

Олег Михайлович Семененко (доктор військових наук, с. н. с.)<sup>1</sup>

Олег Анатолійович Каблуков<sup>1</sup>

Володимир Миколайович Чернега (кандидат технічних наук)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ, Україна

<sup>2</sup>Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ ІНТЕГРОВАНОГО РАДІОЛОКАЦІЙНО-ПЕРЕШКОДОВОГО КОМПЛЕКСУ НА ЛІТАКАХ-ВИНИЩУВАЧАХ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Сьогодні одним з можливих шляхів вирішення проблеми підвищення ефективності застосування літаків-винищувачів є глибоке комплексування встановленого на борту винищувача обладнання. У статті авторами розкриваються погляди на можливі шляхи інтегрування бортового радіоелектронного обладнання (бортової радіолокаційної станції, станції попередження про опромінення, літакової станції активних перешкод індивідуального захисту) літаків-винищувачів Збройних Сил України в єдиний інтегрований радіолокаційно-перешкодовий комплекс.

Розглядаючи інтегрований радіолокаційно-перешкодовий комплекс, як складну систему, яка складається з цілеспрямованої множини взаємопов'язаних елементів на фоні зовнішнього середовища чи деякої системи більш високого рівня. Головною особливістю створення такої системи під час її проектування буде функціонально-структурний підхід. При цьому інтегрованість та комплексність повинна залишатися одними із найважливіших принципів побудови інтегрованого радіолокаційно-перешкодового комплексу. Виходячи з принципів та завдань, які зможе вирішувати інтегрований радіолокаційно-перешкодовий комплекс запропонована його структурна схема та визначені пристрої і засоби, які повинні входити до його складу.

**Ключові слова:** інтегрований радіолокаційно-перешкодовий комплекс, станція активних перешкод індивідуального захисту, контррадіоелектронна протидія, ефективність, бортова радіолокаційна станція.

### Вступ

Досвід локальних війн, конфліктів та навчань свідчить про те [1–4], що на сучасному етапі розвитку авіаційної техніки підвищення ефективності бойового використання багатофункціонального винищувача може бути забезпечено за рахунок суттєвого розширення функціональних можливостей його бортових систем. Не звертаючи уваги на значні успіхи, які досягаються в цьому напрямку, повністю виключити спеціалізацію літака, яка виникає із-за неможливості встановлення на його борту різномісних радіоелектронних систем, які забезпечували би вирішення всього комплексу польотних задач, до теперішнього часу не вдається. Труднощі обумовлені насамперед габаритними та ваговими характеристиками, необхідністю забезпечення електромагнітної сумісності, високим енергоживленням основних систем при обмеженому енергоресурсі.

**Постановка проблеми.** Одним з можливих шляхів вирішення проблеми є глибоке комплексування обладнання встановленого на борту винищувача [2, 4]. Насамперед інтегрування потребують засоби радіоелектронної боротьби (бортовий комплекс оборони чи станція активних перешкод індивідуального захисту та засоби радіоелектронного виявлення та наведення (СПО,

бортової радіолокаційної системи (БРЛС)). Сучасні бортові радіолокаційні станції (БРЛС) є основою ефективного виконання завдання літаком-винищувачем. Сучасні бортові засоби радіоелектронного подавлення (станції активних перешкод індивідуального захисту (САП ІЗ) та бортові комплекси оборони (БКО)) літаків забезпечують виживання літака під час виконання ним поставленого завдання. У зв'язку з важливістю завдань, які виконують БРЛС та бортові засоби радіоелектронного подавлення (РЕП), дослідження питання щодо протидії їм є і буде актуальним в умовах постійного їх розвитку.

Значне збільшення ефективності бортових засобів РЕП, а саме САП ІЗ, призвело до того, що останнім часом замість захисту від бортових засобів РЕП стали активно досліджуватися питання радіоелектронної протидії цим засобам – контррадіоелектронна протидія (КРЕП) [5]. Основним об'єктом протидії є станція активних перешкод та інформаційні підсистеми, які забезпечують її роботу та входять до складу БКО літаків. Основним суб'єктом здійснення КРЕП є бортові радіолокаційні станції та можуть бути додаткові технічні пристрої та системи, які здійснюватимуть негативний вплив на функціонування бортових САП ІЗ противника.

