'єкт права ІВ в результаті його створення чи за договором відчуження майнових прав може розглядати таку господарську операцію як операцію з придбання НМА лише у випадку наявності наступних прав стосовно об'єкта: право володіння, право користування, право розпорядження.

Правовою підставою приналежності об'єктів права ІВ конкретному підприємству й, відповідно, визнання цих об'єктів НМА конкретного підприємства є наявність охоронних документів на них [21].

Ми вже дійшли висновку, що до НМА належать об'єкти права ІВ, які:

- по-перше, є доведеними, задокументованими відповідно до чинного законодавства. Документ повинен мати юридичну силу або носити службовий характер. Документальним підтвердженням об'єкта НМА є патент, сертифікат, ліцензія або інші документи, що мають юридичну силу й відображають специфіку того або іншого об'єкта;

- по-друге, мають вартісну оцінку, оскільки господарські факти, що не мають грошової оцінки, в бухгалтерському обліку не відображаються.

Враховуючи зазначене, об'єкт права ІВ необхідно брати на облік у складі НМА лише в разі придбання прав на володіння, користування та розпорядження об'єктом права ІВ після відчуження їх (прав) від колишніх власників та визначення вартості об'єкта, який зазначено.

Якщо ж підприємство придбало об'єкт права ІВ на умовах користування ним, без передачі прав на володіння або розпорядження, то витрати, які пов'язано з його придбанням (створенням), визнаються витратами того звітного періоду, протягом якого вони були здійснені, без визнання таких витрат у майбутньому нематеріальним активом.

Дивує позиція деяких авторів, які вважаючи, що класифікація нематеріальних активів, що наведено в П(с)БО 8 є недосконалою, пропонують слово «право» вилучити з найменувань НМА, посилячись на те, що не права є нематеріальними активами, а безпосередньо об'єкти ІВ. Усе аналогічно тому, як у бухгалтерському обліку відображено матеріальні активи. Так, якщо в підприємства відображено матеріальні активи «Основні засоби», то ми не вживаємо «Право користування основними засобами». Таким чином, необхідно внести зміни і до П(с)БО 8, а саме замінити в назві субрахунку за Планом рахунків «Авторські та суміжні з ними права» на «Об'єкти авторських та суміжних з ними прав» [5, 22].

Та що там автори, коли навіть Міністерство фінансів України припускається ще грубішої помилки. Так, у своєму листі на запит щодо окремих питань бухгалтерського обліку Міністерство фінансів України повідомляє: «Об'єкт інтелектуальної власності і право користування об'єктом інтелектуальної власності відповідно до Положення (стандарту) 8 визнаються нематеріальним активом підприємства (зараховуються на баланс), якщо вони можуть бути ідентифіковані, утримуються підприємством з метою використання протягом більше одного року, існує ймовірність одержання

від їх використання майбутніх економічних вигід та їх вартість може бути достовірно визначена. Тобто за відсутності однієї із зазначених ознак, наприклад, вартості, строку використання більше одного року, об'єкт інтелектуальної власності чи право на його використання в бухгалтерському обліку активом не визнаються» [23].

Мало того, що в листі відділяється об'єкт права ІВ від права власності на цей об'єкт, так ще й пропонується визнавати НМА навіть право користування об'єктом права інтелектуальної власності, а не виключне право власності. Це суперечить не лише здоровому глузду, а й вимогам того ж міністерства стосовно бухгалтерського обліку нематеріальних активів, які ми розглядали вище [18], й положенням Цивільного кодексу України стосовно права ІВ. Право користування застосовується лише до таких нематеріальних активів, як право користування природними ресурсами та право користування майном. Об'єкти ж права ІВ визнаються нематеріальним активом лише за наявності права власності, яке полягає в праві володіння, користування та розпорядження зазначеним об'єктом.

Відповідно до Цивільного кодексу України право інтелектуальної власності становить особисті немайнові права ІВ та (або) майнові права ІВ [24]). За цілями бухгалтерського обліку нас цікавлять саме майнові права.

Стаття 424 Цивільного кодексу України [24] визначає, що майновими правами ІВ є:

- 1) право на використання об'єкта права інтелектуальної власності;
- 2) виключне право дозволяти використання об'єкта права інтелектуальної власності;
- 3) виключне право перешкоджати неправомірному використанню об'єкта права інтелектуальної власності, в тому числі забороняти таке використання.

Відповідно до Цивільного кодексу майнові права ІВ може бути передано повністю або частково іншій особі [24]. Тобто власник права ІВ може передати іншій особі право на користування об'єктом права ІВ без права розпорядження таким об'єктом (наприклад, придбання диска з комп'ютерною програмою не означає придбання права тиражувати її із метою отримання доходу, тобто розпоряджатися програмою в комерційних цілях).

Співвідношення права ІВ та права власності чітко встановлює стаття 419 Цивільного кодексу [24]:

1. Право інтелектуальної власності та право власності на річ не залежать одне від одного.

2. Перехід права на об'єкт права інтелектуальної власності не означає переходу права власності на річ.

3. Перехід права власності на річ не означає переходу права на об'єкт права інтелектуальної власності.

