

Уніфікований пристрій для завадостійкої передачі інформації у високошвидкісних каналах радіорелейного та супутникового зв'язку

Унифицированное устройство для помехоустойчивой передачи информации в высокоскоростных каналах радиорелейной и спутниковой связи

The unified device for noise-immune transmission in high data rate radio relay and satellite communication channels

1. **Номер державної реєстрації № держреєстрації 0115U000259**

2. **Науковий керівник** (вчений ступінь, звання). (*Трьома мовами: укр., рос., англ.*).
д.т.н., проф. Уривський Л.О., д.т.н., проф. Уривский Л.А., Dr.Sc, Prof. Uryvsky L.

3. **Суть розробки, основні результати.**(*Трьома мовами: укр., рос., англ.*)

Укр.

Результати науково-дослідної роботи забезпечили створення нових зразків уніфікованих пристроїв для завадостійкої передачі інформації у високошвидкісних каналах радіорелейного та супутникового зв'язку, які за основними техніко-економічними показниками перевершують наявні закордонні аналоги.

Уніфікація здійснена як за діапазоном використаних частот (2 ГГц, 5 ГГц, 12-14 ГГц, 130 ГГц), так і за видом каналу радіозв'язку (радіорелейний та супутниковий).

В основу науково-дослідної роботи покладена ідея створення універсальної концепції синтезу та механізмів адаптації сигнально-кодкових конструкцій для застосування у системах радіорелейного та супутникового розподілу інформації із заданими характеристиками за критеріями інформаційної ефективності. Це дає можливість уніфікувати систему за використаними сигналами та інфраструктурою щодо виду інформації, яка передається, забезпечуючи ефективне використання наявних частотних та енергетичних ресурсів.

Особливістю роботи є орієнтація на виробництво експериментальних зразків із відповідною технічною документацією високошвидкісних адаптивних модемів для систем радіорелейного розподілу інформації на вітчизняній виробничій базі, зокрема на підприємствах ПАТ «ЕЛМІЗ», яке традиційно спеціалізується на виробництві радіотехнічних засобів для реалізації національних та міжнародних космічних програм, та ПАТ «НВП Сатурн», що спеціалізується на виробництві засобів в області зв'язку в терагерцовому діапазоні хвиль.

Отже, розроблено уніфіковані засоби для систем високошвидкісного розподілу інформації в НВЧ діапазоні до 100 ГГц й вище, і швидкостями передачі до 1 Гбіт/с та адаптивним вибором виду модуляції з набору QPSK, PSK-8/16, QAM-16/64/128 в залежності від параметрів радіоканалу та вимог до достовірності і швидкості передачі інформації, для високопродуктивної передачі інформації у вигляді різноманітного мультисервісного трафіку в телекомунікаційних радіосистемах радіорелейного та супутникового розподілу інформації. Прикладом використання таких пристроїв є модеми станцій радіорелейного зв'язку. Комплекс адаптивних модемів має забезпечити у високошвидкісних безпроводових мережах оптимальне використання наявних частотних та енергетичних ресурсів системи при забезпеченні максимальної швидкості та інформаційної ефективності передачі інформації при задоволенні вимог до достовірності та своєчасності передачі інформації. Інструментом досягнення якісно нових показників продуктивності є використання та розвиток сучасних методів поєднання алгоритмів багатопозиційної модуляції та наддовгих високошвидкісних блокових кодів. Розроблені методи можуть бути актуальними для суміжних галузей науки, де використовують методи

надійного транспортування інформації за допомогою провідних та безпроводних технологій, зокрема, в системах спеціального призначення, що має важливе значення для укріплення обороноздатності країни.

Розроблено та протестовано прототипи адаптивних модемів завадостійкої передачі інформації у високошвидкісному каналі радіорелейного зв'язку для використання в складі Системи спеціального зв'язку для тактичної ланки управління вітчизняного виробництва в рамках об'єднання "Київська політехніка".

Запропоновано дослідницький зразок пристрою, що реалізує універсальні алгоритми адаптації сигнально-кодкових конструкцій високошвидкісного розподілу інформації для каналів радіорелейного та супутникового зв'язку до відповідних параметрів каналу зв'язку, оптимальних за критерієм найбільшої продуктивності при забезпеченні вимог до достовірності та своєчасності, та випробування зразків модемів, які підтверджують можливість реалізації розроблених універсальних алгоритмів.

Основні запропоновані технічні рішення запатентовано. Продано ліцензію на запатентоване технічне рішення.

Розробка відповідає світовому рівню. В жодному відомому вітчизняному та іноземному дослідженні завадостійких кодів та сигналів не поєднувались завдання підвищення достовірності та досягнення верхньої межі продуктивності каналу передавання інформації. Апробація отриманих теоретичних та конструктивних результатів виконана на виробничій базі ПАТ «ЕЛМІЗ» та ПАТ НВО «Сатурн».

Проведено натурні випробування конструктивного прототипу запропонованого уніфікованого пристрою завадостійкої передачі інформації в складі ліній радіорелейного зв'язку на об'єктах Державної прикордонної служби (м. Одеса), полігоні Міністерства оборони України (м. Семіполки), Національної гвардії України (с. Нові Петрівці) з позитивним підсумком, що створює умови для подальшого застосування запропонованих принципів побудови радіозасобів в системах спеціального призначення.

Рос.

Результаты научно-исследовательской работы обеспечили создание новых образцов унифицированных устройств для помехоустойчивой передачи информации в высокоскоростных каналах радиорелейной и спутниковой связи, которые по основным технико-экономическим показателям превосходят имеющиеся зарубежные аналоги.

Унификация осуществлена как по диапазону используемых частот (2 ГГц, 5 ГГц, 12 ГГц, 130 ГГц), так и по виду канала радиосвязи (радиорелейная и спутниковая).