Використання БРЛС для здійснення КРЕП вимагає досконалого дослідження процесів їх функціонування в різних варіантах бойового застосування та пошуку можливостей щодо застосування його з метою ведення КРЕП. Тому тематика статті є актуальною темою досліджень.

Цілком проблема комплексування бортових систем може розглядатися, як задача інтеграції бортового обладнання з метою створення інтегрованого радіолокаційно-перешкодового комплексу (ІРПК) [6]. Це і зумовлює актуальність теми, яка розглядається в цій статті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** свідчить про те, що перші спроби такого інтегрування були проведені США під час розробки багатофункціонального літака-винищувача F-22 [4]. Аналіз досвіду провідних країн щодо створення інтегрованих бортових радіолокаційно-перешкодових комплексів як під час розробки нових так і під час модернізації існуючих літаків-винищувачів показав, що поступова інтеграція засобів РЕБ з іншою апаратурою, для використання одноманітних елементів (антенних систем, передавачів, електронно-обчислювальних машин) дозволить уніфікувати та зменшити кількість апаратури, зменшити споживання енергії, а також забезпечити підвищення перешкодозахищеності БРЛС шляхом контррадіоелектронної протидії бортовим станціям перешкод противника [6, 7, 8]. Інтегрування бортового радіоелектронного обладнання літаків-винищувачів ЗС України дозволить підвищити перешкодозахищеність літака в бою, що надасть можливість відповідно підвищити його живучість та ефективність виконання ним завдань в сучасних умовах обмеженого фінансування ЗС України. Сьогодні, модернізація існуючих винищувачів на найближчу перспективу розвитку ЗС України залишається одним із можливих шляхів підвищення їх функціональності та бойового потенціалу. Отримані якісно нові характеристики ІРПК дозволять вирішувати значний перелік проблем бортового радіоелектронного обладнання, які присутні сьогодні на борту літаків-винищувачів ЗС України.

**Мета статті** полягає у визначенні шляхів інтегрування бортового радіоелектронного обладнання літаків-винищувачів ЗС України в єдиний інтегрований радіолокаційно-перешкодовий комплекс.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Необхідність поєднання бортової радіолокаційної системи, системи РЕБ літака та попередження про опромінення визначається:

рядом недоліків цих систем, які можуть бути усунені чи суттєво знижені шляхом інтегрування;

отриманням якісно нових характеристик, які будуть притаманні новому інтегрованому радіолокаційному перешкодовому комплексу;

можливістю створення контррадіоелектронної протидії бортовим комплексам оборони винищувачам противника [6, 7, 8];

вирішенням ряду проблем бортового радіоелектронного обладнання (енергозабезпеченість, електромагнітна сумісність, габаритність тощо).

Отже, передумовами для створення інтегрованого радіолокаційно-перешкодового комплексу є:

1. Недостатня ефективність станція активних перешкод індивідуального захисту та перешкодостійкість БРЛС.

2. Використання одноступінної інформації.

3. Збіг частотних діапазонів БРЛС та станція активних перешкод індивідуального захисту.

4. Одна зона огляду простору в передню напівсферу.

5. Наявність ситуацій, коли БРЛС чи станція активних перешкод індивідуального захисту не використовується.

Інтеграція бортової РЛС із засобами радіоелектронної протидії та попередження про опромінювання повинна здійснюватися:

на структурному рівні – повинні бути єдині: приймально-передаючі блоки системи індикації, антенна система, система індикації, а також повинні створюватися багатофункціональні сигнали;

на інформаційному рівні – обмін інформацією, яка отримується різними підсистемами (про координати цілі, про типи цілей, про ступені їх небезпеки) та відображення їх в єдиній системі індикації;

на алгоритмічному рівні повинно здійснюватися:

розділення часових, енергетичних, частотних ресурсів;

розробка алгоритмів вибору оптимальних стратегій використання інтегрованого радіолокаційного перешкодового комплексу;

створення єдиної системи управління комплексом.

