

DOI 10.33099/2618-1614-2018-5-4-53-60

УДК 629.7.069:528.711.1

М. О. Попов,*доктор технічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії наук України, директор Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України,***С. В. Чорний,***кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник Інституту космічних досліджень Національної академії наук України та Державного космічного агентства України,***С. А. Станкевич,***доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України,***В. А. Мацько,***кандидат технічних наук, заступник директора Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України*

Український авіаційний комплекс спостереження за Договором з відкритого неба: становлення і перспективи

Розглянуто проблеми створення нового українського авіаційного комплексу спостереження за Договором з відкритого неба (ДВН) та шляхи їх розв'язання в умовах переходу до цифрових комплексів спостереження ДВН. Обґрунтовано можливий вибір перспективного українського літака спостереження ДВН замість існуючого Ан-30Б. Кількісно оцінено інформаційні можливості сучасних авіаційних цифрових камер оптичного діапазону 0,4–1,2 мкм та інфрачервоного (теплого) діапазону в умовах обмежень, що накладаються ДВН. Визначено необхідну кількість і параметри конфігурацій спостереження для перспективного українського комплексу ДВН.

Ключові слова: Договір з відкритого неба, авіаційний комплекс спостереження, цифрові камери оптичного діапазону, конфігурації спостереження, просторове розрізнення, мінімальна висота спостереження.

© М. О. Попов, С. В. Чорний, С. А. Станкевич, В. А. Мацько, 2018

Стисла історія Договору. 24 березня 1992 р. у столиці Фінляндії м. Гельсінкі під час проведення Наради з безпеки і співробітництва в Європі 25 європейських країн, США і Канада підписали Договір з відкритого неба (ДВН). Цей Договір став однією з перших міжнародних угод, підписаних Україною як суверенною незалежною державою. Відповідно до преамбули ДВН, його цілями проголошені [1]:

- підтримка зобов'язань держав Організації з безпеки і співробітництва в Європі (ОБСЕ) в частині сприяння підвищенню відкритості і транспарентності у їхній військовій діяльності;
- здійснення внеску в подальший розвиток і зміцнення миру, стабільності і безпеки на основі співробітництва в цій сфері шляхом створення режиму відкритого неба для повітряних спостережень;
- сприяння спостереженню за виконанням існуючих та майбутніх угод у галузі контролю над озброєннями;
- розширення можливостей держав-учасниць у справі сприяння запобіганню кризам і врегулюванню кризових ситуацій;
- створення передумов для можливого використання режиму відкритого неба з метою поширення його на нові сфери, зокрема такі, як захист навколишнього середовища.

У межах ДВН, для досягнення означених цілей кожній державі – його учасниці надається право здійснювати (у певному обсязі) спостережні польоти на спеціально обладнаних неозброєних літаках над територіями інших держав-учасниць. Інформацію, отриману під час таких місій спостереження, держави-учасниці могли використовувати для оцінювання стану виконання взаємних зобов'язань у сфері контролю над озброєннями, масштабів військової діяльності, дотримання встановлених на неї обмежень тощо.

З моменту підписання ДВН і до набуття ним чинності 1 січня 2002 р. держави-учасниці провели значну роботу з відпрацювання процедур імплементації, підготовки і сертифікації літаків спостереження, здійснення тренувальних місій [2]. Розпочалися тренувальні місії спостережним польотом літака HS780 Andover Великої Британії над територією Російської Федерації (РФ) у серпні 1992 р. Знаменною подією став перший в історії ДВН спостережний політ над США на літаку Ан-30Б, здійснений Україною у квітні 1997 р.

Накопичений під час проведення тренувальних місій досвід дав країнам змогу розпочати спостережні польоти за квотами, передбаченими рамками підписаного Договору. Щорічно держави – учасниці ДВН виконували близько 100 спостережних польотів, користувалися можливістю отримання й аналізу матеріалів спостережних польотів, здійснених іншими державами-учасницями. Зокрема, станом на 2012 р. лише США використали матеріали 84 місій спостереження, виконаних іншими державами, і надали іншим державам копії матеріалів своїх 24 місій.

На міжнародних оглядових конференціях з проблем ДВН, що проходили у Відні (Австрія) у 2005, 2010 і 2015 рр., представники держав – учасниць ДВН незмінно підкреслювали унікальну роль Договору у зміцненні безпеки, підвищенні транспарентності і відкритості щодо військової діяльності. Таким чином, уже третє десятиліття ДВН залишається одним з важливих міжнародних інструментів, спрямованих на зміцнення миру, безпеки і взаємної довіри у військовій діяльності країн Європи і Північної Америки.

