

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

№1-2
(10-11)
2011

Науково-практичний журнал

Засновник і видавець

Національний університет
оборони України

Адреса редакції

Національний університет оборони України
Інститут інформаційних технологій

Повітрофлотський проспект, 28,
Київ, 03049

телефон: (044)-271-09-44, (050)-382-30-09
факс: (044)-271-09-44

e-mail: journal@naou.edu.ua,
sitssd@ukr.net,
vvr_ndau@ukr.net

Журнал зареєстровано в Міністерстві Юстиції України
(свідоцтво КВ №17758-6608ПР)

Журнал видається
українською, російською та англійською мовами
Журнал виходить 3 рази на рік

Постановою Президії Вищої атестаційної комісії
України від 14 жовтня 2009 р. №1-05/4 журнал
включено до переліку наукових фахових видань
України, в яких можуть публікуватися результати
дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів
доктора і кандидата наук в галузях
"технічні науки" та "військові науки".

Рекомендовано до друку Вченою радою
Національного університету
оборони України
(протокол №11 від 26 липня 2011 р.)

При використанні матеріалів посилання на журнал
"Сучасні інформаційні технології
у сфері безпеки та оборони" обов'язкове

Редакція може не поділяти точку зору авторів
Відповідальність за зміст поданих матеріалів
несуть автори

Тираж 300 прим.
Зам. №20.

В номері:

Флурі Ф. Вступ 7
Рябцев В. Передмова 8

Інтерактивні моделі розвитку науково-освітнього простору у сфері безпеки та оборони

Баранова І., Дерев'янчук А., Олійник Л.,
Пушкарьов Ю. Досвід використання
сучасних мультимедійних технологій
при підготовці військових фахівців 9

Бобильов В., Зайка Л. Імітаційне моделювання:
проблеми та перспективи застосування для
підготовки офіцерських кадрів у Національному
університеті оборони України 13

Белиган Д., Рочеану Й., Барбиєру Д.
Особливості системи дистанційного навчання
Національного університету оборони Румунії
імені Кароля I 16

Кононенко С., Лук'яненко С. Відеоігри
як ефективний інструмент системи імітаційного
моделювання військового призначення 21

Ленков С., Шворов С., Гунченко Ю. Аналіз
існуючих показників ефективності
тренажних систем для фахівців підрозділів
постійної готовності 24

Тенденції та реалії сучасної військової освіти

Ананьїн В., Волошина Н., Дзюба М. Лекція
з гуманітарних дисциплін в умовах
Болонського процесу у військових
навчальних закладах 27

Заруба О. Військова освіта: світові тренди
та українські реалії 32

Манойло А. Технологія реалізації
програми соціальної адаптації
воєннослужащих 38

Мостова І. Визначення рівнів сформованості
комунікативних умінь при проведенні тренінгів
з їх формування 48

Петрик В. "Інформаційна безпека держави"
як новітня навчальна дисципліна: особливості
викладання та навчально-методичного
забезпечення 52

The Board of Editors are grateful to the Geneva Centre for the Democratic Control
of Armed Forces (DCAF) for possibility to publish this journal

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

Науково-практичний журнал

№1-2 (10-11) / 2011

Філософія військової освіти

- Козубцов І., Штаненко С.** Філософський аспект освітньої системи підготовки наукових керівників 56
- Шедяков В.** Забезпечення наукового рівня методології отримання освіти військовослужбовцем як умова якості його безперервного навчання . 61

Соціальні комунікації як інтелектуальні технології у сфері безпеки та оборони

- Компанцева Л.** Ефективна комунікація — новий тренд інститутів сектору безпеки . . . 67
- Михайлова О., Спільник Т.** Відтворення міжнародного досвіду комунікативних стратегій контактів правоохоронців з пересічними громадянами в інформаційних мережах 71
- Пелепейченко Л., Конаржевська В.** Комунікація в діяльності силових структур як фактор протидії агресії в інформаційному просторі 75
- Павлов Я.** Комунікативні моделі запобігання та усунення міжкультурних конфліктів в діяльності сил охорони правопорядку 79
- Потеряхин А.** Понятие “имидж” в современных коммуникативно-психологических исследованиях 83
- Холод О.** Формування теорій комунікаційних технологій 86

Правове та інформаційно-психологічне підґрунтя розвитку інформаційних технологій

- Бойко О.** Діагностування ознак, характеру та спрямування соціально-політичного маніпулювання як основа психологічного захисту 93
- Брижко В.** Роль інформаційного права у розвитку правової системи України 97
- Касперський І.** Правові режими захисту персональних даних в Україні 102
- Онищук М., Турченко Ю., Зарицька А.** Проблеми безпеки в теорії міжнародних відносин: порівняльний аналіз основних напрямів 106

