

РЕФЕРАТ

циклу робіт «**Нове покоління вітчизняних радіоелектронних засобів системи контролю надводної обстановки**»

Україна має значну довжину морського державного кордону в Чорному та Азовському морях, а також значну площу акваторії виключної морської економічної зони. Надійний моніторинг, контроль і захист згаданих охоронних об'єктів є першорядним завданням Державної прикордонної служби України. Ефективне вирішення такого завдання суттєво полегшується при наявності сучасних ефективних радіоелектронних засобів системи висвітлення надводної обстановки, пости технічного спостереження якої оснащені сучасними інтелектуальними технічними засобами моніторингу, обробки та передавання інформації. За часів СРСР Україна не проводила розробку та виготовлення суднових та берегових морських РЛС. Поповнення парку морських РЛС в незалежній Україні до 2006 року здійснювалось за рахунок імпорту із країн, які здійснюють розробку та серійне виробництво морських РЛС різних модифікацій. В останні роки пріоритетною проблемою, яка постала перед Державною прикордонною службою України є переоснащення наявного застарілого радіолокаційного парку саме вітчизняними виробами із покращеними показниками енергоспоживання, ефективності та надійності.

Створення ефективних та надійних радіоелектронних систем нового покоління для контролю пересування надводних об'єктів у районах морського державного кордону та виключної морської економічної зони України можливе тільки на основі продуктивного використання результатів ґрунтового дослідження механізмів розповсюдження радіохвиль над морською поверхнею, що отримані із застосуванням ефективних радіофізичних методів дослідження властивостей і особливостей розповсюдження електромагнітних хвиль сантиметрового та міліметрового діапазонів над поверхнями морів та океанів, а також на основі результатів розробки та практичного застосування ефективних методів діагностики дальності дії РЛС та спостережуваності надводних об'єктів в акваторіях Чорного і Азовського морів та Світового океану в цілому.

Комплексні радіофізичні дослідження радіолокаційної спостережуваності надводних об'єктів були проведені Інститутом радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України (ІРЕ НАНУ, м. Харків) в різних за метеорологічними умовами районах Світового океану та акваторії Чорного моря в період із 1976 р. по 2012р. Розробка, створення та впровадження у серійне виробництво елементів, вузлів та радіолокаційних систем нового покоління в цілому були здійснені підприємствами та організаціями Києва, Одеси та Харкова в період із 1998 р. по 2013 р. Результати наукових досліджень в галузі радіофізики та електроніки НВЧ, сучасних розробок в галузі морської радіолокації покладені в основу репрезентованого циклу робіт.

Метою циклу робіт є вирішення актуальної для України науково-технічної проблеми, а саме, розробка наукових основ, створення та впровадження у виробництво вітчизняних радіоелектронних засобів нового покоління ефективних та надійних складових системи контролю надводної обстановки в районах морського кордону і виключної морської економічної зони держави, позбавлення від імпоротної залежності при розв'язанні сучасних задач морської радіолокації.

1. Наукова новизна проведених досліджень та розробок полягає в тому, що в даному циклі робіт

Вперше в Україні:

- 1.1. Узагальнені результати багаторічних фундаментальних та прикладних радіофізичних досліджень процесів розповсюдження короткохвильового електромагнітного

випромінювання в різних за метеорологічними умовами районах Світового океану, а також у акваторії Чорного моря, радіолокаційної спостережуваності надводних об'єктів, дальності дії радіолокаційних систем, а також діагностики величини множника ослаблення сигналу у точці прийому, виконаних дослідниками Інституту радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України, у період із 1976 року по 2012 рік. Отримані результати склали наукову основу для розробок, створення та впровадження радіоелектронних приладів нового покоління та побудови нових сучасних вітчизняних засобів системи контролю надводної обстановки в районах державного морського кордону та виключної морської економічної зони України.