В основу научно-исследовательской работы положена идея создания универсальной концепции синтеза и механизмов адаптации сигнально-кодковых конструкций для применения в системах радиорелейного и спутникового распределения информации с заданными характеристиками по критериям информационной эффективности. Это дает возможность унифицировать систему по используемым сигналам и инфраструктурой по виду передаваемой информации, обеспечивая эффективное использование имеющихся частотных и энергетических ресурсов.

Особенностью работы является ориентация на производство экспериментальных образцов с соответствующей технической документацией для высокоскоростных адаптивных модемов систем радиорелейного распределения информации на отечественной производственной базе, в частности, на предприятиях ОАО «ЭЛМІЗ», который традиционно специализируется на производстве радиотехнических средств для реализации национальных и международных космических программ, и ПАО «НПП Сатурн», специализирующегося на производстве средств в области связи терагерцового диапазона волн.

Итак, разработаны унифицированные средства для систем высокоскоростного распределения информации в СВЧ диапазоне до 100 ГГц и выше, и скоростями передачи до 1 Гбит/с и адаптивным выбором вида модуляции из набора QPSK, PSK-8/16, QAM-16/64/128 в зависимости от параметров радиоканала и требований к достоверности и скорости передачи информации, для высокопроизводительной передачи информации в

виде разнородного мультисервисного трафика в телекоммуникационных радиосистемах радиорелейного и спутникового распределения информации. Примером использования таких устройств являются модемы станций радиорелейной связи. Комплекс адаптивных модемов должен обеспечить в высокоскоростных беспроводных сетях оптимальное использование имеющихся частотных и энергетических ресурсов системы при обеспечении максимальной скорости и информационной эффективности передачи информации при удовлетворении требований к достоверности и своевременности передачи информации. Инструментом достижения качественно новых показателей производительности является использование и развитие современных методов сочетания алгоритмов многопозиционной модуляции и сверхдлинных высокоскоростных блочных кодов. Разработанные методы могут быть актуальными для смежных отраслей науки, использующих методы надежной транспортировки информации с помощью проводных и беспроводных технологий, в частности, в системах специального назначения.

Разработаны и протестированы прототипы адаптивных модемов помехоустойчивой передачи информации в высокоскоростном канале радиорелейной связи для использования в составе системы специальной связи для тактического звена управления отечественного производства в рамках объединения "Киевская политехника".

Предложен исследовательский образец устройства, реализующего универсальные алгоритмы адаптации сигнально-кодовых конструкций высокоскоростного распределения информации для каналов радиорелейной и спутниковой связи к соответствующим параметрам канала связи, оптимальных по критерию максимальной производительности при обеспечении требований к достоверности и своевременности, и испытания образцов модемов, подтверждающие возможность реализации разработанных универсальных алгоритмов.

Основные предлагаемые технические решения запатентованы. Продано лицензию на запатентованное техническое решение.

Разработка соответствует мировому уровню. Ни в одном известном отечественном и иностранном исследовании помехоустойчивых кодов и сигналов не сочетались задачи повышения достоверности и достижения верхней границы производительности канала передачи информации. Апробация полученных теоретических и конструктивных результатов выполнена на производственной базе ОАО «ЭЛМИЗ» и ОАО НПО «Сатурн».

Проведены натурные испытания конструктивного прототипа предложенного унифицированного устройства помехоустойчивой передачи информации в составе линий радиорелейной связи на объектах Государственной пограничной службы (г. Одесса), полигоне Министерства обороны Украины (г. Семиполки), Национальной Гвардии Украины (с. Новые Петровцы) с позитивным итогом, что создает условия для дальнейшего использования предложенных принципов построения радиосредств в системах специального назначения.

Англ.

The results of research led to the creation of new types of standardized devices for interference-free data transmission in high-speed channels, microwave and satellite communication, which are the main technical and economic parameters exceed the available foreign analogues.

Unification is implemented as a range of frequencies used for (2 GHz, 5 GHz, 12 GHz, 130 GHz) and by type of radio channel (microwave and satellite).

The basis of the research work on the idea of creating a universal concept of synthesis and adaptation mechanisms of signal-code constructions for use in microwave and satellite systems, information distribution with specified information on performance criteria. This makes it possible to unify the system used for signals and infrastructure by type of information transmitted, ensuring efficient use of the available frequency resources and energy.

A feature of the work is to focus on the production of experimental samples with the corresponding technical documentation for high-speed adaptive modem systems on-air distribution of information on domestic production base, in particular, at the enterprises of JSC

"ELMIZ", which traditionally specializes in the production of radio equipment for the implementation of national and international space programs, and PAO "NPP Saturn", specializing in the production of means of communication in the field of terahertz wave band.

So developed standardized means for high-speed distribution information systems in the microwave range up to 100 GHz or above, and the transmission speed of 1 Gbps and adaptive selection of modulation type from a set of QPSK, PSK-8/16, QAM-16/64/128 in depending on the radio parameters and requirements for reliability and speed of information transmission, for high transmission of information in the form of a heterogeneous multiservice traffic in the telecommunications and satellite radio systems, radio relay information distribution. An example of the use of such devices include modems, radio relay stations. Complex adaptive modems must provide high-speed wireless networks, the optimal use of the available frequency resources and energy systems while maximizing the speed of information and the information transmission efficiency while meeting the requirements for the reliability and timeliness of information transmission. The tool to achieve a qualitatively new performance metrics is the use and development of modern methods of combining multi-position modulation algorithms and super-long high-speed block codes. The developed methods may be relevant for the adjacent fields of science, using reliable data transport methods using both wired and wireless technologies, in particular, in special-purpose systems.