Теоретичні моделі створення і використання інформаційних технологій

- Андреев Б., Штаненко С., Бурба О.** Оцінка надійності та витрат при використанні резервних ділянок в інформаційно-телекомунікаційних мережах спеціального призначення 110
- Бойко І., Матов О., Колачов С., Недайбіда Ю., Шугалій О.** Сучасні проблеми інформаційного забезпечення процесів управління тактичної ланки Збройних Сил України 113
- Вишнівський В., Ніколайчук М.** Обґрунтування частотного енергетичного методу контролю технічного стану цифрових пристроїв об'єктів РЕЗО 117
- Інфімовський С.** Знімання в еталонному латеральному районі та аналіз структури похибок обсервацій в супутниковому навігаційному полі морської поверхні 121
- Козаков Ю., Майстренко О.** Удосконалена методика оцінки точності визначення величин метеорологічних елементів при метеорологічному забезпеченні бойового застосування ракетних військ і артилерії. 124
- Литвиненко О., Світінєв А.** Застосування розмітки графа через функцію належності для визначення раціонального маршруту руху військової техніки 129
- Попов А.** Перспективні технології захисту радіоелектронних систем в умовах впливу інтенсивних завад 133
- Рябцев В., Бучик С., Соболенко С.** Методика оцінки воєнно-політичної обстановки в державі 138
- Слюсар В., Масесов Н., Волошко С., Слюсар І., Зинченко А.** Метод корекції неидентичності поляризаційних каналів приёма сигналів . . 142
- Солонников В., Курпрієнко Д.** Синтез систем технічного контролю масштабних об'єктів: від концепції до автоматизації. 146
- Телятников А., Кононов Ю., Кудр Л.** Использование моделирования и визуализации при проектировании беспроводных сенсорных сетей 150
- Відомості про авторів**

Редакційна колегія

Головний редактор

полковник *Пермяков Олександр Юрійович*,
доктор технічних наук, професор
(Національний університет оборони України)

Заступник головного редактора

полковник *Кравченко Юрій Васильович*,
доктор технічних наук, професор
(Національний університет оборони України)

Члени редколегії:

Барабаш Юрій Леванович,
доктор технічних наук, професор
(Національний університет оборони України)

Бутвін Борис Леонідович,
доктор технічних наук, професор
(Служба зовнішньої розвідки)

Дробаха Григорій Андрійович,
доктор військових наук, професор
(Академія внутрішніх військ
Міністерства внутрішніх справ України)

Жук Сергій Якович, доктор
технічних наук, професор (Національний
технічний університет України "КПІ")

Загорка Олексій Миколайович,
заслужений діяч науки і техніки України,
доктор військових наук, професор
(Національний університет оборони України)

Зубарев Олег Володимирович,
доктор технічних наук, професор
(Міністерство фінансів України)

полковник *Катеренчук Іван Степанович*,
доктор технічних наук, професор (Національ-
на академія Державної
прикордонної служби України)

Кириченко Іван Онопрійович,
доктор військових наук, професор
(Академія внутрішніх військ
Міністерства внутрішніх справ України)

Косошов Олександр Миколайович,
кандидат військових наук,
старший науковий співробітник,
заступник директора філії Укргаззв'язок з
інноваційних питань

Радецький Віталій Григорович,
кандидат історичних наук, доцент
(Національний університет оборони України)

Репіло Юрій Євгенович,
доктор військових наук, професор,
заслужений працівник освіти України
(Національний університет оборони України)

генерал-майор *Романченко Ігор Сергійович*,
заслужений діяч науки і техніки України,
доктор військових наук, професор
(Центральний науково-дослідний інститут
Збройних Сил України)

Рось Анатолій Олександрович,
доктор технічних наук, професор
(Національний університет оборони України)

полковник *Рябцев Вячеслав Віталійович*,
кандидат технічних наук, доцент
(Національний університет оборони України)

Сбітнев Анатолій Іванович, лауреат
Державної премії України в галузі науки
і техніки, заслужений діяч науки
і техніки України, доктор технічних наук,
професор (Національний університет
оборони України)

генерал-майор *Семон Богдан Йосипович*,
заслужений діяч науки і техніки
України, доктор технічних наук,
професор (Національний університет
оборони України)

Солонніков Владислав Григорович,
доктор технічних наук, професор
(Національний університет оборони України)