Шляхи інтеграції бортового радіоелектронного обладнання в ІРПК та очікуванні результати подані в таблиці 1.

Під час створення ІРПК необхідно також підвищувати ефективність виконання завдань його підсистемами.

В радіолокаційній підсистемі необхідно:

зменшити рівень бокових пелюстків діаграми спрямованості антени (ДСА) чи формувати провали в ДСА, які спрямовані на джерела перешкод;

знизити інформацію утримання сигналів зондування щодо етапів використання ракет, що керуються.

В підсистемі оперативної радіотехнічної розвідки необхідно:

збільшити кількість типів РЛС до 60÷100 та ймовірність їх розпізнавання;

підвищити ефективність алгоритму вибору найбільш небезпечної та головної для подавлення РЛС;

*Таблиця 1*

Шляхи інтеграції бортового радіоелектронного обладнання в ІРПК та очікуванні результати

Передумови	Шляхи інтеграції	Очікувані результати
1. Недостатня ефективність станції активних перешкод індивідуального захисту та перешкодостійкість БРЛС	1. Використання єдиних передаючих блоків. 2. Створення багатофункціональних сигналів ІРПК.	1. Підвищення енергопотенціалу станції активних перешкод індивідуального захисту та підвищення її ефективності. 2. Зниження ефективності станції активних перешкод індивідуального захисту противника шляхом контр-радіоелектронного подавлення.
2. Використання одноступінчастої інформації	1. Використання єдиної системи індикації. 2. Обмін інформацією між різними підсистемами ІРПК.	1. Зниження інформаційної перевантаженості льотчика 2. Підвищення перешкодостійкості різних підсистем ІРПК. 3. Підвищення ефективності виконання завдань, що вирішуються.
3. Збіг частотних діапазонів БРЛС та станції активних перешкод індивідуального захисту	1. Створення єдиних передаючих чи приймальних блоків.	1. Зменшення ваги та габаритів. 2. Підвищення енергопотенціалу станції перешкод в 3-х сантиметровому діапазоні.
4. Одна зона огляду простору в передню напівсферу	1. Використання єдиної антенної системи для передньої напівсфери.	1. Зменшення ефективної площі розсіювання літака в сантиметровому діапазоні. 2. Забезпечення електронно-магнітної сумісності РЛС і станції активних перешкод індивідуального захисту. 3. Зниження ваги та габаритів.
5. Наявність ситуацій, коли БРЛС чи станція активних перешкод індивідуального захисту не використовується	1. Створення єдиних передаючих і приймальних блоків, єдиної антенної системи. 2. Обмін інформацією між різними підсистемами ІРПК.	1. Зниження ваги та габаритів. 2. Підвищення енергопотенціалу станції перешкод.

намагатися досягти того, щоб коефіцієнт попередження дорівнював не менше 1,2;

враховуючи важливість інформації про можливість дії систем ДРЛВ "АВАКС" ввести додатковий розвідувальний приймач, який працює в діапазоні 8,6÷9,9 см;

необхідно також мати станцію попередження про лазерне опромінювання літака.

В підсистемі радіоелектронного подавлення необхідно:

розробити нові найбільш ефективні алгоритми вибору видів та комплексів перешкод;

створювати прицільні за направленням активні перешкоди;

створювати нові види та комплекси перешкод;

перенацілювати ракети з радіолокаційною головкою самонаведення на хмару дипольних відбивачів;

створювати перешкоди система дальнього радіолокаційного виявлення;

реалізувати принципи контррадіоелектронної протидії станціям активних перешкод противника тощо.

Розглядаючи ІРПК, як складну систему [9], яка складається з цілеспрямованої множини

взаємозв'язаних елементів на фоні зовнішнього середовища чи деякої системи більш високого рівня – мета системи, для її проектування буде функціонально-структурний підхід.