- 1.1.1. Розроблено та впроваджено принципи побудови вітчизняних радіоелектронних приладів нового покоління для системи контролю морського кордону держави та судноплавства.
- 1.1.2. Розроблена тривимірна математична модель магнетрона 3-сантиметрового діапазону із холодним (без розжарювання) катодом та принципи побудови магнетронного генератора електромагнітних коливань імпульсної дії із великим терміном безвідмовної роботи, які базуються на результатах чисельного моделювання (патент України №83354 на винахід, власники патенту - Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України та ДП завод «Генератор»).
- 1.1.3. На основі результатів фундаментальних досліджень створено експериментальний зразок вітчизняного імпульсного коаксіального магнетрона 3-сантиметрового діапазону (X-діапазон) із холодним катодом (патент України №83354 на винахід), та впроваджено в серійне виробництво на ДП завод «Генератор» (м. Київ), а також в серійне виробництво передавачів морських РЛС на ДП державний завод «Буревісник» (м. Київ).
- 1.1.4. Розроблено принципи побудови супергетеродинного приймального модуля «Океан» із функціональною схемою, що стійка до несинхронних імпульсних перешкод, в гібридно-інтегральному виконанні із малошумливим трисмуговим підсилювачем, що має покращену лінійно-логіфімічну характеристику коефіцієнта підсилення, та цифрове керування режимами роботи; створено його конструкцію і впроваджено в приймачах вітчизняних морських РЛС.
- 1.1.5. Для забезпечення ефективної роботи радіоелектронних комплексів розроблено, створено та впроваджено у виробництво спеціальний обчислювач із блоками первинної та вторинної обробки прийнятих сигналів, програмами для синтезу оптимальних алгоритмів обробки, візуалізації спостереження за поведінкою більше ніж 50 надводних об'єктів у реальному масштабі часу, та архівування на протязі 48 годин отриманої інформації, керування процесами тестування працездатності елементів та вузлів радіоелектронних комплексів, ліній зв'язку та ліній доступу до архівованої інформації (Науково-дослідний інститут (НДІ) телекомунікацій Національного технічного університету України (НТУУ) «КІП»).
- 1.1.6. Розроблено принципи побудови системи автоматичного керування елементами та вузлами радіоелектронних комплексів (патент України на винахід №51583) та її програмне забезпечення, створено та впроваджено схемну цифрову структуру автоматичного керування в нових вітчизняних морських РЛС (Відділення гібридних моделюючих та керуючих систем в енергетиці Інституту проблем моделювання в енергетиці (ВГМКСЕ ІПМЕ) ім. Г.Є.Пухова НАН України, м. Київ).
- 1.1.7. Розроблено принципи побудови нового ефективного вентиляного індукторного двигуна із відносно малим числом оборотів та значним навантаженням на валу,

створено його конструкцію і впроваджено в якості антенного привода в створених морських РЛС (ТОВ «Електротехніка – Нові технології», м. Одеса), що дозволило усунути багатоланковий редуктор та підвищити надійність антенних приводів, суттєво зменшити витрати електроенергії та підвищити точність позиціонування антен.