Але створення національного авіаційного комплексу для спостережних польотів і його сертифікація за умовами та вимогами ДВН – досить складна задача, яка потребує значних матеріально-технічних і фінансових ресурсів і висококваліфікованих спеціалістів. Далеко не всім країнам – підписантам ДВН ця задача по силах. Так, станом на поточний 2019 р. кількість держав – учасниць Договору становить 34 країни, проте лише дев'ять з них (Болгарія, Велика Британія, РФ, Румунія, США, Туреччина, Угорщина, Україна та Швеція) мають можливість здійснювати спостережні польоти на власних літаках. Держави, які не мають власних літаків спостереження, орендують їх для виконання спостережних місій у держав, котрі мають такі літаки, або здійснюють з ними спільні спостережні місії.

Що стосується літаків, які використовуються для проведення спостережних польотів, то треба відзначити, що більшість із них були сертифіковані на початку 2000-х рр. [3] і на сьогодні чимала частина їхнього польотного ресурсу вже вичерпана. Хоча перелік дозволеної Договором бортової апаратури спостереження є доволі великим (він охоплює панорамні та кадрові фотоапарати, відеокамери, інфрачервоні пристрої та радіолокаційні станції бічного огляду), проте сертифіковані літаки на початку дії ДВН були оснащені тільки фотоапаратами з реєстрацією на фотоплівку зображення місцевості, що спостерігалася.

Першою серед країн-учасниць ДВН, які розпочали роботу з підготовки до сертифікації нових літаків, оснащених сучасною бортовою апаратурою спостереження у вигляді оптико-цифрових фотоапаратів, інфрачервоних систем та радіолокаційних станцій бічного огляду із синтезованою апертурою, стала РФ [4]. Роботи в цьому напрямі були визнані воєнно-політичним керівництвом РФ пріоритетними, їх фінансування йшло окремою статтею в бюджеті Міністерства оборони, і в результаті на цей час РФ має для цілей спостереження сертифіковані літаки Ту-214ОН, Ту-154М-ЛК-1 і два літаки Ан-30Б, оснащені сучасною апаратурою спостереження. Зауважимо, що, за наявними даними, російський літак Ту-214ОН у найближчій перспективі може мати повний комплект дозволених Договором сенсорів.

Від самого початку імплементації ДВН Україна була однією з небагатьох країн-учасниць, що мали власні льотно-технічні засоби для проведення спостережних польотів [5]. Це були два літаки Ан-30Б, оснащені кадрови-

ми аерофотоапаратами АФА-41/7,5 та АФА-41/20, які забезпечують планове фотографування з реєструванням оптичних зображень земної поверхні на фотоплівку. Поступово була створена потужна наземна база обробки аерофільмів, підготовлені відповідні спеціалісти.

У 2000 р. Указом Президента України № 1097/2000 була затверджена «Державна Програма реалізації Договору з відкритого неба», якою визначалися шляхи подальшого розвитку українського авіаційного комплексу спостереження за ДВН. Зокрема, передбачалися модернізація комплексу спостереження та обладнання вимірювального наземного полігона.

Виконання комплексу організаційно-технічних заходів, визначених згаданою Програмою, давало би змогу оснастити українські літаки ДВН новими сучасними оптико-електронними й радіолокаційними засобами спостереження і, відповідно, суттєво зміцнити наші позиції в Договорі, збільшити обсяг інформації, отримуваної під час спостережних польотів, розширити рамки міжнародного співробітництва в імплементації ДВН.

Але, на жаль, з низки причин ця Програма так і не була реалізована. Указом Президента України № 168/2013 від 27 березня 2013 р. вона була скасована, а в серпні 2013 р. Кабінет Міністрів України своєю постановою № 867 від 19 серпня 2013 р. затвердив нову «Державну цільову програму реалізації Договору з відкритого неба», проте й вона не була виконана.

Таке ставлення державних органів до імплементації важливого міжнародного договору важко назвати далекоглядним. Тим більше, що останніми роками інші країни – учасниці Договору (РФ, США, ФРН, Туреччина тощо) високими темпами ведуть роботи з модернізації своїх національних авіаційних комплексів спостереження.

Сучасні тенденції в розвитку засобів Договору з відкритого неба

При плануванні та здійсненні модернізації національних авіаційних комплексів спостереження за ДВН країни базуються на колективному досвіді, накопиченому в сотнях спостережних польотів, спираються на новітні науково-технічні досягнення, а також на можливості, які надають сучасні технології [6–8].

Практика забезпечення і проведення спостережних польотів висвітлює такі основні актуальні проблеми:

- складність і тривалість процесів візуалізації зображень, зареєстрованих на фотоплівку, а також процедур виготовлення фотокопій;
- невпинно зростаючий дефіцит сертифікованої аерофотоплівки та хімічних речовин, що використовуються для її оброблення;
- залежність ефективності виконання завдання на зйомку від погодних умов на маршруті польоту літака спостереження;
- труднощі дешифрування замаскованих об'єктів та виявлення об'єктів, на яких ведеться приховане

виробництво ядерних матеріалів або заборонених хімічних речовин тощо;

- низька конкурентоздатність порівняно з космічними видовими засобами спостереженнями.