Телелим Василь Максимович,
заслужений діяч науки і техніки України,
доктор військових наук, професор
(Національний університет оборони України)

Флурі Філіпп, доктор філософії
(Женевський центр демократичного
контролю над збройними силами)

полковник *Шворов Сергій Андрійович*,
доктор технічних наук, старший
науковий співробітник (Військовий
інститут при Київському Національному
університеті ім. Т. Шевченка)

полковник *Шевченко Віктор Леонідович*,
доктор технічних наук, старший науковий
співробітник (Національний університет
оборони України)

Відповідальний секретар

Компанцева Лариса Феліксівна,
доктор філологічних наук, доцент
(Національний університет оборони України)

Editorial Board

Editor-in-Chief

*Colonel Permyakov Oleksandr Yuriyovych,
doctor of technical sciences, professor
(National Defence University of Ukraine)*

Deputy Chief Editor

*Colonel Kravchenko Yuriy Vasylyovych,
doctor of technical sciences, professor
(National Defence University of Ukraine)*

Editorial Board Members:

*Barabash Yuriy Levanovych,
doctor of technical sciences, professor
(National Defence University of Ukraine)*

*Butvin Borys Leonidovych,
doctor of technical sciences, professor
(Foreign Intelligence Service)*

*Drobaha Grygoriy Andriyovych,
doctor of military sciences, professor
(Academy of Internal Forces of the Ministry
of Internal Affairs of Ukraine)*

*Zhyk Sergiy Yakovych,
doctor of technical sciences, professor (National
Technical University of Ukraine ("KPI"))*

*Zagorka Olexiy Mykolayovych,
Honored scientist in the sphere of science
and technology of Ukraine, doctor of military
sciences, professor (National Defence University of
Ukraine)*

*Zubaryev Oleg Volodymyrovych,
doctor of technical sciences, professor
(Ministry of Finances of Ukraine)*

*colonel Katerenchuk Ivan Stepanovych, doctor
of technical sciences, professor (National Academy
of Border Service of Ukraine)*

*Kirichenko Ivan Onopriyovych,
doctor of military sciences, professor
(Academy of Internal Forces of the Ministry
of Internal Affairs of Ukraine)*

*Kosogov Oleksandr Mykolayovych,
candidate of military sciences, senior scientist,
Deputy Director of the Ukgazzviazok branch on
Innovation*

*Radyetsky Vitaliy Grygorovych,
candidate of historical sciences, associate professor
(National Defence University of Ukraine)*

*Repilo Yuriy Yevgenovych,
doctor of military sciences, professor,*

*Honored educator of Ukraine
(National Defence University of Ukraine)*

*major general Romanchenko Igor Serhiyovych,
Honored scientist in the sphere of science
and technology of Ukraine, doctor of military
sciences, professor (Central Research Institute
of Ukrainian Armed Forces)*

*Ros' Anatoliy Oleksandrovysh,
doctor of technical sciences, professor
(National Defence University of Ukraine)*

*colonel Riabtsev Viacheslav Vitaliyovych,
candidate of technical sciences, associate professor
(National Defence University of Ukraine)*

*Sbitnyev Anatoliy Ivanovych, laureate
of State Award of Ukraine in the sphere
of science and technology, Honored scientist
in the sphere of science and technology
of Ukraine, doctor of technical sciences, professor
(National Defence University of Ukraine)*

*major general Semon Bogdan Yosypovych,
Honored scientist in the sphere of science
and technology of Ukraine, doctor of technical
sciences, professor (National Defence University
of Ukraine)*

*Solonnikov Vladislav Grygorovych,
doctor of technical sciences, professor
(National Defence University of Ukraine)*

*Telelym Vasyl Maksymovych,
doctor of military sciences, professor, Honored
scientist in the sphere of science and technology
(National Defence University of Ukraine)*

*Fluri Philip, doctor of philosophy
(Geneva Centre for the Democratic Control
of Armed Forces)*

*colonel Shvorov Sergiy Andriyovych,
doctor of technical sciences, senior scientist
(Military Institute of Kyiv National University
named after T. Shevchenko)*

Executive Secretary

*Kompantseva Larysa Felixivna,
doctor of philological sciences, associate professor
(National Defence University of Ukraine)*

MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES

№1-2
(10-11)
2011

IN THE SPHERE OF SECURITY AND DEFENCE

Theoretical and Practical Journal

Founder and Publisher
National Defence University
of Ukraine

Address:
*National Defence University of Ukraine,
Research and Study Centre
of Information Technologies*
Povitroflotskiy ave. 28, Kyiv, 03049
Telephone: (044) 271-09-44, (050) 382-30-09
Fax: (044) 271-09-44

*e-mail: journal@naou.edu.ua,
sitssd@ukr.net
vvr_ndau@ukr.net*

The journal is registered
in the Ministry of Justice of Ukraine
(certificate KB №17758-6608IIP)

The journal is published
in Russian, Ukrainian and English

The journal is published thrice a year

According to the resolution of the Presidium
of the Supreme Certification Commission of Ukraine
issued on October 14, 2009 (№ 1-05/4) the journal
was included into the Ukrainian list of specialized
scientific publications which are authorized to publish the
results of dissertations for doctoral degree
in engineering sciences and military sciences.