Висновки

1. Ідентифікація об'єкта права інтелектуальної власності означає встановлення наявності та чинності документів, які засвідчують правомірне набуття права авторства, права власності, а також інших документів, які є підставою для оприбуткування об'єкта нематеріального активу.

2. Ідентифікація є обов'язковою умовою для обліку нематеріального активу.

3. Оскільки об'єкти права інтелектуальної власності стають поряд з іншими нематеріальними активами об'єктом господарського обороту, то вони потребують більш глибокого наукового дослідження, розроблення чіткого порядку та умов ідентифікації, оцінки та бухгалтерського обліку.

4. Потребують однозначного законодавчого визначення основні терміни: що таке нематеріальний актив, ідентифікація нематеріального активу, ідентифікація об'єкта права інтелектуальної власності як нематеріального активу, оцінка нематеріального активу та інші.

Список літератури

1. Уманців Г., Проблеми ідентифікації, оцінки та обліку інтелектуального капіталу підприємства // ІВ № 3. – 2007. – С. 29-33.
2. Про Рекомендації парламентських слухань «Захист прав інтелектуальної власності в Україні: проблеми законодавчого забезпечення та правозастосування» / Постанова Верховної Ради України від 27 червня 2007 року № 1243: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1243-16/>.
3. Податковий кодекс України Закон України від 2 грудня 2010 року № 2755-VI: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2755-17/>.
4. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 8 «Нематеріальні активи», наказ Міністерства фінансів України від 18.10.99. – № 242: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minfin.gov.ua/>.
5. Красноступ Г. Комп'ютерна програма як особливий вид нематеріальних активів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/351547.html>.

6. *Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні* / Закон: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/996-14>.
7. *Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 19 «Об'єднання підприємств»* / Наказ Міністерства фінансів України від 07.07.99 N 163: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minfin.gov.ua>.
8. *Солодченко І.* Нематеріальні активи // Школа бухгалтера. – 2005. № 6. – С. 3-6.
9. *Цибульов П.М.* Основи інтелектуальної власності. – К., 2005. – 108 с.
10. *Астахов В.П.* Нематериальные активы. – М.: Бух. учет, 1996. – 185 с.
11. *План рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій*, наказ Міністерства фінансів України № 291 від 30.11.99: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minfin.gov.ua/>.
12. *Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 1 «Загальні вимоги до фінансової звітності»*: наказ Міністерства фінансів України № 73 від 07.02.2013: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minfin.gov.ua/>.
13. *Резнікова В.В.*, Ділова репутація, ділові зв'язки та інші нематеріальні активи як вклади до спільної господарської діяльності у формі простого товариства Підприємництво, господарство і право. – 2004 р. – № 12. – С. 100-103.
14. *Пантелеєв В.* Зміни в обліку нематеріальних активів // Школа бухгалтера. – 2005. – № 7. – С. 12-14.
15. *Українська Радянська Енциклопедія* // 16 т. – т. 5. – 1985 р. – 576 с.
16. *Большая Советская Энциклопедия* // 30 т. – т. 17. – 1978 г. – 616 с.
17. Про затвердження Національного стандарту № 4 «Оцінка майнових прав інтелектуальної власності», Постанова Кабінету Міністрів України від 03.10.07 № 1185: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1185-2007>.
18. *На запит* про бухгалтерський облік та інвентаризацію об'єктів права інтелектуальної власності, лист від 12.08.2005 №31-04200-10-5/17045 Міністерства фінансів України: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minfin.gov.ua>.
19. *Про затвердження* деяких нормативно-правових актів з бухгалтерського обліку бюджетних установ, наказ Міністерства фінансів України від 26.06.2013 № 611: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minfin.gov.ua>.
20. *На запит* щодо оприбуткування нематеріальних активів, лист 11.04.2006 № 31-34000-10-10/7377 Міністерства фінансів України: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dku.com.ua>.
21. *Про постановку на бухгалтерський облік* об'єктів права інтелектуальної власності як нематеріальних активів та проведення їх інвентаризації», лист від 19.05.2004 р. №07-04/1005-4111, Державне казначейство України: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.moz.gov.ua/ua/portal/lyst_20050825dku.html.
22. *Тарасова І.* Пропозиції щодо вдосконалення класифікації нематеріальних активів//Бухгалтерський облік і аудит. – 2004. – № 4. – С. 38-41.
23. *Про бухгалтерський облік* нематеріальних активів, устаткування, витрат на оренду, лист від 15.09.2006 № 31-34000-02/23-7000/10500, Міністерство фінансів України: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc>.
24. *Цивільний кодекс* України від 16.01.03 № 435: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/laws/show/435/2003-вр.

УДК 69.059.25:365.2:355.7(045)

Г.М.АГЕСЬВА, канд. техн. наук (Нац. авіац. ун-т, м.Київ)

ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ – ОБ’ЄКТІВ ВІЙСЬКОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ – ПІД ЖИТЛО

Подано результати розв’язання проблеми створення житлового фонду в перебігу реконструкції об’єктів військової інфраструктури. Об’єктами дослідження є будівлі громадського призначення, що їх розташовано в містах Бережани, Вінниця, Дубно, Херсон, а також проектні рішення реконструкції, які дозволяють реалізувати принцип породиного заселення квартир із дотриманням сучасних норм до житла.

