

Дослідження ефективності використання імпульсних надширокополосних сигналів у системах радіозв'язку і радіомережах

Исследование эффективности использования импульсных сверхширокополосных сигналов в системах радиосвязи и радиосетях

Investigation of the Usage Efficiency of Impulse Ultrawideband signals in the Communication Radio Systems and Networks

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0115U000369,**
- 2. Науковий керівник – к.т.н. Трубаров І.В., Трубаров І.В., Trubarov Igor V.**
- 3. Суть розробки, основні результати**

(укр.)

Імпульсні надширокополосні сигнали досить перспективні через безліч своїх властивостей, що дозволяють у перспективі створити «нову» радіотехніку і системи телекомунікацій з раніше не реалізованими властивостями. Враховуючи постійно зростаючий дефіцит радіочастотного ресурсу для традиційних систем телекомунікацій, що є особливо актуальним для рухомої та супутникової служб, використання імпульсних надширокополосних сигналів є чи не єдиною можливістю суттєво підняти сумарну швидкість радіозв'язку, і в такий спосіб забезпечити зростаючі потреби суспільства. Слід зазначити, що сучасний розвиток мікропроцесорів та елементної бази створює передумови для створення різноманітних систем зв'язку на основі імпульсних надширокополосних сигналів.

В роботі розвинуто теорію неенергетичного прийому імпульсних надширокополосних сигналів. На основі отриманих результатів сформовано структуру приймача сигналів даного типу як ключового елемента каналу передачі інформації. Побудовано імітаційну модель каналу зв'язку з використанням імпульсних надширокополосних сигналів. Отримано теоретичні оцінки пропускнуєї спроможності такого каналу та визначено оптимальну величину часу інтегрування у приймачі. Здійснено імітаційне моделювання супутникового каналу зв'язку, що використовує імпульсні надширокополосні сигнали, для випадку низькоорбітального супутника. Отримано оцінки випромінюваної потужності та необхідної амплітуди імпульсу на вході приймача для забезпечення зв'язку. Запропоновано підхід до реалізації супутникового каналу зв'язку з використанням імпульсних надширокополосних сигналів для випадку геостационарного супутника. Виконано розрахунок енергетичних параметрів такого каналу з урахуванням адміністративних обмежень на спектр надширокополосного сигналу. Проведено розрахунок та підбір елементної бази, а також імітаційне моделювання передавального тракту системи зв'язку із імпульсними надширокополосними сигналами. Запропоновано реалізацію схеми генератора таких сигналів на основі діодів з накопиченням заряду. Досліджено шляхи підвищення дальності систем радіозв'язку, що використовують імпульсні надширокополосні сигнали. Запропоновано та досліджено методи виявлення імпульсних надширокополосних сигналів невідомої форми.

(рус.)

Импульсные сверхширокополосные сигналы достаточно перспективны по причине своих многочисленных преимуществ, позволяющих в перспективе создать «новую» радиотехнику и системы телекоммуникаций с ранее не реализованными свойствами. Учитывая постоянно возрастающий дефицит радиочастотного ресурса для традиционных систем телекоммуникаций, что является особенно актуальным для подвижной и спутниковой служб, использование импульсных сверхширокополосных сигналов является едва ли не единственной возможностью существенно поднять суммарную скорость радиосвязи, и таким образом обеспечить возрастающие потребности общества. Следует заметить, что современное развитие микропроцессоров и элементной базы создает предпосылки для

создания разнообразных систем связи на основе импульсных сверхширокополосных сигналов.