*Recommended to publish
by Scientific Council of the National
Defence University of Ukraine
(Protocol No. 12, 23 June 2010)*

When using the materials, the reference to the journal
"Modern Information Technologies
in the Sphere of Security and Defence" is mandatory

The editorial board can have a different viewpoint
than that of the authors

The responsibility for the content of the materials
lies on the authors

Number of copies is 300

Contents:

<i>Fluri Ph.</i> Preface	7
<i>Ryabtsev V.</i> Introduction	8

Interactive Models of Scientific and Educational Space Development in Defence and Security

<i>Baranova I., Derevianchuk A., Oliynik L., Pushkarev Y.</i> Experience of Modern Multimedia Technology Usage in the Preparation of Military Specialists	9
<i>Bobylev V., Zaika L.</i> Simulation: Problems and Prospects of Usage for Officers Training at the National University of Defense of Ukraine.	13
<i>Beligan D., Roceanu I., Barbieru D.</i> Particularities of Advanced Distributed Learning System in "Carol I" National Defence University	16
<i>Kononenko S., Lukyanenko S.</i> Video Games as an Effective Simulation Tool for Military Purpose.	21
<i>Lyenkov S., Shvorov S., Hunchenko Y.</i> The Analysis of Training Systems Efficiency for Constant Readiness Specialists Units	24

Trends and Realities of Modern Military Education

<i>Anan'yi V., Voloshina N., Dziuba M.</i> Lecture in the Humanities under the Bologna Process in the Military Educational Institutions.	27
<i>Zaruba O.</i> Military Education: Global Trends and Ukrainian Reality	32
<i>Manojlo A.</i> Technology of Social Adaptation Programme Realization for the Servicemen Transferred to the Reserve, Personnel Monitoring, Licensing, Crisis Management	38
<i>Mostova I.</i> Communication Skills Level Determination during Skills Formation Trainings	48
<i>Petryk V.</i> "State Information Security" as a Modern Academic Discipline: Teaching Peculiarities and Educational Methodical Support	52

Philosophy of Military Education

<i>Kozubtsov I., Shtanenko S.</i> Philosophical Aspect of the Scientific Supervisors Training Educational System	56
<i>Shedyakov V.</i> Scientific Level of Military Educational Methodology as a Condition of Continuing Education Quality	61

The Board of Editors are grateful to the Geneva Centre for the Democratic Control
of Armed Forces (DCAF) for possibility to publish this journal

MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE SPHERE OF SECURITY AND DEFENCE

Theoretical and Practical Journal

№1-2 (10-11) / 2011

Social Communications as Intellectual Technologies in Security and Defence

- Kompantseva L.** Efficient Communication: the New Trend in Security Sector Institutions. 67
- Mikhailova O., Spilnik T.** Reconstruction of international Experience of Police Strategies in Their Communication with Ordinary Citizens In Information Networks 71
- Pelereychenko L., Konarzhevska V.** Communication in Law Enforcement Activities as a Factor of Resistance to Aggression in Information Space. 75
- Pavlov J.** Communication Models of Cross-Cultural Conflicts Prevention and Elimination in the Law and Order Forces Work 79
- Потеряхин А.** The Concept of 'Image' in Modern Communication-Psychological Research. 83
- Kholod O.** Communication Technologies Formation Theories (Ukrainian and Russian Social and Communication Technologies Research Development Analysis). 86

Правове та інформаційно-психологічне підґрунтя розвитку інформаційних технологій

- Бойко О.** Діагностування ознак, характеру та спрямування соціально-політичного маніпулювання як основа психологічного захисту 93
- Брижко В.** Роль інформаційного права у розвитку правової системи України 97
- Касперський І.** Legal Modes of Personal Data Protection in Ukraine 102
- Онищук М., Турченко Ю., Зарицька А.** Проблеми безпеки в теорії міжнародних відносин: порівняльний аналіз основних напрямів. 106