Developed and tested prototypes of adaptive modems fail-safe transmission of information in a high-channel microwave transmission for use in special communication systems for tactical domestic production management level within the association "Kiev Polytechnic".

A research sample device, realizing universal algorithms adapt signal-code designs high-speed distribution of information for radio relay and satellite links to the corresponding parameters of the communication channel, optimal by the criterion of maximum performance, while ensuring a reliability and timeliness requirements, and testing modems samples, confirming the feasibility of the developed universal algorithms.

The main proposed technical solutions are patented. Sold the license to the patented technical solution.

Development meets international standards. None of the well-known domestic and foreign study of error-correcting codes and signals did not match the problem of increasing the reliability and achieve top performance data transmission channel of the border. Testing of the theoretical and constructive results performed on the production base of "ELMIZ" and NPO "Saturn".

Full-scale testing of a prototype of the proposed unified constructive interference-free transmission of the device information as a part of radio-relay links in the State Border Service facilities (Odessa), the landfill Defense Ministry of Ukraine (Semipolki), the National Guard of Ukraine (p. Novi Petrivtsi), with positive result, that creates terms for the further use of the offered principles of construction of radio-facilities in the systems of the special setting.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності

(заявка на патент, патент, свідоцтво на авторське право).

Обґрунтовано та запатентовано нові технології передачі інформації з використанням багатопозиційних сигналів в поєднанні з швидкісними завадостійкими кодами та одночасним виконанням процедур модуляції/кодування:

– Отримано патент на корисну модель: заявка 26.09.2014 № u201410529 «СПОСІБ ПІДТРИМКИ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИКИ OFDM СИГНАЛУ ПРИ ДОВІЛЬНОМУ ЧИСЛІ ПІДНЕСУЧИХ ЧАСТОТ». Автори: Уривський Л.О., Прокопенко Е.А., Осипчук С.А. Номер патенту: UA 97607 U, публікація відомостей про видачу патенту: 25.03.2015, бюл. № 6.

– Патент на корисну модель: заявка 21.03.2016 № u201602772 «Спосіб вибору завадостійкого коду за критерієм максимального наближення до границі Шенона». Автор: Уривський Л.О. Підтверджено право на Патент. Підготовка до державної реєстрації та публікації. Сплачено мито за видачу деклараційного патенту на корисну модель.

– Патент на корисну модель: заявка 20.05.2016 № u201605457 «Спосіб досягнення максимальної продуктивності в дискретному каналі зв'язку із завадостійким кодуванням».

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Розробка відповідає світовому рівню. В жодному відомому вітчизняному та іноземному дослідженні завадостійких кодів та сигналів не поєднувались завдання підвищення достовірності та досягнення верхньої межі продуктивності каналу передавання інформації.

Результати науково-дослідної роботи забезпечили створення засобів радіорелейного зв'язку, які за основними техніко-економічними показниками перевершують наявні закордонні аналоги (табл. 1).

Отримані результати досліджень дозволили створити нові зразки уніфікованих пристроїв завадостійкої передачі інформації у високошвидкісних каналах радіорелейного зв'язку.

Розроблено уніфіковані засоби для систем високошвидкісного розподілу інформації в НВЧ діапазоні до 100 ГГц й вище, і швидкостями передачі до 1 Гбіт/с та адаптивним вибором виду модуляції з набору QPSK, PSK-8/16, QAM-16/64/128 в залежності від параметрів радіоканалу та вимог до достовірності і швидкості передачі інформації, для високопродуктивної передачі інформації у вигляді різноманітного мультисервісного трафіку в телекомунікаційних радіосистемах радіорелейного та супутникового розподілу інформації (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняння характеристик розробки зі світовими аналогами

Зразки	1	2	3	4
Характеристика	ЦРПС, розроблена на ПАТ «Елміз»	ЦРПС, розроблена на НВП «Сатурн»	MikroTik NetMetal5 (RB922UAGS-5HPacD-NM)	Ubiquiti Rocket M5 Titanium з антенами Ubiquiti RocketDish 5G-30
Частотний діапазон	4,9...6,1 ГГц	130-134 ГГц	4,9...6,1 ГГц	2,4 ГГц; 5,1...5,8 ГГц
Швидкість передавання даних (канальна)	До 1,3 Гбіт/с	До 1,2 Гбіт/с	До 540 Мбіт/с	До 300 Мбіт/с
Максимальна дальність передавання даних в ясну погоду	До 40 км	До 3 км	До 30 км	До 40 км (оптимальна відстань 20 км)
Максимальна вихідна потужність передавача	33 дБм	27 дБм	30 дБм	27 дБм
Максимальна чутливість приймача	-96 дБм	-78 дБм	-96 дБм	-97 дБм
Діаметр антени та коефіцієнт підсилення антени	0,9 м / 36 dBi	0,3 м / 18 dBi	0,7 м / 33 dBi	30 dBi
Вхідна напруга	8-30В	24В	8-30В	48В
Система автономного живлення	Так	Ні	Ні	Ні
Антивандальний і стійкий проти	Так	Так	Ні	Ні

механічних впливів корпус				
Орієнтовна ціна однієї станції з антеною, тис. грн.	9	26	8	12

6. **Економічна привабливість** для просування на ринок (*вартість реалізації проекту, терміни впровадження та окупності, показники*).

Виготовлення сконструйованих зразків в серійному виробництві є привабливим для інвесторів у зв'язку з конкурентноздатними характеристиками створеного обладнання і навіть меншою вартістю виробу, ніж мають існуючі альтернативні зразки на ринку радіорелейних засобів.

Обсяг необхідних інвестицій оцінено з позицій сценарію розвитку даного проекту:

- Проведення подальших наукових досліджень в рамках покращення існуючих і створених зразків завадостійкого передавання інформації: 150 тис. дол. США
- Реалізація серійного виробництва засобів завадостійкого передавання інформації: 560 тис. дол. США.