Представлены результаты решения проблемы создания жилищного фонда посредством реконструкции объектов войсковой инфраструктуры. Объектами исследования являются здания общественного назначения, расположенные в городах Бережаны, Винница, Дубно, Херсон, а также проектные решения реконструкции, позволяющие реализовать принцип посемейного заселения квартир с соблюдением современных требований к жилью.

Abstract: The solution to the housing creation problem from the military infrastructure objects has been presented. Research objects are public buildings, placed in the Berezhany, Vinnytsya, Dubno, Kherson cities, and reconstruction decisions, which allow realizing principles of apartment family settle in compliance with the modern requirements to the housing.

Постановка проблеми. Складовою державної політики, яку спрямовано на забезпечення соціального захисту населення, зокрема, права на житло, є забезпечення житлом сімей військовослужбовців.

Необхідність відновлення, а власне створення нової армії, першочергове забезпечення житлом учасників бойових дій на Сході України та сімей загиблих вимагає, окрім державної підтримки, пошуку найбільш прогресивних конструктивних і планувальних рішень житла.

Одним із напрямів вирішення цієї проблеми має стати реконструкція наявного фонду будівель, який підпорядковано Міністерству оборони України.

Аналіз розробок, досліджень і публікацій. В 1999 р. Кабінет Міністрів України затвердив Комплексну програму про забезпечення житлом військовослужбовців, осіб рядового й начальницького складу, посадових осіб митної служби та членів їхніх сімей та визначив джерела її фінансування згідно роботи [1]. Вихідними даними для розроблення комплексної програми були:

- дані про чисельність військовослужбовців та посадових осіб, які перебувають на квартирному обліку;
- прогнозні розрахунки обсягів потреби в загальній площі житла, а також у бюджетних коштах

та коштах інших джерел, які не заборонено законодавством.

Впродовж 1999-2002 рр. реалізація відомчих житлових програм дозволила поліпшити житлові умови 34 739 сімей військовослужбовців та посадових осіб. Державними замовниками було побудовано за власними планами та придбано на умовах пайової участі 2130,49 тис.м² загальної площі житла. За цим середньостатистична площа однієї квартири фактично склала 62,47 м², а середньорічна вартість 1 м² загальної площі житла в періоді, який зазначено за звітними даними замовників – 1220 грн.

На другому етапі (2003-2009 рр.) побудовано та придбано на умовах пайової участі 2379,6 тис. м² загальної площі житла та, як наслідок, поліпшено житлові умови 36 295 сімей військовослужбовців та посадових осіб.

Впродовж 2011-2017 рр. за рахунок джерел фінансування, які не заборонено законодавством, планується:

- збільшити обсяги будівництва житла до 6485,91 тис. м² загальної площі (близько 104 тис. квартир);
- забезпечити поповнення фонду службового житла, розміри якого за станом на 01.01.2010 р. складали 18 316 квартир загальною площею 1052,65 тис. м²;

© Г.М.АГЕСЬВА, 2015

- завершити будівництво житлових будинків з інженерною інфраструктурою, яке розпочато в попередніх роках [2].

Враховуючи обставини, що склалися, треба вважати, що ці обсяги має бути піддано суттєвому коригуванню.

Формування житлового фонду для військовослужбовців та членів їхніх сімей здійснюється за кількома напрямками: нове будівництво; реконструкція будівель різного призначення під житло, які розташовано на території колишніх військових містечок.

Останній напрям є об'єктом даного дослідження.

Мета статті (постановка задачі) – віддзеркалити результати дослідження досвіду реконструкції об'єктів військової інфраструктури під житло, який накопичено галузевим інститутом «НДІпроектреконструкція».

Цій меті підпорядковано такі завдання:

- виявити об'єкти, які найбільш доцільно піддати реконструкції під житло;
- оцінити рівень комфортності житла, яке створюється;
- виявити особливості та оцінити комплексність реконструкції.

Виклад основних матеріалів досліджень. На території військових містечок та об'єктів спецпризначення досі розташовано будинки та споруди, які призначалися з метою розквартирування та розміщення військовослужбовців, службовців, робочих та членів їхніх сімей. Внаслідок змін у соціальній, політичній та економічній ситуації у країні, більшість із них втратила своє початкове призначення.

Це – малоповерхові будівлі штабів, навчальних корпусів, казарм, складів, автопарків, закладів медичної допомоги тощо. Низка об'єктів – складові фонду службового житла та соціально-побутової інфраструктури для військовослужбовців та членів їхніх сімей. Значну частину цих об'єктів побудовано впродовж другої половини ХХ ст. за типовими проектами або проектами повторного застосування, які не відповідають вимогам сучасних будівельних норм, як зазначено в роботі [3].

Відбір об'єктів із метою реконструкції під житло повинно здійснювати за результатами комплексної оцінки забудови цих містечок, аналізу соціально-економічного розвитку регіону тощо. Привабливими є розвинута транспортна інфраструктура, наявність зовнішніх мереж і споруд тепло-, електро-, водопостачання та водовідведення, благоустрій територій та ін.

