

МАТЕРІАЛИ XXVII
МІЖНАРОДНОГО
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

РАДІОЕЛЕКТРОНІКА
ТА МОЛОДЬ У XXI
СТОЛІТТІ



2023

ТОМ 3

ХАРКІВ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ 27-го МІЖНАРОДНОГО
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ
У ХХІ СТОЛІТТІ»**

10 – 12 травня 2023 р.

Том 3

**КОНФЕРЕНЦІЯ
«ІНФОРМАЦІЙНІ РАДІОТЕХНОЛОГІЇ
ТА ТЕХНІЧНИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ»**

Харків 2023

УДК 004.056+004.03+654.1+621.37+004.4'277

27-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 3. – Харків: ХНУРЕ. 2023. – 329 с.

В збірник включені матеріали 27-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті».

Видання підготовлено
факультетом інформаційних радіотехнологій
і технічного захисту інформації (ІРТЗІ)
Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ)

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14
тел.: (057) 7021397
факс: (057) 7021515

Email: mref21@nure.ua

© Харківський
національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ), 2023

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Сергій САКАЛО

Іван АНТИПОВ

Володимир КАРТАШОВ

Олександр ЦОПА

Ірина СВІД

Pawel KOMADA

проф., декан ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

проф., зав. каф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

проф. зав. каф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

проф. зав. каф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

доц. зав. каф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

PhD, assistant professor Department of Electronics
Faculty of Electrical Engineering and Computer Sci-
ence, deputy director of the institute for general mat-
ters Institute of Electronics and Information Tech-
nology Zaklady Optoelektroniki i Sieci
Teleinformatycznych, Lublin University of Tech-
nology, Poland.

Анатолій ОЛЕЙНИКОВ

Володимир ОЛЕЙНИКОВ

Денис ГОРЕЛОВ

Дмитро ГАВВА

Дмитро ГРЕЦЬКИХ

Олександр ВОРГУЛЬ

Сергій ШЕЙКО

проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

доц. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

проф. ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

**ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНІ СИСТЕМИ,
РАДІОТЕХНІЧНІ ПРИСТРОЇ
ТА ЗАСОБИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ**

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВУЗЬКОСМУГОВОЇ ЗАВАДИ НА ЗАВАДОСТІЙКІСТЬ ШПС

Чередніченко О.Р.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Антіпов І.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки каф. КРiСТЗІ
(057) 702 14 30, e-mail: oleksii.cherednichenko@nure.ua

Theses are about the problems of receiving wideband signals under interferences. There is narrowband interference that can have sufficient impact on wideband signal. It is difficult to analyze this impact without computer modeling. The model was created in MATLAB software system. Some experiments have been done to analyze the impact of different parts of receiver on the error probability when receiving wideband signal under narrowband harmonic interference.

В сучасних системах зв'язку знаходять широке застосування шумоподібні сигнали (ШПС). Такі сигнали зазвичай мають достатньо велику базу (сотні – тисячі), достатню скритність та завадостійкість. Також в системах, де застосовують ШПС, рівень сигналу може бути в декілька разів менше рівня шуму.

Однак високий рівень завадостійкості ШПС не робить його повністю захищеним від завад. Існують деякі види завад, які використовують вразливості ШПС, та можуть ефективно йому протидіяти. Однією з таких завад є вузькосмуговий гармонійний сигнал, з частотою, що незначно відрізняється від середньої частоти ШПС. Вплив такої завади має місце тільки для схеми прямого перетворення, що активно використовується в недорогих приймачах завдяки своїй простоті. Вузькосмугова завада викликає ефект биття частоти завади та гетеродину, що призводить до спотворення прийнятої послідовності.

Проводити аналіз впливу завади на схему приймача ШПС аналітичним шляхом досить складно, тому що схема, що приведена на рисунку 1, складається з багатьох блоків, що по різному впливають на ймовірність прийому, та не завжди можливо виразити цей вплив в аналітичній формі. Тому для аналізу доцільно використовувати комп'ютерне моделювання.

Подібне моделювання вже проводилося в деяких роботах. Однак моделі, що дозволяла б проводити експерименти з великою кількістю переданих інформаційних символів, створено не було. Існуючі моделі дозволяють провести моделювання для інформаційних послідовностей до $10^4 \dots 10^5$ біт за досить малий час. Однак, щоб провести моделювання для ймовірності помилки, наприклад, 10^{-6} , необхідно змоделювати передачу 10^6 біт інформації. Це складно провести на існуючих варіантах моделей внаслідок значного зростання часу виконання. Слід зазначити, що для побудови графіків залежностей, моделювання зазначеної кількості

біт необхідно провести для кожної точки графіку, що значно підвищує загальний час моделювання.

Модель приймача (рисунок 1) було створено в програмному пакеті MATLAB. Головна ідея для досягнення високої продуктивності моделі – розбиття інформаційного сигналу на декілька інтервалів та одночасне їх моделювання, з метою використати переваги сучасних мультипроцесорних систем. Було проведено моделювання для різних сигналів на фоні білого шуму та вузько смужової завади. В ході моделювання також змінювалися деякі параметри моделі, щоб дослідити їх вплив на завадостійкість. З отриманих результатів найбільш цікавими є дослідження впливу амплітудного обмежувача та частоти вузькосмужової завади на завадостійкість моделі.

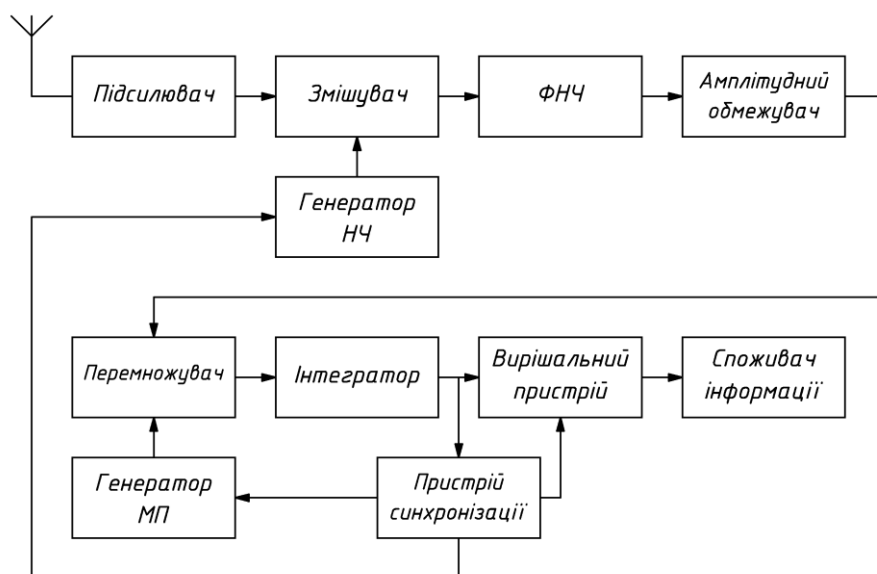


Рисунок 1 – Структурна схема приймача ШПС

Як показало моделювання, амплітудний обмежувач, який доцільно використовувати для забезпечення рівномірності АЧХ в класичних схемах з високим відношенням сигнал/шум, виявляється неефективним у випадку схеми прийому ШПС та негативно впливає на завадостійкість системи.

Частота завади досить значно впливає на завадостійкість моделі. При чому є деяка оптимальна частота, значення якої залежить від виду модулюючої послідовності ШПС, а саме від кількості логічних одиниць та нулів, що знаходяться поряд один з одним.

Розроблена модель має досить малий час одного прогону, що складає близько 80 с. для моделювання 10^6 біт переданої інформаційної послідовності, при базі модулюючої послідовності 13. Також модель дозволяє проводити значну кількість експериментів, додавати різні блоки обробки сигналу, змінювати параметри шуму, вид завади, інформаційну та модулюючу послідовність тощо.

**PROSPECTS FOR RESUMPTION OF THE METEOR RESEARCH
ON THE BALAKLIIA GEOPHYSICAL COMPLEX**

Ovcharenko K. S.

Scientific supervisor – Dr. Sci., Prof. Antipov I. E.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Dep CRETISS

+380-66-032-38-00,

e-mail: kostiantyn.ovcharenko@nure.ua

In recent years, studies of meteor trails, that remain after the destruction of cosmic particles in the Earth's atmosphere, have become increasingly popular. The number of countries participating in meteor research programs is constantly growing. Ukraine also has the necessary facilities for such research. These are two meteor radars located on the territory of the Balakliia geophysical complex of the Kharkiv National University of Radio Electronics. However, at the moment the equipment is outdated, badly worn out and requires repair and modernization. This work is devoted to assessing the prospects for resuming meteor research at the Balakliia geophysical complex.

When a cosmic particle enters the Earth's atmosphere, it heats up and breaks down, leaving behind a trail of ionized gas. This trail is called a meteor trail and is capable of reflecting radio waves. A radio signal reflected from a meteor trail can contain a fairly large amount of useful information. Long-term observations make it possible to form statistics on changes in meteor activity and the distribution of meteoric matter in outer space [1]. For research, special meteor radars are used. In Ukraine, this direction is represented by the Balakliia Geophysical Complex (BGC) of the Kharkiv National University of Radio Electronics.

At the moment, the BGC is not operated and is in a state of conservation. Long downtime has negatively affected the condition of the equipment. Therefore, the first priority is to assess the prospects for the renewing of meteor research, taking into account the possibilities for the restoration of worn or damaged equipment.

The Balakliia geophysical complex has two installations for meteor research: the Meteor Automated Radar System (MARS) and the VETA complex. MARS is designed to collect data on meteors for astronomical, geophysical and applied problems.

It allows to determine the time of the appearance of the meteor; coordinates of the meteor trail; the speed of the meteoroid and many other parameters. The VETA system is designed to study the dynamic parameters of the Earth's atmosphere. More detailed information about these complexes is presented in [2]. The task of restoring systems and resuming their work can be divided into two stages. At the first stage, it is necessary to restore the functionality of the complexes. It is recommended to start with the VETA complex, as the most economical in

terms of maintenance costs and electricity consumption. It is planned to develop new transistor transmitter modules instead of obsolete tube transmitters to reduce power loss in antenna-feeder systems.

The digital block also should be modified, since it is made on an outdated element base. In addition, it is necessary to provide protection against hindrances. Equipping the complex with a modern computer will allow using more complex and advanced data processing algorithms.

The MARS complex is more advanced and informative than VETA, but at the same time more complex in terms of technical composition. Due to the high complexity of the device, it is recommended to automate the process of restoration and modernization at least at the level of checks and calibrations. It should also be noted the need to improve the outdated anti-jamming system.

The greatest difficulty is restoring the operability of the MARS transmitter, since it uses radio tubes that have already been discontinued. The greatest modernization potential is the creation of a more advanced high-voltage rectifier for powering the anodes of lamps of a powerful output stage. Also, over many years of operation, some elements of the MARS antenna-feeder device have become unusable.

Repair and replacement of various structural parts, such as high-frequency cables, is required. The second stage of modernization should include: transition to digital methods of processing and storing information; application of complex signals; automation of the measurement process; improving the means of measuring and controlling the characteristics of the equipment; development of new algorithms for primary and secondary processing.

In recent decades, there has been an increase in both the number of meteor radars around the world and the number of countries participating in meteor research programs. This indicates the relevance of this direction [1]. From this we can conclude that the resumption of meteor studies at the Balakliia geophysical complex is promising. However, the process of restoration and modernization of the complex is associated with significant difficulties due to the technical complexity of the systems and the outdated element base.

List of sources used:

1. Antipov I. E. Modern means and methods of radar meteor research / I. E. Antipov, A. A. Kostyrya, A. I. Shkarlet // Radio engineering: all-Ukrainian interdepartmental scientific and technical collection - 2010. - Issue. 160. - P. 39-46.
2. Oleinikov A. N., Lizogub V. V. Equipment for radio observations of the drift of meteor trails of the Kharkiv Institute of Radio Electronics // Global system of meteor observations. M.: 1987. P. 23 - 31.

ШИРОКОПОЛОСНА СПІРАЛЬНА АНТЕННА З МІКРО-ПОЛОСКОВОЮ УЗГОДЖУЮЧОЮ ЛІНІЄЮ

Плетяний Б.Р.

Науковий керівник – д.т.н., проф. С'янов О. М.

Дніпровський державний технічний університет «ДДТУ»

(51918, Кам'янське, Дніпробудівська 2а, каф. Апаратури радіозв'язку,
радіомовлення і телебачення, тел. (067) 397-79-57)

e-mail: wolfhitav@gmail.com, тел. (097) 013-03-09

This work is devoted to the technology of information and communication systems. The evolution of data transmission means requires a larger bandwidth, so a wide-pole spiral antenna with a Tapered microstrip balun is used for this.

Ефективність та стабільність роботи мереж прийому та передачі даних в основному залежить від каналу передачі, не дивлячись на те що провідні опто-волоконні лінії можуть забезпечити високу швидкість та стабільність передачі даних не завжди можливо підключитися до мережі.

У більшості випадків спіральна антена складається зі спірального малюнка тонкої металевої фольги, вигравірованого на підкладці, що підключається з центру. Спіральні антени випромінюють двонаправлено. Однак Це можна вирішити, додавши до спіральної антени резонатор із втратами напруги або додавши поглинаючі матеріали. Він поглинає зворотне випромінювання від спіралі, забезпечуючи широку смугу пропускання за рахунок зменшення відбиття від площини землі.

Спіральні антени класифікуються на кілька типів; квадратна спіраль, зірчаста спіраль, спіраль Архімеда та рівнокутна спіраль. Квадратна спіральна антена має ті ж переваги, що й кругла архімедова спіральна антена на нижчих частотах. Однак квадратна спіральна геометрія, менш частотно-незалежна на високих частотах. Зірчаста спіраль забезпечує таке ж зменшення розміру, як і квадратна спіраль, і вона дозволяє щільніше упакувувати масив, ніж квадратна спіраль. Однак одним із головних недоліків зіркоподібної та квадратної спіральної антени є її розсіювальна поведінка. Спіраль Архімеда є найкращою конфігурацією через її широку смугу пропускання та можливість меншого розміщення масивів. Рівнокутні плоскі спіральні антени мають схожі характеристики зі спіраллю Архімеда.

Спіральні антени мають поляризацію яка дає можливість не заважати сусіднім антенам також при віддзеркаленні такого сигналу його поляризація змінюється та не буде прийматися на антену.

Спіральні антени також належать до класу антен, відомих як частотно-незалежні антени. Смуга пропускання спіральної антени може досягати 40:1 як для вхідного опору, так і для діаграми спрямованості. Найменший і найбільший окружності спіральної структури визначають їх відповідні верхню і нижню частоти зрізу.

Більшість попередніх досліджень спіральних антен базувалися на експерименті та теорії смуг. Смогова теорія визначається спіральною антеною, що працює в області, де окружність спіралі дорівнює довжині хвилі. Якщо антена має незалежні від частоти характеристики, її поверхня описується наступним рівнянням.

Однією з суттєвих переваг спіральної антени є те що вона печатна що дозволяє дуже легко виготовляти їх на тому ж обладнанні що і печатні плати.

Спіральна антена має великий коефіцієнт стоячої хвилі, проте це можна виправити з допомогою завантаження антени узгоджувачим резисторами та розміщення його всередині підкладки. Однак резистивного навантаження недостатньо для усунення стоячих хвиль вищих частот. Таким чином, він був замінений уздовж спіральної антени. Однак це призвело до небажаних ефектів, і багато енергії розсіювалося під час навантаження.

Резонатор покращує характеристику низькочастотного імпедансу та осьове співвідношення спіралі, зменшуючи відбиття від кінця кожного плеча спіралі. Крім того, для зменшення відбитих струмів від кінців плеча незбалансованої архімедової спіральної антени до порожнини можна застосувати кільцеподібний поглинаючий матеріал. Він також поглинає зворотне випромінювання від спіралі, створюючи широку смугу діаграми, зменшуючи відбиття від площини землі, яке спричиняє нульове випромінювання діаграми. Однак резонатор із втратами створює зменшення посилення через втрати. Без підкладки спіральні антени мають двонаправлене випромінювання, що небажано. Тому спіральні антени використовують з рефлекторами для отримання односпрямованого випромінювання.

Спіральна антенна має досить великий імпеданс, проте це не викликає великих проблем бо за часту антену використовують в тондемі з мікрополосковими узгоджувачими лініями. На відміну від несиметричної смужкової лінії з малим значенням діелектричної проникності підкладки, в мікрополоскових лініях електромагнітне поле концентрується між мікросмужкою та заземленою основою (екраном), тому втрати на випромінювання зменшуються.

Список використаних джерел:

1) Constantine A. Balanis ANTENNA THEORY analysis and design (2 видання (29 травня 1996 р.)) 960 с.

2) Thomas A. Milligan Modern Antenna Design 2nd Edition Wiley-IEEE Press; 2nd edition (July 11, 2005)

УДК 621.391

СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИГНАЛІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЙОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ СКЛАДОВИМ ВЕКТОРНИМ ВИПАДКОВИМ ПРОЦЕСОМ

Репечінський О.В.

Науковий керівник – професор каф. ІМІ Тихонов В.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІМІ,
м. Харків, Україна

тел. +38(096)-77-28-195 , e-mail: oleksandr.repechinskyi@nure.ua

The work investigates the SVRP model of the process vector, which consists of subvectors of shorter length, and its properties for the analysis and modeling of non-stationary data with trend and seasonal components. The change in the frequency of a single-mode signal with an increase in the length of the subvector was studied and formulas for its estimation were proposed. The use of the SVRP model and decimation as methods of long-term analysis are compared. It is shown that the use of a long-term model of the AR signal in the SVRP presentation allows to obtain an increase in resolution.

В роботі розглянуто можливості розробленого подання випадкового сигналу у вигляді складового векторного випадкового процесу (СВВП) для аналізу параметричної спектральної щільності потужності (СЩП). Досліджено застосування СВВП для синтезу та аналізу стаціонарних та нестационарних випадкових процесів, синтезу моделі авторегресії (АР) [1, 2]. Увагу приділено на вплив довжини підвектора СВВП на положення моди СЩП, роздільну здатність двох близько розташованих за частотою мод з використанням моделі АР. Актуальність роботи пов'язана із застосуванням СВВП [3] для вирішення типових завдань оцінки СЩП, підвищення роздільної здатності СЩП, синтезу випадкових процесів із заданими спектральними характеристиками, а також моделюванню та довгостроковому аналізу випадкових процесів. Мета роботи полягає у дослідженні основних потенційних можливостей уявлення випадкового процесу у вигляді СВВП для аналізу його СЩП [4]. Показано подібність та відмінність уявлення процесу СВВП з методом децимації при довгостроковому аналізі, що здійснюється шляхом зниження частоти дискретизації. Отримані спектральні оцінки підтверджуються оцінками СЩП з використанням СВВП процесів, та одержаних корелограмним методом. Процеси у статистичній радіотехніці можна уявити як вектор, координатами якого є його відліки. У ряді випадків цей вектор корисно представити як послідовність підвекторів меншої довжини, ніж сам вектор. Наприклад, для процесів із сезонною складовою, яка складається з середньомісячних температур, довжина підвектора становить 12 відліків. У роботі запроваджено та досліджено поняття моделі СВВП вектора процесу, що складається з підвекторів меншої довжини. Подано основні властивості такої моделі процесу, який має кореля-

ції підвекторів. Побудовано модель АР корельованого випадкового процесу у СВВП поданні. Для імітаційного моделювання випадкового процесу використовувався зв'язок коренів характеристичного рівняння та коефіцієнтів АР. Показано деякі аспекти використання моделі СВВП для аналізу та моделювання нестационарних даних, що містять трендову та сезонну складові. Використання моделі СВВП дозволяє аналізувати вид нестационарності, що враховує довгострокову зміну сезонної складової.

За допомогою запропонованої процедури порівняно просто формується процес АР в СВВП поданні за заданими частотами мод СЦП. Аналіз властивостей довгострокової СЦП вказує на подібність обробки сигналів на основі СВВП з процедурою децимації як методу довгострокового аналізу шляхом зниження частоти дискретизації. Проте ця схожість обмежена. При децимації більшість даних відкидається, а при використанні моделі СВВП враховуються всі дані при усередненні щоб одержати оцінки СЦП. Ця відмінність наочно демонструється під час аналізу довгострових змін температур, коли відкидання даних призводить до втрати інформації, і, зрештою, до спотворення СЦП.