Орієнтовний термін імплементації серійного виробництва запропонованих засобів на базі існуючих підприємств ПАТ «ЕЛМІЗ» та НВП «Сатурн» за умов інвестування становить 8-12 місяців.

Термін окупності інвестицій залежить від кількості виготовленої продукції в одиницю часу та її реалізації, і становить від 0,5 до 2 років.

7. Потенційні користувачі (*галузі, міністерства, відомства, підприємства, організації*).

Виробники:

- Публічне акціонерне товариство «ЕЛМІЗ»
<http://www.elmiz.com/>
Україна, 02099, м. Київ, вул. Бориспільська, 9. Тел.: +38 (044) 566-87-22
- ВАТ «Меридіан» імені С.П.Корольова
<http://merydian.kiev.ua/>
Україна, бульвар Івана Лепсе, 8, Київ, 03680

Споживачі:

- Державна служба з надзвичайних ситуацій України
<http://www.mns.gov.ua/>
Україна, 01601, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-а. Тел.: +38 (044) 247-32-11
- Міністерство оборони України
<http://www.mil.gov.ua/>
Україна, 03168, м. Київ, пр-т Повітрофлотський, 6. Тел.: +38 (044) 454-44-04
- Національна Гвардія України
<http://ngu.gov.ua/ua>
Україна, 03151, м. Київ, вул. Народного Ополчення, 9а, тел.: (044) 226-22-52

8. **Стан готовності розробки** (*лабораторний або промисловий зразок, технічна документація, бізнес-план, готова до впровадження*).

Лабораторний та промисловий зразок, технічна документація.

Розроблена технічна документація щодо опису уніфікованих модемів завадостійкої передачі інформації для виробничого процесу ПАТ «ЕЛМІЗ», а саме: Проект Технічного завдання Замовника щодо виробництва уніфікованих модемів

завадостійкої передачі інформації для каналів радіорелейного зв'язку, характеризується високим рівнем отриманого наукового результату (об'єктом ТЗ є уніфікований модем завадостійкої передачі інформації для каналів радіорелейного зв'язку), має переваги над аналогами (уніфікація за призначенням та широкий вибір режимів і параметрів роботи), має значущий економічний ефект (конкурентноздатний пристрій на ринку засобів зв'язку), та соціальний ефект (вітчизняне виробництво сучасних засобів зв'язку для задоволення потреб держави та відповідних установ).

Документовані результати випробувань уніфікованого пристрою завадостійкої передачі інформації по радіорелейному каналу в складі лінії високошвидкісного зв'язку на базі ПАТ «Елміз» на полігоні ЗСУ (м. Семиполки).

Документовані результати тестування передачі зашифрованих даних на основі обладнання безпроводового зв'язку MikroTik 802.11n і захисту інформації на основі шифраторів IP-трафіку сертифікованого Держспец-зв'язком України виробника ТОВ «Автор» на базі ПАТ «Елміз».

Документовані результати випробування уніфікованого пристрою завадостійкої передачі інформації у високошвидкісних каналах радіорелейного зв'язку на виробничій базі ВАТ «Меридіан» імені С.П.Корольова.

Документовані результати випробування уніфікованого пристрою завадостійкої передачі інформації у високошвидкісних каналах радіорелейного зв'язку на виробничій базі конструкторського бюро «Пожспецмаш».

9. Існуючі результати впровадження.

№ п.п	Місце впровадження	Дата	Практичні результати
1	ПАТ «ЕЛМІЗ», вул. Бориспільська, 9, Київ, 02000	19.11.2015	<i>Продано Ліцензію на використання у виробничому процесі ПАТ «ЕЛМІЗ» об'єкту інтелектуальної власності НТУУ «КПІ», Патенту України на корисну модель № UA-97607-U від 25.05.2015 «Спосіб підтримки рівня енергетики OFDM сигналу при довільному числі піднесучих частот», договір № Л/15-10 від 19.11.2015 р.</i>
2	ПАТ «ЕЛМІЗ», вул. Бориспільська, 9, Київ, 02000	28.11.2016	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Акт передавання-приймання технічної документації на щодо опису запропонованих модемів для виробничого процесу ПАТ «ЕЛМІЗ» реалізації уніфікованого пристрою завадостійкої передачі інформації у високошвидкісних каналах радіорелейного зв'язку.</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>ЗВІТ з ініціативної НДР "Дослідження характеристик сучасних цифрових станцій радіорелейного зв'язку на основі стандарту IEEE 802.11ac та рекомендації щодо їх покращення" (Заключний) (№ держ-реєстрації 0116U004885)</i> – <i>Визначені напрями подальшої спільної роботи.</i> • <i>ЗВІТ про держбюджетну науково-дослідну роботу «Розробка уніфікованого пристрою завадостійкої передачі інформації у високошвидкісних каналах радіорелейного та супутникового зв'язку» (№ 2869п, № держреєстрації 0115U000259) (Заключний).</i> – <i>За результатами виконання держбюджетної НДР № 2869п отримано АКТ передавання-приймання технічної документації: технічна документація щодо опису уніфікованих модемів завадостійкої передачі інформації для виробничого процесу ПАТ «ЕЛМІЗ», а саме: Проект Технічного завдання Замовника щодо виробництва уніфікованих модемів завадостійкої передачі інформації для каналів радіорелейного зв'язку (10 стор.).</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Протоколи реалізації та акти впровадження засобів зв'язку:</i> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Протокол №1 тестування обладнання зв'язку стандарту 802.11ac на трасі «Іллічівськ-Фонтан» від 16.12.2015р. в м.</i>