Має бути оцінено можливість реконструкції максимальної кількості будівель та споруд, не тільки житлового фонду, але й будівель громадського призначення. Подальше використання цих об'єктів можливе за умов зміни їхніх початкових функцій, поновлення експлуатаційних якостей та забезпечення сучасного рівня комфортності проживання.

Найбільш поширеними підходами до формування сучасного житлового фонду під час реконструкції є створення:

- окремого житлового будинку;
- житлової групи з двох або більше будинків.

В останньому випадку, реалізація комплексної реконструкції дозволяє вирішити широке коло проблемних питань застарілої забудови.

Виявлено найбільш характерні об'єкти реконструкції зі зміною початкових функцій громадських будівель на житло:

- казарма (м. Бережани [4], м. Дубно [5], м. Херсон [6]);
- штаб (м. Дубно [5]);
- їдальня (м. Дубно [5]);
- лікувальні корпуси військово-медичних центрів (м. Вінниця [7]), медпункти (м. Дубно [5]) тощо.

Це – різноманітні за поверховістю (1-5 поверхів), архітектурно-планувальними рішеннями та конструктивними схемами будівлі.

Серед них є:

- пам'ятки архітектури й містобудування місцевого значення (м. Бережани, м. Вінниця), які побудовано в ХІХ ст., як цивільні будинки, але упродовж експлуатації їх пристосовано з метою розміщення військових структур [4, 7, 8];
- представники типової малоповерхової забудови військових містечок [5];
- будівлі спеціального призначення [6] тощо.

Будівлі, які побудовано в ХІХ ст., мають масивні кам'яні стіни та дерев'яні міжповерхові перекриття. Складові початкових архітектурно-планувальних рішень не завжди є придатними для створення комфортних умов проживання, тобто потребують пошуків технічних рішень інсоляції, провітрювання, захисту від шуму тощо.

Наприклад, в будівлях терапевтичного та лікувального корпусів військово-медичного центру (м. Вінниця [7, 8]) реалізовано коридорну систему з одностороннім природним освітленням та двома сходовими клітинами, які розташовано в торцях. Ширина коридорів – 2,1 м, глибина приміщень, які розміщено уздовж коридору – до 6,35 м. Новими архітектурно-планувальними рішеннями для кож-



а



б

Рис. 1. Будівля штабу, м. Дубно [5]:
а – до реконструкції; б – проектне рішення реконструкції

ної будівлі передбачено влаштування додаткової сходової клітини, включення частки загальних коридорів до складу окремих квартир, перепланування існуючого простору тощо.

Разом із тим реконструкція саме цих будівель дозволила вирішити питання відтворення фасадів за даними історичних розвідок, відновити або порушити архітектурні елементи, які втрачено, тощо згідно робіт [4, 7, 8].

Типова малоповерхова забудова дозволяє реалізувати перепланування внутрішнього простору без значних втручань у несучий остів будівлі (медпункт, м. Дубно), а в окремих випадках – у разі одноповерхових будинків – організувати окремий вихід із кожної квартири зі залученням частки прибудинкової території (рис. 1).

Будівлі спеціального призначення поєднували низку функцій, тому початкові архітектурно-планувальні рішення мали складні конструктивні системи.

Наприклад, чотириповерхова будівля казарми в м. Херсоні мала три продовжні несучі стіни, різні за висотою поверхи (3,3, 4,5 та 4,65 м), разом з цим частина приміщень одного з них вирішена з другим світлом тощо згідно роботі [6]. Показовим, із точки зору складності, є проектне рішення реконструкції

саме цієї будівлі. За початковим призначенням у будівлі розміщувалися:

- лазня, службові приміщення, бокси з метою збереження автомобілів (у рівні першого поверху – висотою 4,5 м; відмітка пола першого поверху – 1,2 м; відмітки денної поверхні прилеглої території – перемінних значень);

- кухонний блок, їдальня, адміністративні та допоміжні приміщення (в рівні другого поверху висотою 3,3 м);

- у рівні третього та четвертого поверхів – житлові та службові приміщення (з боку головного фасаду, висота поверхів – 3,3 м), актова зала (з боку двору, висота поверху 4,65 м).

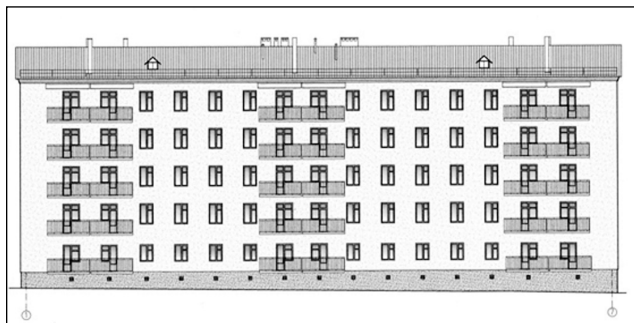
На покритті четвертого поверху – крита тераса для активного відпочинку на повітрі (в рівні п'ятого поверху). Над приміщенням актової зали – покриття з вентиляційним горіщем. Інші приміщення та терасу перекрито суміщеними покриттями.