При цьому інтегрованість та комплексність повинна залишатися одними із найважливіших принципів побудови ІРПК. Виходячи з цих принципів та завдань, які буде вирішувати ІРПК буде будуватися його структурна схема. Один із можливих варіантів наближеної функціонально-структурної побудови ІРПК наведений на рисунку 1.

Після реалізації процесу інтеграції ІРПК повинен вирішувати наступні завдання:

виявлення активними і пасивними методами повітряних та наземних цілей та визначення їх координат;

розпізнавання типів цілей; одночасне супроводження "на проході" декілька (до 10-20) повітряних цілей;

призначення на атаку декілька повітряних цілей з одночасним пуском ракет з радіолокаційною головкою самонаведення чи інфрачервоною головкою самонаведення;

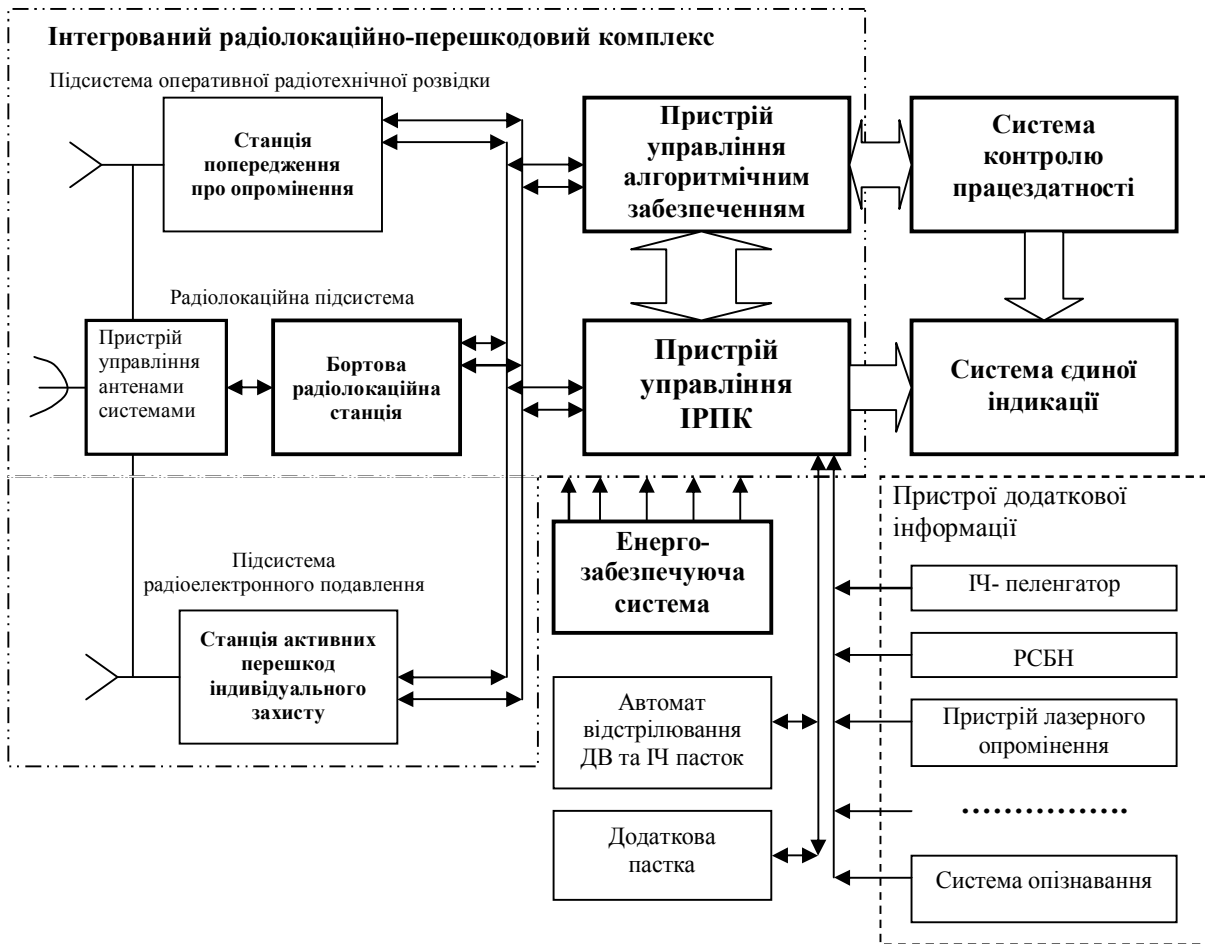


Рис. 1. Варіант функціонально-структурної побудови ІРПК

атакування з пікірування чи при горизонтальному польоті наземних цілей з використанням бомб, керованих бомб, ракет, у тому числі, і ракет, які наводяться на випромінювання;

вибір РЛС противника, яка сполучається з найбільш небезпечним у даній ситуації зброєю;

вибір РЛС, які підлягають радіоелектронному подавленню;

вибір видів та комплексів перешкод для подавлення вибраних РЛС;

вибір пристроїв радіоелектронного захисту для ІРПК та також видів і комплексів перешкод, багатоцільових сигналів для автоматичних станцій активних перешкод індивідуального захисту противника;

здійснення контррадіоелектронного подавлення станцій активних перешкод індивідуального захисту противника, активна протидія бортовим комплексом оборони.

видавання льотчику необхідної інформації про повітряну та радіолокаційну обстановку;

видавання льотчику сигналів підтримки прийняття рішень;

вибір режиму роботи ІРПК у цілому та його окремих підсистем взагалі;

здавання часових інтервалів функціонування окремих підсистем комплексу;

перерозподіл цілей;

контролювання працездатності комплексу.