			<p>Одеса на базі підрозділу Прикордонної служби України. – Протокол №2 тестування обладнання зв'язку стандарту 802.11ac на трасі «Григорівка-Сичавка» від 17.12.2015р. в м. Одеса на базі підрозділу Прикордонної служби України. . Визначено напрямки реалізації програми виробництва засобів зв'язку відповідно ТЗ.</p>
3	ПАТ «ЕЛМІЗ», вул. Бориспільська, 9, Київ, 02000	20.09.2016	<p>– Акт реалізації результатів випробувань уніфікованого пристрою завадостійкої передачі інформації по радіорелейному каналу в складі лінії високошвидкісного зв'язку на базі ПАТ «Елміз» на полігоні ЗСУ (м. Семиполки) Визначено характеристики обладнання зв'язку, які відповідають вимогам військового застосування.</p>
4	ТОВ «Автор», вул. Смоленська, 31/33, Київ, 03005	21.11.2016	<p>– Акт реалізації результатів випробувань пристрою шифрування інформації на основі шифраторів IP-трафіку виробника ТОВ «Автор», сертифікованого Держспец-зв'язком України, в складі високошвидкісних каналів радіорелейного зв'язку на базі ПАТ «Елміз» – Протокол тестування передачі зашифрованих даних на основі обладнання безпроводового зв'язку MikroTik 802.11n і захисту інформації на основі шифраторів IP-трафіку сертифікованого Держспец-зв'язком України виробника ТОВ «Автор» на базі ПАТ «Елміз». Визначено алгоритми сопряження обладнання радіозв'язку із сертифікованим обладнанням крипто-захисту.</p>
5	ВАТ «Меридіан» імені С.П.Корольова, бульвар Івана Лепсе, 8, Київ, 03680	01.10.2016	<p>– Акт реалізації уніфікованого пристрою завадостійкої передачі інформації у високошвидкісних каналах радіорелейного зв'язку на виробничій базі ВАТ «Меридіан» імені С.П.Корольова. – Протокол випробування уніфікованого пристрою завадостійкої передачі інформації у високошвидкісних каналах радіорелейного зв'язку на виробничій базі ВАТ «Меридіан» імені С.П.Корольова. Визначено можливості використання уніфікованого пристрою завадостійкої передачі інформації у високошвидкісних каналах радіорелейного зв'язку в терагерцовому діапазоні.</p>
6	КБ «Пожспецмаш», Костянтинівськ а вул. 199А, Прилуки, Чернігівська, 17500	21.07.2016	<p>– Акт реалізації уніфікованого пристрою завадостійкої передачі інформації у високошвидкісних каналах радіорелейного зв'язку на виробничій базі конструкторського бюро «Пожспецмаш». – Протокол випробування високошвидкісного каналу радіорелейного зв'язку на основі прототипу уніфікованого пристрою для систем високошвидкісного розподілу інформації в діапазоні до 100 ГГц і вище зі швидкостями передачі до 1 Гбіт/с і більше для систем радіорелейного розподілу інформації в НВЧ діапазоні на виробничій базі КБ «Пожспецмаш». – Протокол випробування прототипу адаптивного модему завадостійкої передачі інформації у високошвидкісному каналі радіорелейного зв'язку на виробничій базі КБ «Пожспецмаш». Визначено можливості використання уніфікованого пристрою завадостійкої передачі інформації у високошвидкісних каналах радіорелейного зв'язку в терагерцовому діапазоні в умовах надзвичайних ситуацій</p>

10. Форма участі інвестора (яка краща форма участі в реалізації результатів проекту інвестора: частка в проекті, частка від прибутку, інше)

Усі можливі форми участі інвестора можуть розглядатися в залежності від об'ємів виконання проекту, інтересів інвестора в об'ємах випуску продукції: частка в проекті на етапі розгортання виробництва або частка від прибутку при збуті готової продукції, тощо.

На момент закінчення НДР залучено інвестиції ПАТ «Елміз» та ВАТ «Меридіан» для фінансування розробки експериментальних зразків засобів зв'язку та проведення лабораторних і польових випробувань.

11. **Обсяг інвестицій** (необхідна для результатів проекту сума інвестицій в доларах США).

Обсяг необхідних інвестицій оцінено з позицій сценарію розвитку даного проекту:

- Проведення подальших наукових досліджень в рамках покращення існуючих і створених зразків заводостійкого передавання інформації: 150 тис. дол. США
- Реалізація серійного виробництва засобів заводостійкого передавання інформації: 560 тис. дол. США.

12. **Мета інвестицій** (розширення бізнесу, створення нового підприємства, інше).

Проведення подальших наукових досліджень в рамках покращення існуючих і створених зразків заводостійкого передавання інформації, або ж реалізація серійного виробництва засобів заводостійкого передавання інформації в лініях радіорелейного та супутникового зв'язку.

13. **Назва підрозділу**, телефон, e-mail.

НТУУ «КПІ», ІТС, НДІ Телекомунікацій, пров. Індустріальний, 2, м. Київ, 03057, тел.: (044) 204-98-10. Email: Leonid_uic@ukr.net.

14. Фото або декілька слайдів презентації з фото розробки в електронному вигляді (**рекламного характеру**). Якщо фото надається окремим файлом, бажано використовувати JPEG формат.