Санвузли та побутові приміщення – в торці будівлі на кожному поверсі.

Різні за висотами поверхи накладали додаткові обмеження під час пошуку раціональних планувальних рішень із створення п'яти житлових по-



а



б

Рис. 2. Будівля казарми, м. Херсон [6]:
а - демонтаж конструкцій покрівлі та горіщних приміщень; б – проектне рішення реконструкції

верхів висотою 3,3 м кожний. За проектом було виконано комплекс робіт:

- вертикальне планування прилеглої до будівлі території із пониженням рівня денної поверхні до відмітки – 1,35 м;

- підняття рівня підлоги для квартир першого поверху на відзначення 0,00 м з улаштуванням технічного підпілля та збереження відмітки рівня підлоги сходової клітини (-1,05 м) тощо.

Серед кількох варіантів перепланування було обрано рішення, реалізація якого дозволяла отримати 50 квартир для посімейного заселення (26 – двокімнатних, 24 – однокімнатних). Це супроводжувалось демонтажем покрівлі, горищних приміщень, колон тераси, влаштуванням нової стіни в поперековому напрямку з метою формування двох житлових блоків з окремими сходовими клітинами, влаштуванням технічного підпілля в рівні першого поверху, надбудовою п'ятого поверху, влаштуванням шатрової покрівлі, пробивкою нових та частковим закладанням існуючих віконних та дверних прорізів тощо (рис. 2).

Значними за обсягом були роботи, які пов'язано з інженерним забезпеченням будинку – влаштуванням нових внутрішніх інженерних систем, перекладанням існуючих та прокладанням нових зовнішніх інженерних комунікацій.

Аналіз проектних рішень реконструкції об'єктів, які обрано, свідчить про те, що принцип по-родинного заселення квартир із дотриманням сучасних вимог до комфорту проживання є можливим у реалізації реконструкції низки будівель.

Розміри загальної площі всіх квартир відповідають вимогам чинних норм проектування житлових будинків, як зазначено в роботі [3], а саме: – дорівнюють або, в більшості випадків, перевищують верхні межі, які передбачено для квартир II категорії (див. таблицю).

Реконструкція об'єктів дослідження здійснювалась без зміни поверховості. Заміна плоских покрівель на шатрові супроводжувалась збільшенням висоти будівель, організацією простору в рівні горища.

В тих випадках, коли технічний стан існуючих конструкцій не дозволяв продовжити їхню експлуатацію, були виконані роботи з заміни конструкцій.

Кількісні показники рішень реконструкції, які плануються

№№ п/п	Об'єкт реконструкції/ поверховість	Тип квартир	Кількість, один.	Загальна площа квартири, м ²		Вартість 1 м ² загальної площі, грн.
				за проектом	за нормами*	
А. Окремі житлові будинки						
А.1	Казарма (м. Херсон)/ 5 поверхів	1-кімн.	26	36,0-41,9	30-40	1528 (2005 р.)
		2-кімн.	24	48,0-61,3	48-58	
А.2	Казарма (м. Березани)/ 2 поверхи	1-кімн.	1	40,4	30-40	4152 (2011-2012 рр.)
		2-кімн.	7	54,1-83,3	48-58	
		3-кімн.	2	74,9-77,0	60-70	
Б. Житлові групи						
Б.1	Їдальня (м. Дубно)/ 2 поверхи	1-кімн.	4	41,0-43,0	30-40	946 (2005 р.)
		2-кімн.	8	63,0-69,0	48-58	
		3-кімн.	6	88,0-91,0	60-70	
	Штаб (м. Дубно)/ 1 поверх	2-кімн.	8	53,0-68,0	48-58	2238 (2005 р.)
	Казарма (м. Дубно)/ 1 поверх	2-кімн.	8	60,0-64,0	48-58	2261 (2005 р.)
Б.2	Лікувальний корпус (м. Вінниця) / 3 поверхи з мансардою	1-кімн.	23	40,0-60,0	30-40	1842 (2006- 2007 рр.)
		2-кімн.	10	60,0-80,0	48-58	
		3-кімн. (у 2-х рівнях)	3	95,0- 120,0	60-70	
	Терапевтичний корпус (м. Вінниця)/ 2 поверхи	1-кімн.	14	60,0	30-40	2343 (2006 р.)
		2-кімн.	4	75,0	48-58	

Примітка: позначкою * відмічено нижні й верхні межі за чинними нормами, як зазначено в роботі [3].

плуатацію, планувалось проведення додаткових конструктивних заходів щодо їхнього ремонту та посилення або демонтажу та заміні. Наприклад, перепланування внутрішнього простору казарми (м. Бережани) супроводжувалось ремонтом та посиленням ділянок дерев'яних міжповерхових перекриттів у місцях встановлення нових перегородок; посиленням парапету зовнішньої стіни тощо.