- 1.1.8. Розроблено принципи побудови обтічника антени із використанням нових безпечних вітчизняних технологій та матеріалів, створено і впроваджено у виробництво обтічники антен нових морських РЛС, що забезпечує безперервну роботу їх антенних систем в складних метеорологічних умовах.
- 1.2. Розроблено принципи побудови, створено конструкції та впроваджено у виробництво (ДП «Київський державний завод «Буревісник») багатофункціональні вітчизняні радіоелектронні комплекси нового покоління (морські РЛС «Буревісник-1», РЛС «Буревісник-4»), які потребують потужності для енергоживлення не більш 240 Вт та забезпечують ефективний контроль морського кордону України і судноплавства при несприятливих погодних умовах та в умовах обмеженої видимості
- 1.3. Вперше розроблено принципи побудови загоризонтної РЛС «Буревісник-3Г», а також на основі створеної бази даних визначені статистичні функції розподілення її дальності дії при різних ЕПР надводних об'єктів в акваторії Чорного моря та в різних районах Світового океану (ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України, ВГМКСЕ ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, НДІ телекомунікацій НТУУ «КПІ», ДП «Київський державний завод «Буревісник», ДП завод «Генератор», ТОВ «Електротехніка – Нові технології», Адміністрація Держприкордонслужби України).
- 1.4. Розроблено принципи побудови екологічно чистої радіолокаційної багатопозиційної системи із використанням основних вузлів РЛС «Буревісник-1» та РЛС «Буревісник-4», яка спроможна суттєво підвищити ефективність та надійність охорони морського державного кордону України, а також радикально підвищити ефективність боротьби із міжнародними піратами, наприклад, в Аденській протоці (ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України, м. Харків).
- 1.5. Розроблено оригінальний принцип побудови на основі елементів і вузлів РЛС «Буревісник-1», РЛС «Буревісник-3» та РЛС «Буревісник-4» схем псевдокогерентних імпульсних РЛС, які спроможні суттєво підвищити вірогідність виявлення малогабаритних надводних об'єктів на фоні морського хвилювання та забезпечити оперативне визначення швидкості пересування порушника морського державного кордону (ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України, ВГМКСЕ ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, НДІ телекомунікацій НТУУ «КПІ», ДП «Київський державний завод «Буревісник», ДП завод «Генератор», ТОВ «Електротехніка – Нові технології», Адміністрація Державної прикордонної служби (ДПС) України).
- 1.6. З використанням функціональних схем РЛС «Буревісник-1» та РЛС «Буревісник-4» розроблено принципи побудови двохчастотної вітчизняної РЛС «Буревісник-3» (яка працює в Х- та Ка-діапазонах) із передавачами на основі вітчизняних магнетронів – генераторів електромагнітного випромінювання Х- та Ка-діапазонів із холодним катодом, та двома псевдокогерентними каналами для контролю пересування малогабаритних надводних об'єктів в зоні державного морського кордону, яка потребує для енергоживлення біля 500 Вт (ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України, ВГМКСЕ ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, НДІ телекомунікацій НТУУ «КПІ», ДП «Київський державний завод «Буревісник», ДП завод «Генератор»).

- 1.7.. Вперше розроблено пакетований із магнітною системою імпульсний магнетрон Ка-діапазону на просторовій гармонії (патент України №87042 на винахід, ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України, м. Харків) для двохчастотної РЛС «Буревісник-3», який працює в режимі дрейфово-орбітального резонансу і має вагу не більше 1 кг. Серійний випуск таких магнетронів планується здійснити на ДП завод «Генератор» (м. Київ).
- 1.8. Сформульовано принципи побудови системи оперативної діагностики дальності дії розроблених, створених та впроваджених у вітчизняне виробництво морських радіолокаційних систем контролю морського кордону та судноплавства при різних метеорологічних умовах розповсюдження радіохвиль 3-сантиметрового діапазону (ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України, м. Харків).
- 1.9 Показана можливість використання відбитих від морської (водної) поверхні радіосигналів для оперативної діагностики дальності дії РЛС при виявленні малорозмірних надводних об'єктів.
- 1.10. Проаналізовано вплив інтерференційної зони, зони півтіні, а також заобрійної зони на відбивальну спроможність поверхонь надводних об'єктів та ефективність роботи створених та впроваджених нових вітчизняних морських РЛС (ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України, м. Харків).
- 1.11. Отримані статистичні функції розподілення дальності дії розроблених, створених та впроваджених у виробництво радіолокаційних систем «Буревісник» для районів Світового океану із інтенсивним судноплавством. Для оцінки перспектив застосування модифікованої РЛС «Буревісник-2» в якості корабельної навігаційної системи, використана база даних множників ослаблення радіохвиль сантиметрового діапазону, створена завдяки результатам наукових досліджень проведених вченими ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України в районах Атлантичного, Індійського, Тихого та Льодовитого океанів.

2. Практична значущість отриманих результатів полягає у наступному:

- 2.1. Вперше здійснено розробку та виробництво вітчизняних імпульсних морських РЛС «Буревісник-1» та «Буревісник-4» із використанням вітчизняних радіоелектронних приладів, що забезпечило зняття із порядку денного питання про імпорتنу залежність України від іноземних держав при використанні морських РЛС такого класу.
- 2.2. Розроблені наукові основи контролю процесу пересування надводних об'єктів, які ґрунтуються на результатах вітчизняних багаторічних комплексних радіофізичних дослідженнях їх радіолокаційної спостережуваності.
- 2.3. Розроблені, створені та впроваджені у виробництво вітчизняні радіоелектронні прилади(рис.1 - рис.12) нового покоління, які склали фундамент розробки сучасних вітчизняних радіоелектронних комплексів – РЛС «Буревісник-1» та РЛС «Буревісник-4» системи висвітлення та контролю надводної обстановки в районах державного морського кордону та у виключній морській економічній зоні України.
- 2.4. Розроблено, створено, впроваджено у виробництво та прийнято на озброєння Державної прикордонної служби України перші вітчизняні РЛС нового покоління «Буревісник-1» та «Буревісник-4» (всього 23 РЛС), робота яких в процесі військових випробувань та шестирічної експлуатації на берегових постах спостережень Одеського та Сімферопольського загонів ДПС України підтвердила, що 10 із 30 техніко-економічних показників створених радіоелектронних систем виявились на рівні із показниками закордонних РЛС того ж класу, а 16 техніко-економічних показників виявились кращими за техніко-економічні показники РЛС закордонного виробництва.
- 2.5. Із постановкою РЛС «Буревісник-1» і «Буревісник-4» на озброєння створено комплексну систему

моніторингу надводної обстановки в районах державного морського кордону та у виключній морській економічній зоні України, яка містить у собі пости технічного спостереження Державної прикордонної служби України із підрозділами охорони державного кордону, які оснащені вітчизняними технічними засобами висвітлення та контролю надводної обстановки (рис.13 – рис.15).

- 2.6. Створено систему обміну інформацією між постами технічного спостереження за допомогою РЛС «Буревісник-1» і РЛС «Буревісник-4» та віддаленими користувачами за допомогою узгоджених каналів зв'язку та зовнішніх мереж Ethernet, яка забезпечує передачу даних із прикордонних постів технічного спостереження про надводну обстановку на державному кордоні, у виключній морській економічній зоні України, про стан працездатності РЛС, а також отримування команд у реальному масштабі часу для керування процесом спостереження.
- 2.7. Розроблено вітчизняне інтерактивне програмне забезпечення у складі радіоелектронних комплексів «Буревісник-1» та «Буревісник-4», яке свідчить про те, що сукупність програмних засобів забезпечує ефективний прийом та подальшу обробку сигналів, які надходять із прийомного модуля, а також інформативне відображення результатів обробки на екранах моніторів (рис.13 – рис.15).



Рис.1. Загальний вигляд приймача-передавача із антеною, яка закрита обтічником (стійка 1П132) РЛС Буревісник-1»

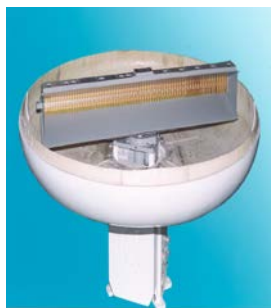


Рис.2. Вигляд приймача-передавача із відкритою кришкою обтічника антени (стійка 1П132) РЛС Буревісник-1»



Рис.3. Вигляд приладу 1П132 зі знятою кришкою із боку модулятора та магнетрона передавача РЛС «Буревісник-1»



Рис.4. Зовнішній вигляд імпульсного коаксального магнетрона «Бутон»



Рис.5. Вигляд приладу 1П132 зі знятою кришкою із боку приймача «Океан» РЛС «Буревісник-1»



Рис.6. Зовнішній вигляд блоку первинної обробки відео-сигналу РЛС «Буревісник-1» Та РЛС «Буревісник-4»



Рис.7. В цеху ДП завод «Буревісник» наладка блоку спецобчислювача (на лівій стороні видно блок первинної обробки)



Рис.8. Зовнішній вигляд вентильного індукторного двигуна антени «РЛС «Буревісник-1» та РЛС «Буревісник-4».



Рис.9. Приймач-передавач (прилад 1П-132) РЛС «Буревісник-1» на вищій поста спостереження Одеського прикордонного загону ДПС України.



Рис.10. Пульта керування РЛС «Буревісник-1» прикордонного поста спостереження Одеського загону ДПС України.



Рис.11. РЛС «Буревісник-4» на посту спостереження остров Змийний Одеського загону , звідки дані про стан надводної обстановки в зоні морського кордону передаються в систему «ГАРТ-12» Державної прикордонної служби України.



Рис.12. Стька із пультом керування, системою живлення, спец обчислювачем, системою запуску синхронізації та контролю (прилад 1П-54) і стійка електронної картографічної навігаційної системи (ЕНІКС) (прилад 1П-54-1, входить до складу РЛС «Буревісник-4» на посту спостереження о. Змийний Одеського загону ДПС України.