А) Радіорелейна станція широкосмугового доступу:



Рис. 1. Вузьконаправлені, та секторна антена 120град. на шпильі

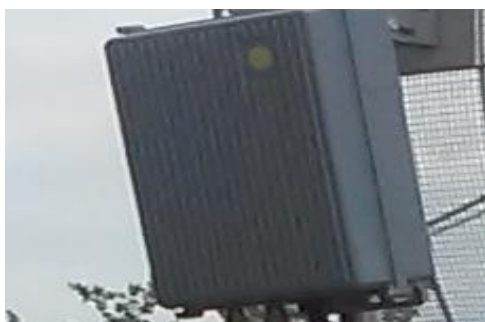


Рис. 2. Зовнішній вигляд прийомо-передавача



Рис. 3. Блок живлення з акумуляторною батареєю для автономного живлення радіорелейної станції

Б) радіорелейна станція терагерцового діапазону:

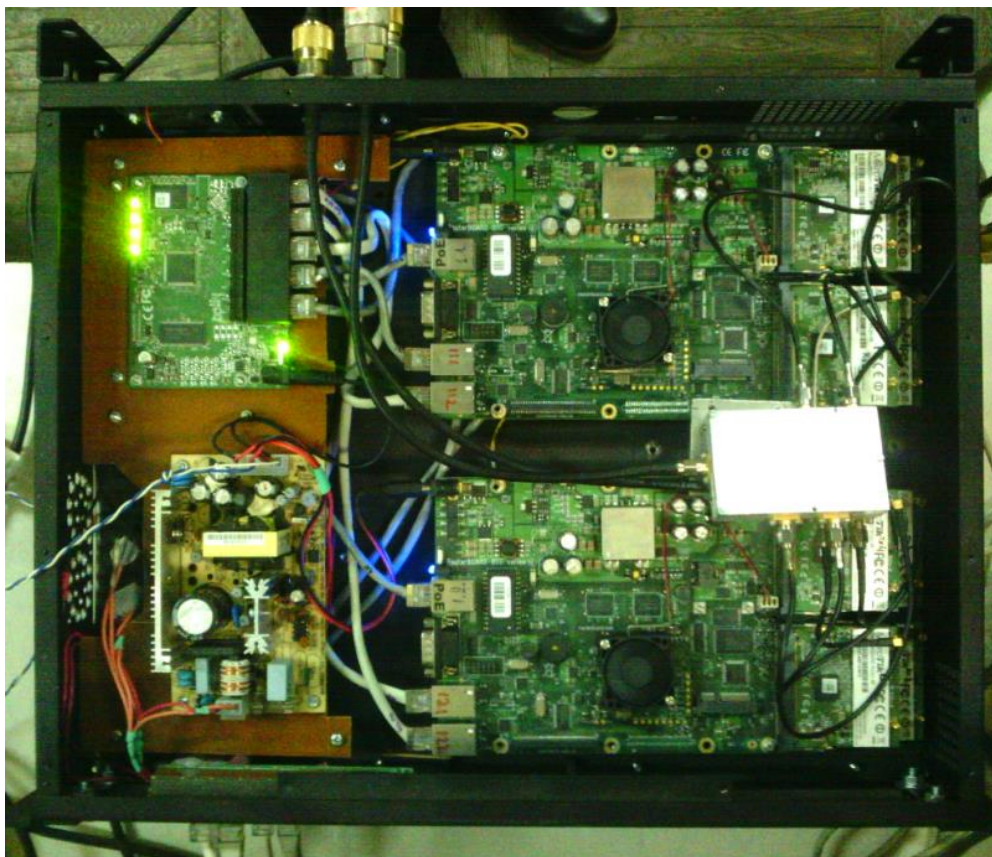


Рис. 4. Формувач високошвидкісного групового сигналу на основі каналних модемів стандарту IEEE 802.11n



Рис. 5. Приймопередавач групового сигналу в діапазоні 130 ГГц з направленою антеною для радіорелейної лінії зв'язку

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання (*вагомі монографії, підручники, посібники, наукові статті, дисертації, інші публікації*).

1) Осипчук С. А. Підвищення інформаційної ефективності безпроводових систем передачі на основі перерозподілу ресурсів каналу зв'язку. – На правах рукопису. : **дисс. канд. техн. наук.** : 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі / С. О. Осипчук. - К., 2015. - 182 л.

2) навчальний **посібник** з грифом університету: Уривський, Л. О. ., Мошинська А В., Прокопенко К. А. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни - Прикладна теорія інформації для телекомунікацій - для студентів денної форми навчання для напрямів підготовки магістр/спеціаліст українською мовою; № протокола метод. ради 15; дата 21.01.2015

3) навчальний **посібник** з грифом університету; Уривський, Л. О. ., Мошинська А В., Прокопенко К. А. Прикладна теорія інформації для телекомунікацій [Електронний ресурс] : методичні вказівки до вивчення дисципліни та виконання індивідуальних завдань для студентів спеціальності «Телекомунікаційні системи та мережі» денної форми навчання українською мовою; № протокола метод. ради 15; дата 21.01.2015

4) що входять до наукометричних БД; Ильченко М.Е., Урывский Л.А. Проявление диалектической взаимосвязи информационных и телекоммуникационных технологий через категорию ИТ- ИКТ. - К., **Кибернетика** и системный анализ. - 2015, № 1, с. 133... 143.

5) **фахових**; Moshynska A.V. The Analysis of the Transmission System Productivity to Discrete Information near-by the Border Shannon. – **Journal** of Information & Telecommunication Sciences. – № 2, 2015. –р.р. 5-9.

6) **фахових**; Uryvsky L.O., Pieshkin A.M. Noise Immunity Codes Display in Reliability Coordinates. – **Journal** of Information &Telecommunication Sciences. – № 2, 2015. –р.р. 10-14.

7) що входять до наукометричних БД; Т.М. Narytnyk, O.V. Lutchak, S.O. Osypchuk, L.O. Uryvsky. Criteria and Algorithms for Shaping of the Signal-Code Sequences on the Basis of Wi-Fi Technology at Deployment of the Terahertz Band Telecommunication System. – Telecommunications and Radio Engineering, Vol. 74 Num. 20, 2015. ISSN 0040-2508, **begellhouse**. – pp.1823-1839.