Практика організації спостережних польотів засвідчила також, що літаки деяких країн ДВН за можливостями салону та з урахуванням розміщення в ньому відповідного обладнання не в змозі забезпечити належні умови роботи передбаченому Договором персоналу держав-учасниць, які беруть участь у місії спостереження. Тому останнім часом у процесі модернізації або створення національних авіаційних комплексів спостереження привертається особлива увага до таких позицій:

1) літак спостереження за своїми льотно-технічними характеристиками має відповідати міжнародним нормам, зокрема вимогам ІКАО щодо забезпечення безпеки польотів, викидів забруднюючих речовин, рівня шумів тощо;

2) внутрішній фюзеляжний простір літака має бути достатнім для одночасного розміщення на борту всіх дозволених Договором категорій апаратури спостереження, а бортове обладнання літака (електро-, радіо-, навігаційне та інше) має гарантовано забезпечувати їх штатне функціонування;

3) кількість робочих місць персоналу місії спостереження (окрім штатного екіпажу) на борту літака та їхнє обладнання мають задовольняти вимогам щодо забезпечення повноцінної роботи всього складу представників сторін, що беруть участь у виконанні спостережного польоту;

4) технічний ресурс літака після проведення сертифікації має бути не меншим, ніж 25 років;

5) умовою надійного виконання Договору державою-учасницею є наявність у неї двох або більше літаків спостереження, обладнаних комплексами відповідної апаратури.

Що стосується бортового обладнання для знімання території, то, згідно із сучасними уявленнями спеціалістів, воно має задовольняти таким вимогам:

- можливість реалізації на борту літака багатьох різних конфігурацій апаратури спостереження;
- можливість відображення території, над якою здійснюється спостереження, в реальному часі;
- простота зберігання, копіювання та обміну із зацікавленими сторонами Договору матеріалами зйомки;
- малі габарити і вага технічних засобів для знімання, простота їх експлуатації;
- простота процедур і прозорість контролю бортової апаратури на дотримання вимог та обмежень Договору.

Магістральний шлях до задоволення цих вимог, а також до вирішення багатьох інших існуючих проблем – цифровізація та комп'ютеризація апаратури спостереження. Саме таким шляхом ідуть сьогодні країни ДВН при обладнанні або переобладнанні (модернізації) національних комплексів повітряного спостереження.

Стан і проблеми українського авіаційного комплексу спостереження

Україна від початку була однією з небагатьох країн – учасниць ДВН, які мали власні літаки для проведення спостережних польотів, висококваліфікований льотний і наземний персонал. У квітні 2002 р. український літак типу Ан-30Б (рис. 1), оснащений двома аерофотоапаратами АФА-41, пройшов сертифікацію на базі аеродрому Nordholz (Нордхольц, ФРН) для ведення спостережних польотів у рамках ДВН.

Після цієї важливої події нашою країною для виконання спостережних польотів використовувалися два ідентичні літаки Ан-30Б, але 6 червня 2014 р. один із цих літаків був трагічно втрачений поблизу м. Слов'янськ Донецької області під час виконання розвідувального польоту.

Другий український літак спостереження Ан-30Б продовжив виконувати завдання в рамках ДВН. Згодом на заміну трагічно втраченому літаку до виконання відповідних завдань був задіяний інший аналогічний літак. Проте це не усунуло реальної загрози появи, причому вже в недалекій перспективі, серйозних проблем з виконанням Україною міжнародних зобов'язань за ДВН.

Проблеми пов'язані передусім з надійністю і безпекою використання літака Ан-30Б, що підтверджують тривалі терміни його інтенсивної експлуатації. Літаки типу Ан-30Б та двигуни для них серійно не виготовляються з 1980 р., давно припинене серійне виробництво більшості його базових елементів. Заводом-виробником установлений міжремонтний ресурс Ан-30Б у 6000 льотних годин, але проведення ремонтних і регламентних робіт ускладнюється дефіцитом запасних деталей.



Рис. 1. Український літак спостереження Ан-30Б

Основні характеристики:

Рік сертифікації літака за ДВН – 2002

Кількість конфігурацій апаратури спостереження – 2

Мінімальні сертифіковані висоти спостережного польоту – 1073-2308 м

Тип апаратури – аерофотоапарати АФА-41/7,5 та АФА-41/20

Тип фотоплівки – ISO-panchromatic type 42

Швидкість польоту – 385-405 км/год

Екіпаж – 6 осіб (льотний), 1 – оператор апаратури спостереження, 8 – бортконтролери (представники країни, що спостерігається / спостерігає)

Застарілою є і бортова аерофотоапаратура літака Ан-30Б. Зокрема, аерофотоапарат типу АФА-41 був розроблений для топографічної аерозйомки ще на початку 60-х років минулого століття, на даний час ані такі апарати, ані комплектуючі до них не виготовляються. Уже припинене виробництво аерофотоплівки типу 42, не випускаються хімічні реактиви для лабораторного оброблення аерофотоплівки (проявники УПВ-1 та УП-5, фіксажі БКФ-2 та БФР-1). Відсутнє виробництво обладнання (зокрема проявочних машин ПМ-32) для хіміко-лабораторного оброблення аерофотоматеріалів. Усе це свідчить про те, що український авіаційний комплекс спостереження потребує невідкладної та глибокої модернізації.