Головні тактико-технічні характеристики ІРПК повинні відповідати наступним вимогам:

зона огляду повітряного простору та виявлення наземних цілей методом активної радіолокації:  $\pm 60^\circ$  за азимутом;  $\pm 45^\circ$  за кутом місця;

зона огляду виявлення опромінювання літака радіолокаційними станціями керування зброєю  $360^\circ$  за азимутом та  $\pm 45^\circ$  за кутом місця;

частотний діапазон роботи ІРПК 3 – 5 см.;

кількість повітряних цілей, що будуть розпізнаватися – до типу винищувача (~25 типів), наземних РЛС до типу ЗРК (~25 типів);

кількість повітряних цілей, які супроводжуються “на проході” (10 – 20);

активні перешкоди для РЛС управління зброєю противника повинні бути націленими за напрямками (коефіцієнт направленої дії передаючої антени не менше 300);

імовірність подавлення РЛС управління зброєю – не менше 0,7;

коефіцієнт попередження для випадку пасивної радіолокації – не менше 1,2.

## Висновки і перспективи подальших досліджень

Інтеграція бортового радіоелектронного обладнання в єдиний комплекс активно використовується в провідних країнах та повинна бути головною тенденцією розробки нових та удосконалення існуючих літаків-випилювачів ЗС України.

Модернізація існуючих літаків-випилювачів ЗС України шляхом інтеграції бортового радіолокаційного обладнання в єдиний ІРПК сьогодні найбільш можлива для літака-випилювача МіГ-29 та дозволить підвищити

перешкодозахищеність літака в бою, що надасть можливість підвищити відповідно його живучість та ефективність виконання ним завдань, що вирішуються. В сучасних умовах обмеженого фінансування ЗС України модернізація існуючих зразків є найбільш доцільною та перспективною, бо вона буде потребувати менших витрат. В якості подальших досліджень за цим напрямком планується розроблення структурної схеми ІРПК та побудова алгоритму вибору режиму роботи інтегрованого радіолокаційно-перешкодового комплексу.