У роботі досліджено зміну частоти одномодового сигналу зі зростанням довжини підвектора. Запропоновано формули для оцінки частоти, що зв'язують теоретичну частоту моди, що задається при синтезі формуючого фільтру, з отриманою оцінкою, при збільшенні довжини підвектора. Показано, що використання довгострокової моделі АР сигналу в СВВП поданні дозволяє отримати більше розрізнення мод СЦП.

Збільшення частоти моди зі зростанням довжини підвектора служить основою отримання високої роздільної здатності. Показано, що різниця частот положення мод у СЦП збільшується і роздільна здатність зростає зі збільшенням довжини підвектора. Цей ефект продемонстровано на двомодовому сигналі. Зі збільшенням довжини підвектора спостерігається зростання відстані між частотами мод. Це дозволяє сподіватися на підвищення розділу СЦП сигналу з близько розташованими частотами мод. Для підтвердження знайдених спектральних оцінок у СВВП представленні, отримані корелограмним методом оцінки двомодової СЦП в СВВП поданні. Практичний збіг отриманих оцінок частот мод підтверджує результати досліджень, що базуються на моделюванні АР.

Список використаних джерел. 1. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1974. – Вып.1. – 406 с. 2. Марпл.–мл. С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. – М.: Мир, 1990. – 584 с. 3. Тихонов В.А., Филь И.О. Статистическое моделирование составных векторных случайных процессов // Радиотехника. –2011 – №165 – С. 7-9. 4. V.A. Tikhonov, K.V. Netrebenko, and I.O. Fil. Correlation Analysis of Compound Vector Random Processes// Telecommunications and Radio Engineering, Begell House Inc., New York City, USA, 2015, Vol. 74, #13, pp. 1167 – 1173.

ПОРІВНЯННЯ СХЕМ МОДУЛЯЦІЙ ДЛЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ 5G I 6G

Фесенко А.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Іванова О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРiCTЗІ, м. Харків, Україна
тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: Антон Фесенко
anton.fesenko@nure.ua.

The report provides an overview of modulation schemes used in 5G/IMT-2020 and 6G wireless communication systems. The main focus is on modulation techniques used at the physical layer of these systems. The report explores the advantages and disadvantages of different modulation schemes and their suitability for 5G/IMT-2020 and 6G systems.

Для систем зв'язку 5G та 6G має забезпечуватися підтримка не тільки величезної кількості користувачів, але й абсолютно різних типів підключень з різними вимогами.

Традиційна схема модуляції OFDM, яка є базовою для 4G, не може задовольнити вимоги до систем зв'язку майбутніх поколінь, тому для таких систем зв'язку потрібні нові типи модуляції з набагато меншим рівнем позасмугового випромінювання.

Новий тип модуляції для мереж зв'язку майбутніх поколінь повинен мати зворотну сумісність із традиційною схемою модуляції OFDM, а також відрізнятися такими ключовими характеристиками як: висока спектральна ефективність; мінімальні вимоги до синхронізації; гнучкість.

Для зменшення позасмугового випромінювання можуть використовуватися тип модуляції, заснований на піддіапазонній фільтрації. Два основні з них: багаточастотна передача з універсальною фільтрацією UFMC (Universal Filtered Multi-Carrier) і так звана модуляція OFDM з фільтрацією (F-OFDM).

При використанні технології UFMC фільтрується не кожна підносійна окремо, а група підносійних частот (піддіапазонні блоки), що складаються з певної кількості сусідніх частот.

Оскільки смуга пропускання фільтра в UFMC набагато ширша, ніж у методів модуляції, заснованих на формуванні імпульсів, тривалість у часовій області виявляється набагато коротшою. Отже, завади, викликані хвостовою частиною фільтра, можна легко усунути, задаючи необхідну довжину нульового заповнення (Zero-Padding, ZP).

Такий підхід дозволяє зменшити позасмугове випромінювання порівняно з технологією OFDM. Потенційна перевага використання технології UFMC - зниження складності алгоритмів основної частоти.

Фільтрування OFDM (f-OFDM) має схожу з UFMC структури переда-

вача. Основна відмінність полягає в тому, що у технології f-OFDM використовується циклічний префікс і зазвичай допускається залишкова міжсимвольна інтерференція. Крім того, у приймачі знижена дискретизація може застосовуватися перед операцією дискретного перетворення Фур'є, внаслідок чого може бути знижена обчислювальна складність обробки сигналу в приймачі.

Це можливо, оскільки циклічний префікс може знизити вплив більшої частини завад, що створюються хвостовою частиною фільтра. Залишкові завади мають значно меншу потужність і можуть бути розглянуті як шум.

Таким чином, для технології F-OFDM може використовуватися фільтр з більш довгою імпульсною характеристикою порівняно з UFMС. При цьому він також матиме краще згасання поза діапазоном.

Застосування канального кодування дозволяє нівелювати зниження продуктивності систем, викликане залишковими завадами f-OFDM. Ще однією відмінною рисою F-OFDM від UFMС є те, що рознесення піднесувальних і довжина циклічного префікса при використанні технології F-OFDM не повинна бути однаковими для різних користувачів.

Отже, дослідження схем модуляції є важливим кроком у розвитку безпроводних комунікаційних систем, і відповідний вибір схеми модуляції залежить від конкретних вимог та умов каналу передачі.

Для досягнення максимальної ефективності передачі даних потрібна детальна оцінка різних схем модуляції та їх відповідність потребам конкретної системи.

Крім класичного OFDM, на сьогоднішній день технології UFMСі F-OFDM можна вважати основними технологіями мереж зв'язку майбутніх поколінь.

Список використаних джерел:

1. FBMC-based air interface for 5G mobile: Challenges and proposed solutions. [Електронний ресурс]: FBMC-based air interface for 5G mobile: Challenges and proposed solutions | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore Дата звернення: 20.03.2023.

2. 5G Communication Networks and Modulation Schemes for Next-Generation Smart Grids. [Електронний ресурс]: 5G Communication Networks and Modulation Schemes for Next-Generation Smart Grids | SpringerLink. Дата звернення: 25.03.2023.

3. J. Abdoli, M. Jia, J. Ma. Filtered OFDM: A new waveform for future wireless systems // Proc. IEEE 16th Int. Workshop Signal Process. Adv. Wireless Commun.(SPAWC), Stockholm, Sweden, Jun.2015, pp. 66-70.

УДК 621.396.946:004.7]

STARLINK ЯК ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ЗВ'ЯЗКУ МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ (ММДХ)

Чигірьов І.М.

Науковий керівник – к.т.н. доцент Щербина О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІРТЗІ
м. Харків, Україна

тел. +38(099)2246550, email: ivan.chyhirov@nure.ua

The report provides an assessment of the prospects for the development of millimeter range communication systems based on the broadband satellite communication system - STARLINK. The technical characteristics of the modern communication system are considered: system architecture; technical characteristics of satellites (number of satellites and parameters of their orbits, prospects and ways of further development of technologies).

It is emphasized that for the current state of relations between Ukraine and the Russian Federation with aggression from Russia, it is very important for Ukraine to have reliable broadband access to the network for coordination of units of the Armed Forces of Ukraine and communication between them.

Сьогодні більша частина людства має доступ до всесвітньої мережі Інтернет, але технології все ще не дозволяють у будь-якій точці Землі отримати широкопasmовий доступ до мережі без використання складного та дорогого обладнання зв'язку.

З нинішньою ситуацією в Україні, надійний та швидкий доступ до мережі має вкрай важливу роль для військових операцій, їхнього координування та зв'язку між підрозділами у польових умовах, тому, з березня 2022 року компанія SPACE-X надала Україні доступ до мережі супутникового зв'язку Starlink.

На даний момент Starlink вже є величезною супутниковою системою. Перед компанією стоїть завдання до середини 2027 року запустити 42 000 супутників Starlink. На навколоземній орбіті знаходяться 4053 супутника, на висоті від 341км до 570 км, які розподілені у групи з нахилом орбіти від 0 до 358 градусів з кроком 2 градуси та здатні покрити доступом до мережі значну частину Землі, середня кількість супутників над Україною – 20.

Кожен із супутників має чотири фазовані антенні решітки, здатні працювати у сантиметровому та міліметровому діапазонах хвиль, сонячну батарею потужністю до 3кВт та систему лазерної передачі даних між супутниками, кожен супутник здатний обслуговувати до 64 абонентів зі швидкістю понад 160 МБіт\с.

Архітектура системи являє собою розташовані на поверхні Землі базові станції (шлюзи), мережу супутників – ретрансляторів на низькій навколоземній орбіті та приймальні абонентські станції на Землі.

Антенна приймальної абонентської станції має процесор ARM і опера-



тивну пам'ять для запуску програмного забезпечення для активної фазованої решітки (АФАР). Блок управління на друкованій платі виконано спеціально на замовлення для SpaceX.

Характеристики супутникової антени абонента: кут огляду антени: 100°; пилозахист: IP54; потужність живлення: 50 – 75 Вт; Габаритні розміри антени: 303 x 513 мм; підтримка стандартів: IEEE 802.11ac (Dual Band 3 x 3 MIMO).

Переваги системи Starlink: – покриття доступом до мережі всієї планети; низька ціна, Starlink орієнтується на надання дешевого широкосмугового супутникового доступу до Інтернету; відмінна швидкість - вже досягає 157 Мбіт/с. У планах швидкість буде лише на рівні 1 Гбіт/с. Недоліки системи Starlink: для безпосереднього приєднання до мережі мінімальна ціна комплекту обладнання - 300-800\$; доступ до Інтернету буде далеко не у всіх. Для 12000 супутників, доступно обслуговувати не більше 14.3 мільйонів наземних терміналів.

У табл.1 наведено порівняння параметрів супутників першого та другого поколінь супутникових систем Starlink.

Таблиця 1

Тип лінії передачі	Частота, ГГц	Частота, ГГц
	Перше покоління	Друге покоління
Супутник – абонент (DownLink)	10.7–12.7	10.7–12.7; 17.8–18.6 18.8–19.3; 19.7–20.2
Абонент – супутник (UpLink)	14.0–14.5	12.75–13.25; 14.0–14.5 28.35–29.1; 29.5–30.0
Супутник – шлюз (DownLink)	17.8–18.6 18.8–19.3	17.8–18.6; 18.8–19.3 71.0–76.0
Шлюз – супутник (UpLink)	27.5–29.1 29.5–30.0	27.5–29.1; 29.5–30.0 81.0–86.0

Порівнюючи характеристики двох поколінь системи, можемо зробити висновок, що сучасні технології зв'язку ММДХ швидко розвиваються, збільшуються несучі частоти та характеристики антен, використовуються більш досконалі технології модуляції та розподілення каналів. Це дозволяє швидко нарощувати пропускну здатність каналів зв'язку, які у майбутньому будуть доступні кожному абоненту у будь-якій точці на Землі. Запорукою цьому є система STARLINK. яка бурхливо розвивається.

Список використаних джерел:

1. Ніколаєнко, Б.А. (2022) – Сучасні супутникові системи зв'язку: навч. посібник. К.: ІСЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 146 с.
2. Офіційний сайт Starlink – <https://www.starlink.com/>
3. Офіційний сайт SpaceX – <https://www.spacex.com/>

АНТЕНА НА ОСНОВІ ФРАКТАЛУ КОХА

Сердюк С.Л.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Іванова О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки,

каф. КРiCTЗi, м. Харків, Україна

тел. +38(066) 553-12-09, e-mail: serhii.serdiuk@nure.ua

With the development of telecommunications technologies, there are requirements for more compact and modernized antennas. This work is devoted to the study of the antenna based on the Koch fractal. Advantages and examples of using the antenna based on the Koch fractal are given.

З розвитком систем бездротового зв'язку і збільшенням важливості бездротових додатків, широкосмугові та низькопрофільні антени користуються великим попитом як для комерційних, так і для військових застосувань. Багатодіапазонні та широкосмугові антени бажані в персональних системах зв'язку, малих супутникових терміналах зв'язку та інших бездротових програмах. Одним із шляхів створення таких антен є використання при розробці фрактальної геометрії. Першою конструкцією фрактальної антени з найбільш повно вивченими електромагнітними та спрямованими властивостями стала антена на основі префрактальної кривої Коха.

При побудові лінії Коха вихідний відрізок завдовжки l , іменований ініціатором фракталу, ділиться на три рівні частини. Щоб сформулювати першу ітерацію, прямолінійне перетворення масштабується до однієї третини початкової довжини, при цьому центральна лінія згинається на $\theta = 60^\circ$. Ілюстрація перетворення наведена на рис. 1. Друга і третя ітерації утворюються шляхом трансляції їх попередньої ітерації, яка з кожної сторони лінії має однакову довжину. В результаті утворюється ламана, що складається з чотирьох ланок довжиною $l/3$ кожна.

Кожен крок збільшує довжину результуючої кривої за наступним принципом:

$$L = z \left(\frac{4}{3} \right)^n, \quad (1)$$

де n - число ітерацій, z – довжина вихідної лінії.

Цей ефект мініатюризації антен є суттєвим лише за п'яти-шести перших ітерацій фракталу. Строго кажучи, в антенних рішеннях використовуються не справжні фрактали, а лише кілька перших їх ітераційних форм, що отримали в геометрії назву кривих, що заповнюють простір (Space-Filling Curves, SFC) або площину (Plane-Filling Curves, PFC). Крива Коха є однією з найбільш відомих фрактальних кривих і використовується в бага-

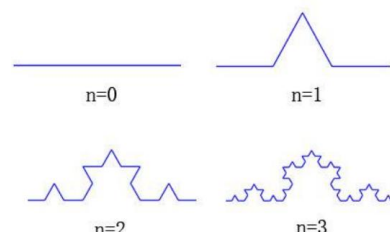


Рисунок 1 – Етапи побудовання фракталів Коха

тьох галузях, включаючи антенні технології.

Ось деякі переваги, які можуть бути пов'язані з використанням Кривої Коха як антени:

1. Більша довжина антени: Крива Коха має складну форму, яка може дозволити створювати більш довгі антени на обмеженій площі. Це забезпечує кращу ефективність антени в високочастотному діапазоні

2. Менша залежність від напрямку: Крива Коха може бути використана як антена зі спрямованою діаграмою направленості, але вона має меншу залежність від напрямку, порівняно з традиційними антенами, такими як диполь або петля. Це означає, що Крива Коха може приймати та передавати сигнали з більш широкого кута, що може бути корисним у додатках з обмеженим кутом прийому або в додатках, де сигнал має декілька джерел.

3. Більша ефективність: Крива Коха може забезпечити більшу ефективність в порівнянні з традиційними антенами в деяких застосуваннях. Оскільки Крива Коха має складну форму, вона може створювати більше граней та кутиків, що може допомогти збільшити ефективну площу антени.

4. Гармонійні коливання: Крива Коха має гармонійні коливання, що можуть дозволити отримати кращу якість сигналу. Це означає, що Крива Коха може бути особливо корисною в додатках, де потрібна висока якість сигналу, наприклад, в додатках радіозв'язку.

Крива Коха, як фрактальна антена, має широкий спектр застосувань в радіотехніці. Ось декілька прикладів використання Кривої Коха в різних додатках радіотехніки:

1. Антени для мобільних телефонів: Крива Коха може бути використана для виробництва компактних антен для мобільних телефонів та інших пристроїв з бездротовим зв'язком. Завдяки своїм перевагам, таким як широкий кут прийому та більша ефективність, вона може забезпечувати кращу якість зв'язку у порівнянні з традиційними антенами.

2. Радіодетектори: Крива Коха може бути використана як антена для радіодетекторів, що дозволяє збільшити ефективну площу детектора та забезпечити кращий прийом сигналів.

3. Антени для супутникового зв'язку: Крива Коха може бути використана для виробництва антен для супутникового зв'язку. Оскільки вона має широкий кут прийому, вона може забезпечити кращий прийом сигналів з різних напрямків.

Список використаних джерел. 1 Fractal Antenna Elements and Arrays. X. Yang, J. Chiochetti, D. Papadopoulos and L. Susman APTI, Inc https://spp.astro.umd.edu/SpaceWebProj/CV_PapaDoup_links/70_Fractal%20Antenna%20Elements%20and%20Arrays.pdf Дата звернення: 18.03.2023. 2. Потапов А.А., Гильмутдинов А.Х., Ушаков П.А.. Фрактальные элементы и радиосистемы: физические аспекты. / Под. ред. А.А. Потапова. - М.: Радиотехника, 2009. – С.200.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ШИРОКОСМУГОВОСТІ МІКРОСМУЖКОВИХ АНТЕН.

Частина 1: Вплив параметрів підкладки антени.

Жовнович А.В., Гілімханов Р.Р., Гармаш О.Ф.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Гавва Д.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРiСТЗi
м. Харків, Україна

тел. (057) 702-13-06, email: dmytro.gavva@nure.ua

The purpose of the work is to study methods for improving the design of microstrip antennas to expand its operating frequency band.

Сучасні мобільні телекомунікаційні пристрої (телефони, планшети, навігатори і т.д.) поєднують в собі безліч бездротових модулів. Розвиток техніки в галузі бездротового передавання даних має тенденцію до зменшення розмірів і збільшення функціональності. Отже, все менший простір виділяється для розміщення антен всередині пристрою. Це тягне за собою погіршення характеристик антен, в тому числі зменшення смуги робочих частот. В той же час у бездротових телекомунікаційних системах, за рахунок своїх переваг [1], знаходять широке застосування різноманітні види мікросмужкових антен (МСА). Але головним їх недоліком є вузькосмуговість, що може обмежити їх застосування у тих додатках, де, наприклад, використовуються широкосмугові сигнали. Отже метою циклу докладів є дослідження смуги робочих частот МСА при зміні параметрів підкладки і конструктивних особливостей антени. Загально відомо, що ширину резонансної характеристики кола характеризує добротність, тобто, переносячи на випадок антен, чим вище значення добротності, тим більш вузькосмуговою є антена. В рамках розв'язуваної задачі інтерес викликає максимально можлива смуга робочих частот. Тобто, необхідно знати мінімально досяжне значення добротності, яке в разі лінійно-поляризованої антени визначається за допомогою класичного виразу Чу [2].

Для робочої частоти $f_0=1$ ГГц була розрахована квадратна МСА (рис.1). Оцінку добротності антени Q здійснювали при зміні двох параметрів: відносної діелектричної проникності ε та товщини h підкладки (незалежно один від одного). Розраховані значення «першого наближення» резонансного розміру антени наведено у табл.1. Варіацією цих розмірів і положенням точки живлення домагалися узгодження МСА на частоті f_0 при її моделюванні у програмі Ansoft HFSS. На рис.2 наведено частотні залежності КСХ при різних комбінаціях проникності ε та h (а) фіксована $h=3$ мм, б) фіксована $\varepsilon=1$). Смугу узгодження визначали за рівнем КСХ=1,5. Розраховані значення Q також наведено у табл.1. та на рис.2.

З отриманих даних видно, що використання товстої підкладки

дозволяє наблизитися до межі Чу. Однак при зі збільшенням товщини підкладки зростають втрати в ній і зменшується ККД антени. На забезпечення максимальної робочої смуги частот в більший мірі впливає висота підкладки h . Це пояснюється тим, що резонансний розмір обернено пропорційний ε . При збільшенні діелектричної проникності підкладки зменшується резонансний розмір і, отже, зменшується смуга. А при збільшенні h резонансний розмір незначно зменшується, тобто не відбувається значних змін реального розміру антени, проте смуга також зростає. Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок, що при малих значеннях ε і великих значеннях h можна наблизитися до межі по добротності $Q_{\text{Чу}}$.