Theoretical Models of Information Technologies Creation and Application

- Andreyev B., Shtanenko S., Burba O.** Reliability and Costs Expertise in Reserve Areas Application in Special Purpose Information and Telecommunication Networks 110
- Boiko I., Matov A., Kolachov S., Nedaybida Y., Shuhaliy O.** Current Problems of Informational Insuring of the Armed Forces of Ukraine Tactical Link Management. 113
- Vyshnivskyy V., Nikolaychuk M.** Grounding of Frequency Power Control Method of Radio Electronic Arms Digital Devices Operating Conditions Control 117
- Infimovskyy S.** Photographing in Standard Lateral Area and Structural Analysis of Observational Errors in the Sea Surface Satellite Navigation Field 121
- Kozakov Y., Maystrenko O.** The Method of Estimation of Exactness of Determination of Sizes of Meteorological Elements is Improved at the Meteorological Providing of Battle Application of Rocket Troops and Artillery 124
- Lytvynenko O., Sbitnev A.** Graph Marking Application Through Membership Function for Military Equipment Rational Route Determination . . . 129
- Popov A.** Advanced Electronic Counter-Counter-Measures Technologies under Extreme Interference Environment 133
- Ryabtsev V., Buchyk S., Sobolenko S.** State Military-Political Situation Assessment Techniques. 138
- Slyusar V., Masesov N., Voloshko S., Slyusar I., Zinchenko A.** Correction Method of Nonidentity of Signal Reception Polarized Channels 142
- Solonnikov V., Kupriyenko D.** Systems Synthesis of Large-Scale Objects Technical Control: from Concept to Automation 146
- Telyatnikov O., Kononov Yu., Qudr L.** Modeling and Visualization in Design of Wireless Sensor Networks 150
- Відомості про авторів*

УДК 621.396

*Вадим Иванович Слюсар,
Николай Александрович Масесов,
Сергей Владимирович Волошко,
Игорь Иванович Слюсар,
Андрей Александрович Зинченко*

МЕТОД КОРРЕКЦИИ НЕИДЕНТИЧНОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ КАНАЛОВ ПРИЕМА СИГНАЛОВ

Постановка задачи и ее связь с важными научными и практическими заданиями. Постоянно возрастающие потребности пользователей в передаче больших объемов информации с одной стороны, и ограниченность частотного ресурса с другой заставляют производителей средств связи, в том числе двойного назначения, все чаще применять специальные методы разнесения сигналов для увеличения скорости передачи информации.

Одним из способов повышения пропускной способности систем связи без расширения действующей полосы частот является использование поляризационного разделения каналов. Однако при этом возможен переход энергии из одного поляризационного канала в другой, что приводит к возникновению ошибок демодуляции сигналов в приемном тракте и требует решения проблемы их устранения.

Анализ последних исследований и публикаций. Формулировка целей статьи. Следует уточнить, что применение ортогональной поляризации предусматривает использование независимых каналов, которые работают на одной и той же частоте и на одной и той же трассе распространения. Теоретически это обеспечивается 90-градусным сдвигом фаз колебаний ортогональных поляризаций. В то же время, использование сигналов двойной поляризации может быть усложнено тем, что помимо мощности, принимаемой на основной поляризации, в нагрузке выделяется также мощность токов, наведенных в антенне по ортогональной поляризационной компоненте поля, которая называется кроссполяризационной [1]. По сути, кроссполяризационная компонента является мешающей для приема полезных сигналов и должна тщательно контролироваться. Это явление, которое обычно называется кроссполяризацией, может быть вызвано двумя основными группами факторов. Первая группа — влияние атмосферы на распространение радио-

волн (гидрометеоры, многолучевость и т. п.). Вторая — это всегда присутствующие неидентичности характеристик антенны и элементной базы прохождения и обработки поляризованных каналов. Влияние первой группы факторов устраняется, обычно, выбором диаграммы направленности антенн, адаптивными и другими методами, описанными в рекомендациях МСЭ-Р (Рекомендация Р.310) [1]. Однако в условиях возможных замираний, которыми характеризуются радиоканалы, кроссполяризационные компоненты второй группы становятся основными факторами, влияющими на работу системы в целом.

В статье предлагается новый подход к выполнению коррекции поляризационной неидентичности, который отличается применением дополнительного стробирования отсчетов аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Метод позволит формировать поляризационные каналы с высокой идентичностью их характеристик, что создает основу для применения в системах связи сигналов М-ичной поляризационной или квадратурной амплитудной модуляцией высоких порядков. В то же время, использование дополнительного стробирования отсчетов напряжений позволяет согласовать быстродействие высокоскоростных АЦП в каналах приемной цифровой антенной решетке (ЦАР) с более низкоскоростными устройствами последующей обработки сигналов [2].