8) **фахових**; Наритник Т.М. Особливості формування сигнально-кодових конструкцій на основі технології Wi-Fi для побудови телекомунікаційних систем терагерцового діапазону [Електронний ресурс] / Т.М. Наритник, С.О. Осипчук, Л.О. Уривський // Проблеми телекомунікацій. – 2015. – № 2 (17). – С. 37-54. – Режим доступу до журн.: http://pt.journal.kh.ua/2015/2/1/152_narytnik_wifi.pdf.

9) **фахових**; Наритник Т.М., Лутчак О.В., Осипчук С.О. Уривський Л.О. Реалізація концепції створення програмно-визначених радіосистем терагерцового діапазону на основі технології Wi-Fi / **Цифрові технології**. №18 – 2015. – С. 9-22.

10) що входять до наукометричних БД; Л.А. Урывский, С.А. Осипчук. Сравнительный анализ энергетических параметров и достоверности приема OFDM-сигналов с разным числом поднесущих частот / ISSN 1811-4512. **ElectronComm** 2015, Vol. 20, №6(89). – 2015г. – с.24-33.

11) що входять до наукометричних БД; Бібліографічний опис:L. Uryvsky, S. Osypchuk, «OFDM Signal Research with Varied Subcarriers Number». Transport and Telecommunication, **Latvia**, ISSN 14076179, Vol. 17, no. 3, 2016, pp.192-201. (**Scopus**); Мова публікації: західноєвропейська. **Стаття**

12) **фахових**; Бібліографічний опис:Аналіз продуктивності заводозахисних систем передавання дискретної інформації / **Наукові Вісті**, № 2, 2016, с. 7-13.; Мова публікації:українська; у співавторстві зі студентами. Л.О. Уривський, А.В. Мошинська, С.М. Вергун / **Наукові вісті НТУУ «КПІ» Стаття**

13) *що входять до наукометричних БД Конференція IEEE BlackSeaCom 2015*; Назва держави - Румунія; Назва доповіді - The effectiveness of wireless transmission system using signal-code constructions on the criterion of maximum productivity ; Автори - Уривський Л.О., Осипчук С.О.; Місце проведення - Румунія, Констанца; Дата проведення: 20.05.2015.

14) Назва заходу К.: ІТС НТУУ «КПІ», ІХ Міжнародна **НТК** «Проблеми телекомунікацій», /Збірник матеріалів. – 2015, с. 73...76; Тезиси доклада «Аппроксимация экстремумов производительности в дискретных каналах с кодированием»; Автори - Уривский Л.А., Вергун С.Н.; Місце проведення - Київ; Дата проведення: 24.03.2015.

15) Назва заходу К.: ІТС НТУУ «КПІ», ІХ Міжнародна **НТК** «Проблеми телекомунікацій», /Збірник матеріалів. – 2015, с. 37...39; Назва доповіді «Сценарии достижения максимальной производительности системы передачи в зоне обслуживания»; Автори - Уривский Л.А., Осипчук С.А.; Місце проведення - Київ; Дата проведення: 24.03.2015.

16) Назва заходу К.: ІТС НТУУ «КПІ», ІХ Міжнародна **НТК** «Проблеми телекомунікацій», /Збірник матеріалів. – 2015, с. 71...72; Назва доповіді «Управление ресурсами канала в границах энергетического выигрыша кодирования»; Автори - Уривский Л.А., Прокопенко К.А.; Місце проведення - Київ; Дата проведення: 24.03.2015

17) Назва заходу К.: ІТС НТУУ «КПІ», ІХ Міжнародна **НТК** «Проблеми телекомунікацій», /Збірник матеріалів. – 2015, с. 68...70; Назва доповіді «Методика оценки качества цифрового канала»; Автори - Уривский Л.А., Мошинская А.В.; Місце проведення - Київ; Дата проведення: 21.04.2015.

18) Назва заходу К.: ІТС НТУУ «КПІ», ІХ Міжнародна **НТК** «Проблеми телекомунікацій», /Збірник матеріалів. – 2015, с. 65...67; Назва доповіді «Відображення параметрів неперервних кодів в просторі відображення блокових кодів» ; Автори - Уривський Л.О., Пешкин А.М.; Місце проведення - Київ; Дата проведення: 21.04.2015.

19) Назва заходу К.: ІТС НТУУ «КПІ», ІХ Міжнародна **НТК** «Проблеми телекомунікацій», /Збірник матеріалів. – 2015, с. 77...79; Назва доповіді «Узагальнення системи масового обслуговування з пріоритетами»; Автори - Уривський Л.О., Гахова А.С.; Місце проведення - Київ; Дата проведення: 21.04.2015.

20) Назва заходу: Одеса, ОНАЗ; 5-та міжнародна науково-технічна **конференція** «Інфокомунікації – сучасність та майбутнє» /Збірник матеріалів. – 2015, с.124...128; Назва доповіді «Особенности формирования сигнально-кодовых конструкций на основе стандарту 802.11n.», Автори - Л.О. Уривський, С.О. Осипчук; Місце проведення - Одеса, ОНАЗ; Дата проведення: 29-30 жовтня 2015 року.

21) Назва заходу: Одеса, ОНАЗ; 5-та міжнародна науково-технічна **конференція** «Інфокомунікації – сучасність та майбутнє» /Збірник матеріалів. – 2015, с. 92...96; Назва доповіді «Производительность помехозащищенных систем и ее достижимые границы», Автори - Уривский Л.А., Вергун С.Н.; Місце проведення - Одеса, ОНАЗ; Дата проведення: 29-30 жовтня 2015 року.