В работе развита теория неэнергетического приема импульсных сверхширокополосных сигналов. На основе полученных результатов сформирована структура приемника сигналов данного типа как ключевого элемента канала передачи информации. Построена имитационная модель канала связи с использованием импульсных сверхширокополосных сигналов. Получены теоретические оценки пропускной способности такого канала и определена оптимальная величина времени интегрирования в приемнике. Проведено имитационное моделирование спутникового канала связи, использующего импульсные сверхширокополосные сигналы, для случая низкоорбитального спутника. Выполнен расчет энергетических параметров такого канала с учетом административных ограничений на спектр сверхширокополосного сигнала. Проведен расчет и подбор элементной базы, а также имитационное моделирование передающего тракта системы связи с импульсными сверхширокополосными сигналами. Предложена реализация схемы генератора таких сигналов на основе диодов с накоплением заряда. Исследованы пути повышения дальности систем радиосвязи, использующих импульсные сверхширокополосные сигналы. Предложены и исследованы методы обнаружения импульсных сверхширокополосных сигналов неизвестной формы.

(англ.)

Impulse-Radio Ultra-Wideband signals (IR-UWB) show considerable promise due to their numerous advantages that allow creating a “new” radio engineering in the future and communication systems with properties that have not been yet realized. Taking into account constantly increasing deficit of radio waveband for conventional telecommunications systems, which is especially relevant to mobile and satellite communication services, the implementation of IR-UWB signals is probably the only way to significantly increase the overall throughput of radio communications, satisfying the increasing demands of the society in that way. It is worth noting, that today’s development of microprocessors and electronic components create prerequisites for creation of various communication systems based on IR-UWB signals.

In the research, the theory of non-energy receiving of IR-UWB signals was developed. Grounding on the obtained results, the structure of a receiver, which is the key component of data transmission channel, for this type of signals was generated. The simulation model of a data transmission channel with IR-UWB signals was made. The theoretical estimations of the throughput of such a channel were obtained and the optimal value of integration period in the receiver was determined. The simulation was done of a satellite data transmission channel that implements IR-UWB signals in case of low Earth orbiting (LEO) satellite. The parameters characterizing the power budget of such a channel were calculated with consideration of administrative limitations imposed on a power spectrum of an ultra-wideband signal. The list of electronic components was formed, as well as the simulation of a transmitting part of the communication system with IR-UWB signals was done. The realization of a generator of such signals using charge-storage diodes was proposed. The approaches to the increasing of IR-UWB radio communication distance were investigated. The methods of detecting IR-UWB signals were proposed and investigated.

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

- Деклараційний патент на корисну модель №113916 (Україна) «Спосіб визначення місцезорзгашування джерел радіовпроміння в ближній зоні», G01S 5/08 // Ільченко М.Ю., Якорнов Є.А., Авдєєнко Г.Л., Цуканов О.Ф., Корсак В.В., Пром. Власність, 2017 р., №4 (27.02.2017)
- Мікросмужковий фільтр: патент на корисну модель 100137: МПК (2006.01) H01P 1/203 / Захаров О.В., Ільченко М.Ю., Трубаров І.В., Пінчук Л.С.; власник патенту: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» – № 201500746; заявл. 30.01.2015; опубл. 10.07.2015, бюл. № 13.

- Смушковий смуго-пропускаючий гребінчастий фільтр: патент на корисну модель 102012: МПК (2006.1) H01P 1/203 / Захаров О.В., Ільченко М.Ю., Трубаров І.В., Пінчук Л.С.; власник патенту: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» – № 201503711; заявл. 20.04.2015; опубл. 12.10.2015, бюл. № 19.
- Двоюрисний планарний фільтр: патент на корисну модель 107402: МПК (2006.1) H01P 1/203 / Захаров О.В., Ільченко М.Ю., Трубаров І.В., Пінчук Л.С.; власник патенту: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» – № 201509876; заявл. 12.10.2015; опубл. 10.06.2016, бюл. № 11.
- Патент на корисну модель «Двоюрисний планарний фільтр», № 113948, опубл. 27.02.2017 бюл. № 4. Автори О.В. Захаров, М.Ю. Ільченко, С.О. Розенко, Л.С. Пінчук.
- Патент на корисну модель „Смушковий смуго-пропускаючий гребінчастий фільтр”. № 113949, опубл. 27.02.2017 бюл. № 4. Автори О.В. Захаров, М.Ю. Ільченко, С.О. Розенко, Л.С. Пінчук.
- Патент на корисну модель №104240 (Україна) «Система забезпечення зв'язку між двома радіорелейними станціями» H04B 7/14 // Ільченко М. Ю., Якорнов Є.А., Авдєєнко Г. Л., Чижевська А. В., Бранчук В. М., Пром. Власність, 2016р., №2 (від 25.02.2016)
- Патент на корисну модель №104241 (Україна) «Система забезпечення зв'язку між двома радіорелейними станціями» H04B 7/14 // Ільченко М. Ю., Якорнов Є.А., Авдєєнко Г. Л., Чижевська А. В., Бранчук В. М., Пром. Власність, 2016р., №2 (від 25.02.2016)