В будівлях з'явилися балкони (казарми, м. Дубно, м. Херсон; штаб, м. Дубно; лікувальний корпус, м. Вінниця) та лоджії (медпункт, м. Дубно), які зіграли активну роль у композиційному вирішенні фасадів. Тільки на двох об'єктах реконструкції – пам'ятках архітектури – балкони та лоджії не влаштовувались, але виконано комплексні роботи, які дозволили з відновлення портиків використовувати їх із метою відпочинку на повітрі.

Для будівель типової малоповерхової забудови та будівлі спеціального призначення (м. Херсон) виконано теплову ізоляцію за різними конструктивними рішеннями, що повинно забезпечити раціональне використання енергетичних ресурсів на опалення, нормативні санітарно-гігієнічні параметри мікроклімату приміщень та довговічність огорожувальних конструкцій у перебігу подальшої експлуатації.

Прийняті рішення термомодернізації базувались на засадах створення зовнішньої додаткової теплоізоляції будівель зі застосуванням сучасних теплоізоляційних матеріалів і найпростіших методів виконання будівельних робіт. Системи зовнішньої теплоізоляції дозволили вирішити й питання поновлення архітектурного образу будівель типової забудови.

Виключенням стали будівлі пам'яток архітектури, де тепла ізоляція масивних зовнішніх цегляних стін не проводилась.

Для всіх будівель реалізовано комплекс сучасних заходів із модернізації інженерного обладнання (водо-, електро-, газопостачання, водовідведення, опалення), благоустрою території та ін. Квартири, які розташовано в будівлях колишніх казарм (м. Бережани, м. Дубно), штабу (м. Дубно), обладнано системами автономного опалення.

Висновки й перспективи подальших розробок за даним напрямом

1. Більшість об'єктів військової інфраструктури внаслідок змін соціальної, політичної та економічної ситуації у країні, втратили своє початкове призначення. Конструктивні схеми, задовільний технічний стан будівель (казарм, штабів, їдалень, медичних закладів тощо) та вдале розташування

на території колишніх військових містечок із розвинутою інфраструктурою дозволяє розглядати їх як перспективні об'єкти з метою створення фондів житла різних категорій, у т.ч. соціального.

2. Особливістю прийнятих проектних рішень реконструкції є те, що, насамперед, реалізується принцип по-родинного заселення квартир. Загальна площа усіх типів квартир (одно-трьохкімнатних) перевищує верхні межі, які передбачено нормами проектування для житла II категорії (соціальне житло).

3. Реконструкція цих об'єктів супроводжується модернізацією інженерного обладнання, тепловою ізоляцією огорожувальних конструкцій (за виключенням пам'яток архітектури), благоустроєм прибудинкової території та ін.

4. Реконструкція цих будівель не носить масовий характер, але проектні рішення оцінюються вартісними показниками (вартість 1 м² загальної площі), які не суперечать відповідним прогностичним показникам середньорічної опосередкованої вартості будівництва для окремих регіонів та України в цілому. Саме це надає рішенням реконструкції інвестиційної привабливості.

Список літератури

1. *Україна*. Кабінет Міністрів. Постанова 29.11.1999 № 2166 Про Комплексну програму забезпечення житлом військовослужбовців, осіб рядового і начальницького складу, посадових осіб митної служби та членів їх сімей // *Офіц. вісник України*. – 1999. – № 48. – С. 90.
2. *Україна*. Кабінет Міністрів. Постанова 15.12.2010 № 1191 Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 29 листопада 1999 р. № 2166 // *Офіц. вісник України*. – 2010. – № 100. – С. 41.
3. *ДБН В.2.2-15-2005 Житлові будинки*. Основні положення. – Чинні від 2006-01-01. – К.: Держбуд України, 2005. – 36 с.
4. *Робочий проект «Військове містечко № 2. Реконструкція казарми під 10-квартирний житловий будинок»* / Івано-Франківський філіал ін-ту «НДІпроектреконструкція», 2011-2012 рр.
5. *Ковальчук В.О.* Досвід реконструкції об'єктів військової інфраструктури під житлові будинки // *Реконструкція житла*. – 2007. – Вип. 8. – К.: Поліграф-експрес, 2007. – С. 146-158.
6. *Дмитриченко В.И.* Реконструкция многоэтажного здания казармы под жилой дом в г. Херсоне // *Реконструкція житла*. – 2007. – Вип. 8. – К.: Поліграф-експрес, 2007. – С. 159-166.
7. *Реконструкція* терапевтичного корпусу військово-медичного центру під житловий будинок, вул.Червоноармійська, 23, м. Вінниця // *Реконструкція житла*. – 2007. – Вип. 8. – С. 416-417.
8. *Реконструкція* будівлі лікувального корпусу військово-медичного центру під житловий будинок, вул.Червоноармійська, 23, м. Вінниця // *Реконструкція житла*. – 2007. – Вип. 8. – К.: Поліграф-експрес, 2007. – С. 418-419.

Компанія Boeing починає розробку й створення прототипу системи «high-power beam control subsystem», яку призначено з метою динамічного керування променем міцного бойового лазера в реальному часі. Прототип системи керування здатен буде сфокусувати промінь лазера на ціль, яка летить або на іншу рухома ціль, утримуючи її у такому положенні до їхнього руйнування або загоряння. Дані роботи проводяться компанією Boeing у рамках глобальної програми Directed Energy System, метою якої є створення систем енергетичної зброї, яка не вимагає ніяких боєприпасів, а використовує тільки електричну енергію.