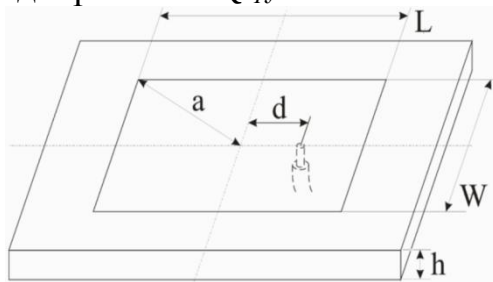
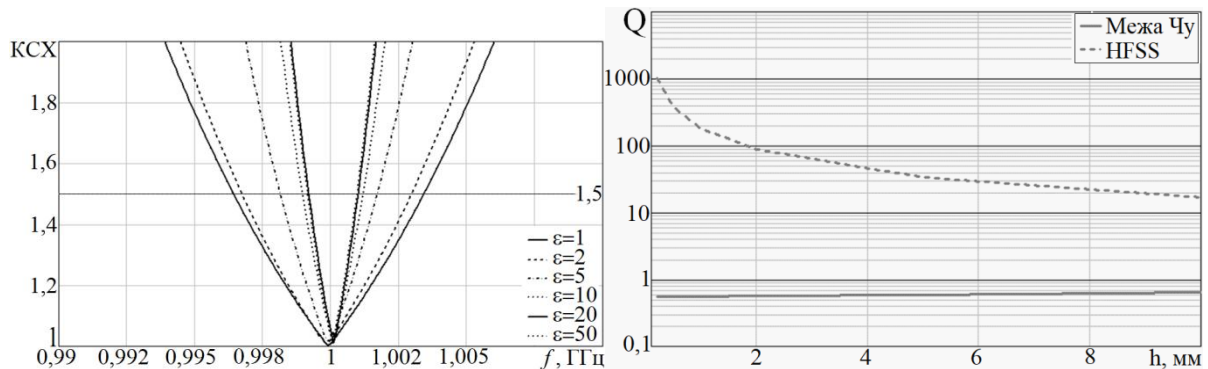


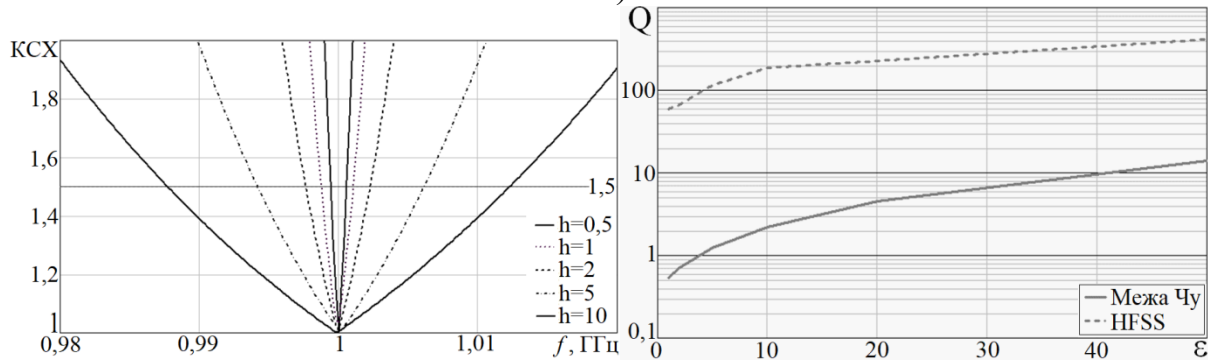
Рис. 1

дослідж.	Параметр МСА	Значення параметру					
№1 $h=3$ мм	ε	1	2	5	10	20	50
	W, мм	143,59	102,62	65,11	45,78	31,89	19,35
	Q	58,3	65,8	116,6	185,6	226,8	408,3
№2 $\varepsilon=1$	h , мм	0,2	0,5	1	2	5	10
	W, мм	0,2	0,5	1	2	5	10
	Q	1021,1	371,1	177,5	88,7	34	16,7

Табл.1



а)



б)

Рис.2

Список використаних джерел. 1. Панченко Б.А., Нефёдов Е.И. Микрополосковые антенны. – М.: Радио и Связь. – 1986. – 144 с. 2. Lluís Jofre Roca, Marta Martinez-Vazquez, Raquel Serrano. Handbook on Small Antennas, published by EurAAP Technical Working Group on Compact Antennas. – 2012. – 716 p.

УДК 621.396.67

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ШИРОКОСМУГОВОСТІ МІКРОСМУЖКОВИХ АНТЕН. Частина 2: Багаторезонансний метод.

Жовнович А.В., Гілімханов Р.Р., Гармаш О.Ф.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Гавва Д.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна

тел. (057) 702-13-06, email: dmytro.gavva@nure.ua

The purpose of the work is to study methods for improving the design of microstrip antennas to expand its operating frequency band.

Ця робота – продовження опису досліджень [1] методів вдосконалення конструкції мікросмужкової антени (МСА) для поліпшення її широкосмуговості. Один з підходів досягнення поставленої цілі полягає в збудженні пасивних (паразитних) випромінювачів відносно активного випромінювача, який в свою чергу, збуджується від лінії живлення (рис.1а). За рахунок появи другого резонансу утворюється загальна широка смуга робочих частот. Збудження паразитних випромінювачів можна здійснити при їх досить близькому розташуванні біля активного випромінювача, або при безпосередньому зв'язку, з використанням смужкового зв'язку (рис.1б). Загальна смуга робочих частот при цьому залежить від робочих частот одиночних випромінювачів.

Для дослідження була розрахована квадратна МСА з робочою частотою $f_0=2442$ МГц та підкладкою зі склотекстоліту (FR4) товщиною $h=1$ мм, діелектричною проникністю $\epsilon=4,4$, та втратами $tg\delta=0,02$. КСХ такої антени становив 1,025, смуга робочих частот за рівнем КСХ=2 дорівнювала $\Delta f=50,9$ МГц, що у відсотковому співвідношенні (відносна смуга робочих частот) становить $\delta f=2\%$. Граничне значення добротності $Q_{\text{ЧУ}}$ склала $Q_{\text{ЧУ}}=1,845$, а добротність за рівнем КСХ=2 становить $Q=33,9$. Тобто МСА мала вузьку смугу робочих частот та добротність далеку від граничної.

Проведено параметричні аналізи багаторезонансного методу для різних топологій МСА: з одним та двома пасивними випромінювачами поблизу випромінюючих країв МСА (рис.1в,а), з одним та двома випромінювачами поблизу невивромінюючих країв (рис.1г), з паразитними патчами навколо усіх сторін активного випромінювача (рис.1д), з безпосереднім зв'язком (рис.1б), з закороченими паразитними випромінювачами (рис. 1е). Параметричний аналіз полягав у варіюванні розмірів випромінювачів $W, L, L_1, L_2, \dots$, зазорів між випромінювачами S , зміни розташування точки живлення X . Як результат, при додаванні випромінювачів з'являється відповідна кількість додаткових резонансів, обумовлених збудженням паразитних елементів антени. Тобто, для випадку рис.1в отримано $\Delta f=128,6$ МГц, $\delta f=5,2\%$, $Q=13,43$, $Q_{\text{ЧУ}}=0,834$; для рис.1а отримано $\Delta f=204,8$ МГц, $\delta f=8,4\%$, $Q=8,431$, $Q_{\text{ЧУ}}=0,503$; для рис.1г $\Delta f=178,9$

МГц, $\delta f = 7,3\%$; для рис.1д $\Delta f = 301,9$ МГц, $\delta f = 12,36\%$; для рис.1б смуга частот збільшена у 5 разів; для рис.1е $\Delta f = 135,2$ МГц, $\delta f = 5,53\%$, $Q = 12,772$, $Q_{\text{ч}} = 0,805$. За рахунок збільшення площі апертури антени також вдалось збільшити коефіцієнт її підсилення.

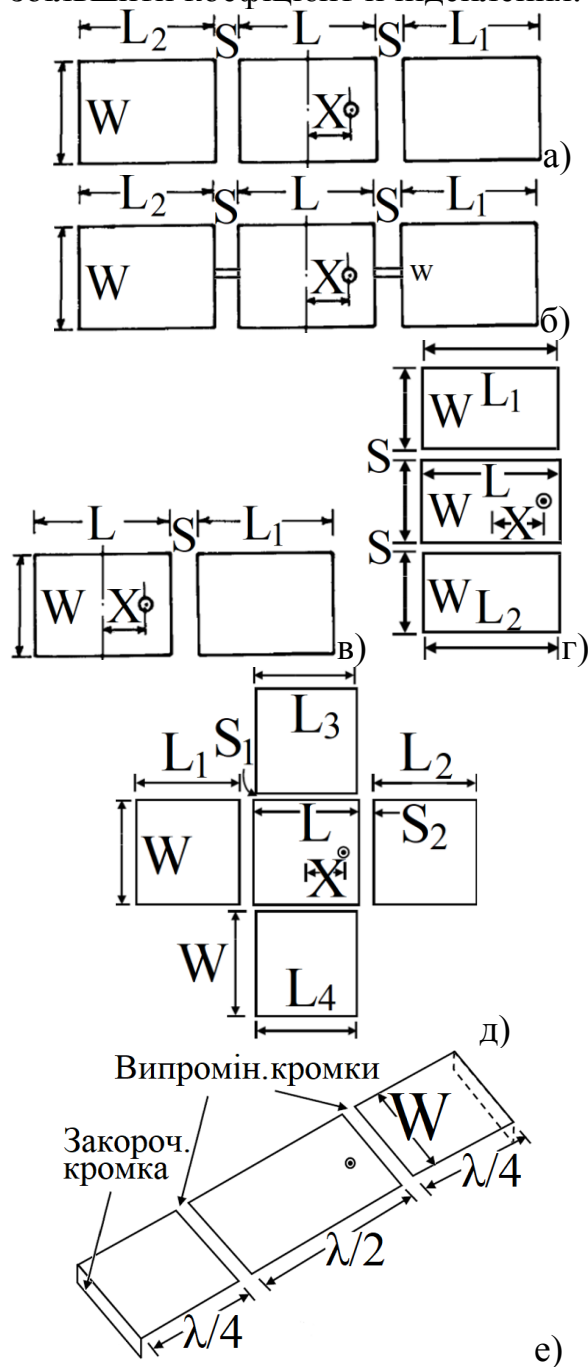


Рис.1

Зазначимо, що у зв'язку з різним ступенем електромагнітного зв'язку між патчами МСА на випромінюючих та не випромінюючих кромках отримано дещо різні результати експериментів. Загалом, розглянуті варіанти багаторезонансного методу розширення смуги частот дозволяє розширити смугу від 5 до 20%. Однак, при додаванні паразитних випромінювачів діаграма спрямованості (ДС) антени в смузі робочих частот сильно залежить від частоти, спотворюється за рахунок фазової затримки збудження паразитних випромінювачів, які утворюють малу антенну решітку, і набуває вже несиметричний вигляд (максимум ДС відхиляється), що є неприйнятним для багатьох застосувань МСА. Інший недолік – великі результуючі габаритні розміри, що не дозволяє використовувати такий модифікований випромінювач як елемент антенної решітки.

Окрім зазначених варіацій багаторезонансного методу для розширення смуги робочих частот можна також використати друковані диполі однакових чи різних розмірів поблизу не випромінюючих граней або поділити сам випромінювач на ряд вузьких смужок різної ширини.

Список використаних джерел. 1. Жовнович А.В., Гілімханов Р.Р., Гармаш О.Ф. Дослідження методів збільшення широкосмуговості мікросмужкових антен. Частина 1: Вплив параметрів підкладки антени // Збірник доповідей за матеріалами XXVII Міжнародного молодіжного форуму «Радіoeлектроніка і молодь у XXI столітті», Харків: ХНУРЕ, травень 2023 р.

УДК 621.396.67

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ШИРОКОСМУГОВОСТІ МІКРОСМУЖКОВИХ АНТЕН. Частина 3: Багатошаровий метод.

Жовнович А.В., Гілімханов Р.Р., Гармаш О.Ф.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Гавва Д.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна

тел. (057) 702-13-06, email: dmytro.gavva@nure.ua

The purpose of the work is to study methods for improving the design of microstrip antennas to expand its operating frequency band.

Ця, третя частина, є останньою з циклу докладів [1], які описують проведені авторами дослідження методів вдосконалення конструкції квадратної мікросмушкової антени (МСА) для розширення її смуги робочих частот. У цей раз розглянуто багатошаровий метод, який є логічним продовженням використання паразитних випромінювачів.

При реалізації такого методу, антена представляється у вигляді двох випромінювачів, один з яких збуджується від коаксіальної лінії, а інший – пасивний, розташований над ним на деякій висоті. Обидва випромінювача можуть бути виконані на різних підкладках. Для збільшення широкосмуговості випромінювачі розносять, і поміщають між ними діелектричний матеріал, за електричними властивостями схожий з повітрям, наприклад пінопласт. Орієнтація пасивного випромінювача може бути, як пряма (рис.1а), так і зворотна (рис.1б). Остання забезпечує додатковий захист від навколишнього середовища.

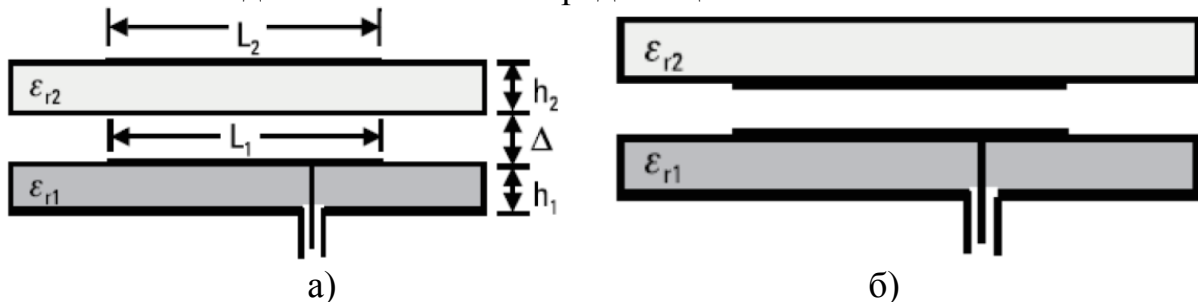


Рис.1

Отже об'єктом дослідження є МСА яка складається з двох склотекстолитових (FR4) підкладок, товщиною 2 мм. При оптимальних розмірах ($L_1=27,8$ мм, $L_2=28,4$ мм та зазором між підкладками $\Delta=0$ мм) антена має ширину смуги робочих частот $\Delta f=199$ МГц (8,15%), добротність $Q=8,67$, а межа $\text{Чу} - Q_{\text{Чу}}=1,876$.

Проведено параметричний аналіз багатошарового методу збільшення ширини робочої смуги частот. Величина зазору Δ між випромінювачами (підкладками) безпосередньо впливає на ширину смуги робочих частот. Зі збільшенням повітряного зазору зменшується ефективна проникність

верхнього випромінювача, в зв'язку з чим резонансні розміри паразитного випромінювача збільшуються, і збільшується розв'язка між випромінювачами, що тягне за собою зменшення радіусу петлі коефіцієнта відбиття, яка утворюється на діаграмі Вольперта-Сміта (рис.2).

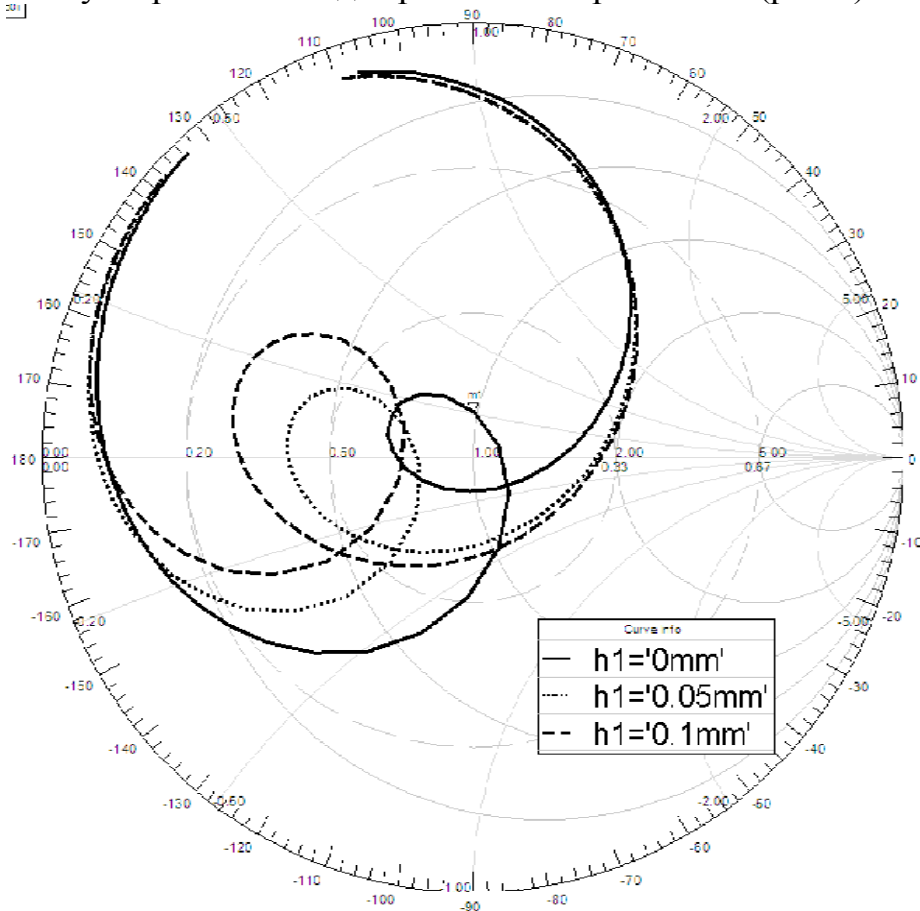


Рис.2

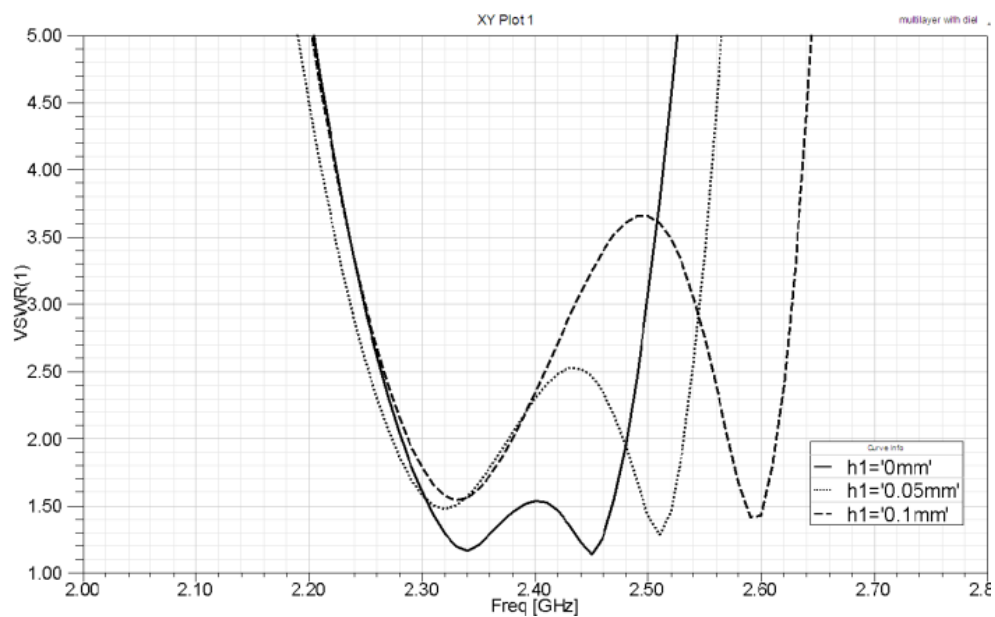


Рис.3

З рис.3 також видно, що зі збільшенням зазору між підкладками випромінювачів не тільки росте ширина смуги робочих частот антени, але й збільшується КСХ в цій смузі. Дещо росте нерівномірність (несиметричність) частотної залежності КСХ.

При варіації розмірів пасивного випромінювача відбувається наступне. При малих розмірах в досліджуваному діапазоні частот на діаграмі повних опорів змін не відбувається, це пов'язано з тим, що резонансні частоти випромінювачів сильно різняться. З наближенням резонансних розмірів пасивного випромінювача до резонансних розмірів активного випромінювача, на діаграмі повних опорів утворюється петля в верхньому частотному діапазоні. При подальшому збільшенні розмірів резонансна частота зменшується, і наближається до резонансної частоти активного випромінювача, і петля робить поворот в сторону зменшення частоти.