Слід зазначити, що необхідність проведення модернізації національних комплексів спостереження і, зокрема, заміни аерофотоапаратів на сучасні технічні засоби аерозйомки – це проблема, яка постала не лише перед Україною. Річ у тім, що хоча протягом приблизно 25 років від початку дії ДВН аерофотоапарати були основним технічним засобом для повітряної зйомки при спостережних польотах усіх країн – учасниць ДВН, їх експлуатація завжди була пов'язана із цілою низкою обмежень (складна процедура оброблення фотоплівки, проблеми копіювання та зберігання фільмів, складність і постійно зростаюча ціна обслуговування й ремонту фотоапаратури і допоміжних пристроїв тощо). Дедалі більшим дефіцитом стає аерофотоплівка, оскільки практично всі її традиційні виробники в США, РФ, Україні та інших країнах відмовилися від її виготовлення і припинили випуск супутніх хімічних реактивів для лабораторного оброблення фотоматеріалів.

Через наведені обставини набув актуальність перехід від традиційних аерофотоапаратів з фотоплівкою на цифрові оптико-електронні системи. Учені і конструктори переконливо показали, що цифрові технології та сучасна елементна база дають змогу перейти від інфрачервоних пристроїв лінійного сканування до значно ефективніших матричних неохолоджуваних систем формування теплових зображень, а також досягти суттєвого прогресу в галузі зображувальних радіолокаційних станцій (зокрема значно більших значень відношення «сигнал – шум», в разі покращити розрізнявальну здатність одержуваних зображень). Використання цифрових технологій в апаратурі авіаційних комплексів спостереження ДВН надає більші можливості для оброблення даних, спрощення процедури передавання і зберігання зображень, отриманих під час спостережних польотів, надає низку інших суттєвих переваг [7, 8].

Але перехід до реалізації цифрової парадигми неможливий без вирішення цілої низки складних питань, першим і головним з яких є питання обґрунтованого вибору таких бортових видових засобів, які за своїх тактико-технічних параметрах, які задовольняють обмеження Договору, забезпечуватимуть найбільшу інформативність зйомки.

Серед інших проблемних питань, які потрібно вирішити при переході на цифрові технології, варто виокремити такі:

- визначення раціональної кількості конфігурацій бортової апаратури спостереження;
- створення методики розрахунку мінімальної сертифікованої висоти спостережного польоту;
- уніфікація форматів представлення цифрових зображень та способів їх кодування;
- розробка процедур перевірки цифрової апаратури під час сертифікації та передпольотних інспекцій;
- забезпечення гарантованого знищення даних тощо.

Означені питання вивчалися під час виконання Науковим центром аерокосмічних досліджень Землі відповідного проекту в рамках Цільової науково-технічної програми Національної академії наук України «Дослідження і розробки з проблем підвищення обороноздатності і безпеки держави».

Оцінку переліку перспективної цифрової апаратури спостереження оптичного діапазону цього комплексу в рамках проекту надано для комерційно доступних цифрових камер за методиками розрахунку мінімальних сертифікованих висот спостережного польоту, розробленими авторами [9], з урахуванням обмежень ДВН на просторове розрізнення на місцевості за типами сенсорів (30 см у видимому діапазоні, 50 см в інфрачервоному тепловому діапазоні), ширини смуги знімання (S , не більше 50 км), експлуатаційних висот польоту спостереження для Ан-30Б (H , 1000–6500 м) з обчисленням очікуваних мінімально допустимих висот спостереження за ДВН (H_{\min}). Характеристики відібраних за цим критерієм камер діапазону 0,4–1,2 мкм наведені на *рисунку 2*, а характеристики камер інфрачервоного (теплого) діапазону – на *рисунку 3*.

Принциповою вимогою ДВН є обмеження просторового розрізнення на місцевості, що врешті-решт впливає на значення мінімально допустимої висоти спостереження H_{\min} . Ефективність застосування камери в такому разі визначається розмірами смуги захоплення місцевості S , яка при цьому забезпечується, та загальною площею зйомки. Отже, чим більше S , тим більша площа фотографування і тим ефективніша камера, що розглядається.