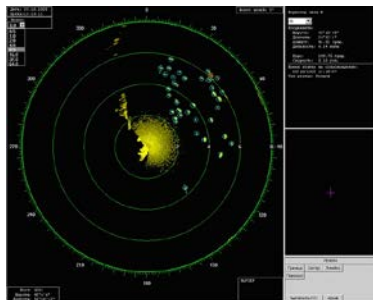


Рис.13. Графічне відображення на моніторі РЛС «Буревісник» зареєстрованих і супроводжуваних (до 50 шт.) надводних об'єктів.

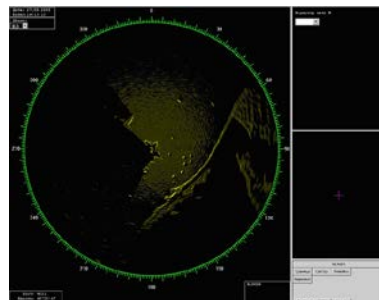


Рис.14. Відображення на моніторі РЛС «Буревісник-1» та РЛС «Буревісник-4» надводної обстановки в режимі «Північ»

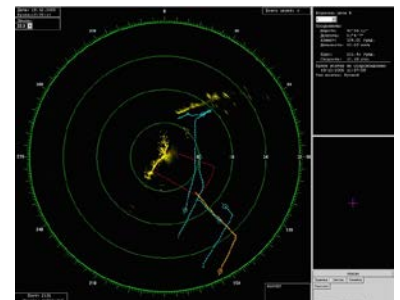
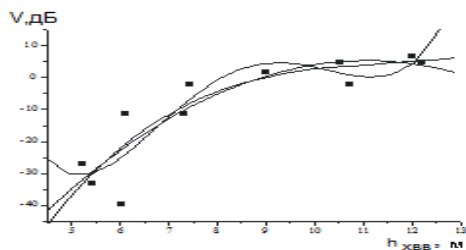


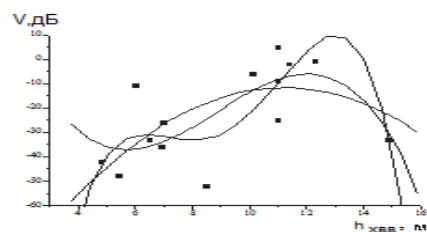
Рис.15. Траєкторії супроводжуваних надводних об'єктів із збереженням у пам'яті спецобчислювача на протязі 48 годин.

3. Основні наукові та науково-технічні результати:

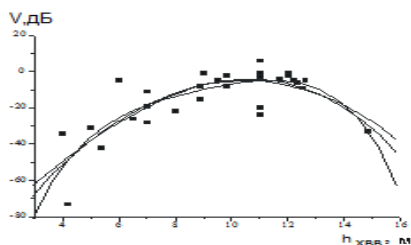
- 3.1. Виявлені загальні ознаки та закономірності фізичних процесів у приводному шарі тропосфери, які визначають можливість ефективної роботи морських РЛС 3-сантиметрового діапазону при охороні територіальних вод та судноплавстві.
- 3.2. Встановлена емпірична залежність (рис.16) між висотою хвилеводу випару та величиною множника ослаблення радіохвиль 3-сантиметрового діапазону, на основі якої запропоновані методи діагнозу та прогнозу дальності дії радіолокаційних систем.



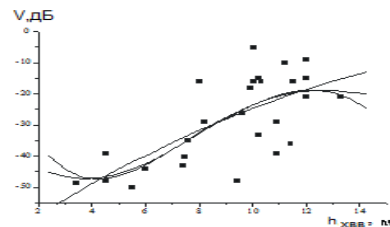
а) $\lambda = 3$ см, $h_1 = 5.5$ м, $h_2 = 4.5$ м, $r = 50$ км.



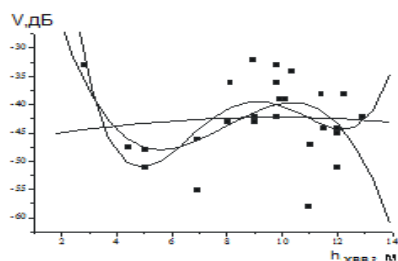
б) $\lambda = 3$ см, $h_1 = 5.5$ м, $h_2 = 4.5$ м, $r = 75$ км.