Також збільшення резонансного розміру супроводжується збільшенням петлі в зв'язку з більшою площею взаємодії двох випромінювачів. Причому якщо порівнювати діаграму спрямованості в отриманому частотному діапазоні, то можна відзначити, що зміни виявляються незначні, що є однією з переваг даного методу збільшення широкосмуговості МСА. Зміна розмірів пасивного випромінювача, також як і зміна зазору між підкладками активного та пасивного випромінювачів, приводить до зміни ширини смуги робочих частот та зміни (погіршенню) КСХ у цій смузі.

Метод може бути застосовано до випромінювачів будь-якої форми, та для максимальної широкосмуговості необхідно, щоб резонансні частоти активного і пасивного випромінювача були близькі один до одного.

Список використаних джерел.

1. Жовнович А.В., Гілімханов Р.Р., Гармаш О.Ф. Дослідження методів збільшення широкосмуговості мікросмужкових антен. Частина 1: Вплив параметрів підкладки антени та Частина 2: Багаторезонансний метод // Збірник доповідей за матеріалами XXVII Міжнародного молодіжного форуму «Радіoeлектроніка і молодь у XXI столітті», Харків: ХНУРЕ, 2023 р.

УДК 621.396.67

МОДЕЛЮВАННЯ АНТЕННОГО ФАКТОРА РАМКОВИХ АНТЕН

Василенко Д.І.

Науковий керівник – к.т.н.Огар В.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф.КРіСТЗІ.

м. Харків, Україна

тел. +38(095) 104-34-50, e-mail: valeriy.ogar@nure.ua.

This work is dedicated to the evaluation of the antenna factor of loop antennas using computer modeling.

Рамкові антени використовуються для вимірювання напруженості низькочастотних (9 Гц...30 МГц) магнітних полів. Електромагнітні поля цього діапазону мають високу проникливу здатність і є каналами витоку інформації. Завдяки своїй спрямованості рамкові антени використовуються [1] для пошуку засобів витоку інформації (відеокамер, диктофонів), дослідження ефективності екранування технічних засобів обробки інформації (комп'ютерів, принтерів, банківських автоматів). Рамкові антени випускаються промисловістю як пасивні (наприклад SAS-564 фірми А.Н. Systems), так і з широкопasmовим підсилювачем – активні антени (АИМ-ВЧ-0,1-30).



Рисунок 1 – Рамкова антена SAS-564

Напруженість магнітної складової електромагнітного поля H визначається через напругу U (що вимірюється аналізатором спектра, селективним мікрровольтметром або вимірювальним приймачем) та коефіцієнт калібрування антени – антенний фактор AF за формулою:

$$H (A / m) = U (B) \cdot AF (A / (m \cdot B))$$

Зазвичай величини виражаються в децибелах, тому напруженість поля виражається формулою:

$$H (дБА / м) = U (дБВ) + AF (дБА / (м \cdot В))$$

Для визначення антенного фактора антен зазвичай використовуються вимірювальні комплекси, що включають джерело заданого електромагнітного поля, в якому розміщена антена, що калібрується, і аналізатор спектра.

В даній роботі антенний фактор рамкової антени запропоновано обчислювати за допомогою комп'ютерного моделювання в програмі CST Studio Suite. Обрана антена SAS-564, для якої надається паспортна таблиця значень антенного фактора в діапазоні частот 9 Гц...30 МГц. Ця антена має 2 витки

проводу діаметром 30.5 см і навантажена опором 50 Ом. При моделюванні антени в режимі прийому була розміщена в полі плоскої електромагнітної хвилі напруженістю $E=1$ В/м перпендикулярно вектору напруженості магнітної складової поля плоскої хвилі H (рисунок 2а), де $H=E/120\pi=E/377=0,026$ (А/м), тобто $-51,5$ дБ А/м. Результати моделювання вихідної напруги в дБВ при різних частотах графічно показані на рисунку 2б.

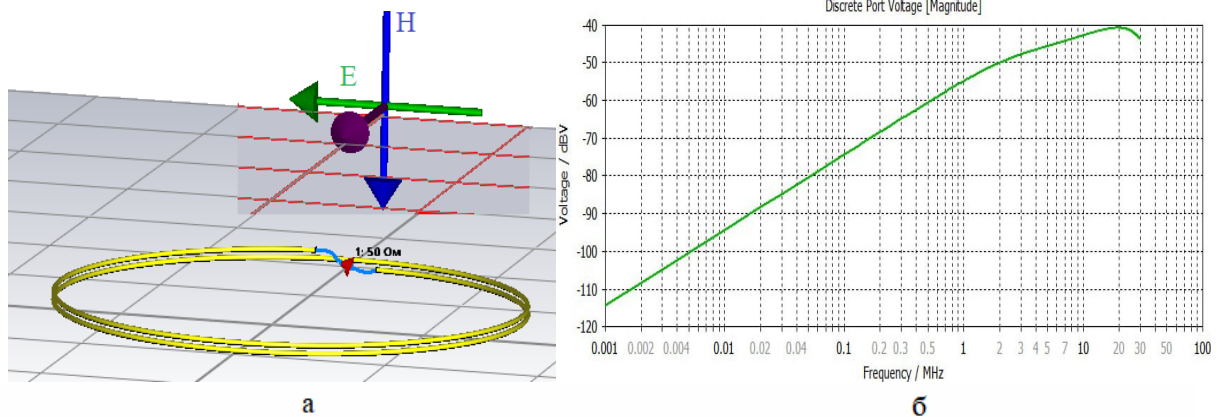


Рисунок 2 – Модель рамкової антени в полі плоскої хвилі (а) і вихідна напруга (б) (дБВ/МГц).

Таким чином, антенний фактор на кожній частоті дорівнює:

$$AF (\text{дБА} / (\text{м} \cdot \text{В})) = H (\text{дБА} / \text{м}) - U (\text{дБВ}) = -51,5 (\text{дБА} / \text{м}) - U (\text{дБВ})$$

Результати обчислень АФ на кожній частоті показано на рисунку 3 співпадає з паспортними даними для антени SAS-564 до частоти 10 МГц, де відхилення результатів не перевищує 5 дБ.

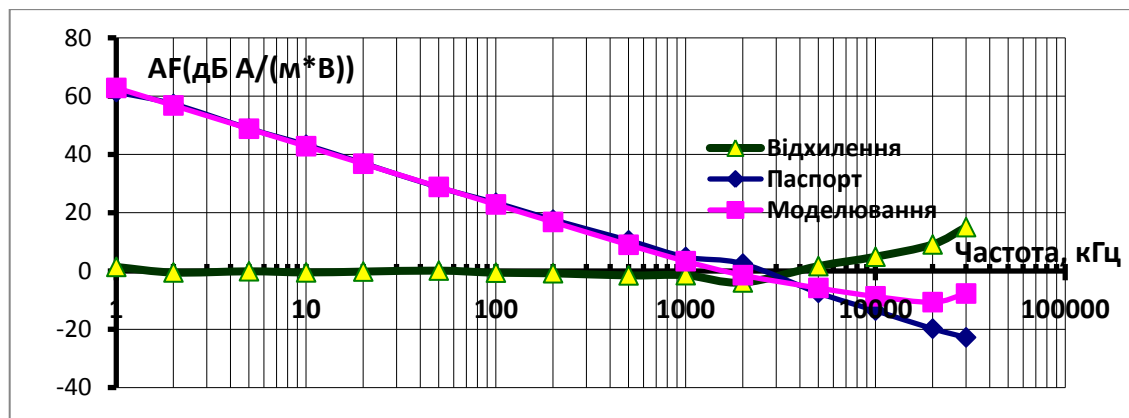


Рисунок 3– Результати вимірювань антенного фактора на різних частотах.

Список використаних джерел:

1. В.Галанский, А.Лаврентьев, М.Прокофьев. Точечные активные измерительные рамочные антенны в диапазоне частот 5 Гц...30 МГц. – Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні, вип. 11, 2005 р.

ДВОДІАПАЗОННА ДРУКОВАНА АНТЕНА ДЛЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ.

Частина 1: Розробка конструкції.

Желанов О.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Гавва Д.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна

тел. (057) 702-13-06, email: dmytro.gavva@nure.ua

The purpose of the work is the design of a compact dual-band antenna for mobile communication systems.

Незважаючи на те, що друковані антени (ДА) можна віднести до одних з найбільш добре вивчених типів НВЧ антен, вони все ще активно розвиваються і досліджуються [1]. Важливим фактором у застосуванні ДА для сучасних мобільних радіопристроїв залишається універсальність, широко-смуговість або багатосмуговість антени, тобто коли одна і та ж антена підходить для пристрою, що працює в декількох діапазонах хвиль або з широко-смуговими типами сигналів. Потреба компактності поруч із необхідністю працювати у кількох частотних діапазонах проклала шлях до пошуку нових рішень у реалізації антен.

З метою забезпечення роботи систем зв'язку стандартів IEEE 802.11b/g (2400 – 2484 МГц), IEEE 802.11a (5150 – 5350, 5725 – 5825 МГц) та HIPERLAN2 (5470 – 5725 МГц) було запропоновано компактну конструкцію уніпланарної дводіапазонної антени (рис.1а, табл.1).

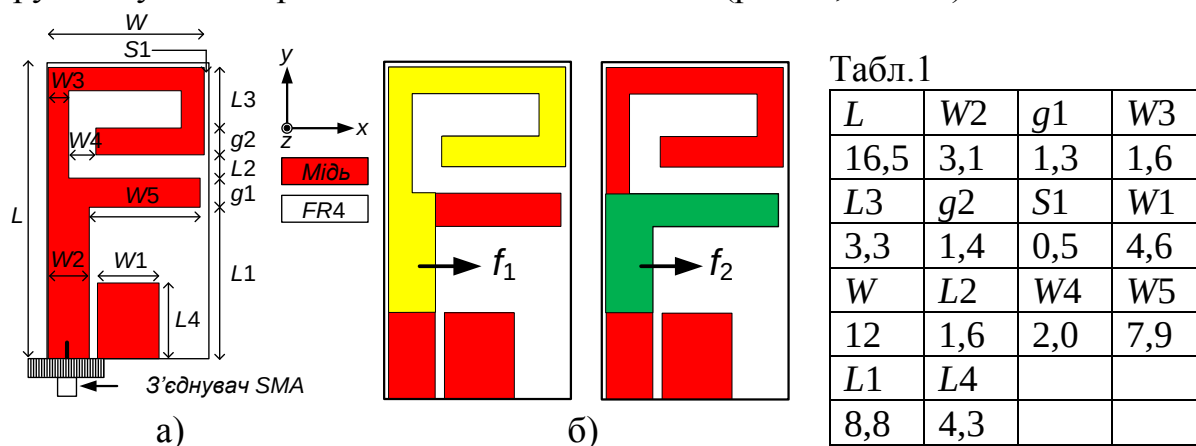


Рис. 1

Структура реалізується на склоепоксидній підкладці товщиною 1,6 мм (FR4), з діелектричною проникністю 4,4, і має компактні розміри 12×16,5 мм. Для отримання імпедансу 50 Ом використовується смужкова лінія живлення шириною 4 мм, і наявність постійного зазору 0,5 мм між заземлюючою пластиною та лінією живлення. Для отримання двох необхідних робочих діапазонів антени в одній електродинамічній структурі за допомогою 50 Омного ACS-фідера збуджуються два напівхвильові випромінюючі

смушки (L-подібна та е-подібна (рис. 1б)).

Механізм живлення антени є критичним чинником із погляду компактності. Часто структура живлення займає більшу частину загального розміру антени. Тому в антені, що особливо встановлюється в мобільних радіотехнічних пристроях, важливо використовувати компактні та ефективні конструкції живлення. Пропоноване в антені живлення за допомогою асиметричної копланарної смужкової лінії дозволяє реалізувати не тільки компактний вузол збудження, а й одношарову (односторонню) структуру антени. Цей механізм живлення аналогічний копланарному хвильоводному живленню, за винятком того, що на відміну від CPW живлення з двома бічними пластинами заземлення, живлення ACS має одну бічну пластину заземлення. Випромінювачі з різним типом живлення та з практично ідентичними геометричними параметрами мають подібні характеристики [2].

На рис.2а-г представлені такі характеристики спроектованої антени як: коефіцієнти відбиття S_{11} ; піковий коефіцієнт підсилення; діаграми спрямованості в Е- та Н-площинах на частотах 2,45 та 5,2 ГГц.

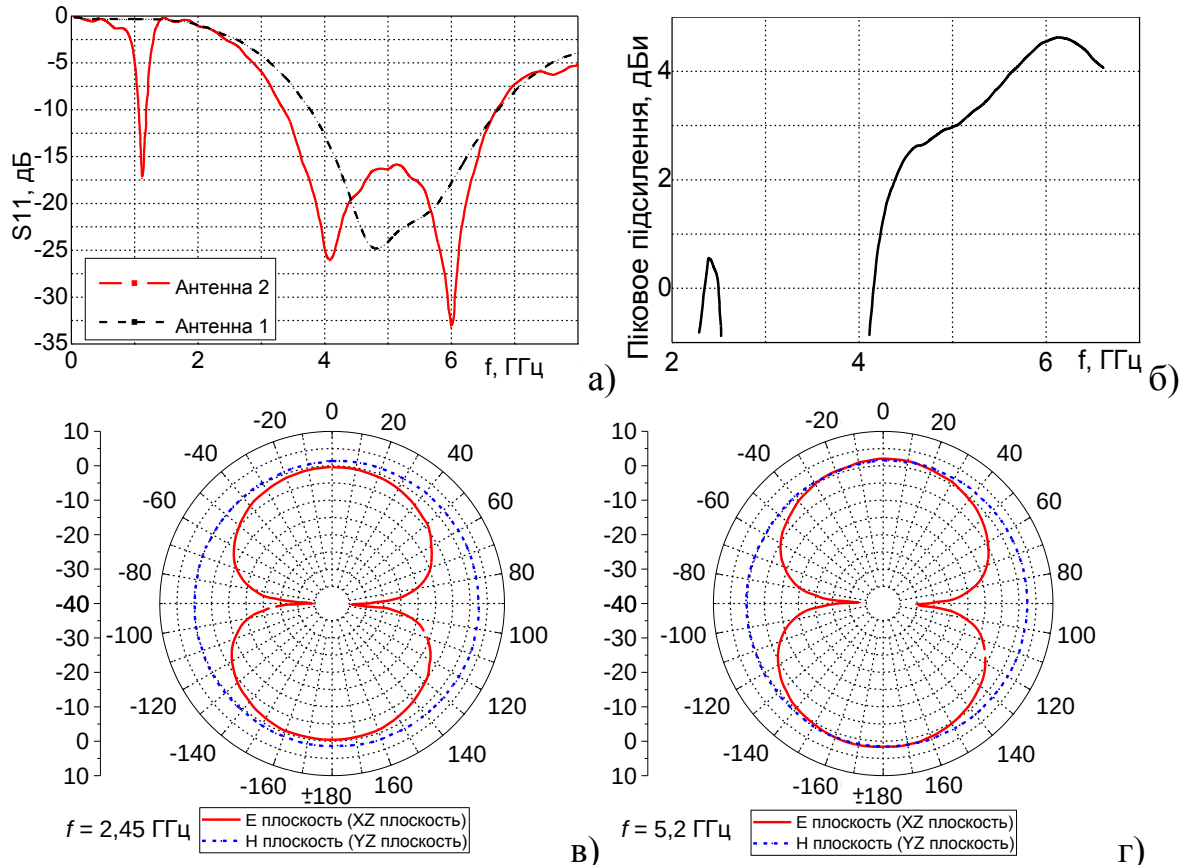


Рис.2

Список використаних джерел:

1. Wong K. L. Compact and broadband microstrip antennas. NY. John Wiley & Sons, 2002. 324 p.
2. Naidu P. V. Printed V-shape ACS-fed compact dual band antenna for bluetooth, LTE and WLAN/WiMAX applications. Microsyst. Technol, 2017. Vol. 23, No. 4. pp. 1005 – 1015.

ДВОДІАПАЗОННА ДРУКОВАНА АНТЕНА ДЛЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ БЕЗДРОВОГО ЗВ'ЯЗКУ.

Частина 2: Параметричне дослідження.

Желанов О.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Гавва Д.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна

тел. (057) 702-13-06, email: dmytro.gavva@nure.ua

The purpose of the work is the study of a compact dual-band antenna for mobile communication systems.

Мікросмушкові антени (МСА) відрізняються великою різноманітністю типів конструкцій, що дозволяє проектувальнику сучасної апаратури мати гнучкий і «зручний» матеріал для вирішення багатьох прикладних завдань в області бездротової передачі інформації або енергії.

Тому в [1] було вирішено одне з актуальних завдань – створення малогабаритної МПА (рис.1, таб.1), що забезпечує можливість працювати бездротовим радіопристроєм у кількох діапазонах частот, працювати з різними стандартами зв'язку.

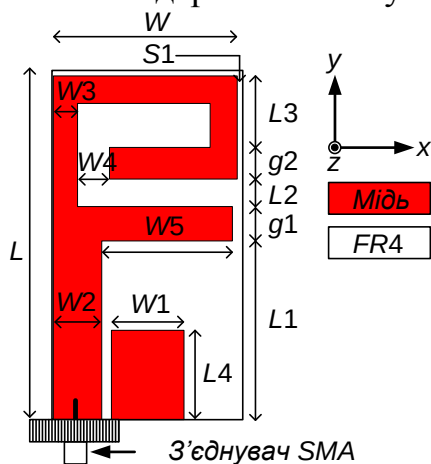


Рис. 1

Компактність та багатосмуговість антени досягалися шляхом інтегрування е-подібної випромінюючої смужки в асиметричну копланарну лінію живлення з вхідним імпедансом 50 Ом. Отримана смуга пропускання, що визначається за вхідним імпедансом, на рівні -10 дБ для такої дводіапазонної антени становить близько 100 МГц в діапазоні частот 2,4–2,5 ГГц і 2100 МГц в діапазоні 4,0–6,1 ГГц, що може бути використано для систем стандартів 802.11b/g/n/a/ax, HIPERLAN2, RFID, IoT, ISM обладнання та ін.

Табл.1

L	W2	g1	W3	L3	g2	S1	W1	W	L2	W4	W5	L1	L4
16,5	3,1	1,3	1,6	3,3	1,4	0,5	4,6	12	1,6	2,0	7,9	8,8	4,3

У конструкції антени кілька ключових елементів, таких як L-подібний смужок, е-подібний смужок та заземлююча пластина з ACS-живленням впливають на ефективність роботи антени при індивідуальному варіюванні довжини та ширини цих елементів. Відповідно, за необхідності зміни характеристик антени необхідно розуміти, як геометричні параметри змінюють її властивості. Для цього було проведено параметричний аналіз антени. На рис. 2а представлені результати моделювання залежності коефіцієнта відбиття від частоти при зміні X1 (випромінюючого елемента) з 5,5 до

7,5 мм. Зменшення $X1$ зсуває резонансну частоту 2,45 ГГц у бік великих значень і навпаки. Процес генерування першої резонансної моди не впливає на другу резонансну частоту. Т.ч. довжина випромінюючого елемента $X1$ відповідає за збудження резонансу в робочому діапазоні 2,45 ГГц.