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Результати перевищують світовий рівень. Відмінність наукових результатів від результатів які були отримані іншими авторами, що досліджують IR-UWB сигнали, полягає у врахуванні обмежень, що накладаються на спектр IR-UWB сигналів з метою забезпечення електромагнітної сумісності з традиційними системами зв'язку, а також у дослідженні підвищення ефективності використання IR-UWB на дальні відстані радіозв'язку.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Застосування розроблених методів в масових системах мобільного та супутникового зв'язку дозволить суттєво збільшити їх пропускну здатність (від одиниць до десятків разів в залежності від обмежень на потужність та ширину спектра), що у відповідну кількість разів збільшить ємність ринку відповідних послуг.

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

- Державні установи України – при створенні нових захищених систем зв'язку.
- Державні установи України, які відповідають за регулювання розподілу радіочастотного ресурсу – при створенні та впровадженні нових систем зв'язку з IR-UWB.
- Науково-дослідні та проектно-конструкторські організації (Український науково-дослідний інститут зв'язку, Науковий центр зв'язку та інформатизації ВІПІ НТУУ «КПІ», ОАО «Сатурн», ООО «Телекарт-Прибор») – при створенні нових систем радіозв'язку.

8. Стан готовності розробки.

Розроблено теоретичні методи реалізації каналів зв'язку, а також схеми ключових елементів такої системи. Крім того, виготовлено макети окремих вузлів каналу зв'язку з використанням імпульсних надширококусокузових сигналів. Можливою є розробка дослідних зразків систем зв'язку з сигналами IR-UWB.

9. Існуючі результати впровадження.

Результати роботи апробовано у вигляді 34-х доповідей на міжнародних конференціях, отримано 8 патентів на корисну модель. Результати дослідження впроваджено у навчальний процес в Інституті телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського.

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

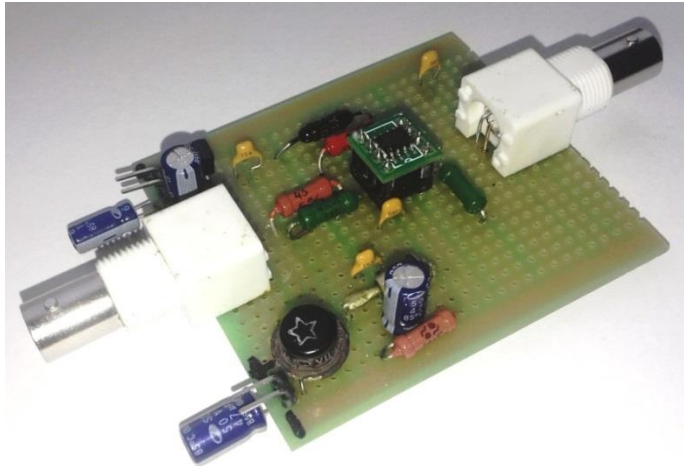
11. Обсяг інвестицій (необхідна для результатів проекту сума інвестицій в доларах США).