## Література

1. Андросов В.А., Кутахов В.П. Архитектура аппаратурно-интегрированного радиоэлектронного комплекса // Радиотехника, 1996. - №9. - С.48-52.
2. Истребитель-бомбардировщик Ягуар. Системы и оборудование. URL: <http://aeroass.ru/fighters/101-istrebitel-bombardirovshhik-yaguar-sistema-i.php>.
3. Многоцелевой истребитель Миразж F-I. [Mnogotselovoy istrebitel Mirazh F-I] URL: <http://aeroass.ru/fighters/8-mnogotselovoj-istrebitel-mirazh-f-i.php>.
4. Lockheed-Boeing-General Dynamics F-22 Raptor Многоцелевой истребитель. URL: <https://krampr.info/aviaciya/f-22-raptor>.
5. Коногопець М.М., Павлушко М.Я., Семененко О.М., Водчиць О.Г. Аналіз апаратних можливостей застосування бортової радіолокаційної станції для ведення контррадіоелектронної протидії // Сучасний захист інформації №4. К.: ДУТ, 2015. С.77-80.
6. Василевич Л.Ф. Радиоэлектронное подавление.– К.: КВВАИУ, 1989.-243с.
7. Василевич Л.Ф., Клімашов О.А., Семененко О.М. Спосіб контррадіоелектронного подавлення станції активних завад, яка працює в режимі випромінювання поляризаційної завади. // Труды Академії № 50.– К.: НАОУ, 2004. – С. 163-167.
8. Василевич Л.Ф., Семененко О.М. Контррадіоелектронне подавлення, як складова частина РЕБ. // Збірник наукових праць №5. – К.: НЦ ВПС України, 2002. – С. 48-50.
9. Ярлыков М.С., Богачев А.С., Меркулов В.И., Дрогалін В.В. Радиоэлектронные комплексы навигации, прицеливания и управления оружием летательных аппаратов. Т.2. Применение авиационных радиоэлектронных комплексов при решении боевых и навигационных задач. Под ред. М.С. Ярлыкова. – М.: Радиотехника, 2012. 256 с.

## ПУТИ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО РАДИОЛОКАЦИОННО-ПОМЕХОВОГО КОМПЛЕКСА НА САМОЛЕТАХ ИСТРЕБИТЕЛЯХ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

Олег Михайлович Семененко (доктор военных наук, с. н. с.)<sup>1</sup>  
 Олег Анатолиевич Каблуков<sup>1</sup>  
 Владимир Николаевич Чернега (кандидат технических наук)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Центральный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина

<sup>2</sup> Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

Сегодня одним из возможных путей решения проблем повышения эффективности применения самолетов-истребителей – является глубокое комплексирование установленного на борту истребителя оборудования. В статье авторами раскрываются взгляды на возможные пути интегрирования бортового радиоэлектронного оборудования (бортовой радиолокационной станции, станции предупреждения об облучении, бортовой станции активных помех индивидуальной защиты) самолетов-истребителей ВС Украины в единый интегрированный радиолокационно-помеховый комплекс.

Рассматривая ИРПК, как сложную систему, которая состоит из целенаправленного множества взаимосвязанных элементов на фоне внешней среды или некоторой системы более высокого уровня. Главной особенностью создания такой системы во время ее проектирования будет функционально-структурный подход. При этом интегрированность и комплексность должна оставаться одними из важнейших принципов построения ИРПК. Исходя из принципов и задач, которые сможет решать ИРПК, будет строиться его структурная схема и определяться устройства и средства, которые должны входить в его состав.

**Ключевые слова:** интегрированный радиолокационно-помеховой комплекс, станция активных помех индивидуальной защиты, контррадиоэлектронное противодействие, эффективность, бортовая радиолокационная станция.