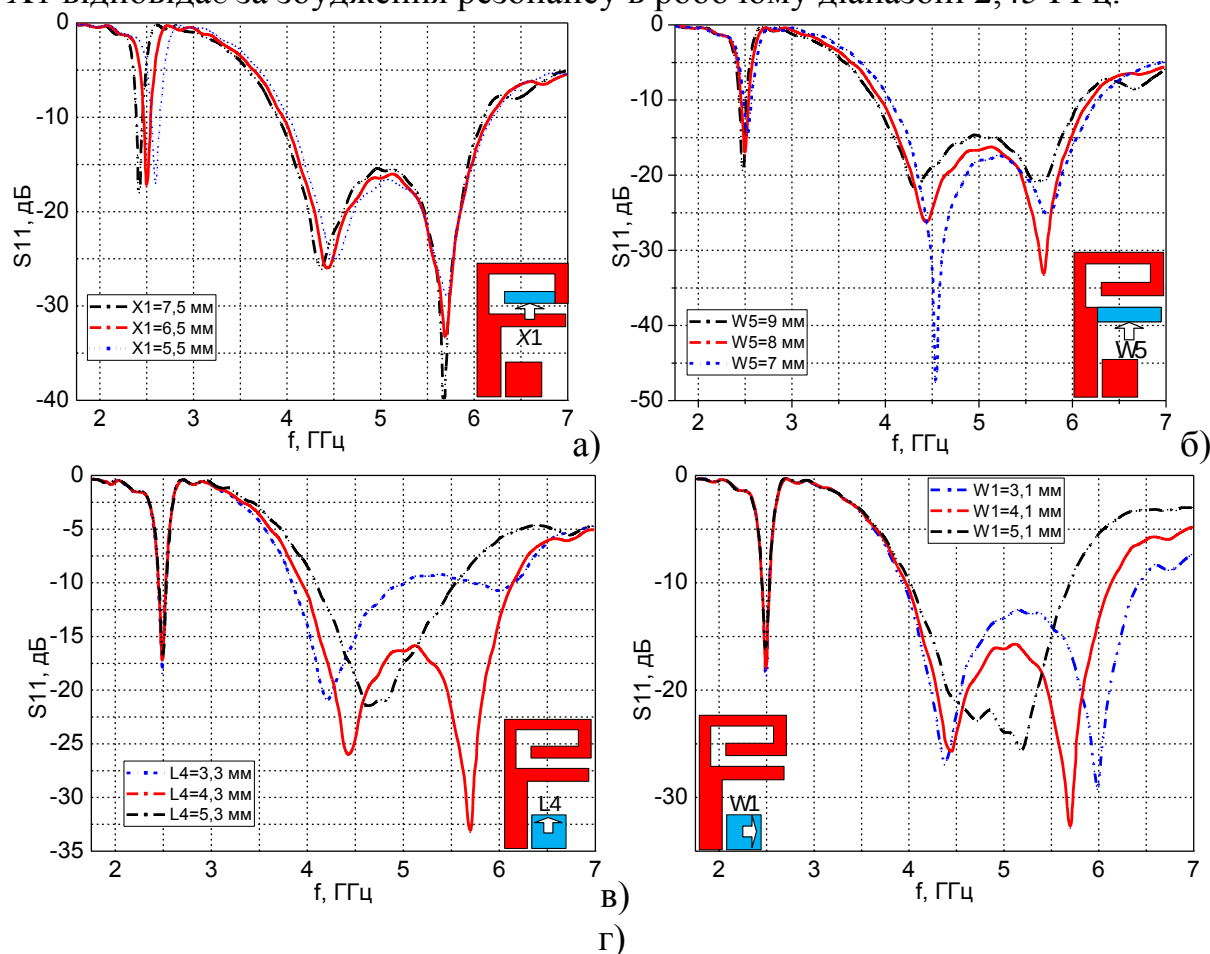


Рис. 2

Ефект зміни довжини L-подібного випромінюючого елемента з 7,0 до 9,0 мм у горизонтальному напрямку показано на рис. 2а. Зміна довжини $W5$ впливає на другу резонансну частоту при невеликій зміні першого робочого діапазону, внаслідок існування електромагнітного зв'язку між елементами антени. На рис. 2б представлені частотні залежності зворотних втрат S_{11} залежно від зміни розмірів елемента по вертикалі $L4$ з 3,3 до 5,3 мм. За такої зміни геометрії антени відбувається зміна її характеристик у другому робочому діапазоні, але це не впливає на збудження електродинамічної структури в діапазоні 2,45 ГГц. Для кращого розуміння впливу заземлюючої пластини на робочі характеристики антени досліджено вплив варіації ширини $W1$. Отримані результати показано на рис. 2г.

Список використаних джерел. 1. Желанов О.О. Двodiaпазонна друкована антена для сучасних систем бездротового зв'язку. Частина 1: розробка конструкції // Збірник доповідей за матеріалами XXVI Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті», Харків: ХНУРЕ, квітень 2022 р.

УДК 621.317.4

СОЛЕНОЇД ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ МАГНІТОМЕТРІВ

Штонда М.Ю.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Огар В.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф.КРіСТЗІ.

м. Харків, Україна

тел. +38(095) 104-34-50, e-mail: valeriy.ogar@nure.ua.

The development and research of a solenoid for calibration of magnetometers is described.

Для калібрування вимірювачів індукції постійних магнітних полів в діапазоні 50 мТл-1,5 Тл використовується Державний еталон України, заснований на вимірюванні частоти прецесії ядер атомів водню в молекулі води, що знаходиться в однорідному магнітному полі [1].

На сьогодні постала задача калібрування магнітометрів, які мають діапазон вимірювання від одиниць мкТл до 25 мТл. В рамках підготовки до виконання запланованої науково-дослідної роботи з розширення діапазону відтворюваних індукцій еталоном ініціативно був розроблений макет соленоїда і установки для відтворення магнітних полів з індукцією до 10 мТл.

Еталонні соленоїди виконуються на кварцевих циліндричних каркасах з гвинтоподібною нарізкою і намотуються проводом в гарячому стані. Макет соленоїда виконаний на картонному каркасі (рисунок 1). Попередньо число витків було розраховано з використанням програми Coil32, а значення індукцій і струмів оцінені за допомогою програми Coil V2.1. Із розрахунку витікає, що при числі витків $N=1000$ і струмі $I=1,4$ А можливо отримати аксіальну індукцію поля до $B_x=10$ мТл. Коефіцієнт перетворення струму в індукцію в центрі становить $K=8,1$ мТл/А.

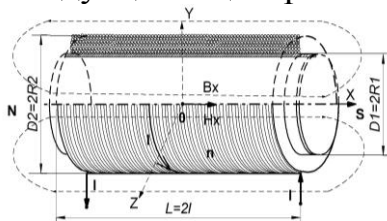


Рисунок 1 – Креслення і фото виготовленого багат шарового соленоїда

Виготовлена котушка була намотана виток до витка в 6 шарів по 166 витків і має $N=996$ витків проводу ПЕЛ-0,74. З боків котушка прикрита пінопластовими кришками з отворами для фіксації аксіального датчика Хола вимірювача магнітної індукції. При виготовленні котушки форма циліндра каркаса була не витримана, тому для розрахунку магнітної індукції розміри соленоїда оцінювали багаторазовими вимірюваннями за допомогою відкаліброваного штангенциркуля типу ШЦ-II-250-0,05 з невизначеністю вимірювань 0,05 мм. Аксіальна складова (вздовж вісі Ox)

індукції магнітного поля B_x в центрі на вісі багат шарового соленоїда зі струмом I та числом витків N виражається формулою [2]

$$B_x(0) = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2(R_2 - R_1)} \cdot \ln \frac{R_2 + \sqrt{R_2^2 + l^2}}{R_1 + \sqrt{R_1^2 + l^2}}$$

Радіальні складові (вздовж ОУта ОZ) індукції дорівнюють 0. Результат розрахунку індукції при струмі $I=1$ А складає $B_x = 8,054$ мТл.

За допомогою програми Elcut було проведено моделювання та оцінена рівномірність розподілу поля в соленоїді на рівні 0,8%/см.

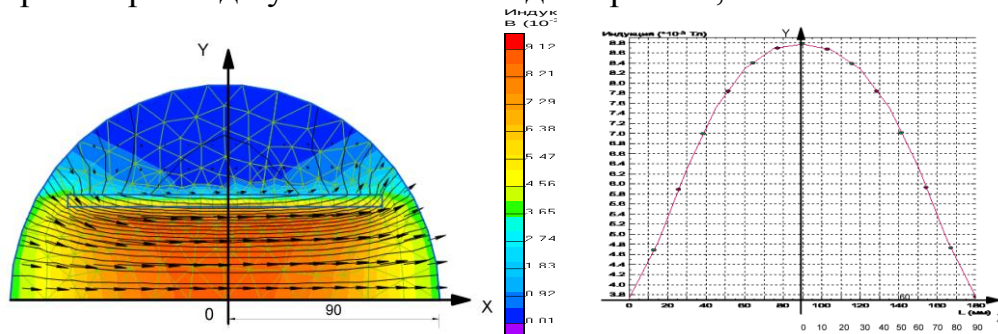


Рисунок 2 – Розподіл індукції магнітного поля в соленоїді

Для експерименту була зібрана установка для вимірювань магнітної індукції в соленоїді, структурна схема якої показана на рисунку 3. Схема складається з джерела живлення постійного струму типу Б5-43, вимірювача струму – мультиметра типу Keysight 34461А, тесламетра типу 4325/1, датчик Хола (ДХ), який вставлений в центр соленоїда.

Результати вимірювань індукції при різних струмах I графічно показані на рисунку разом з лінійним трендом функції $B(\text{мТл})=0,8046 \cdot I(\text{А})$, який має коефіцієнт детермінації $R^2=0,999$, що показує близькість теоретичної функції апроксимації до експериментальних значень.

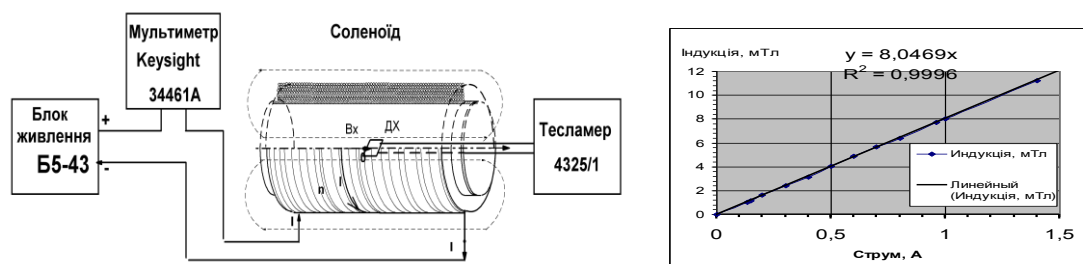


Рисунок 3– Схема і результати вимірювань індукції при різних струмах

Список використаних джерел:

1. Захаров И.П., Павленко Ю.Ф.Эталоны в области электрорадиоизмерений. Справочное пособие.– Горячая линия–Телеком, 2008.–192 с.
2. Студенцов Н.В. Меры основных магнитных величин и методика определения их значений. НТО Приборпром, Москва,1965.–64 с.

УДК 621.396:004.7

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ РАДІОПРИСТРОЇВ МАЛОГО РАДІУСУ ДІЇ

Завгородній А.С.

Науковий керівник – ст. викладач Олейнікова О.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна

тел. +380997195712, e-mail: anton.zavhorodnii@nure.ua.

Considered issues of ensuring the reliable operation of short-range radio-electronic devices in conditions of interference. It is shown that the analysis of the electromagnetic compatibility of a short-range device must be carried out separately for indoor radio-electronic devices and outdoor devices, since the propagation of radio waves indoors differs from propagation in free space.

У наш час широко використовуються пристрої малого радіусу дії. Вони дуже зручні у використанні, однак є ряд проблем, які пов'язані з бажанням розробників та користувачів винести їх із приміщення та використовувати у відкритому просторі. Основні регулюючі обмеження пов'язані з максимальною вихідною потужністю передавача.

Щоб вирішити це питання у більшості випадків вводять обмеження кількість передавальних пристроїв на одиницю площі, їх час активності роботи, а також на вибір місця встановлення радіоелектронних засобів (РЕЗ), сфери та умови їх застосування. Для нормального спільного функціонування радіосистеми малого радіусу дії та вже існуючих потужніших РЕЗ перед тим як їх вводити в експлуатацію необхідно провести відповідні розрахунки [1].

Випромінюванні антенами електромагнітні поля не повинні призводити до навантаження вхідних каскадів та порушення нормального функціонування приймачів РЕЗ. Більш небезпечним є одночасний вплив кількох сигналів, що створюють інтермодуляційні завади, які при потраплянні в смугу робочих частот приймачів РЕЗ значно погіршать умови прийому корисних сигналів. У більшості випадків сигнал на вході приймача будь-якого РЕЗ від кількох пристроїв малого радіусу дії, розташованих у зоні дії, буде пропорційний наступній залежності [2]:

$$P_{np} = \sum P_{nep} T_A K_A, \quad i = 1 - N,$$

де N – кількість пристроїв малого радіусу дії;

P_{nep} – потужність i -го передавача пристрою малого радіусу дії;

T_A – коефіцієнт активності та особливостей принципів побудови пристрою малого радіусу дії (ставлення часу випромінювання пристрою до часу очікування; надається виробником обладнання);

K_A – антенний коефіцієнт, що враховує спрямованість, поляризацію,

висоту підвісу та кут місцевості антени пристрою малого радіусу дії та взаємодіючого РЕЗ.

Аналіз електромагнітної сумісності пристрою малого радіусу дії потрібно проводити окремо для РЕЗ які знаходяться в будівлі та пристроїв зовнішнього застосування, бо поширення радіохвиль всередині будівлі відрізняється від поширення поза будівлі.

Всередині будівлі є багато факторів які впливають на поширення радіохвиль, тож їх треба також враховувати (матеріали стін та перегородок, розташування та тип об'єкта, а також інші конструктивні характеристики будівлі). Кожен такий предмет в будівлі може стати потенційним джерелом рефракції, дифракції чи розсіювання радіочастотної енергії, не кажучи вже про інші побутові пристрої, які часто використовуються в будівлях (мікрохвильова піч, пристрої Bluetooth, датчики руху і т.д.) та можуть також впливати на сигнал, створюючи свої завади.

Якщо це РЕЗ зовнішнього застосування, то необхідно при аналізі електромагнітної сумісності враховувати втрати при поширенні радіохвиль на трасі та флуктуації рівнів сигналів і радіоперешкод, що приймаються.

Функція вибірковості та спектр сигналу є найважливішими технічними характеристиками РЕЗ, які впливають на їхню електромагнітну сумісність (ЕМС). При оцінці ЕМС РЕЗ з метою перевірки відповідності параметрів сигналів РЕЗ встановленим вимогам, необхідно керуватися нормами на позасмугові та побічні випромінювання радіопередавальних пристроїв цивільного призначення. У ході оцінки ЕМС РЕЗ слід визначити необхідні видалення потенційно несумісних радіопристроїв при різних частотних розладах при різних варіантах взаємної орієнтації їх антен.

Одним із ефективних способів узгодження умов спільної роботи РЕЗ є розробка та реалізація норм частотно-територіального рознесення (ЧТР) між РЕЗ, які мають взаємний вплив. Норми ЧТР є функцією від значень територіального і частотного рознесення РЕЗ з урахуванням орієнтації їх антен, у яких забезпечується їх ЕМС. Норми ЧТР дозволяють встановити вимоги до характеристик спрямованості та орієнтації антенних систем РЕЗ у просторі при заданих робочих частотах та відстані між РЕЗ.

Список використаних джерел:

1. Быховский, М.А. (2006) Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. М.: Эко-Трендз.
2. Питання сумісності роботи кількох радіоканальних систем на одному об'єкті. Взято 8 квітня 2023 з <http://secuteck.ru/articles2/firesec/voprosy-sovmestimosti-sistem-neskolkih-radiokanalnyh-sistem-na-odnom-obekte>

УДК 621.317.07.089

ПІДСИЛЮВАЧ СИГНАЛУ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ (GSM РЕПІТЕР)

Варейчук В.Е.

Науковий керівник – к.т.н., асистент Василенко Т.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна

тел. +38(067) 945-99-05, e-mail: viacheslav.vareichuk@nure.ua.

This work is devoted to the topic of cellular signal amplifiers. They serve to strengthen the signal and locally expand the network coverage area. In this work bandpass, filters for the reception band of the reception path of GSM standards (890 - 915 MHz; 1710 - 1785 MHz) are designed.

Підсилювач сигналу мобільного зв'язку (GSM репітер) - являє собою складний активний радіоелектронний приймально-передавальний пристрій, що функціонує в комплекті з антенами і радіочастотними кабелями та служить для посилення сигналу і локального розширення зони покриття мережі. Відповідно від основних параметрів, існують такі різновиди підсилювачів сигналів стільникового зв'язку:

Широкосмугові . Найбільш затребуваний тип репітера. Здатний підсилити всю смугу частот для одного діапазону. Наприклад ретранслятор GSM 1800 призначений для посилення сигналу в межах 1710-1785 МГц на передачу даних і 1805-1880 для прийому від базової станції. Завдяки цьому, такий ретранслятор застосовуємо для будь-якого оператора в межах одного діапазону.

Односмугові . На відміну від широкосмугових, застосовні для однієї смуги конкретного оператора. Так, наприклад, односмуговий ретранслятор для оператора Київстар діапазону 900 МГц, не підійде для оператора Vodafone, того ж діапазону.

Мультидіапазонні . Найбільш популярні дводіапазонні і трьохдіапазонні. Такі репітери підтримують відразу декілька стандартів, наприклад, 3G + 4G, GSM + 3G.

Селективні. Це сучасний вид широкосмугових репітерів, мають програмні установки для відсікання смуги каналу, що дозволяє налаштуватися на прийом конкретного оператора, а інші відсікати.

При проектуванні підсилювача було вибрано структурну схему приймального тракту супергетеродинного типу (рис.1), яка являється основним топом сучасних приймачів. Це дозволяє забезпечити вузьку смугу пропускання, високу чутливість і вибірковість в широкому діапазоні частот, має малий рівень спотворень сигналу і добру стабільність роботи. Проте, це досягається значним ускладненням схеми, що з успіхом компенсується використанням спеціалізованих інтегральних схем.

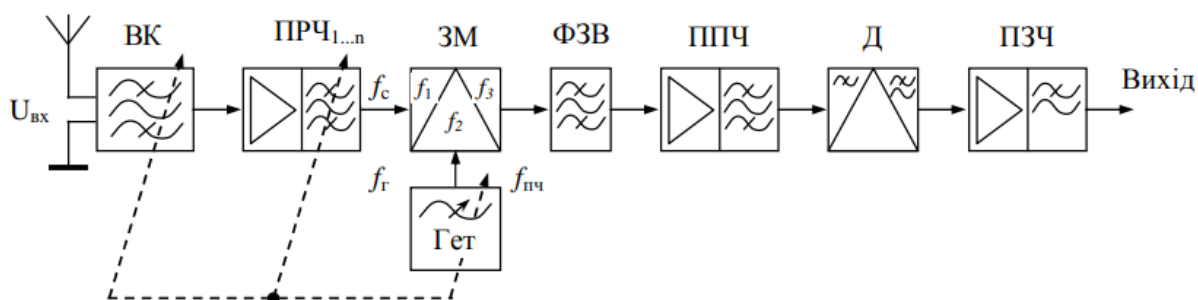


Рисунок 1 – Структурна схема підсилювача сигналу стільникового зв'язку

Було спроектовано смуговий фільтр (890 – 915 МГц) (рис.2) з використанням матеріалу RO4003С (Відносна діелектрична проникність ϵ_r – 3,38; товщина підложки – 0,508 мм; Тангенс кута діелектричних втрат $\tan \delta$ – 0,0027; товщина фольги – 0,035 мм).

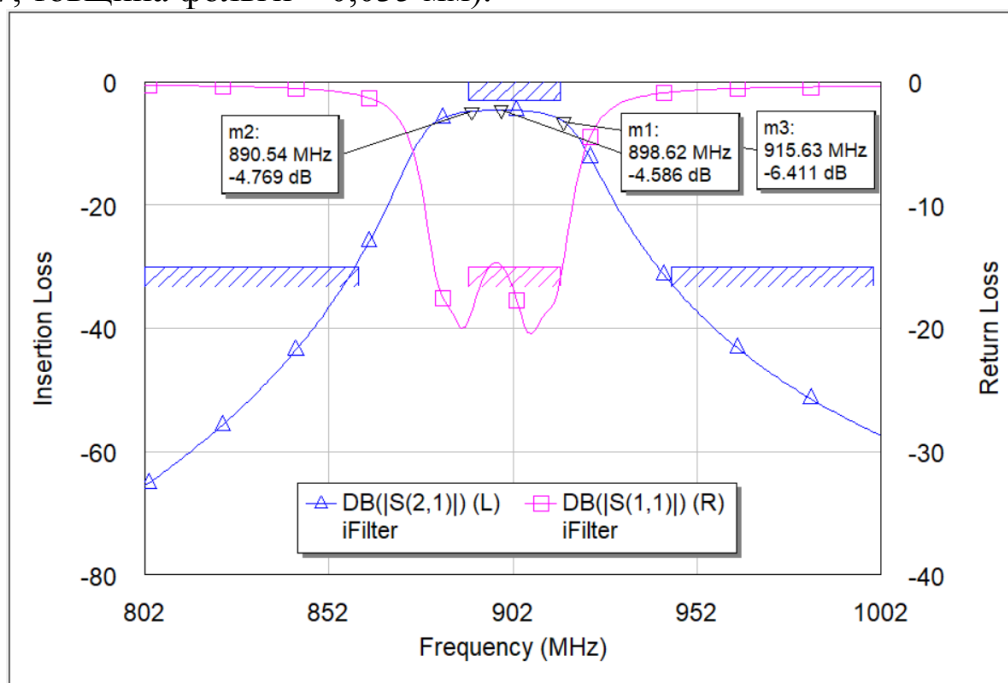


Рисунок 2 – Частотні залежності коефіцієнтів S_{21} и S_{11} після оптимізації

У смузі пропускання максимальний коефіцієнт передачі становить -4,5 дБ, на краях смуги пропускання -4,7 дБ. Аналогічний фільтр спроектовано для полоси пропускання (1710 – 1785 МГц).