Ефективність комплексу спостереження загалом визначається кількістю реалізованих у ньому мінімальних висот спостереження (конфігурацій) і його спроможністю працювати в різних умовах хмарності.

Стосовно необхідної кількості конфігурацій слід взяти до уваги таке. Перелік конфігурацій має містити щонайменше одну конфігурацію, близьку до найнижчої експлуатаційної висоти для гарантування найбільшої ймовірності зйомки під хмарністю. Однак така конфігурація є найбільш витратною з погляду вартості необхідної кількості пального. Тому доцільно мати також конфігурацію для максимальної експлуатаційної висоти, де витрати пального мінімальні. Крім того, як показує досвід, доцільно мати ще одну конфігурацію для середніх висот польоту.

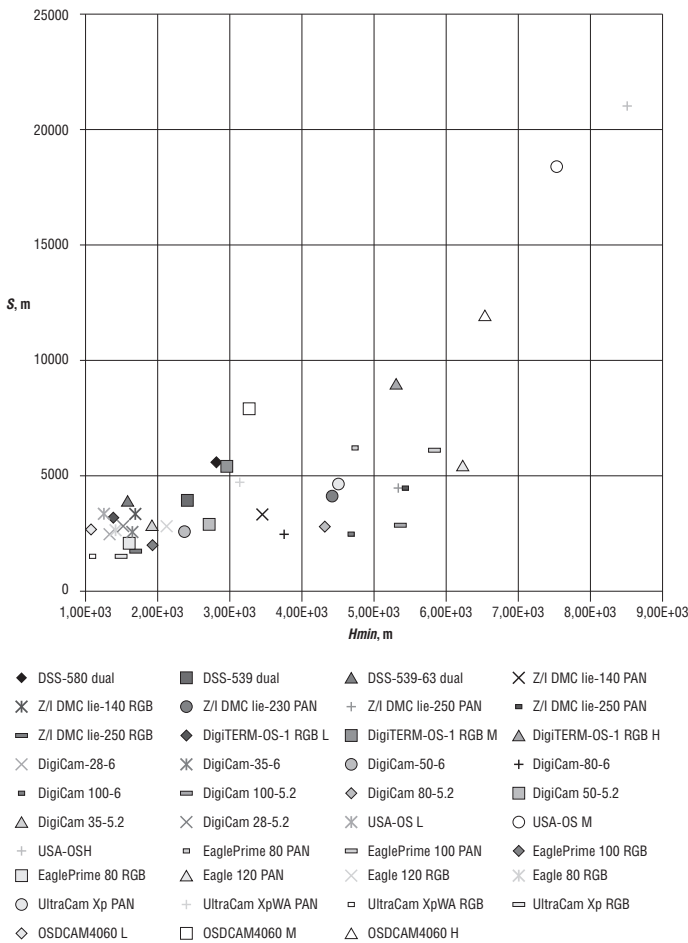


Рис. 2. Характеристики камер діапазону 0,4–1,2 мкм у межах експлуатаційних висот Ан-30Б:
 S – ширина ділянки знімання, м;
 H_{min} – очікувана висота польоту для сертифікації, м

Таким чином, наявність у комплексі спостереження трьох означених конфігурацій є найбільш ефективним рішенням з погляду проведення місій в умовах змінної хмарності та економії витрат на паливе. Саме на такий підхід орієнтуються країни – учасниці ДВН, у тому числі Україна. Наш аналіз показує, що конфігурації модернізованого комплексу спостереження на базі літака Ан-30Б мають бути в межах таких експлуатаційних висот:

- найнижча – 1000–1500 м;
- середня – 2500–3500 м;
- найвища – 5500–6500 м.

Основою конфігурації є базова камера. При виборі базової камери необхідно враховувати, що звичайні камери для фотограмметрії, картографування тощо, які пропонуються на ринку світовими компаніями-виробниками, мають доволі вузьку смугу охоплення. Це негативно впливає на інформативність знімання, тому при виборі базової камери для національного комплексу спостереження країни йдуть одним з двох шляхів: або розробляють і потім використовують камеру спеціалізованої конструкції, або йдуть шляхом установлення комплексу з кількох відомих камер загального призначення.

Так, у РФ було розроблено оптичну багатооб’єктивну камеру OSDCAM4060 спеціально під вимоги ДВН. Камера має робочий спектральний діапазон 0,4–1,2 мкм, пройшла сертифікацію на літаках Ан-30Б, Ту-154 та Ту-214 і вже кілька років використовується РФ у спостережних польотах. Використання камери OSDCAM4060 забезпечило реалізацію трьох конфігурацій з такими значеннями H_{min} та S відповідно, в метрах: 1) 1057/2755; 2) 3257/7874; 3) 6501/11913.

Подібним шляхом зараз ідуть ФРН і США. Створюваний ФРН комплекс спостереження ДВН орієнтується на базову камеру DigiTERM-OS-1. Камера має два робочі спектральні діапазони (0,4–1,2 та 7,0–10,0 мкм).