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

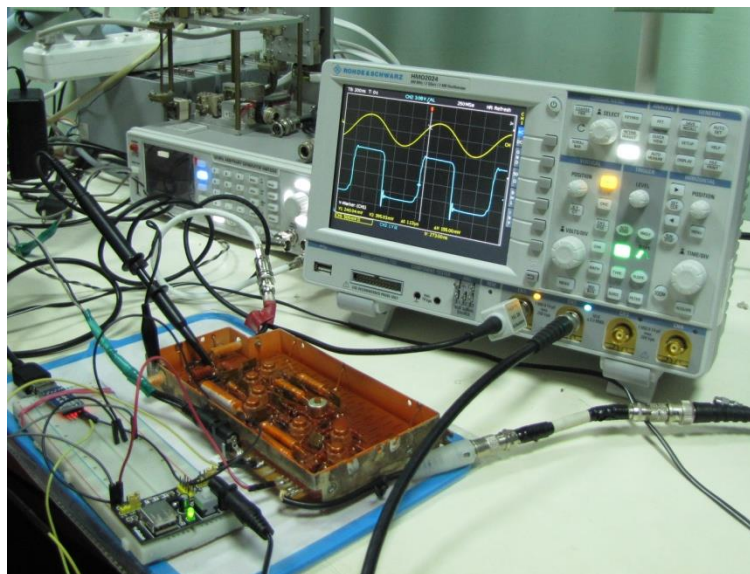
13. Назва організації, телефон, E-mail

КПІ ім. Ігоря Сікорського, НДІ Телекомунікацій, +380 (44) 204-83-13,
kuchvark1@gmail.com

14. Фото розробки



Широкосмуговий підсилювач UWB сигналу на базі операційного підсилювача AD8045



Формувач імпульсів запуску на тунельному діоді ЗІЗ06Н для генератора UWB

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Бунін С.Г. Локальні MESH радімережі на основі портативних терміналів загального користування // XI-й науково-практичний семінар „Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення” ГУЗІС ГШ ЗСУ, Київ, 2015 рік

2. Бунін С.Г. Радіомережі, що самоорганізуються, на основі надширокосмугових імпульсних сигналів // XI-й науково-практичний семінар „Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення” ГУЗІС ГШ ЗСУ, Київ, 2015 рік
3. Бунін С.Г. Захищена багатоканальна система широкосмугового радіозв'язку// XI-й науково-практичний семінар „Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення” ГУЗІС ГШ ЗСУ, Київ, 2015 рік
4. Zhohov R., Bunin S., Halonen K. Improved detection scheme for non-coherent UWB communications // Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals (UWBUSIS), 2016 8th International Conference on. – IEEE, 2016. – С. 194-197.
5. Avdeyenko G., Yakornov E., Korsak V. Spatial processing algorithm of radiation sources in the near and intermediate zones of linear antenna array for monitoring systems // Міжнародна конференція з інформаційно-телекомунікаційних технологій та радіоелектроніки «УкрМіКо'2016»: Збірник тез. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2016. – с. 117–121.
6. Yakornov E., Tsukanov O. Accuracy improvement of a radio source location determining by usage a electromagnetic wave front curvature // Міжнародна конференція з інформаційно-телекомунікаційних технологій та радіоелектроніки «УкрМіКо'2016»: Збірник тез. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2016. – с. 117–121.
7. Drobina O.S., Avdeyenko G.L., Naritnik T.M., Naboka B.Y. Digital radio signals transmission of DVB-T and DVB-T2 standards by using terahertz frequency - band radio channel// X Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" (ПТ-2016): Збірник тез. К.: НТУУ "КПІ", 2016, стр.555-557.
8. Trubarov I. Microstrip Three-Resonator Bandpass Delay-Line Filters for Microwave Circuits // Міжнародна конференція з інформаційно-телекомунікаційних технологій та радіоелектроніки «УкрМіКо'2016»: Збірник тез. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2016. – с. 76–78.
9. "Наритник Т.М., Авдєєнко Г. Л., Набока Б.Ю. Дослідження параметрів багатоканального сигналу
10. цифрового телебачення DVB-S при його передаванні
11. приймально–передавальним трактом терагерцового діапазону // Цифрові технології. - 2016. - № 19., с.26-33"
12. Авдєєнко Г.Л., Набока Б.Ю. Дослідження параметрів сигналів цифрового телебачення стандарту DVB-S при їх передаванні по передавально-приймальному тракту терагерцового діапазону // Міжнародна конференція з інформаційно-телекомунікаційних технологій та радіоелектроніки «УкрМіКо'2016»: Збірник тез. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2016. – с. 413–418.
13. G. Avdeyenko, T. Narytnik, A. Yermakov. The research of transmission of DVB-S television signals on the basis of the prototype of transceiver operating in the lower part of terahertz band // Information and telecommunication sciences – 2016. – Vol.7. – №2. – pp.81-90.
14. Бунін С.Г. «Не-енергетический» UWB приймач // Міжнародна конференція з інформаційно-телекомунікаційних технологій та радіоелектроніки «УкрМіКо'2016»: Збірник тез. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2016. – с. 392–393.
15. Trubarov I. Microstrip Three-Resonator Bandpass Delay-Line Filters for Microwave Circuits // Міжнародна конференція з інформаційно-телекомунікаційних технологій та радіоелектроніки «УкрМіКо'2016»: Збірник тез. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2016. – с. 76–78.
16. E. Yakornov, O. Tsukanov. Refined Method of determining the location of the location of the source radiation of curve wave // Information and Telecom-munication Sciences, volume 7, number 2. – 2016. – pp. 75–80.
17. Наритник Т.Н., Набока Б.Ю., Авдєєнко Г.Л. Дослідження передавання радіосигналу цифрового телебачення стандарту DVB-S з використанням радіоканалу терагерцового