В подальшій роботі буде спроектовано підсилювач частоти на транзисторі BFP540 на частоті 900 МГц та 1800 МГц.

Список використаних джерел:

1. Салабай О. В. Ескізне проектування радіоприймальних пристроїв. / Салабай О. В. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2012 – с. 76.
2. Буга Н. Н. Радиоприемные устройства. Учебник для высших учебных заведений / Н. Н. Буга, А. И. Фалько, Н.И. Чистяков // М. Радио и связь – 1986. 320 с.

УДК 621.391:621.396.67

ВПЛИВ ВИСОТ АНТЕН НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ КАНАЛА ЗВ'ЯЗКУ

Савенко С.О.

Науковий керівник – к.т.н., доцент, Ликов Ю.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра КРiСТЗi,
студентський науковий гурток «Безпека радіотехнологій»
тел. +38(050) 107-86-48, email: stepan.savenko@nure.ua.

This work is devoted to assessing the effect of antenna heights on the desired radiated signal power while maintaining the range of the communication channel. The optimal choice of antenna height for increasing the efficiency of communication systems and reducing power consumption is considered. The Okumura-Khata model was used as the basis of the calculation. The obtained results make it possible to estimate the energy efficiency of the communication system that can be obtained by changing the height of the antennas. We studied the optimal value of the antenna mast, which minimizes the total costs for the construction of such a channel and its further operation.

На інфраструктуру інформаційних та комунікаційних технологій припадає близько 3-4% світової енергії (приблизно 1,5-2% на бездротовий зв'язок). Кожна радіо та телекомунікаційна галузь прагне мінімального споживання енергії та досягнення енергоефективних результатів з меншим впливом на навколишнє середовище. Енергоефективний зв'язок також важливий там де відсутня можливість живлення пристроїв від стаціонарної мережі або часта її несправність, необхідне тимчасове розгортання системи зв'язку на місцевості, потрібен зв'язок між абонентами, що рухаються. Одним із факторів, що впливають на енергоефективність систем зв'язку, є висота антени. Висота антени відіграє важливу роль у передачі та прийомі сигналів, проте може також впливати на енергоспоживання системи зв'язку.

Метою даної роботи є дослідження впливу висоти антени на енергоефективність системи зв'язку для пошуку оптимальних рішень, що дозволяють досягти мінімальних витрат на її розгортання та експлуатацію.

Для цього в роботі зосередимось на побудові залежності між потрібним рівнем випромінювальної потужності передавача системою зв'язку (ΔP_{out}) (а точніше саме різницею необхідного рівня з деяким опорним значенням) та висот антен Δh (також відносно умовного рівня). Для спрощення розрахунків, під Δh будемо розуміти одночасну зміну висот і приймальної і передавальної антени. В основі розрахунку використана модель Окумура-Хати [1]. Зазначимо, що формули загасання сигналу згідно з цією моделлю для сільської та відкритої місцевості будується на основі формули для міської місцевості та їх відмінність не зачіпає складову, що відноситься до висот антен, тому тип місцевості не впливатиме на кінцевий ре-

зультат.

Модифікуємо початкову модель:

$$L(d, \Delta h) = \begin{aligned} & 69.55 + 26.16 \cdot \log(f_c) - 13.82 \cdot \log(h_b + \Delta h) - (3.2 \cdot \log(11.75 \cdot h_m + \Delta h)^2 - 4.97) + \\ & + (44.99 - 6.55 \cdot \log(h_b + \Delta h) \cdot \log(d)) \text{ if } d \leq 20 \text{ km} \\ & \text{---} \\ & 69.55 + 26.16 \cdot \log(f_c) - 13.82 \cdot \log(h_b + \Delta h) - (3.2 \cdot \log(11.75 \cdot h_m + \Delta h)^2 - 4.97) + \\ & + (44.99 - 6.55 \cdot \log(h_b + \Delta h) \cdot \log(d)^{b(d)}) \text{ if } d \geq 20 \text{ km} \end{aligned}$$

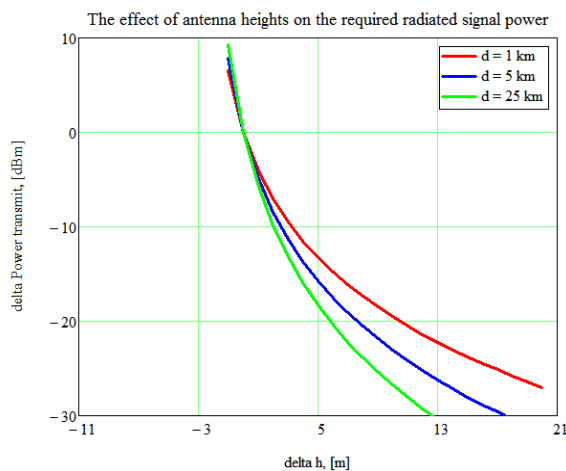
де f_c – частота передачі; h_b – висота антени базової станції; h_m – висота антени мобільної станції; L – ослаблення сигналу; Δh – зміна висоти антени станцій; d – відстань між базовою та мобільною станціями.

$$P_{out_0}(d) = P_r - L_{urban}(d, h_0),$$

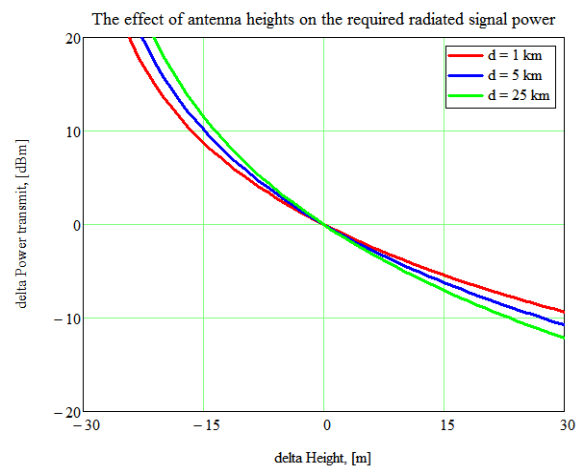
де P_r – чутливість на вході приймача;

$$\Delta P_{out}(d, \Delta h) = -P_{out_0}(d) + (P_r - L_{urban}(d, \Delta h)).$$

Результати розрахунків представлені на рис. 1.



а) висоти антен станцій 2м



б) висоти антен станцій 30м

Рис 1. Вплив висот антен на потрібну випромінювану потужність сигналу при збереженні дальності каналу зв'язку

Отримані результати дозволяють оцінити яку енергоефективність системи зв'язку можна отримати за рахунок зміни висоти антен. Наприклад, підвищення висот передавальної та приймальної антен з 10 м до 20 м, призведе до зменшення на 15..18 дБ необхідної потужності передавача, тобто підвищить енергоефективність також на 15..18 дБ. Відповідно проектувальник системи отримавши такі результати, а також врахувавши періодичність виходу передавача в ефір і складність побудови більш високої мачи антен обирає найбільш оптимальне значення, що мінімізує загальні витрати на будівництво такого каналу та його подальшу експлуатацію.

Список використаних джерел:

1. Abraham D., Danjuma D. , Buba B., Mohammed M. & Davou C. (2013). Hata-Okumura Model. <https://core.ac.uk/download/pdf/234679133.pdf>

УДК 621.372.8

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДІАФРАГМИ КІНЦЕВОЇ ТОВЩИНИ У МЕТАЛЕВОМУ ХВИЛЕВОДІ

Сайгак Р.В., Дробатюк Д.Е.

Науковий керівник – к.ф.-м.н, Гнатюк М. О.

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна
тел. +38(098) 026-16-80, e-mail:

The work is devoted to the further development of the overlapping domain decomposition method based on the Schwartz method for the analysis of the electromagnetic wave diffraction process on irises of finite thickness in metal waveguides. The problem of electromagnetic wave diffraction on an infinite parallel plate phased antenna array is solved in order to show all the features of the numerical algorithm. The dependence of the H_{10} reflection coefficient magnitude and phase on the value of scan angle is shown for different dimensions of irises. Presented results are compared with results obtained by other methods in order to verify the developed numerical algorithm

Розвиток сучасної надвисокочастотної (НВЧ) техніки призводить до значного ускладнення елементної бази НВЧ апаратури, і потребує створення хвильоводних систем, що характеризуються більш складною геометрією. Відсутність, в більшості випадків, точних розв'язків для складних хвильоводних структур призводить до необхідності створення нових математичних моделей, розробки більш точних методів їх розв'язання, що дозволять проводити аналіз фізичних процесів у хвильоводних пристроях різної конфігурації з урахуванням особливостей кожної конкретної задачі. В цьому випадку актуальними стають розробка нових та розвиток існуючих математичних методів електродинамічного моделювання хвильоводних пристроїв.

Розглянемо задачу дифракції на нескінченній фазованій антенній решітці (ФАР) з плоских хвильоводів, в апертурах яких розміщено діафрагми кінцевої товщини (рис.1). Для розв'язання цієї задачі застосуємо ітераційний метод Шварца [1] та метод часткових перетинних областей МЧПО [2,3]. Тоді, розділимо всю область визначення поля у одиничній комірці на наступні часткові області: Область I — напівнескінченний плоский хвильовод ($-\infty \leq z \leq -1$). Область II — нескінченний плоский хвильовод ($-\infty \leq z \leq \infty$), який визначає діафрагму. Область III ($0 \leq z \leq \infty$) — область випромінювання. Вважаємо, що функції Гріна кожної області є відомими [3], тоді можна скласти систему інтегральних рівнянь відносно шуканих полів у кожній частковій області. Початкова задача зводиться до СЛАР [2], розв'язок якої дозволяє отримати значення коефіцієнтів відбиття та проходження врахованих типів хвиль у кожній частковій області.

Розрахунок величини коефіцієнту відбиття хвилі типу H_{10} в залежності від кута сканування виконувався для ФАР з параметрами $b/\lambda =$

0,6724, $b=0,937a$. Ширина діафрагми приймала значення $c=0,8375a$; $0,8875a$; $0,9375a$; $0,9875a$, а її товщина $l=0,2\lambda$. Результати розрахунків показано на рис. 2.

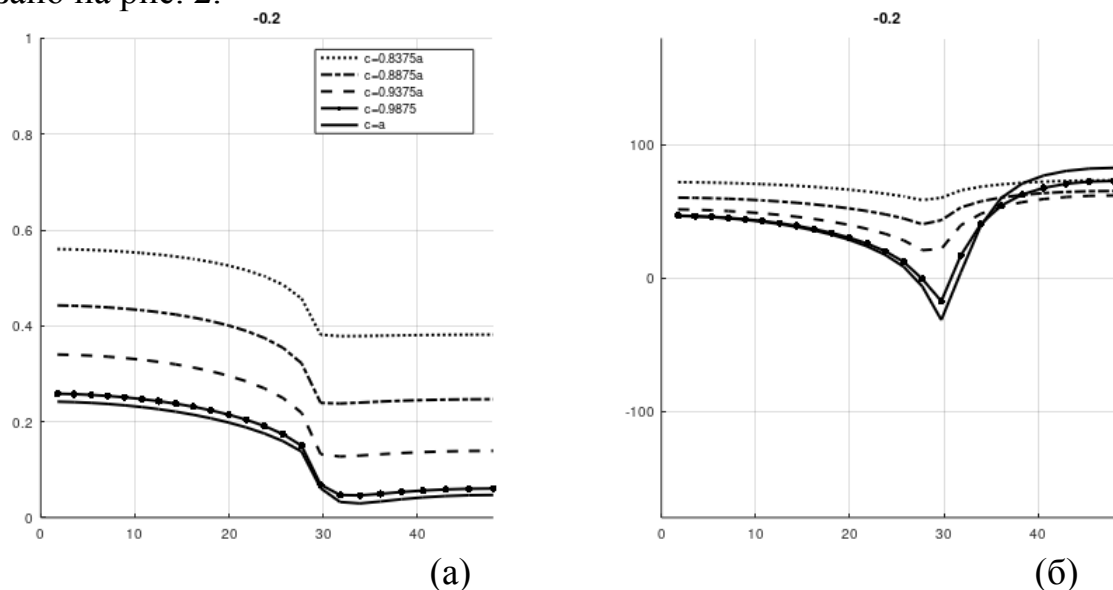


Рис. 2. Залежність модуля (а) та фази (б) коефіцієнту відбиття для випадку $l=0,2\lambda$, отримана за допомогою МЧПО

Порівняння цих результатів з результатами, отриманими у пакеті *HFSS* показує їх добру збіжність та підтверджує коректність розробленого чисельного алгоритму. Отримані в роботі теоретичні результати можуть бути використані для подальшого розвитку представлених методів.

Список використаних джерел

1. Kantorovich, L. V., & Krylov, V. I. (1964) Approximate methods of higher analysis. Wiley-Interscience.
2. Гнатюк, М. А., Морозов, В. М., & Марченко, С. В. (2019). Дифракция электромагнитной волны на каскадном соединении прямоугольных волноводов. *Радіотехніка*, 196, 130–137. https://nure.ua/wp-content/uploads/2019/Scinetific_editions/18.pdf
3. Gnatyuk, M. A., & Morozov, V. M. (2018). An integral equation technique for the analysis of phased array antenna with matching step discontinuities. *Journal of Physics and Electronics*, 26(2), 101 – 106. <https://doi.org/10.15421/331833>

**СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ
ТРАНСПОРТУВАННЯ ЦІННИХ ВАНТАЖІВ.**

Скорий Р.Г.

Науковий керівник – асс. Булага В.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРiCTЗi, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: roman.skjryi@nure.ua.

At the beginning of the third decade of the 21st century, radical changes are taking place in the content and character of international relations and world politics. The prerequisites for the formation of a multipolar world order are emerging, as evidenced by the emergence of new centers of power and influence on the development of the international economy. Despite all the difficulties and problems, global economic ties are being built, integration associations of the USA, the collective west and Ukraine are being created. At the same time, the question of organizing satellite systems for monitoring the transportation of valuable cargo is acute.

Супутниковий моніторинг транспорту - це система моніторингу рухомих об'єктів, яка побудована з використанням GNSS-трекерів, обладнання та технологій стільникового радіозв'язку, обчислювальної техніки та цифрових карток. Супутниковий моніторинг транспорту використовується для вирішення завдань транспортної логістики у системах керування перевезеннями та автоматизованих системах керування автопарком.

Принцип роботи полягає у відстеженні та аналізі просторових та тимчасових координат транспортного засобу. Існує два варіанти моніторингу: online – з дистанційною передачею координатної інформації та offline – інформація зчитується після прибуття на диспетчерський пункт.

На транспортному засобі встановлюється мобільний модуль, що складається з таких частин: приймач супутникових сигналів, модулі зберігання та передачі координатних даних.

Програмне забезпечення мобільного модуля отримує координатні дані від приймача сигналів, записує їх у модуль зберігання та по можливості передає за допомогою модуля передачі (Рис.1).

Модуль передачі дозволяє передавати дані, використовуючи бездротові мережі операторів мобільного зв'язку. Отримані дані аналізуються та видаються диспетчеру у текстовому вигляді або з використанням картографічної інформації.

У offline варіанті необхідність дистанційної передачі даних відсутня. Це дозволяє використовувати більш дешеві мобільні модулі та відмовитися від послуг операторів мобільного зв'язку.

Мобільний модуль може бути побудований на основі приймачів супутникового сигналу, що працюють у стандартах NAVSTAR GPS. У світлі

останніх подій в Україні активно просувається та лобіюється використання сигналів супутників GPS, розробка та виробництво клієнтського обладнання для цієї системи.

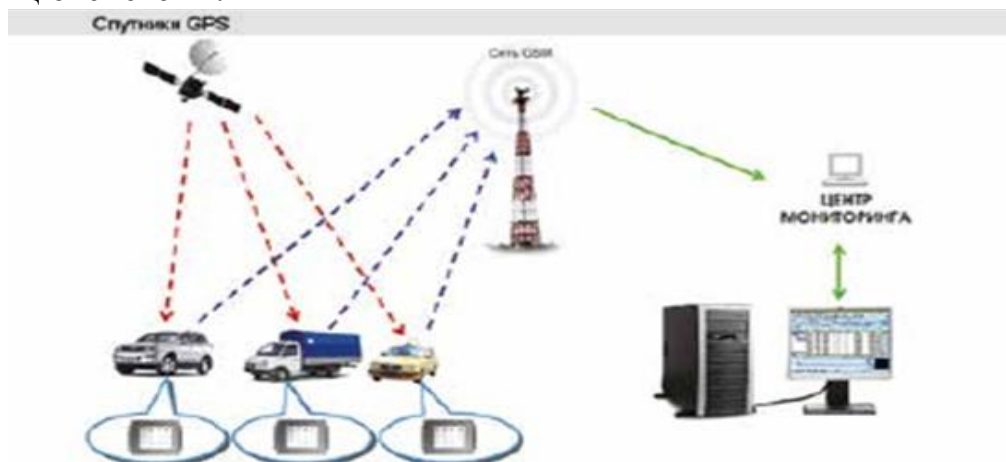


Рисунок 1

До складу мобільного електронного модуля входять складові, що працюють під керуванням спеціалізованого програмного забезпечення: блок прийому супутникових сигналів навігації (GPS) та обчислення просторово-часових координат; блок управління, обробки координатних даних та тимчасового зберігання вихідних даних; блок передачі (GPS) даних та блок живлення зі схемами захисту.

Управління транспортом в режимі online, дає унікальну можливість завжди мати точну та достовірну інформацію про реальне місцезнаходження та маршрути руху транспорту.

Список використаних джерел:

1. Дятлов А. П. Системи супутникового зв'язку з рухомими об'єктами. Навчальний посібник. Ч.1. Таганрог, 1997. - 95 с.
2. Кантор Л. Я., Ноздріна В. В. Електромагнітна сумісність систем супутникового зв'язку - М.: НДІР, 2009. - 280 с.
3. Кантор Л. Я., Тимофєєв В. В. Супутниковий зв'язок та проблема геостационарної орбіти. - М.: Радіо і зв'язок, 1988. - 168 с.
4. Сайт http://ru.wikipedia.org/wiki/Геостационарная_орбита#cite_note-3, інформація о геостационарной орбите.
5. Вітольда В. Основи супутникової навігації. Системи GPS NAVSTAR «Технічні науки», <http://cyberleninka.ru/>.

**ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ МАЛОПОТУЖНИХ
СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В УМОВАХ
НЕСТАБІЛЬНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Верягін В.В.

Науковий керівник – докт. техн. наук, проф. Антіпов І. Є.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРiСТЗi
м. Харків, Україна
тел. +380-57-702-14-30, e-mail: vladyslav.veriahin@nure.ua

The solar energy development has made it possible to install solar panels even at home. This can be justified especially in the power outages event. But the low-power solar panels operation in unsuitable conditions has some features. Firstly, there may not be a completely open sky in an unsuitable place. Secondly, the low solar panel output makes to take into account the energy losses for its control. These theses are about these and other features of the operation of a low-power solar panel.

Сонячна енергетика активно розвивається в останні роки в усіх країнах. Так, за даними за 2021 рік, встановлена потужність сонячних електростанцій (СЕС) у світі склала 942 ГВт (12% від загальної встановленої потужності), а річний видобуток – 1 000 ТВт·год (3,7% від світового виробництва) [1, 2]. З підвищенням ефективності сонячних панелей (СП) та вичерпання викопного палива, їх доля у структурі виробництва електроенергії (ЕЕ) ймовірно, буде збільшуватися.