22) *що входять до наукометричних БД* Т. Narytnik, L. Uryvsky, S. Osypchuk. Implementation of the Software Defined Radio Concept in Terahertz Range Based on Wi-Fi. – 2nd International Scientific-Practical **Conference** “Problems of Infocommunications. Science and Technology”, IEEE PIC S&T 2015, 13 - 15 October, Kharkiv, Ukraine. – pp. 209-212.

23) *що входять до наукометричних БД* L. Uryvsky, S. Osypchuk, B. Shmigel. The 802.11 Protocols Usage for Wireless Systems Construction with Flexible Architecture. **TCSET'2016 Conference**, February 23–26, 2016, Lviv-Slavske, Ukraine. pp. 918-921. (**Scopus, IEEE**)

24) Назва заходу К.: ІТС НТУУ «КПІ», Х Міжнародна **НТК** «Проблеми телекомунікацій», /Збірник матеріалів. – 2016, с. 28...30; Назва доповіді «Особенности способов оценки продуктивности мережи на основе 802.11ac»; Автори - Уривський Л.О., Осипчук С.О., Шмігель Б.О.; Місце проведення - Київ; Дата проведення: 19–22 квітня 2016 року.

25) Назва заходу К.: ІТС НТУУ «КПІ», Х Міжнародна **НТК** «Проблеми телекомунікацій», /Збірник матеріалів. – 2016, с. 95...97; Назва доповіді «Исследование

мультисервісної мережі зв'язу на основі стандарту 802.11N»; Автори - Осипчук І.С., Чекунов Н.В., Осипчук С.А.; Місце проведення - Київ; Дата проведення: 19–22 квітня 2016 року.

26) Назва заходу К.: ІТС НТУУ «КПІ», X Міжнародна **НТК** «Проблеми телекомунікацій»; Назва доповіді – «Аналіз принципів формування та коригуючих можливостей каскадних кодів»; Автори - Л. Уривський, А. Пешкін; Місце проведення - Київ; Дата проведення: 19.04.2016.

27) *що входять до наукометричних БД* Т.М. Narytnyk, O.V. Lutchak, S.O. Osypchuk, and L.O. Uryvskiy. 1.2 Gbps radio link implementation in THz band based on IEEE 802.11n standard. Bulgaria, Varna. BlackSeaCom **Conference**: 6-9 June 2016. – Conference proceedings.

28) *що входять до наукометричних БД* Т.М. Narytnyk, O.V. Lutchak, S.O. Osypchuk, and L.O. Uryvskiy. Gigabit wireless system in 130 GHz band based on 802.11n transceivers. Bulgaria, Varna. BlackSeaCom Conference: 6-9 June 2016. – **Conference** proceedings.

29) *що входять до наукометричних БД* L. Uryvsky, A.Peshkin. The Reed – Solomon codes analysis technique on the optimum block codes ground in the channel with white noise. – 2016 IEEE International Scientific Conference of Information - telecommunication Technologies and Radioelectronics (**UkrMiCo'2016**). – Ukraine, Kyiv, 12-15 September 2016. – Conference proceedings. DOI: 10.1109/UkrMiCo.2016.7739631. 4 Pages. (**IEEE**)

30) *що входять до наукометричних БД* L. Uryvsky, S. Osypchuk. Information efficiency assessment of high data rate IP-protocol based transmission systems. – 2016 IEEE International Scientific Conference of Information - telecommunication Technologies and Radioelectronics (**UkrMiCo'2016**). – Ukraine, Kyiv, 12-15 September 2016. – Conference proceedings. DOI: 10.1109/UkrMiCo.2016.7739632. - 5 Pages. (**IEEE**)

31) *що входять до наукометричних БД* А.Мошинська. Shaping the telecommunication strategies for multiservice system based on information society scenarios. – 2016 IEEE International Scientific Conference of Information - telecommunication Technologies and Radioelectronics (**UkrMiCo'2016**). – Ukraine, Kyiv, 12-15 September 2016. – Conference proceedings. DOI: 10.1109/UkrMiCo.2016.7739633. - 3 Pages. (**IEEE**)

Подані заявки та отримані патенти

32) Отримано патент на корисну модель: заявка 26.09.2014 № u201410529 “СПОСІБ ПІДТРИМКИ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИКИ OFDM СИГНАЛУ ПРИ ДОВІЛЬНОМУ ЧИСЛІ ПІДНЕСУЧИХ ЧАСТОТ”. Автори: Уривський Л.О., Прокопенко Е.А., Осипчук С.А. Номер патенту: UA 97607 U, публікація відомостей про видачу патенту: 25.03.2015, бюл. № 6.

33) Патент на корисну модель: заявка 21.03.2016 № u201602772 «Спосіб вибору завадостійкого коду за критерієм максимального наближення до границі Шенона». Автор: Уривський Л.О. Підтверджено право на Патент. Підготовка до державної реєстрації та публікації. Сплачено мито за видачу деклараційного патенту на корисну модель.

34) Патент на корисну модель: заявка 20.05.2016 № u201605457 «Спосіб досягнення максимальної продуктивності в дискретному каналі зв'язку із завадостійким кодуванням». Автори: Уривський Л.О., Вергун С.Н., Мошинська А.В., Осипчук С.А. Пешкін А.М. Формальна експертиза.

16. Надати ключові слова до розробки

УНІФІКОВАНИЙ ПРИСТРІЙ, ЗАВАДОСТІЙКА ПЕРЕДАЧА ІНФОРМАЦІЇ, ВИСОКОШВИДКІСНИЙ, РАДІОРЕЛЕЙНИЙ КАНАЛ ЗВ'ЯЗКУ, СУПУТНИКОВИЙ КАНАЛ ЗВ'ЯЗКУ, СИГНАЛЬНО-КODOVA КОНСТРУКЦІЯ, ЗАВАДОСТІЙКЕ КОДУВАННЯ, OFDM.