- діапазону// X Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" (ПТ-2016): Збірник тез. К.: НТУУ "КПІ", 2016, стр.194-197.
18. Наритник Т.Н., Набока Б.Ю., Авдєєнко Г.Л. Дослідження передачі сигналів DVB-C по радіорелейній лінії терагерцового діапазону // X Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" (ПТ-2016): Збірник тез. К.: НТУУ "КПІ", 2016, стр.198-200.
 19. Авдєєнко Г.Л., Адамович О.М. Дослідження можливості передачі сигналу цифрового телебачення стандарту DVB-T2 по радіорелейній лінії методом комбінованої модуляції // X Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" (ПТ-2016): Збірник тез. К.: НТУУ "КПІ", 2016, стр.204-206.
 20. Дудник А. В., Авдєєнко Г. Л. Аналіз існуючих технічних рішень та обґрунтування вибору радіомодулю для побудови приймача сигналів систем супутникової радіонавігації GPS та ГЛОНАСС // X Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" (ПТ-2016): Збірник тез. К.: НТУУ "КПІ", 2016, стр.218-220.
 21. Солянікова В.Ю., Дудник А.В., Авдєєнко Г.Л. Дослідження функціональних можливостей навігаційних приймачів сигналів GPS/GLONASS// X Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" (ПТ-2016): Збірник тез. К.: НТУУ "КПІ", 2016, стр.221-223.
 22. Авдєєнко Г.Л., Корсак В.В., Якорнов Є.А. Модифікація алгоритму Кейпона для визначення пеленгу на джерела радіовипромінювання при сферичних фронтах їх електромагнітних хвиль у місці прийому// X Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" (ПТ-2016): Збірник тез. К.: НТУУ "КПІ", 2016, стр.529-531.
 23. Авдєєнко Г.Л., Корсак В.В., Якорнов Є.А. Моніторинг радіовипромінювання в ближній і проміжній зонах на основі алгоритму Кейпона// X Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" (ПТ-2016): Збірник тез. К.: НТУУ "КПІ", 2016, стр.532-534.
 24. Бунін С.Г., Авдєєнко Г.Л., Михайлов С.О. Побудова системи надширококулового зв'язку у діапазоні 200-400 МГц// X Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" (ПТ-2016): Збірник тез. К.: НТУУ "КПІ", 2016, стр.535-537.
 25. Drobina O.S., Avdeyenko G.L., Naritnik T.M., Naboka B.Y. Digital radio signals transmission of DVB-T and DVB-T2 standards by using terahertz frequency - band radio channel// X Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" (ПТ-2016): Збірник тез. К.: НТУУ "КПІ", 2016, стр.555-557.
 26. А.В. Захаров, М.Е. Ильченко, И.В. Трубаров, Л.С. Пинчук. Полосковые фильтры задержки. Известия вузов. Радиоэлектроника. Том 59, № 4, апрель 2016. Стр. 34 - 43. DOI: <http://dx.doi.org/10.20535/S002134701604004X>.
 27. А.В. Захаров, М.Е. Ильченко, И.В. Трубаров. Планарные трехрезонаторные полосно-пропускающие фильтры с перекрестной связью. Радиотехника и электроника. 2017, том 62, № 2, с. 187–195. DOI: 10.7868/S0033849417020139.
 28. А.В. Захаров, М.Е. Ильченко, И.В. Трубаров. Гребенчатые фильтры на основе симметричных полосковых линий передачи. Радиотехника и электроника. 2017, том 62, № 6, с. 607-615. DOI: 10.7868/80033849417060274.
 29. Захаров А.В., Ильченко М.Е., Пинчук Л.С. Зависимость коэффициента связи между четвертьволновыми резонаторами от параметров гребенчатых полосковых фильтров. Известия вузов. Радиоэлектроника. Том 58, № 6, 2015. С. 52-60. DOI: <https://doi.org/10.20535/S0021347015060060>.
 30. А.В. Захаров, М.Е. Ильченко, Л.С. Пинчук Полосковые полосно-пропускающие фильтры малой толщины для сантиметрового диапазона Известия вузов.