Зацікавленість до розміщення у себе СП, нерідко проявляють і приватні споживачі. Багато в чому це данина моді, частково – бажання отримати «енергонезалежність», іноді прагнення заощадити або навіть заробити, на так званих «зелених тарифах». Однак, поточні ціни на ЕЕ для населення, досягнутий ККД сонячних панелей та їх собівартість поки що не дають підстав стверджувати, що їх встановлення в умовах приватного домоволодіння або квартири має економічну доцільність.

Однак, застосування СП може бути виправданим в умовах нестабільного енергопостачання, при регулярних та тривалих відключеннях електромережі. Мова, звісно, йде не про повну її заміну, а лише про потужності у декілька десятків ват, що достатньо для підзарядки мобільних телефонів, інших гаджетів, а також для роботи малопотужної побутової техніки.

Робота таких «домашніх електростанцій» має ряд особливостей, котрі, як правило, не враховуються при проектуванні повноцінних СЕС.

Перша особливість – наявність можливих «кутів закриття». При проектуванні потужних СЕС завжди обирається майданчик, де протягом всього світового дня є сонячне освітлення та простір для повороту СП. Але при встановленні СП на дворі або на даху приватного будинку реалізувати це не завжди можливо. Ще складніше це зробити у квартирі багатоповерхівки, де

СП встановлюються на балконі або за вікном, де частина небосхилу закрита сусідніми будинкам, деревами і т. д. Реалізувати функцію повороту панелі у таких умовах також можливо не завжди, або не на повний кут.

Друга відмінність – витрати на пристрій керування. (Мова йде не про фінансові витрати, а тільки про витрати енергії, тому що в умовах відсутності ЕЕ у мережі, питання ціни, наприклад, однієї кіловат-години набуває цілком інший сенс). Слід врахувати, що при невеликій потужності СП витрати енергії на роботу поворотних механізмів, контролерів заряду та навіть світлодіодних індикаторів можуть бути сумірними з об'ємами що виробляються.

У тезах будуть докладно розглянуті наступні питання:

- алгоритм аналізу різних варіантів стеження за Сонцем;
- структурна схема пристрою, зображена на рис 1.

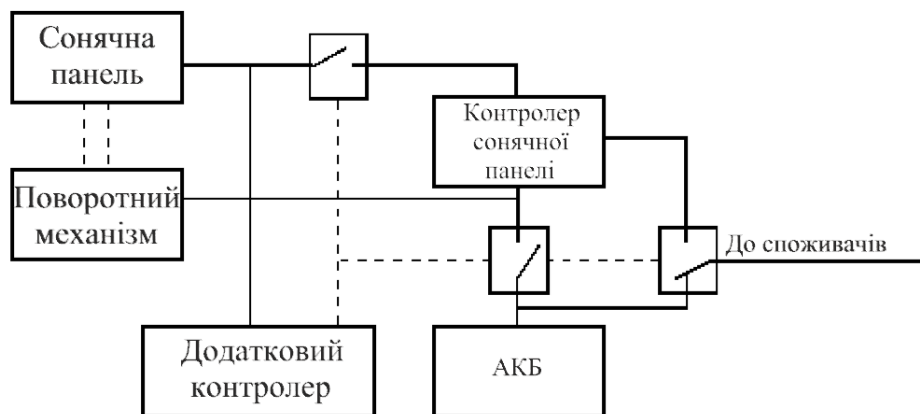


Рисунок 1 – Структурна схема встановлення малопотужної сонячної панелі з додатковим контролером

Структурну схему керування сонячною панеллю, яка включає в себе акумуляторну батарею (АКБ) та контролер СП, пропонується доповнити окремим контролером, який працює незалежно від АКБ та реалізував би функцію відключення схеми при зниженні потужності СП нижче допустимої.

Особливістю моделі, є те, що в ній можливо задавати «кути закриття», притаманні заданому місту встановлення.

Розроблений алгоритм аналізу дозволяє обрати найбільш раціональний спосіб розвороту СП, а також робити прогноз по виробництву нею ЕЕ у різних місяцях на підставі історичних даних по кількості ясних та сонячних днів.

Список використаних джерел. 1. EMBER. Global Electricity Review 2022. [Електронний ресурс] <https://ember-climate.org/insights/research/global-electricity-review-2022/> (дата звернення: 30.03.2023) 2. EES ЕАЕС. Мировая энергетика. Установленная мощность электростанций. [Електронний ресурс] <https://www.eeseaec.org/ustanovlennaa-mosnost-elektrostantsij> (дата звернення: 07.04.2023)

УДК 621.391

КАЛІБРАТОР МАГНІТОМЕТРІВ ЗМІННИХ ПОЛІВ

Луб'янка А.О.

Науковий керівник – к.т.н. Огар В.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ.

м. Харків, Україна

тел. +38(095) 104-34-50, e-mail: valeriy.ogar@nure.ua.

The development and research of a calibrator for calibration of magnetometers is described.

Низькочастотні змінні магнітні поля набувають все більшого застосування в різних технологіях. Для контролю їх рівня і забезпечення безпеки при оцінці умов праці, робочих місць, офісних і житлових приміщень, дослідженнях негативного впливу магнітних полів на організм людини використовуються магнітometri в діапазоні від одиниць нТл до 25 мТл та тесламіри в діапазоні від 1 мТл до 1,5 Тл.

Промислові портативні магнітometri призначені для вимірювання індукції магнітних полів у значному динамічному і частотному діапазоні до 100 кГц. Магнітне поле вловлюється трьома датчиками на ортогональних вісях X,Y,Z, далі відбувається аналого-цифрове перетворення сигналу в числову інформацію. Робочі засоби вимірювання магнітної індукції мають похибки, що досягають 15-20%.

Для достовірності вимірювань і впевненості в їх результатах, вимірювачі магнітної індукції повинні проходити періодичні калібрування. Тому було розроблено калібратор вимірювачів індукції змінних низькочастотних магнітних полів, невизначеність вимірювань якого в 2..3 рази менше невизначеності вимірювань робочих засобів.

Для отримання каліброваних значень магнітної індукції використана котушка Гельмгольца. За відомою формулою зв'язку індукцією, струмом і радіусом котушок можна розрахувати значення магнітної індукції в центрі між котушками. Магнітне поле в котушці Гельмгольца пропорційне струму, тому для генерації магнітних полів необхідний значний струм. Живлення може подаватися від спеціальних промислових підсилювачів, наприклад типу TS250, який є високовольтним джерелом змінного струму, але має досить велику ціну.

В розробленому калібраторі використаний генератор типу FY6900 з діапазоном частот від 1 мГц до 60 МГц і підсилювач низької частоти на модулі TDA 1875. Цей модуль складається з мінімальної кількості зовнішніх компонентів, побудований на операційному підсилювачі типу LM1875, що має захист від перенавантаження і коротких замикань на землю, внутрішні захисні діоди на виході, внутрішнє обмеження струму, теплове відключення, високу швидкість наростання, смугу пропускання 20 Гц...70 кГц, розмах вихідної напруги до 25 В, струм до 4 А, широкий діапазон живлен-

ня до ± 30 В, вихідну потужність до 20...25 Вт при опорі навантаження 4-8 Ом. Підсилювач має низькі нелінійні спотворення сигналу $K_T=0.015\%$ в діапазоні до 20 кГц. Типове значення коефіцієнта підсилення операційного підсилювача LM1875 складає 90дБ, він має внутрішню компенсацію і стабільно працює при коефіцієнті посилення 10 і вище навіть при індуктивному навантаженні.

Для розширення діапазону частот в сторону низьких частот до 4 Гц в схемі модуля TDA 1875 були збільшені номінали перехідних конденсаторів, а для підвищення надійності роботи значно збільшений радіатор охолодження мікросхеми LM1875.

Котушка Гельмгольца, що є в нашому розпорядженні, має велику індуктивність, опір якої змінному струму зростає з ростом частоти і викликає зменшення струму і відповідно магнітної індукції на частотах вище 50 Гц. Для рішення даної проблеми використовується послідовний резонанс [1], при якому досягається компенсація індуктивного опору котушки ωL ємнісним опором конденсатора $1/\omega C$ і струм I досягає максимального значення на резонансній частоті f_0 .

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

Перевага такого метода в збільшенні магнітної індукції поля при однаковій напрузі джерела E . Перемикаючи різні конденсатори, отримуємо максимальне значення струму на низькі резонансних частот і діапазон частот відтворюваних індукцій розширено до 20 кГц на рівні до 10 мкТл. При виборі конденсаторів враховувались необхідність вибору неполярних електrolітичних конденсаторів, вибору малоіндуктивних конденсаторів з високими робочими напругами. Напруги при резонансі на котушці Гельмгольца і конденсаторах при вихідній напрузі підсилювача 15 В можуть досягати значень до сотень Вольт, тому необхідні заходи з захисту від електричного пробоя обладнання і забезпечення безпеки персоналу.

Для уточнення коефіцієнта пропорційності між струмом і магнітною індукцією було проведено ряд вимірювань індукції на різних значеннях струму і частот за допомогою вимірювача фірми Narda типа ENP-50F ANALYZER, який має невизначеність 3-5 %.

Список використаних джерел:

1. КС Yang. Використання котушок Гельмгольца для створення високочастотних магнітних полів. Журнал РАДІОЛОЦМАН, травень 2016 року.

ІНФОРМАЦІЙНІ РАДІОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ

ОСНОВНІ ПІДХОДИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НА ОСНОВІ КІЛЬКОХ ВХОДІВ ТА КІЛЬКОХ ВИХОДІВ

Костень Т.Б.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Антипов І. Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки, КРІСТЗІ

+38057-702-14-30, e-mail tymofii.kosten@nure.ua

Information protection in all spheres of activity is becoming more relevant now. The growth of users and the volume of processed information within the information field, which must be protected, has significantly increased. One of the technologies that allows you to solve the problem of capturing large amounts of information without losing bandwidth in the network is a technology with multiple inputs and multiple outputs Multiple Input Multiple Output (MIMO).

MIMO is a method of spatial signal coding that allows to increase the bandwidth of the channel, in which the transmitting side uses two or more antennas and the same number of antennas for the receiving side.

Інформаційна безпека підприємства – це стан безпеки корпоративних даних, що забезпечує їх конфіденційність, цілісність, достовірність і доступність. Однією з найбільших проблем інформаційного суспільства є захист інформації, яка була нещодавно оброблена та накопичена комп'ютерами.

Дані почали визначати напрямок діяльності та багато інших сторін життя сучасного підприємства. За допомогою незаконного володіння інформацією можна вчинити різноманітні протиправні дії, такі як торгівля фінансовими ресурсами, доступ до секретної комерційної інформації тощо. Слід зазначити, що конфіденційна інформація становить великий інтерес для конкуруючих фірм.

Автоматизація процесу захисту даних є ключовим процесом у організації повноцінної системи функціонування підприємства. Неоднорідні підсистеми інформаційної безпеки часто погано взаємодіють одна з одною, створюючи конфлікти, де є величезна кількість подій і повідомлень.

Аналіз і реагування на події інформаційної безпеки залучають велику кількість ресурсів, що не завжди можливо і раціонально.

З одного боку, нам потрібна безпека підприємства та автоматизація процесів, з іншого боку, ми не можемо втратити швидкість передачі даних та обробки в таких каналах, тому ми розглядаємо канал МІМО як канал впровадження підсистем автоматичної сигналізації підприємства.

Одна з головних ідей є використання кількох антен, розташованих у різних точках. Відповідно, бездротові системи МІМО можна розглядати як логічне розширення для інтелектуальних антен, які вже багато років використовуються для покращення бездротового зв'язку спілкування.

Існує два основних формати МІМО:

1. Просторова різноманітність: різноманітність передачі та прийому.
2. Просторове мультиплексування: ця форма МІМО використовується для надання додаткової ємності даних, використовуючи різні способи передачі додаткового трафіку, тобто збільшити пропускну здатність даних.

Ці дві методології використовуються для покращення співвідношення сигнал-шум. Вони характеризуються підвищеною надійністю системи щодо різних форми згасання. В результаті використання декількох бездротових антен, МІМО технологія дозволяє значно збільшити пропускну здатність каналу [3].

Підвищення характеристик швидкості передачі та обробки інформації в каналах зв'язку на основі систем МІМО працює через багатoelementні антени, як на передавальній, так і на приймальній стороні.

Технологія МІМО знижує ймовірність помилок без зменшення швидкості передачі даних. Важливо підкреслити, що технологія МІМО дуже добре підходить для технології OFDM, яка так широко використовується останнім часом. Саме з'єднання OFDM-МІМО дозволило отримати зростання швидкісних і завадостійких цифрових каналів зв'язку на сьогоднішній день.

Збільшивши кількість приймальних і передавальних антен, можна лінійно збільшувати пропускну здатність каналу з кожною доданою парою антен до системи. Це робить бездротову технологію МІМО однією з найважливіших бездротових технологій, що використовуються в останні роки.

За рахунок збільшення швидкості передачі в каналах зв'язку, канал для захисту інформації буде мати набагато вищу швидкість обробки даних, ніж у каналах з одною передавальною або приймальною антеною. При цьому автоматичний контроль в таких системах буде забезпечений високою швидкістю і надійністю.

Список використаних джерел:

1. Трунова А.В. Забезпечення інформаційної безпеки підприємства // Сучасні інновації. 2018. Vol. 4 (26). PP. 17-19.
2. Фесенко С.Д., Шумілов Ю.Ю., Єгоров О.Д., Шинкаренко О.О., Євсєєв В.Л. Дослідження протоколу зв'язку системи пожежної сигналізації на основі компонентів системи «Болід С2000М». // Журнал теоретичних і прикладних інформаційних технологій. 31 січня 2015. Vol. 3. PP. 451-459.
3. Тінченко В.С., Кукарцев В.В., Корпачева Л.М. Автоматизація контролю та управління конвеєрним цехом нафтоперекачувальної станції підприємства вугільної промисловості // IPDME2018 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2018. Vol. 194. PP. 14-19.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ МЕТАЛОДЕТЕКТОРА

Кость П.І.

Науковий керівник – к. т. н., доцент каф. ЕЗІКТ Гліненко Л. К.,
Національний університет “Львівська політехніка”, каф. ЕЗІКТ,
м. Львів, Україна

тел. +380635493445, e-mail: pavlo.kost.tr.2019@lpnu.ua

The original design of a portable metal detector is proposed. Based on the reliability calculations, a graph of the dependence of the failure probability on the device operating time was built. According to the calculation data, the device appears to be reliable under field conditions for a quite long period of time.

Надійність - це здатність пристрою виконувати свої функції в заданих режимах та умовах застосування без поломок протягом певного періоду часу. Нами запропонована конструкція портативного металодетектора, який не поступається за техніко-експлуатаційними характеристиками серійним взірцям, але є дешевшим і простішим у виготовленні. Для впровадження пристрою в експлуатацію необхідно пересвідчитися у його достатній надійності.

Мета дослідження – розрахувати надійність розробленого автором металодетектора до першої відмови.

Надійність пристрою розраховували для визначення часу безвідмовної роботи металодетектора [1, 2]. Отримані результати наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Уточнений розрахунок надійності

Назва і тип елемента, вузла	N_i	$\lambda_{0i} \cdot 10^{-6},$ 1/год	k_H	$t, ^\circ$ C	Поправочні коефіцієнти				$\lambda_{pi} \cdot 10^{-6},$ 1/год	$\lambda_{pi} \cdot N_i \cdot 10^{-6},$ 1/год
					α_1	α_2	α_3	a		
Конденсатор К10-50В	16	0,7	0,8	40	0,69	1	1	2,7	1,3	20,8
Дросель Д-56-В	1	0,3	1	40	0,32	0,26	1		0,068	0,068
Резистор Р1-12	15	0,1	0,7	40	1,14	1,03	1		0,32	4,8
Резистор СП5 – 2	1	0,08	0,8	40	0,09	0,1	1		0,002	0,002
Транзистор 2N3904	4	1,15	0,8	40	1,22	1,05	1		3,98	15,92
Роз'єм RCA jack	1	5,2	0,4	40	0,84	0,7	1		8,26	8,26
Роз'єм 3.5mm phone jack	1	2	0,4	40	0,84	0,9	1		4,08	4,08

При складанні табл. 1 враховано всі 39 елементів друкованої плати металодетектора. Фактичні (робочі) інтенсивності відмов кожного типомінала елемента (λ_{pi}) визначали згідно формули (1):

$$\lambda_{pi} = \lambda_{0i} \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 a \quad (1)$$

де λ_{0i} – інтенсивність відмов;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, a$ – поправочні коефіцієнти (знаходили враховуючи коефіцієнт навантаження (k_n) за [2]).

Інтенсивність відмов пристрою (λ_Σ) визначали за формулою (2):

$$\lambda_\Sigma = \sum_{i=0}^n (\lambda_{pi} \cdot N_i) \quad (2)$$

де n – кількість груп елементів і вузлів у виробі;

N_i – кількість елементів в i -й групі.

Розрахована загальна сума інтенсивності відмов становить $53,929 \cdot 10^{-6}$ 1/год.

Ймовірність безвідмовної роботи ($P(t)$) від середнього часу напрацювання на відмову (T_0) металодетектора знаходили за формулою (3):

$$P(t) = \exp\left(-\frac{t}{T_0}\right) \quad (3)$$

За даними, отриманими за формулою (3), побудована залежність ймовірності безвідмовної роботи пристрою від часу роботи (рис. 1).

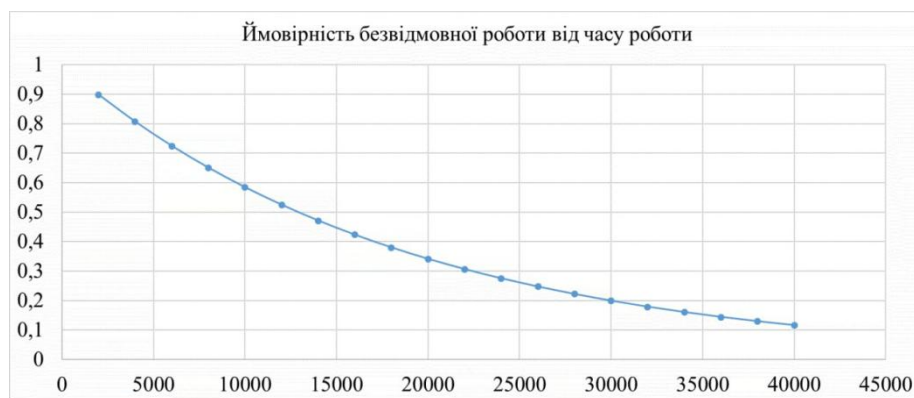


Рис. 1. Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу роботи (год)

Отже, зробивши розрахунки, можемо сказати, що в польових умовах ($a = 2,7$ (див. табл. 1)), прилад буде надійним доволі довгий час.

Список використаних джерел:

1. Белинский, В. Т., Гондюл, В. П. & Грозин, А. Б. (1992). Практическое пособие по учебному конструированию РЭА. Вища школа.
2. Янгурський, К. І. & Атаманова І. В. (Ред.). (2006). Аналіз надійності електронних апаратів. Методичні вказівки до лабораторної роботи з курсу "Основи точності та надійності електронних апаратів" для студентів напрямку 6.0910 "Електронні апарати". НУ "ЛП".

ФОТОГРАММЕТРІЯ

Багаєва М.А.

Науковий керівник – проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 162-81-43, e-mail: milena.bahaieva@nure.ua

In this paper, the task is to consider creation of 3D digital models of artifacts and monuments by the method of photogrammetry. This technology is aimed at helping to archive cultural monuments and create virtual museums.

The current study investigates the basics of photogrammetry and its development workflow, including data acquisition (photo shooting), data processing.

3D-моделі стали невід'ємною частиною мультимедійних технологій. Вони використовуються у сферах віртуального відпочинку, планування міських проєктів, віртуальної реальності, в ігровій індустрії, при проєктуванні історичних подій, архітектурних пам'яток, витворів мистецтва. Стандартні геометричні методи моделювання потребують багато часу та сил на навчання. В свою чергу апаратне (лазерні сканери, цифрові камери та фотоапарати, можливість використання безпілотні літальні апарати тощо) та різноманітне програмне забезпечення розширило можливості для віртуальної реконструкції 3D-об'єктів.