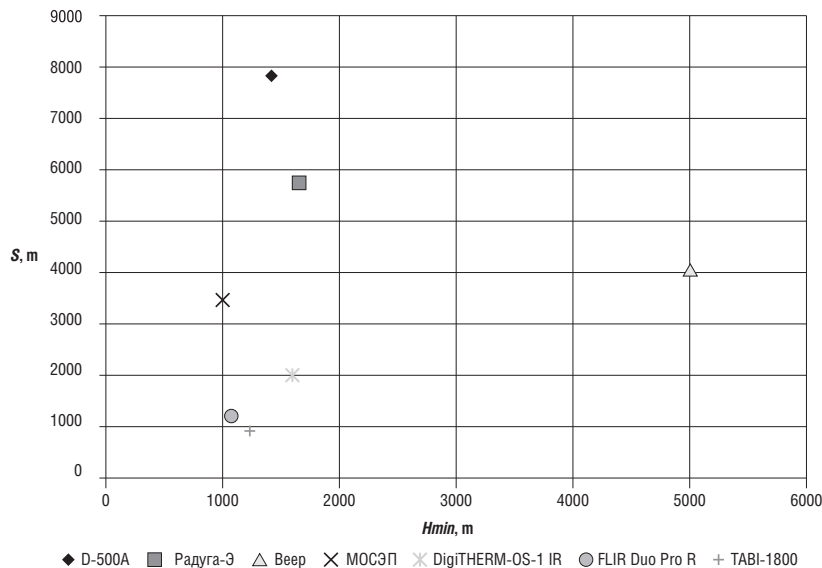


Рис. 3. Характеристики камер теплового діапазону в межах експлуатаційних висот Ан-30Б:
 S – ширина ділянки знімання, м; H_{min} – очікувана висота польоту для сертифікації, м

Використання камери DigiTERM-OS-1 забезпечить реалізацію трьох конфігурацій з такими значеннями H_{\min} та S відповідно, в метрах: 1) 1390/3130; 2) 2920/5360; 3) 5260/9000. Зазначимо, що у випадку використання такої камери на літаку Ан-30Б України необхідна заміна скла оптичного фотолоку з існуючого на таке, що пропускає випромінювання теплового діапазону, виготовленого, наприклад, із селеніду цинку [10].

США планують до сертифікації камери USA-OS, її робочий спектральний діапазон 0,4–1,2 мкм. Використання цієї базової камери забезпечить реалізацію трьох конфігурацій з такими значеннями H_{\min} та S відповідно, в метрах: 1) 1260/3260; 2) 7470/18400; 3) 8460/21000. Зазначимо, що для використання такої камери на літаку типу Ан-30Б необхідна модернізація конфігурацій для середньої (7470 м) та найвищої (8460 м) висот спостереження шляхом заміни об'єктивів або встановлення на об'єктивах додаткових світлофільтрів для приведення висот цих конфігурацій до експлуатаційного діапазону літака Ан-30Б.

Серед камер загального призначення найбільш перспективними для вибору як базові є такі:

- DSS-563-dual (конфігурація H_{\min} та S , у метрах: 1580/3878);
- DigiCam dual (конфігурації H_{\min} та S , у метрах: 1400/5222; 2500/5317; 5000/5359) – загалом шість камер по дві на кожну конфігурацію;
- DigiCam triple (конфігурації H_{\min} та S , у метрах: 1400/7832; 2500/7975; 5000/8038) – загалом дев'ять камер по три на кожну конфігурацію.

Проте сумарна вартість таких багатокамерних комплектів загального призначення може перевищувати вартість спеціалізованих для ДВН багатооб'єктивних камер.

Шляхи вирішення інших проблемних питань з наведеного вище переліку (формати зображень, процедури перевірки апаратури, процедури гарантованого знищення даних тощо) потребують подальших досліджень.

До вибору перспективного українського літака спостереження

З технічного погляду повна імплементація ДВН можлива лише за умови використання всіх дозволених Договором категорій апаратури спостереження, об'єднаних у відповідний комплекс. Окрім власне апаратури спостереження, до складу такого комплексу мають входити наземна апаратура оброблення даних, а також набори тестових об'єктів для перевірки мінімально дозволеної висоти застосування бортової апаратури для знімання.

Основною ланкою такого комплексу є літак спостереження. Уже зазначалося, що український літак Ан-30Б, який з початку імплементації ДВН відіграв важливу роль у забезпеченні виконання нашою державою відповідних міжнародних зобов'язань, на даний час технічно застарів, а його льотний ресурс є значною мірою обмеженим. Безумовно, проведення модернізації існуючого літака спостереження Ан-30Б та бортової апаратури дасть змогу

продовжити на певний період його експлуатацію в рамках ДВН, але не зможе розв'язати принципових проблем, що постають перед українською стороною, і розглядатися як альтернатива створенню нового українського комплексу спостереження за Договором з відкритого неба.