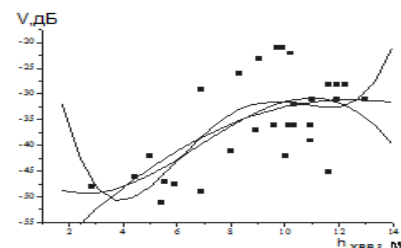
в) $\lambda = 3$ см, $h_1 = 22.5$ м, $h_2 = 12$ м, $r = 75$ км.



г) $\lambda = 3$ см, $h_1 = 22.5$ м, $h_2 = 12$ м, $r = 150$ км.



д) $\lambda = 3$ см, $h_1 = 17$ м, $h_2 = 12$ м, $r = 200$ км.



е) $\lambda = 3$ см, $h_1 = 22.5$ м, $h_2 = 12$ м, $r = 200$ км.

Рис.16. Залежність множника ослаблення V , дБ від висоти h_{XBB} , м ($h_1 = const$, $r = const$) хвилеводу випару.

- 3.3. За допомогою комплексних радіофізичних досліджень розповсюдження радіохвиль над поверхнею моря або океану показано, що відбиті від морської поверхні сигнали можна використовувати для оперативної діагностики умов розповсюдження радіохвиль сантиметрового діапазону та діагностики дальності дії радіоелектронних систем контролю морського кордону та судноплавства.
- 3.4. Створено вітчизняний імпульсний коаксіальний магнетрон (рис.4) трьохсантиметрового діапазону із холодним (без розжарювання) катодом із гарантованим терміном безвідмовної роботи не менше 10 000 годин і більше 20 000 годин в реально працюючих передавачах РЛС «Буревісник-1» та РЛС «Буревісник-4»..
- 3.5. Створено супергетеродинний приймальний модуль «Океан» у гібридно-інтегральному виконанні із малOSHумливим трисмуговим підсилювачем із покращеною лінійно-логарифмічною характеристикою коефіцієнта підсилення та цифровим керуванням

режимами роботи.

- 3.6. Створено новий ефективний вентильний індукторний двигун антени (рис.8) радіолокаційної системи із відносно малим числом оборотів та значним навантаженням на валу.
- 3.7. Створено новий обтічник антени (рис.1) із використанням нетрадиційних безпечних технологій та матеріалів для забезпечення роботи антенної системи в складних метеорологічних умовах.
- 3.8. Створено спеціальний обчислювач (рис.6, рис.7) та його програмне забезпечення для обробки сигналів та інформації що надходить в приймальний модуль РЛС.
- 3.9. Створено схему автоматичного керування елементами та вузлами РЛС «Буревісник-1», «Буревісник-4» та її програмне забезпечення.
- 3.10. Створено перші багатофункціональні вітчизняні морські радіолокаційні системи нового покоління «Буревісник-1» (рис.1-рис.10) та «Буревісник-4» (рис.11, рис.12), які потребують для енергоживлення не більш 240 Вт та забезпечують ефективний контроль морського кордону України та судноплавства.

4. Порівняння із закордонними імпульсними морськими РЛС «ATLAS Radar 9600TM»(Німеччина), «Furuno FAR-2817 (Японія) та «НАЯДА-25M1» (РФ) того ж класу дозволяє зробити такі висновки:

- 4.1. Нові імпульсні морські РЛС «Буревісник-1» та «Буревісник-4» не мають аналогів в СНГ.
- 4.2. По 10 із 30 параметрів створені в Україні нові морські РЛС не поступаються кращим закордонним аналогам.
- 4.3. По 16 важливим параметрам із 30 створені вітчизняні морські РЛС перевищують аналогічні параметри закордонних РЛС того ж класу (Том 2, таблиця 1).