## WAYS TO CREATE AN INTEGRATED RADAR-JAMMING COMPLEX ON FIGHTER PLANES OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

Oleh Semenenko (Doctor of military sciences, Senior Research Fellow)<sup>1</sup>Oleh Kablukov<sup>1</sup>Volodymyr Cherneha (Candidate of technical sciences)<sup>2</sup>,<sup>1</sup> Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine<sup>2</sup> National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

Today, one of the possible ways to solve the problems of increasing the effectiveness of the use of fighter aircraft is the deep integration of equipment installed on board the fighter. In the article, the authors reveal views on the possible ways of integrating onboard radio-electronic equipment (on-board radar, radiation warning station, on-board station of active interference of individual protection) fighter planes of Ukrainian Air Force into a single integrated radar-jamming complex.

Considering the integrated radar-jamming complex as a complex system that consists of a targeted set of interrelated elements against the background of the external environment or some higher level system. The main feature of creating such a system during its design will be a functional-structural approach. At the same time, integrity and complexity should remain one of the most important principles for constructing an integrated radar-jamming complex. Based on the principles and tasks that the integrated radar-jamming complex will be able to solve, its structural scheme will be built and the devices and facilities that should be part of it will be determined.

**Key words:** integrated radar-jamming complex, station of active jamming of individual protection, counter-radioelectronic counteraction, efficiency, on-board radar station.

### References

1. Androsov V.A., Kutahov V.P. (1996) Architecture of the hardware-integrated radio-electronic complex [Arhitektura apparaturno-integrovanogo radioelektronnogo kompleksa] // Radiotekhnika. №9. pp.48-52.
2. Fighter-bomber Jaguar. Systems and equipment. [Istrebitel-bombardirovshchik Yaguar. Sistemy i oborudovanie]. URL: <http://aviac.ru/fighters/8-mnogocelovoj-istrebitel-mirazh-f-i.html>.
3. Multipurpose fighter Mirage F-I. URL: <http://aviac.ru/fighters/8-mnogocelovoj-istrebitel-mirazh-f-i.html>.
4. Lockheed-Boeing-General Dynamics F-22 Raptor Multipurpose fighter. URL: <http://www.paralay.com/f22.html>.
5. Konotopecj M.M., Pavlunjo M.Ja., Semenenko O.M., Vodchycj O.Gh. (2015) Analysis of the hardware capabilities of the onboard radar station for conducting counter-radio-electronic counteraction [Analiz aparaturnykh mozhlyvostej zastosuvannya bortovoji radiolokacijnoji stanciji dlja vedennja kontrradioelektronnoji protydiji] // Suchasnyj zakhyst informaciji №4. K.: DUT. pp.77-80.
6. Vasilevich L.F. (1989) Radioelectronic suppression. [Radioelektronne podavlenie] - K.: KVVAIU. 243 p.
7. Vasilevich L.F., Klimashov O.A., Semenenko O.M. (2004) Method of counter-radio-electronic suppression of the station of active interference, which operates in a mode of radiation polarization interference. [Sposib kontrradioelektronnogo podavlenja stanciji aktyvnykh zavod, jaka pracjuje v rezhymi vyprominjuvannja poljaryzacijnoji zavady] // Proceedings of the Academy No. 50. Kyiv: NAOU. pp.163-167.
8. Vasilevich L.F., Semenenko O.M. (2002) Contra-electronic wave suppression as a part of the EW. [Kontrradioelektronne podavlenja, jak skladova chastyna REB] // Collection of scientific works №5. Kyiv: NP APS of Ukraine. pp.48-50.
9. Yarlyikov M.S., Bogachev A.S., Merkulov V.I., Drogalin V.V. (2012) Radioelektronnyie kompleksy navigatsii, pritselivaniya i upravleniya vooruzheniem letatelnyih apparatov. T.2. Primenenie aviatsionnyih radioelektronnyih kompleksov pri reshenii boevyih i navigatsionnyih zadach. [Radioelektronnyie kompleksy navigatsii, pritselivaniya i upravleniya vooruzheniem letatelnyih apparatov. T.2. Primenenie aviatsionnyih radioelektronnyih kompleksov pri reshenii boevyih i navigatsionnyih zadach] Pod red. M.S. Yarlyikova. – M.: Radiotekhnika, 256 p.