Як показали оптико-габаритні розрахунки, проведені авторами разом зі спеціалістами австрійської компанії Microsoft Photogrammetry Division, фотолоки літака Ан-30Б за своєю геометрією та розмірами не дають можливості розмістити на його борту повний комплект дозволених ДВН сучасних цифрових сенсорів. Крім того, розміри пасажирського відсіку літака Ан-30Б не дають змоги розмістити в ньому необхідну кількість робочих місць операторів апаратури спостереження, бортконтролерів країни, над якою здійснюється спостережний політ, і льотних представників країни, яка здійснює спостережний політ.

Максимальна дальність спостережного польоту літака Ан-30Б 2 630 км також не є достатньою (дальність спостережного польоту над територіями деяких держав – учасниць ДВН може сягати 5000–6500 км).

Таким чином, літак Ан-30Б не варто розглядати, принаймні на далеку перспективу, як потенційний носій сучасного авіаційного цифрового комплексу спостереження відкритого неба.

Значно перспективнішим слід вважати створення Україною нового сучасного авіаційного комплексу спостереження, основою якого міг би бути вітчизняний літак з лінійки регіональних та середньомагістральних літаків розробки Державного підприємства «Антонов». Базові технічні вимоги до літака можуть бути сформульовані, виходячи з необхідності виконання ним повного обсягу завдань, передбачених ДВН. З урахуванням згаданого, літак спостереження повинен відповідати таким вимогам:

- дальність спостережного польоту – 3000–4000 км;
- кількість членів льотного екіпажу – 2–3;
- розміри вантажного (технічного) відсіку мають давати можливість розміщення всіх передбачених Договором типів апаратури спостереження (орієнтовно – $7 \times 4 \times 3 \text{ м} = 84 \text{ м}^3$);
- розміри робочого відсіку повинні допускати розміщення п'яти робочих місць борт операторів управління апаратурою спостереження, до 15–20 робочих місць інших членів місії спостереження, включно з бортконтролерами країни, що спостерігається, і льотних представників країни, що спостерігає (орієнтовно – $15 \times 3 \times 4 \text{ м} = 180 \text{ м}^3$);
- достатній календарний (орієнтовно до 30 років) і льотний (орієнтовно до 50 000 льотних годин) ресурси;
- висока паливна ефективність.

У таблиці 1 наведені основні характеристики літаків ДП «Антонов» Ан-74ТК-200, Ан-74ТК-300, Ан-140 та Ан-148 (рис. 4, а–г), які можуть розглядатися як потенційні літаки спостереження України в рамках імплементації ДВН. Для порівняння таблиця 1 доповнена характеристиками існуючого літака спостереження Ан-30Б.

Таблиця 1

Характеристики літаків – кандидатів у літаки спостереження ДВН

Тип літака / параметр	Ан-74ТК-200	Ан-74ТК-300	Ан-140	Ан-148	Ан-30Б
Розмах крила, м	31,89	31,89	25,5	28,91	29,2
Довжина літака, м	28,07	28,07	22,6	29,13	24,26
Висота літака, м	8,65	8,65	8,2	8,19	8,32
Максимальна злітна маса, кг	36 500	37 500	21 500	43 700	23 000
Вантажопідйомність, кг	10 000	10 000	6 000	9 680	–
Кількість пасажирів	52	60	52	80	15
Екіпаж, кількість осіб	4–5	2	2	2	7
Крейсерська швидкість, км/год.	650–700	600–740	460–540	800–870	435
Максимальна висота, м	10 100	10 100	7 200	12 200	8 300
Практична дальність, км	2 750	4 500	3 050	3 500	1 230
Максимальна дальність, км	5 200	5 300	3 700	6 000	2 630
Маса пального, кг	13 200	13 200	4 440	12 050	5 500
Витрати пального, кг/год.	1714	1560	560	1 550	855
Орієнтовна вартість, дол. США	12 млн	14 млн	–	30 млн	–
Ресурс	–	–	50 000 льотних годин, 50 000 посадок, 25 років	80 000 льотних годин, 60 000 посадок, 30 років	–



а



б



в



г

Рис. 4. Літаки ДП «Антонов»: Ан-74ТК-200 (а), Ан-74ТК-300 (б), Ан-140 (в) та Ан-148 (г)

Аналіз даних *таблиці 1* під кутом наведених вище вимог показує, що найбільш прийнятними для вибору в ролі вітчизняного літака відкритого неба є літаки Ан-74ТК-200 та Ан-74ТК-300. Вони побудовані за різними конструктивними схемами, проте є близькими за своїми характеристиками. Деякими перевагами Ан-74ТК-300 є більша практична дальність польоту і менші витрати пального. Обидва літаки мають достатній об'єм вантажного і робочих відсіків, значну вантажопідйомність, порівняно невелику для літаків такого класу вартість.