Изложение основного материала. Сущность предлагаемого метода состоит в принятии одного из поляризационных каналов в качестве эталонного, тогда как относительно другого канала, который рассматривается в качестве разбалансированного, проводится дополнительная коррекция амплитуды и фазы исходных сигналов. Оценка амплитудной и фазовой неидентичностей осуществляется путем их расчета во время подачи контрольного сигнала на входы поляризационных каналов.

Важно отметить, что период дискретизации АЦП τ_{ADC} следует выбирать таким образом, чтобы обеспечить соотношение следующего вида:

$$f = \frac{2i+1}{4} \frac{1}{\tau_{ADC}},$$

где f — центральная частота сигнала, i — номер временного отсчета, $i=0, 1, 2, \dots$

Будем считать, что в полосе приема сигналов зависимостью амплитудной и фазовой неидентичностей поляризационных каналов от частоты можно пренебречь. Такое ограничение можно обеспечить, например, при использовании сигналов с неортогональной частотной дискретной модуляцией (N-OFDM) [3], занимающих меньшую спектральную полосу, чем сигналы OFDM.

Примем в дальнейших расчетах, что

$$f = \frac{5}{4} \frac{1}{\tau_{ADC}}. \quad (1)$$

Значения напряжений отсчетов на выходах АЦП приемных поляризационных каналов можно представить в виде:

$$U_H(i) = a \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot i \cdot \tau_{ADC} + \varphi), \quad (2)$$

$$U_V(i) = (1 + \delta a) \cdot a \times \sin\left(2\pi \cdot f \cdot i \cdot \tau_{ADC} + \left(\frac{\pi}{2} + \Delta\varphi\right) + \varphi\right), \quad (3)$$

где $U_H(i), U_V(i)$ — временные выборки АЦП на выходе приемных каналов горизонтальной и вертикальной поляризаций;

a, φ — амплитуда и начальная фаза сигнала, соответственно;

δa — абсолютное значение неидентичности по амплитуде сигналов поляризационных каналов;

$\Delta\varphi$ — отклонение разности фаз сигналов разных поляризаций от 90° .

Важным этапом реализации метода является подача на входы АЦП поляризационных каналов контрольного сигнала с частотой f_c , соответствующей выражению (1). Амплитуду и начальную фазу контрольного сигнала обозначим, соответственно, a_c и φ_c .

Выберем в качестве эталонного канал с горизонтальной поляризацией и будем считать, что он свободен от кроссполяризационной помехи. Тогда выходное напряжение i -го временного отсчета АЦП эталонного поляризационного канала при подаче контрольного сигнала на основании (1) и (2) можно записать в виде:

$$H(i) = p_H + a_c \cdot \cos\left(\pi \frac{5}{2} i + \varphi_c\right), \quad (4)$$

где a_c, φ_c — амплитуда и начальная фаза контрольного сигнала, соответственно;

f_c — частота контрольного сигнала,

p_H — значение возможной постоянной составляющей напряжения в канале.

В этом случае, как упоминалось выше, в напряжениях второго поляризационного канала будут сосредоточены амплитудные и фазовые неидентичности коэффициентов передачи поляризационных каналов, вызванные кроссполяризационной помехой, что можно отобразить в виде:

$$V(i) = p_V + a_c \cdot (1 + \delta a) \cdot \sin\left(\pi \frac{5}{2} i + (\varphi_c - \Delta\varphi)\right), \quad (5)$$

где p_V — значение возможной постоянной составляющей напряжения в разбалансированном канале.

Следующим этапом реализации метода является выполнение процедуры дополнительного стробирования отсчетов АЦП. Согласно [2], дополнительное стробирование отсчетов АЦП осуществим в данном случае по формулам:

$$\begin{aligned} H1 &= U_H(0) - U_H(2) + U_H(4) - \dots - U_H(N-2), \\ H2 &= U_H(1) - U_H(3) + U_H(5) - \dots - U_H(N-1), \\ V1 &= U_V(0) - U_V(2) + U_V(4) - \dots - U_V(N-2), \\ V2 &= U_V(1) - U_V(3) + U_V(5) - \dots - U_V(N-1), \end{aligned} \quad (6)$$

где N — период накопления, $H1, H2, V1, V2$ — напряжения, соответствующие двум соседним во времени стробам по выходам двух поляризационных каналов.