Канадська армія скоро одержить «розумну» зброю наступного покоління. Розроблено дослідницький зразок штурмової гвинтівки. Ця гвинтівка наступного покоління, яку наповнено різними «розумними» технологіями. Її розроблено з метою стрільби новим типом так званих телескопічних боєприпасів і на ній є додаткове місце, куди може встановлюватися дробовик 12 калібру або 40-мм гранатомет із трьома гранатами в магазині, який оснащено енергетичною системою й шиною даних,



спільних зі стандартом НАТО, що дозволяє встановити на гвинтівку будь-які додаткові модулі, які збільшують інтелект цієї зброї, електрооптичні пристрої й засоби бездротових комунікацій, які тримають зв'язок із командними й тактичними мережами. Дослідницький зразок, який повністю споряджено, гвинтівка важить менше, ніж штурмова гвинтівка Colt C7. Її оснащено гранатометом M203 і вона стоїть зараз на озброєнні канадської армії. Гвинтівка має розповсюджену в НАТО конструкцію «bullpup». Калібр гвинтівки становить 5, 56 мм, у гвинтівки є регулятор скорострільності, який дозволяє варіювати темп стрільби в широких межах.

Silenthawk – надтихий мотоцикл військового призначення, який розроблено торік Керуванням перспективних дослідницьких програм Пентагона DARPA і призначено з метою використання під час

спеціальних операцій. У результаті попереднього відбору військові обрали проект, який надано компаніям-виробникам Logos Technologies і Alta Motors, маючи на увазі будь-який транспортний засіб малогучним, якщо він має електричний двигун із гібридною системою постачання енергії. Удалечині від місць проведення спеціальних операцій, мотоцикл переміщається за рахунок енергії, яку виробляє генератор й який пов'язано з універсальним двигуном внутрішнього згоряння. Універсальність цього двигуна полягає в тому, що він може використовувати в якості палива бензин, дизельне паливо, спирт і навіть авіаційний гас. Це, безсумнівно, є величезна перевага в умовах проведення операцій у великому відриві від служб постачання або дій на території супротивника.



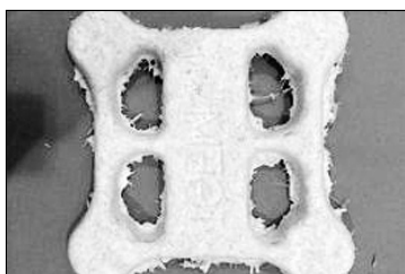
Агентство DARPA (США) фінансує розробку нейроморфних чипів – комп'ютерних чипів, які імітують біологічну активність мозку. Мікročип, який створено за образом і подобою головного мозку, може наділити безпілотник корисним «інтелектом». Фахівці з дослідницької компанії HRL установили нейроморфний чип, який працює як мозок живої істоти, на невеликий чотиримоторний безпілотний дрон. Мікросхема, яка полягає з 576 штучних «нервових кліток», обробляє інформацію, яка надходить від оптичних, ультразвукових та інфрачервоних сенсорів апарата, у той час як він літав у трьох різних кімнатах. Під годину випробування дрон було доставлено в кімнату, де він літав уперше й за допомогою датчиків установив віртуальну карту кімнати. Всі дані збиралися за допомогою



кремнієвих нейронів, які імітували роботу мозку. В випадку повторного запуску безпілотної в цю кімнату він уже міг у ній орієнтуватися.

Американська компанія Yardarm Technologies створила спеціальний сенсор для стрілецької зброї, який дозволяє контролювати його. Сенсор, який розроблено спеціально для поліцейських, дозволяє за його наданнями після перестрілки точно встановити, яка саме кількість пострілів була зроблена з пістолета, визначити інтенсивність вогню й з якого місця він вівся. Сенсор, який виконано в ергономічному пластиковому корпусі за розміром сірникової коробки, оснащено акумулятором, акселерометром, електронним компасом, гіроскопом, чипом обробки даних і модулем Bluetooth, що встановлюються на тильну сторону рукояті пістолета Glock. Сенсор здатен визначити, чи витягнуто пістолет із кобури, а також в якому напрямку поліцейський цілиться й веде стрільбу. Крім того, сенсор може визначити, чи перебуває зброя в руках поліцейського або її було викрадено. Обмін даними сенсор робить зі смартфоном поліцейського, а той вже зв'язується із хмарними серверами Yardarm Technologies. Система може контролювати необмежену кількість зброї. Доступ до інформації про пістолети мають командири підрозділів і диспетчери поліцейських відділів. Передача інформації здійснюється в режимі, який близький до режиму реального часу.