Наступним за рейтингом літаком для використання в рамках ДВН є літак Ан-148, який задовольняє вимогам з дальності польоту, вантажопідйомності, можливим розмірам вантажного і робочого відсіків, але він поступається літаку Ан-74ТК-300 у практичній дальності польоту й очікуваній вартості виробництва. Літак Ан-140 за більшістю характеристик поступається іншим літакам-кандидам, але його вирізняє висока паливна ефективність.

Необхідно підкреслити, що задовільні технічні характеристики літака є лише необхідною умовою, але рішення, на якому конкретно типі літака зупинитися, залежить ще від багатьох чинників. Зокрема, у випадку замовлення нового літака його тип, вартість і терміни виготовлення можуть бути оптимізовані з урахуванням виробничих планів авіаційного підприємства.

Ще один можливий шлях розвитку і зміцнення українського комплексу ДВН – це передача для спостережних польотів хоча б одного з відповідних літаків, які перебувають на балансі вітчизняних державних відомств (Міністерства оборони, Міністерства внутрішніх справ, Нацгвардії, Державного управління справами тощо). Саме таким шляхом у розвитку й модернізації національних засобів ДВН ішли, зокрема, Швеція та Німеччина.

Висновки

Розглянуто питання становлення і подальших перспектив українського авіаційного комплексу спостереження Договору з відкритого неба. Проаналізовано сучасні тенденції в розвитку засобів ДВН і показано, що домінуючою є цифровізація апаратури спостереження.

Особливу увагу приділено таким проблемам українського авіаційного комплексу спостереження, як поновлення та модернізація його базових складових, питання обґрунтованого вибору високоінформативних цифрових бортових засобів.

Обговорена проблема поповнення українського авіаційного комплексу спостереження ДВН літаком розробки Державного підприємства «Антонов».

Подальших досліджень потребують питання обґрунтування вимог до наземної системи обробки цифрових даних спостереження, розробки технології сертифікаційних випробувань українського літака спостереження за ДВН, обладнання наземного полігону з тест-об'єктами.

Стаття базується на результатах досліджень, що проводяться в рамках і за підтримки Цільової науково-технічної програми НАН України «Дослідження і розробки з проблем підвищення обороноздатності і безпеки держави».

Автори вдячні за інформаційно-консультативну допомогу з боку співробітників відділу реалізації Договору з відкритого неба Управління верифікації Генерального штабу Збройних Сил України.

Перелік літератури

1. Treaty on Open Skies. – Vienna : Organization for Security and Co-operation in Europe, 1992. – 97 p.
2. Peter J. Open Skies: Transparency, confidence-building and the end of the Cold War / J. Peter // Stanford Security Studies. – Stanford : Stanford University Press, 2014. – 264 p.
3. Dunay P. Open Skies: A cooperative approach to military transparency and confidence building / P. Dunay, M. Krasznai, H. Spitzer, R. Wiemker, W. Wynne. – Geneva: United Nations Institute for Disarmament Research, 2004. – 318 p.
4. Butowski P. Russia's Warplanes: Russia-Made Military Aircraft and Helicopters Today / P. Butowski. – Kien : Harpia Publishing, 2015. – Vol. 1. – 256 p.
5. Андрієнко Ю. Договір з відкритого неба: історія, сьогодення, перспективи / Ю. Андрієнко // Наука і оборона. – 2008. – № 2. – С. 9–13.
6. Попов М. О. Автоматизація підготовки апаратури до спостережних польотів за програмою «Відкрите небо» / М. О. Попов, С. Ю. Марков // Наука і оборона. – 1997. – № 1–2. – С. 22–25.
7. Попов М. О. Сучасні тенденції розвитку цифрових камер повітряної розвідки та спостереження / М. О. Попов, С. А. Станкевич // Наука і оборона. – 2005. – № 2. – С. 29–32.
8. Peter J. Open Skies: Transparency, Confidence-Building and the End of the Cold War / J. Peter // Stanford Security Studies. – Stanford, California : Stanford University Press, 2014. – 264 p.
9. Чорний С. В. Дослідження методів визначення просторового розрізнення бортових сенсорів видимого та інфрачервоного діапазонів з використанням радіальних тестових об'єктів / С. В. Чорний, М. О. Попов // Abstracts of the 17th Ukrainian Conference on Space Research. – Odessa : Space Research Institute, 2017. – P. 209.
10. Park K.-W. Dual band optical window (DBW) for use on an EO/IR airborne camera / K.-W. Park, S.-Y. Park, Y.-S. Kim, K.-H. Kim, Y.-S. Choi // Journal of the Optical Society of Korea. – 2012. – Vol. 16. – No. 1. – P. 63–69.