Видно, что в этом случае соответствующая обработка сводится к сепарации дискретных выборок напряжений по признаку четности номера поступления. При этом осуществляется раздельное накопление четных и нечетных элементов массивов с инверсией знака от одного отсчета к другому. Как следствие указанной процедуры дополнительного стробирования, устраняется постоянное смещение сигналов и, без учета действия шумов, получим:

$$\begin{aligned} H1 &= \frac{N}{2} a_c \cdot \cos(\varphi_c), \\ H2 &= -\frac{N}{2} a_c \cdot \cos(\varphi_c), \\ V1 &= \frac{N}{2} a_c \cdot (1 + \delta a) \cdot \sin(\varphi_c - \Delta\varphi), \\ V2 &= \frac{N}{2} a_c \cdot (1 + \delta a) \cdot \cos(\varphi_c - \Delta\varphi). \end{aligned} \quad (7)$$

В случае отсутствия поляризационных неидентичностей, т. е. $\delta a = 0$ и $\Delta\varphi = 0$, значения $V1$ и $V2$ будут иметь вид:

$$\begin{aligned} V1 &= \frac{N}{2} a_c \cdot \sin(\varphi_c), \\ V2 &= \frac{N}{2} a_c \cdot \cos(\varphi_c). \end{aligned} \quad (8)$$

С учетом приведенных выкладок, для пары соседних во времени отсчетов $H1$ и $H2$ эталонного канала, полученных в результате процедуры дополнительного стробирования, будет справедливо следующее выражение:

$$H1^2 + H2^2 = \frac{N^2 a_c^2}{4}. \quad (10)$$

Аналогічно, для второго поляризаційно-го каналу буде мати місце:

$$V1^2 + V2^2 = \frac{N^2 a_c^2}{4} \cdot (1 + \delta a)^2. \quad (11)$$

Підставив (10) в (11), несложно получить оценку амплитудной составляющей поляризаційної неідентичності після доповни-тельного стробирования отсчетов АЦП:

$$\delta a = \sqrt{\frac{V1^2 + V2^2}{H1^2 + H2^2}}. \quad (12)$$

Путем несложных математических преоб-разований из (7) можно получить:

$$V1 = (1 + \delta a) \cdot (-H2 - H1 \cdot \text{tg}(\Delta\phi)) \cos(\Delta\phi),$$

$$V2 = (1 + \delta a) \cdot (H1 - H2 \cdot \text{tg}(\Delta\phi)) \cos(\Delta\phi).$$

Разделив V1 на V2, получим:

$$\frac{V1}{V2} = \frac{-H2 - H1 \cdot \text{tg}(\Delta\phi)}{H1 - H2 \cdot \text{tg}(\Delta\phi)},$$

или

$$\text{tg}(\Delta\phi) = \frac{V1 \cdot H1 + V2 \cdot H2}{V1 \cdot H2 - V2 \cdot H1}.$$

Таким образом, для оценки фазовой не-идентичности поляризаційних каналів имеем формулу:

$$\Delta\phi = \arctg\left(\frac{V1 \cdot H1 + V2 \cdot H2}{V1 \cdot H2 - V2 \cdot H1}\right), \quad (13)$$

которая уместна при выполнении условия $V1 \cdot H2 - V2 \cdot H1 \neq 0$.

Для нахождения алгоритма коррекции примем в качестве цели его применения полу-чение таких откорректированных значений $V1_{\text{кор}}$ и $V2_{\text{кор}}$ откликов разбалансированного канала процедуры дополнительного строби-рования, которые бы соответствовали идеаль-ным значениям (8) и (9), т. е. примем что

$$V1_{\text{кор}} = \frac{N}{2} a \cdot \sin(\phi), \quad V2_{\text{кор}} = \frac{N}{2} a \cdot \cos(\phi).$$

Представим отклик строба V1 (7) искажен-ного канала в развернутой записи:

$$\begin{aligned} V1 &= \frac{N}{2} a (1 + \delta a) \sin(\phi_c - \Delta\phi) = \\ &= (1 + \delta a) \frac{N}{2} a (\sin(\phi_c) \cos(\Delta\phi) - \cos(\phi_c) \sin(\Delta\phi)) = \\ &= (1 + \delta a) V1_{\text{кор}} \cos(\Delta\phi) - (1 + \delta a) H1 \sin(\Delta\phi) \end{aligned}$$

Отсюда,

$$V1_{\text{кор}} (1 + \delta a) \cos(\Delta\phi) = V1 + (1 + \delta a) H1 \sin(\Delta\phi).$$