5. Результати наукових досліджень та розробок, які впроваджені в серійне виробництво, у тому числі:

- 5.1. Результати математичного моделювання та фундаментальних досліджень магнетронів впроваджені в розроблений і створений спільними зусиллями вчених і інженерів ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України (м. Харків), а також фахівців СКБ «Спектр» та ДП завод «Генератор» (м.Київ), вітчизняний імпульсний коаксіальний магнетрон із холодним катодом. Генератор електромагнітного випромінювання Х-діапазону впроваджено у серійне виробництво під назвою магнетрон «Бутон» (рис.4) та використано в серійних передавачах (рис.3) вітчизняних імпульсних морських РЛС «Буревісник-1» та РЛС «Буревісник-4».
- 5.2. Розроблено конструкцію оригінального, економічного вентильного індукторного двигуна із відносно малим числом оборотів та значним навантаженням на валу, впроваджено його в серійне виробництво та встановлено в якості антенного привода в створених вітчизняних серійних імпульсних морських РЛС «Буревісник-1» та РЛС «Буревісник-4»(ТОВ «Електротехніка – Нові технології», м. Одеса), що забезпечило енергоспоживання всієї РЛС не більше 240 Вт..
- 5.3. На основі вітчизняних радіоелектронних приладів нового покоління розроблено конструкції і створено радіолокаційні комплекси «Буревісник-1» та РЛС «Буревісник-4» (рис1 - рис.12), які впроваджено у серійному виробництві на ДП «Київський державний завод «Буревісник», сертифіковано та прийнято на озброєння Державної прикордонної служби України відповідно до наказу №248 Голови Державної прикордонної служби України від 0.4.04.2007 року.
- 5.4. Починаючи з 2006 року виготовлено серію із 23 радіолокаційних комплексів «Буревісник», які встановлені на постах технічного спостереження підрозділів

Одеського та Сімферопольського загонів охорони морського державного кордону, як технічні засоби висвітлення та контролю надводної обстановки та судноплавства.

6. Основні висновки роботи полягають у наступному:

- 6.1. Вітчизняними фахівцями розроблені наукові основи сучасної морської радіолокації, на яких ґрунтується проектування, створення та впровадження в серійне виробництво нових сучасних вітчизняних радіоелектронних засобів системи моніторингу та контролю надводної обстановки в районах державного морського кордону та у виключній морській економічній зоні України.
- 6.2. Розроблено принципи побудови нових, сучасних, високоефективних вітчизняних морських багатофункціональних радіоелектронних комплексів «Буревісник-2», «Буревісник-3», , «Буревісник-3Г» для контролю надводної обстановки та судноплавства.
- 6.3. На основі вітчизняної елементної бази розроблено принципи побудови, створено та впроваджено у серійне виробництво морські багатофункціональні радіоелектронні комплекси нового покоління РЛС «Буревісник-1» та РЛС «Буревісник-4» для контролю надводної обстановки в районах державного морського кордону та у виключній морській економічній зоні України. Комплекси сертифіковані, за своїми технічними характеристиками вони відповідають всім вимогам ДСТУ ISO 9001-2001, перевершують за параметрами закордонні аналоги та є оптимальними по критерію "ефективність-вартість".
- 6.4. Комплекси прийняті на озброєння Державною прикордонною службою України відповідно до наказу №248 від 04.04.2007 р. Голови Державної прикордонної служби України. Наша держава позбавлена імпоротної залежності від країн виробників морських РЛС такого класу.
- 6.5. **Економічний ефект** від впровадження: позбавлення України від імпоротної залежності, створення додаткових робочих місць для вітчизняних виробників. **Наукові результати роботи** відображено в 70 публікаціях, в т.ч. 4 монографії, 21 стаття (14 – у зарубіжних виданнях). Загальна кількість посилань на публікації авторів складає 21 (гідно бази даних SCOPUS), h-індекс =3. Новизну та конкурентноспроможність технічних рішень захищено 3 авторськими свідоцтвами та 5 патентами. За даною тематикою захищено 1 кандидатська та представлена до захисту 1 докторська дисертація.

Автори:

1. _____ В.П. Дзюба
2. _____ А.Д. Доріченко
3. _____ В.Д. Єрьомка
4. _____ А.Ф. Зиков
5. _____ О.Є. Мальований
6. _____ І.М. Миценко
7. _____ Л.П. Міліневський
8. _____ А.М. Півень
9. _____ О.І. Прокопенко
10. _____ Д.В. Роскошний