- Радиоэлектроника. Том 60, № 2, февраль 2017. Стр. 107 - 119. DOI: 10.20535/S0021347017020030.
31. А.В. Захаров, М.Е. Ильченко, А.И. Лысенко, Л.С. Пинчук. Микроволновые полосно-пропускающие фильтры полосковой конструкции с чередующимися связями Известия вузов. Радиоэлектроника. Том 60, № 4, апрель 2017. Стр. 222 - 231. DOI: <http://dx.doi.org/10.20535/S0021347017040033>.
 32. А.В. Захаров, С.А. Розенко, Л.С. Пинчук. Дуплексер на симметричной полосковой линии передачи. Известия вузов. Радиоэлектроника. Том 60, № 11, ноябрь 2017.
 33. G. Avdeyenko, T. Narytnik, A. Yermakov. The research of transmission of DVB-C television signals on the basis of the prototype of transceiver operating in the lower part of terahertz band // Information and telecommunication sciences – 2016. – Vol.7. – №2. – pp.81-90.
 34. Бунін С.Г., Залозний О.О. Використання надширокосмугових сигналів у супутникових системах зв'язку// XI Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" ПТ-2017: Збірник матеріалів конференції. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017, с.217-219.
 35. Бунін С.Г., Залозний О.О. Тенденції становлення UWB технології при побудові майбутніх гетерогенних бездротових мереж// XI Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" ПТ-2017: Збірник матеріалів конференції. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017, с.220-222.
 36. Mykhailov S.O., Bunin S.G., Trubarov I.V. Modelling of communication systems with Impulse-Radio Ultra-Wide Band signals // Modern challenges in telecommunication, Eleventh International Scientific Conference: Conference materials. – Kyiv.: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. – 2017. – pp. 108–110.
 37. Zelepukina T.V., Nemchenko K.V., Trubarov I.V., Avdeyenko G.L. Design of microwave wideband microstrip filters using different numerical methods // Modern challenges in telecommunication, Eleventh International Scientific Conference: Conference materials. – Kyiv.: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. – 2017. – pp. 111–113.
 38. Наритник Т.М., Авдеєнко Г. Л., Єрмаков А.В., Лутчак О.В. Аналіз можливості використання телекомунікаційних систем терагерцового діапазону в транспортних розподільчих мережах наступних поколінь// XI Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" ПТ-2017: Збірник матеріалів конференції. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017, с.238-241.
 39. Авдеєнко Г. Л., Бунін С.Г., Наритник Т.Н. Особливості поширення терагерцових хвиль в атмосфері при проектуванні телекомунікаційних систем терагерцового діапазону// XI Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" ПТ-2017: Збірник матеріалів конференції. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017, с.242-245
 40. Авдеєнко Г. Л., Якорнов Є.А. «Спосіб просторової селекції джерел радіовипромінювання в довільній хвильовій зоні на основі модифікованого алгоритму Кейпона»// XI Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" ПТ-2017: Збірник матеріалів конференції. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017, с.232-234.
 41. Авдеєнко Г.Л., Якорнов Е.А. «Задачи практической реализации радиорелейной линии связи на основе использования различий в формах фазовых фронтов их электромагнитных волн»// XI Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" ПТ-2017: Збірник матеріалів конференції. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017, с.235-237.
 42. I.V. Trubarov, S.G. Bunin, S.O. Mykhailov. Analysis of the IR-UWB communication channel in case of “non-energy” receiver // Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo), 2017 International Conference on. – IEEE. – 2017. – pp. 1 – 5. – DOI: 10.1109/UkrMiCo.2017.8095403
 43. Якорнов Е. А., Цуканов О. Ф. Учет динамической ошибки при определении дальности до источника радиоизлучения по кривизне фронта электромагнитной волны //

Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи». Київ, 20 – 26 березня 2017р.: матеріали конференції – Київ, 2017. – сс. 185–187.

44. Tsukanov O.F., Pypko V. M. Monopulse direction finder for harmonic radar system // Матеріали 9 міжнародної конференції "Проблеми телекомунікацій" – Київ, 2017. – сс. 185–187.
45. Авдєєнко Г.Л., Волошин В.О. Система передачі радіосигналу цифрового телебачення стандарту DVB-S на базі радіорелейних станцій «КОМПЛЕКС МГ»// XI Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми телекомунікацій» ПТ-2017: Збірник матеріалів конференції. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 500 с., с.229-231.
46. Авдєєнко Г. Л., Якорнов Є.А., Кулик О.В. Модель цифрової системи часового та просторового придушення завад для GPS приймачів//XI Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми телекомунікацій» ПТ-2017: Збірник матеріалів конференції. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 500 с., с.33-35.
47. Авдєєнко Г. Л. Використання просторового ущільнення по кривизні фазового фронту електромагнітної хвилі для повторного використання радіочастотного ресурсу цифрових радіорелейних ліній зв'язку// Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи». Київ, 20 – 26 березня 2017 р.: матеріали конференції — Київ, 2017. – 274 с., с.149-151.
48. Gleb Avdeyenko, Ye. Yakornov. Application of distributed antenna systems for determination of radiation source coordinates with use of phase method in Fresnel zone// Information and Telecommunication Sciences, 2017, Volume 8, Number 1, pp.37- 50.
49. Г. Л. Авдєєнко. Перетворювач частоти для прийомопередавача безпроводової телекомунікаційної системи фіксованого зв'язку терагерцового діапазону / Г. Л. Авдєєнко, М. Ю. Ільченко, Т. М. Наритник, А. В. Єрмаков, О. В. Лутчак // Проблеми телекомунікацій. – 2017. – №1(20). – с.38-49.
50. Г. Л. Авдєєнко. Обґрунтування частотних діапазонів для високошвидкісних безпроводових телекомунікаційних систем терагерцового діапазону / Г. Л. Авдєєнко, С. Г. Бунін, Т. М. Наритник, А. В. Єрмаков, В. В. Волков // Проблеми телекомунікацій. – 2017. – №1(20). – с.28-37.

16. Ключові слова: імпульсні надширокосмугові сигнали, IR-UWB, телекомунікаційна мережа, канал передачі даних, кодове розділення каналів, генератор надкоротких імпульсів, неенергетичне приймання, модуляція положенням імпульса, PPM, методи виявлення надкоротких імпульсів.