Итак, алгоритм коррекции разбаланса мо-жет быть записан в виде:

$$V1_{\text{кор}} = H1 \cdot \text{tg}(\Delta\phi) + \frac{V1}{(1 + \delta a) \cos(\Delta\phi)}. \quad (14)$$

Аналогичным образом можно доказать, что

$$V2_{\text{кор}} = H2 \cdot \text{tg}(\Delta\phi) + \frac{V2}{(1 + \delta a) \cos(\Delta\phi)}. \quad (15)$$

Практическая реализация метода коррек-ции неідентичності поляризаційних ка-налов сводится к применению в приемнике информационного сообщения программ-ируемых матриц логических элементов, на-пример, фирмы *Xilinx*. С их помощью будут выполняться предусмотренные методом опе-рации над полученными в результате анало-го-цифрового преобразования цифровыми напряжениями сигналов. Дальнейшую де-модуляцию данных следует проводить с ис-пользованием алгоритмов многоядерной об-работки сигналов [4].

Выводы и перспективы дальнейших иссле-дований в этом направлении. Таким обра-зом, предлагаемый алгоритм коррекции включает следующие этапы:

- подача на вход приемника гармонических тестовых сигналов;
- аналого-цифровое преобразование сигналов в каждом из поляризаційних каналов;
- дополнительное стробирование отсчетов АЦП;
- определение коэффициентов амплитудной и фазовой поляризаційних неідентич-ностей и их сохранение в памяти спецвы-числителя.

Процесс приема информационных сигна-лов отличается тем, что после процедуры дополнительного стробирования отсчетов АЦП проводится коррекция откликов стро-бов разбалансированного поляризаційно-го канала.

Данный метод позволяет упростить и уде-шевить аппаратуру формирования поляриза-ційних каналов, снизить уровень нелиней-ных гармоник в тракте и, как следствие, сформировать предпосылки для увеличения порядка поляризаційной или квадратурной амплитудной модуляций сигналов и скоро-сти передачи информации.

Предложенный метод рекомендуется ис-пользовать в различных системах беспровод-ной связи, в том числе радиорелейной, тропо-сферной и телекодовой.

Дальнейшие исследования будут направ-лены на получение аналитических выражений оценок потенциальной точности коррекции, исследование граничных возможностей ме-тода коррекции неідентичностей поляриза-ційних каналов приема, а также разработ-ку предложений по его практической реали-зации в аппаратуре связи.

Литература

1. **Справочник** по цифровым радиорелейным систем-ам / под ред. Рудольфа П. Хекен. — Женева : Бюро ради-освязи, 1996. — 390 с. 2. **Слюсар В. И.** Синтез алгоритмов измерения дальности М источников при дополнительном стробировании отсчетов АЦП / В. И. Слюсар // Радио-электроника. Изв. высш. учеб. заведений. — 1996. — № 5. — С. 55—62. 3. **Слюсар В. И.** Метод неортогональной дискретной частотной модуляции сигналов для узкопо-лосных каналов связи / В. И. Слюсар, В. Г. Смоляр // Ра-диоэлектроника. Изв. высш. учеб. заведений. — 2004. —

№ 4. — С. 53—59. 4. Слюсар В. И. Многоядерная реализация алгоритмов обработки сигналов двойной поляризации / В. И. Слюсар, А. А. Зінченко, Д. В. Слюсар // Ра-

диоэлектроника и молодежь в XXI веке : 11-й Междунар. молодежный форум, 10—12 апреля 2007 г. : тезисы докл. — Х., 2007. — С. 134.

В статье приведен анализ факторов, приводящих к возникновению кроссполяризационной помехи при использовании сигналов двойной поляризации для повышения скорости передачи информации в радиоканалах. Предлагается метод коррекции неидентичностей поляризационных каналов приема сигналов двойной поляризации с дополнительным стробированием отсчетов аналого-цифрового преобразователя. Определены условия применения метода и ограничения, вводимые при этом. Приведены формулы оценки неидентичностей и конечные выражения для получения откорректированных значений напряжений.

Ключевые слова: радиосвязь, поляризация, амплитудная и фазовая неидентичности.

In article the analysis of the factors influencing originating crosspolarizations errors at use of signals of double polarization for increase of an information rate in radio channels is resulted. The method of correction polarization error signals of double polarization with an additional gating of samples of an analog to digital converter is offered. Mathematical calculations of reception of voltages of strobes and calculation crosspolarizations amplitude and phase errors are presented. The method and limiting conditions of usage entered thus are noted. Estimation formulas errors and final expressions for reception of the modified values of voltages are resulted.

Key words: radio communication, polarization, amplitude and phase errors.