Американці придумали безпілотної із грибів та бактерій. Американські інженери розробили перший у світі «біологічний дрон» — автономний літальний апарат, корпус якого виготовлено з грибів (живі організми за ходом росту прийняли потрібну форму). Біодрон успішно пройшов випробування. Головну цінність винахід представляє для військових і спецслужб: усім безпілотникам загрожують аварії, однак ці структури не прагли б, щоб апарат, який звалився на землю, потрапив у руки супротивника. Переважність біодрона в тому, що



після катастрофи він перетворюється в малопомітну, яка до того ще й швидко висихає, калюжу.

Шпигунські камені — нова зброя військових. Шпигунські пристрої, які замасковано під каміння, разом із безпілотниками зможуть повністю розсіяти туман війни. Нова технологія дозволить по-тай стежити за більшими регіонами й важливими об'єктами. Каміння, яке об'єднано в мережу, може використовуватися не тільки військовими, але й, наприклад, з метою охорони трубопроводів, АЕС й інших об'єктів критичної інфраструктури.



Компанія Boeing створила літальний апарат Phantom Swift, який може злітати й сідати вертикально, зависати, як вертоліт і літати з швидкістю 550-740 км/год. Апарат оснащено двома великими вентиляторними під'йомними двигунами, які розміщено всередині фюзеляжу. Ці двигуни призначено для створення під'йомної сили у випадку зльоту, посадки й зависання. Горизонтальна тяга створюється двома поворотними вентиляторними



двигунами, які розміщено на кінцях крил Phantom Swift. Після зльоту й набору швидкості великі вентиляторні двигуни відключаються, закриваються стулками, й апарат летить за рахунок піднімальної сили крил і тяги малих двигунів. Phantom Swift має ширину 15,2, довжину 13,4 м, масу до 5450 кг. Він може брати на борт корисне навантаження в розмірі не менш 40% від повної маси транспортного засобу. Новий літальний апарат може прибувати в задане місце в три рази швидше, ніж вертоліт. Крім того, Phantom Swift буде мати унікальну маневреність, наприклад, зависати на більших піднімаль-

них двигунах, майже миттєво розвертатися на місці, міняти висоту, нахил корпусу, швидко набирати швидкість у будь-якому напрямку.

Екзоскелет FORTIS компанії Lockheed Martin важить 13,6 кг й являє собою набір труб, шарнірів і кріплень, основне завдання яких – утримувати маніпулятор зі закріпленим інструментом масою в три кілограми. Без FORTIS робітник може працювати з таким важким інструментом без перерви максимум 15-20 хвилин, а з екзоскелетом продуктивність праці залежно від виду роботи підвищується в 2-20 разів.

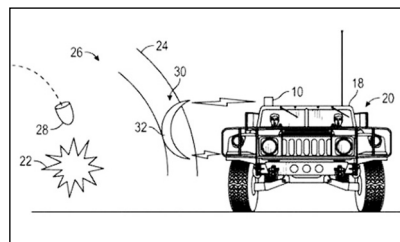


Штурмовий екзоскелет компанії «Екзороботикс» (Росія) розроблено, як роботизований медичний екзоскелет «Екзоатлет» для реабілітації хворих, а також безмоторний військовий екзоскелет, який схожий на FORTIS. На відміну від екзоскелета компанії Lockheed Martin, російська розробка дозволяє втримувати й переносити не тільки інструмент, але й різне військове спорядження, наприклад, штурмовий щит.

Лазерну гармату (США), яка викликає дощі й грози, розроблено дослідниками з Університету Аризони, які розробили й нову технологію. Суть науку полягає у використанні більш широкого лазерного променя низької інтенсивності. Нова тех-

нологія, теоретично, дозволяє викликати дощ або блискавки з відстані, принаймні, в десятки кілометрів. Це означає, що досить потужна лазерна установка зможе контролювати погоду на досить великій території, наприклад у межах великого міста.

Компанія Boeing патентує технологію силового щита, який здатен захищати військову техніку від вибухів. Система компанії Boeing може захищати тільки від ударної підривної хвилі. Сигнал від датчиків активує лазери (електричні розрядники або мікрохвильові випромінювачі), які моментально розігрівують до високої температури повітря або воду в певній точці простору, створюючи плазмовий міхур, свого роду щит, що перебуває між центром вибуху транспортного засобу. Приміром, система, яку встановлено на легкоброньованому HMMWV, буде реагувати навіть на вибухи ручних гранат, у той час, як системи, які встановлено на



танках із більш важкою бронєю, будуть використовувати плазмовий захист тільки в разі вибухів потужних боєприпасів. З метою забезпечення цього в систему буде введено базу даних щодо вибухів різних типів боєприпасів і бомб, за допомогою яких система буде вибирати найкращий захист.

За матеріалами зарубіжних видань

підготовлено Г.О. Бойком

Підписано до друку 24.06.2015 р. Формат 60 x 84 1 / 8. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний. Обсяг 8,76 ум. др. арк., 6,74 обл.-вид. арк. Наклад 300 прим. Зам. № 1463.

Видавничий дім Дмитра Бураго

Свідоцтво про внесення до державного реєстру ДК № 2212 від 13.06.2005 р.

04080, Україна, м. Київ-80, а / с 41

Тел. / факс: (044) 227-38-28, 227-38-48; **e-mail:** info@burago.com.ua, **site:** www.burago.com.ua