Фотограмметрія – це метод 3D-моделювання та/або реконструкції об'єктів на основі фотографій з камери з подальшою генерацією хмари точок за допомогою різних алгоритмів. Для цього використовується певна кількість якісних фотознімків об'єкту з різних сторін, щоб програмне забезпечення мало змогу обробити й зіставити інформацію та згенерувати 3D-хмару точок.

Щоб створити 3D-модель невеликого об'єму можна використати навіть камеру телефону і комп'ютер з помірною відеокартою. Для великих проєктів необхідно використовувати професійну камеру та потужний комп'ютер або хмарні обчислення.

Смартфони можна використовувати для сканування та створення 3D-моделі з існуючого об'єкта за допомогою різних додатків. В ці програми можна завантажити заздалегідь створені фотознімки або використати вбудовані функції й створити їх прямо в додатку. Ці моделі можуть бути дещо спрощеними, в порівнянні з професійними 3D-сканерами, проте такий метод добре підходить для навчання 3D-скануванню використовуючи ту техніку, яка вже є під рукою.

Процес 3D-реконструкції полягає в зборі та обробці даних. Збір даних може здійснюватися за допомогою різного обладнання – починаючи смартфонами й закінчуючи супутниками. Обробка даних виконується на смартфоні, комп'ютері чи обчислювальній хмарі. Проте вибір обладнання най-

частіше залежить від масштабу проєкту та бюджету.

Метод фотограмметрії зобов'язує фотографа дотримуватися певних правил при зборі даних, щоб отримати якісні фотограмметричні вимірювання, які ляжуть в основу подальшого моделювання. Також варто не забувати про правильне освітлення, яке не має спотворювати об'єкти, що скануються, а також про правильне орієнтування фотокамери для мінімізації програмою невизначеності для отримання найкращого результату.



Рисунок 1 – Етапи створення 3D-моделі методом фотограмметрії

Фотограмметрію можна застосовувати у багатьох сферах життя, наприклад в інженерії, архітектурі, геології, кіно та ігровій індустрії, 3D-друк, оцінка результатів спортивних змагань, створення прототипів для навчання.

У зв'язку з занепокоєнням щодо руйнувань об'єктам спадщини під час війни варто використовувати 3D-сканування для збереження історичних пам'яток. Завдяки комп'ютерним технологіям і вдосконаленню метода фотограмметрії можна створювати цілі віртуальні музеї, які не зруйнуються ракетами, чому і присвячена моя робота.

Список використаних джерел:

1. Rahaman, H. (б. д.). *Virtual Heritage: A Guide: T. 2. Photogrammetry: What, How, and Where* (E. M. Champion, Уклад.). Ubiquity Press. <https://www.jstor.org/stable/j.ctv2dt5m8g> (Оригінал опубліковано 2021 р.)

2. *Introduction to Photogrammetry: How to Take Good Photographs*. (2019, 1 листопада). Sketchfab Community Blog. <https://sketchfab.com/blogs/community/introduction-to-photogrammetry-how-to-take-good-photographs/>

РОЗРОБКА ДИЗАЙНУ ТА СТВОРЕННЯ ВЕБ-САЙТУ

Черновол Д.В.

Науковий керівник – проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,

м. Харків, Україна

тел. +38(096) 457-29-66, e-mail: daniil.chernovol@nure.ua

This work will consider the stages of creating a modern restaurant website. The stage of creating a site layout and navigation planning is considered. At this stage of development, an idea of what the future site will be was obtained. The stage of design development is considered. Visual content such as backgrounds, page structure, image placement, photos and videos are developed in this phase. In the work, a template was developed for visualizing the structure of the page, its content, as well as the main functionality. At this stage, design elements are used. A database was also created using the SQL language.

У сучасному світі інформаційних технологій Інтернет переживає крутий підйом і величезну затребуваність. Безліч серверів з інформацією, що зберігається на них, сприяє зростанню популярності і доступності різних ресурсів.

Веб-сайти зараз створюються в основному для ведення бізнесу та можуть мати різне призначення. Однак для успішного та ефективного просування своїх товарів та послуг наявність особистого порталу просто необхідна.

В цій роботі будуть розглянуті етапи створення сучасного сайту ресторану.

1. Створення макету сайту та планування навігації.

На цій стадії розробки було отримано уявлення про те, яким буде майбутній сайт.

Починається створення сайту з етапу збирання даних, аналізу конкурентів, які дозволять скласти структуру сайту. Оскільки від структури залежить функціонал, можливості ресурсу.

2. Розробка дизайну

На цьому етапі розробляється візуальний контент, такий як фони, структура сторінок, розміщення зображення, фото та відео.

В роботі було розроблено шаблон для візуалізації структури сторінки, її вміст, а також основний функціонал. На цьому етапі, використовуються елементи дизайну.

Шаблон містить кольори, логотипи та зображення. Він дає можливість судити про те, як зрештою виглядатиме готовий сайт.

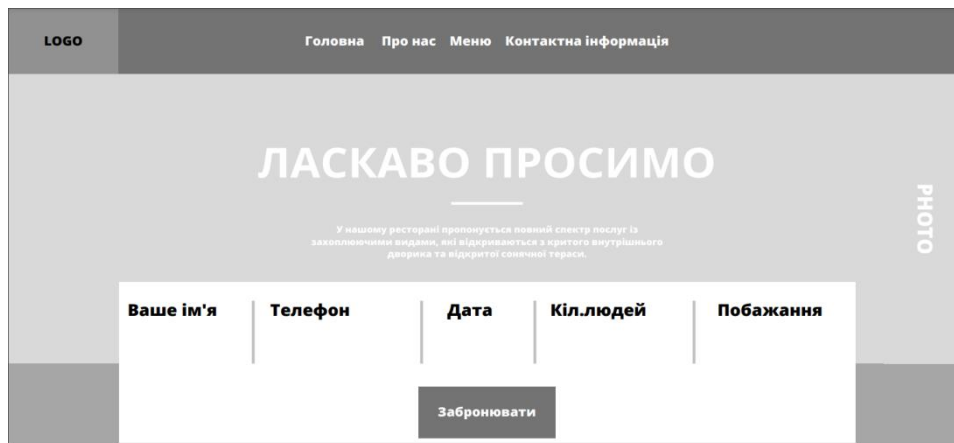


Рисунок 1 – Розробка дизайну головної сторінки сайту

3. Верстка та розробка

Етап верстки сайту, це етап де використовують всі графічні елементи, розроблені раніше. В ході розробки отримано дизайн домашньої сторінки, а потім до неї додалися решта сторінок відповідно до ієрархії, розробленої на етапі створення карти сайту.

Для того щоб наші функції сайту працювали було створено базу даних за допомогою мови SQL.

Для розробки диманіки сайту зазвичай використовується одна з найпопулярніших і затребуваних на сьогодні мов програмування – PHP. Однією з ключових його переваг є порівняльна простота практичного застосування.

Здійснювати будь-яку професійну діяльність, не перебуваючи у мережі, непросто. Це місце стало основним джерелом залучення клієнтів, створення мереж та продажів. І саме сайт багато хто використовують для координації цих дій та виміру їх ефективності, тобто. досягнення поставленої мети.

У зв'язку з повномасштабною війною багато закладів громадського харчування. Завдяки розробки веб-сайту для маленьких бізнесів, багато нових людей, які приїхали з іншого місця можуть побачити заклад та відвідати його. В такий спосіб можна допомагати вставати на рівна ноги малому бізнесу, тобто проведена робота, наразі, дуже актуальна.

Список використаних джерел:

1. Розробка веб-сайту: посібник для використання, [Online]. Режим доступу: <https://contextonline.ru/blog/10-shagov-chtoby-sozdat-sayt-s-nulya/>
2. HTML Styles CSS, [Online]. Режим доступу: https://www.w3schools.com/html/html_css.asp
3. What is SQL? - Structured Query Language (SQL) Explained - AWS, [Online]. Режим доступу: https://aws.amazon.com/what-is/sql/?nc1=h_ls
4. Що таке PHP, [Online]. Режим доступу: <https://www.php.net/manual/ru/intro-what-is.php>

ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ МУЗИЧНОЇ КОМПОЗИЦІЇ

Бабак К.В.

Науковий керівник – проф. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(068) 653-59-76, e-mail: kyrylo.babak@nure.ua

The audio production process consists of three main stages: recording, mixing, and mastering. At the moment, there is no detailed description of all the stages of compilation and mastering of a musical piece. Often, treatment descriptions contain a lot of subjective information in the complete absence of technical data, structural diagrams that help to understand the essence and result of treatments. The purpose of this work is to create a finished audio composition with a detailed technical and creative description of all stages of its recording, mixing and mastering.

Процес аудіовиробництва складається з трьох основних етапів: запис, зведення, мастеринг. На даний момент немає зібраного воедино детального описання усіх етапів зведення і мастерингу музичного твору. Часто описи обробки містять багато суб'єктивної інформації при повній відсутності технічних даних, структурних схем, які допомагають зрозуміти суть і результат обробок.

Метою даної роботи є створення готової аудіокомпозиції з детальним технічним і творчим описанням усіх етапів її запису, зведення і мастерингу.

В результаті аналізу розроблено оптимальну на даний час схему домашньої студії (рис.1) – з використанням зовнішнього аудіоітерфейсу з декількома входами.

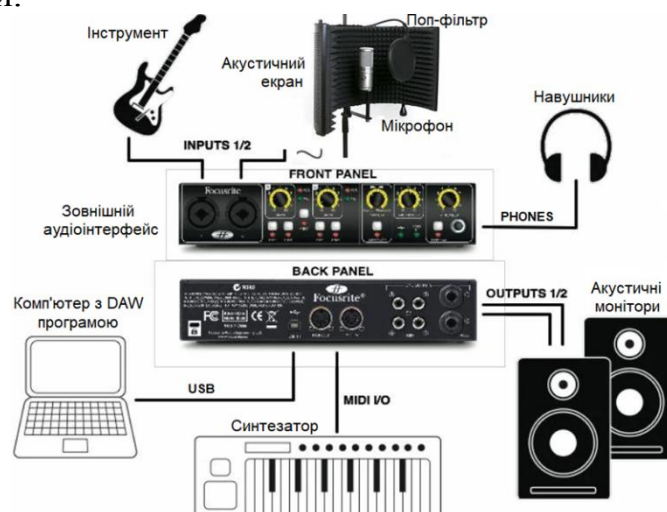


Рисунок 1 – Схема домашньої студії

Запис, зведення і мастеринг записаних аудіо-доріжок виконується у програмній DAW звуковій станції FL Studio. Це дозволить отримати якісний звукозапис з низьким рівнем шумів, мати багато доріжок в комп'ютері, а зведення і мастеринг виконувати не під час виконання, а в після етапу запису в спокійній обстановці.

Розглянуто програмну організацію процесу запису. Одна з вимог – мінімальна затримка в каналі запису.

Це потрібно для синхронного виконання записуваних партій. В роботі запропоновано застосування драйверів звукової карти ASIO замість стандартних (рис.2).

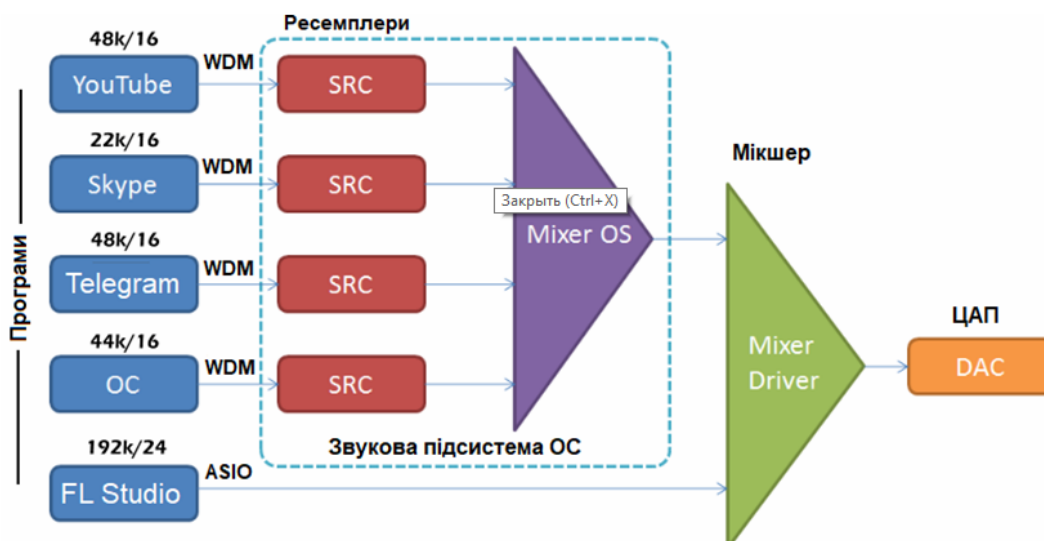


Рисунок 2 – Застосування драйверів ASIO

Зазвичай лише одна програма відтворює основний звук, а решта програють звук періодично. При використанні ASIO звуковий потік направляється відразу в мікшер драйвера звукової карти, минаючи ресемплер та мікшер операційної системи.

Такий підхід дозволив зменшити затримку при записі з 300 мс до 7 мс. Це зробило можливим робити прямий моніторинг звуку без ехо під час запису.

Список використаних джерел:

1. Створення власної мелодії в FL STUDIO, [Online]. Режим доступу: <https://fl-studiopro.ru/interesnoe/200-kak-pisat-zavorazhivayushchie-i-interesnye-melodii.html>
2. Написання ударної партії в FL STUDIO, [Online]. Режим доступу: https://e-music.fdstar.ru/3776-manual_k_FL_Studio.html

СТРУКТУРА І ПАРАМЕТРИ ЗВУКОВОГО ПОЛЯ БПЛА

Крайник К.І.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Олейніков В.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,

61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС

тел. +38(099) 31-94-118, e-mail: kostiantyn.krainyk@nure.ua

In this paper, the main properties of the structure and parameters of the UAV sound field, the influence of the operation of the blade part and electric motors on the spectral components of acoustic radiation, as well as the influence of constructive and technological solutions of the UAV on the degradation of the acoustic radiation spectrum are considered.

Можливість використання віддаленого керування дронами набирала досить широкого застосування, так безпілотники почали використовувати в різних галузях: електроенергетика, будівництво, сільське господарство, але найбільш широкого поширення БПЛА знайшли в воєнній справі (моніторинг об'єктів державного рівня, корегування вогню та інше).

Головна особливість акустичної боротьби полягає у принципі роботи БПЛА, а саме створенні звукового поля гвинтами безпілотника, що в свою чергу викликає шум та так званий “вихорний звук” – шум обтікання лопаті, загалом це призводить до зміни спектральних складових акустичних випромінювань (АВ).

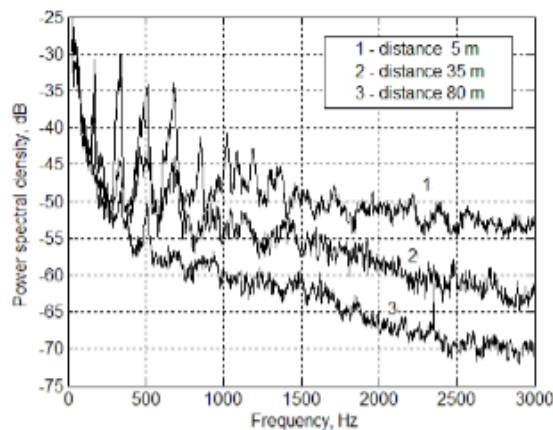


Рисунок 1 – Спектр акустичних сигналів БПЛА на відстані 5, 35, 80 м. [1]

При зміні відстані до БПЛА спостерігається деградація акустичного сигналу в залежності від зміни відстані на 5, 35 та 80 метрів до безпілотника, що досліджено на рисунку 1. Спектр шуму гвинтомоторної групи має гармонійні складові частоти обертання ротора та гармоніки лопатевої частоти, які лінійно пов'язані та представлені у всій смузі частот (в даному випадку до 3 кГц). Швидкість згасання спектральних складових - близько 30 дБ/кГц, окремі складові чітко виражені, не розмиті [2].

Цей спектр залежить від конструктивно-технологічних особливостей БПЛА, а саме гвинтів, електромоторів та суміжних конструкцій, що в ідеальних умовах дозволяє дізнатися про тип безпілотної літака за його спектральними складовими, але на практиці на акустичні випромінювання сильно впливають погодні умови, що можуть спотворювати спектр сигналу.

Тому для правильної оцінки форми спектру необхідно мати спектр випромінювання, без впливу шуму оточуючого середовища, через те що при збільшенні дистанції між мікрофоном та безпілотником буде відбуватися деградація спектру акустичного коливання через затухання звуку.

Також важливими параметрами, що впливають на звукове поле є енергетичні характеристики та параметри частотного спектру випромінювання БПЛА, що визначають ефективну ширину смуги безпілотної літака, тобто чим ближче об'єкт до мікрофону тим більший діапазон частот він має і при збільшенні цієї дистанції відбувається зменшення ефективної ширини частот.

Важливе значення для дослідження форми спектру БПЛА є направленість акустичного випромінювання, в залежності від ракурсу спостереження БПЛА спектральні складові акустичного випромінювання кожної гармоніки лопатної частини безпілотної літака будуть мати різну форму, що ускладнює форму характеристики направлення.

Особливості структури і параметрів звукового поля БПЛА є досить важливою темою для дослідження, широке вивчення властивостей роботи безпілотної літака та його систем керування, які суттєво впливають на зміну спектру випромінювання дозволить розвивати акустичну систему протидії дронам, що в свою чергу дозволить не тільки унеможливити роботу ворожих систем, але й удосконалити власні моделі БПЛА та більш широко дослідити особливості структури і параметрів звукового поля.

Список використаних джерел:

1. Олейников В.Н., Зубков О.В., Карташов В.М., Корытцев И.В., Бабкин С.И., Шейко С.А., Селезнёв И.С. Использование акустической сигнатуры для обнаружения, распознавания и пеленгации малых беспилотных летательных аппаратов.// Радиотехника. Всеукр. Межвед. Науч.-техн. Сборник. Вып 195. Харьков, 2018. - С. 209-217. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/5849/1/Radiotekhnika_196_2019_38.pdf
2. В.Н.Олейников, В.М.Карташов, С.И.Бабкин, О.В.Зубков, И.В. Корытцев, С.А.Шейко. Информационные характеристики звукового излучения малых беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника. Всеукр. Межвед. Науч.-техн. Сборник. Вып 191. Харьков, 2017. - С. 181-187. <https://openarchive.nure.ua/items/6b9beefb-8147-49a9-9b7f-4b953674f7a7>

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ LIVE ЕФІРІВ

Горошко А.І.

Науковий керівник – проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 633-77-69, e-mail: anastasiia.horoshko@nure.ua

Live streaming is becoming increasingly popular in the media industry. This allows content to be delivered to viewers around the world in real time. In order for these broadcasts to be successful, it is necessary to use modern technologies and tools for their organization. One of the most popular tools is OBS Studio, which can be used to stream content from multiple sources simultaneously. It also has a wide range of features such as audio mixing, video mixing and more.

Прямі трансляції стають все більш популярними в медіаіндустрії. Це дозволяє доставляти контент глядачам у всьому світі в реальному часі. Щоб ці трансляції були успішними, необхідно використовувати сучасні технології та інструменти для їх організації. Одним із найпопулярніших інструментів є OBS Studio, який можна використовувати для потокової передачі вмісту з кількох джерел одночасно. Він також має широкий спектр функцій, таких як мікшування аудіо, мікшування відео тощо.

Даний проєкт має на меті дослідити які інструменти можна використовувати для ефективної організації прямих трансляцій. В роботі запропоновано застосування сучасних технологій для створення стріму (рис.1). В основному проєкт буде зосереджений на використанні OBS Studio для потокового передавання, YouTube для хостингу, Google Meet для проведення відеозустрічей та Adobe Premiere Pro для редагування відео. Мета роботи полягає в тому, щоб створити простий для розуміння робочий процес, яким могли б користуватися медіа-професіонали та новачки в цій галузі.

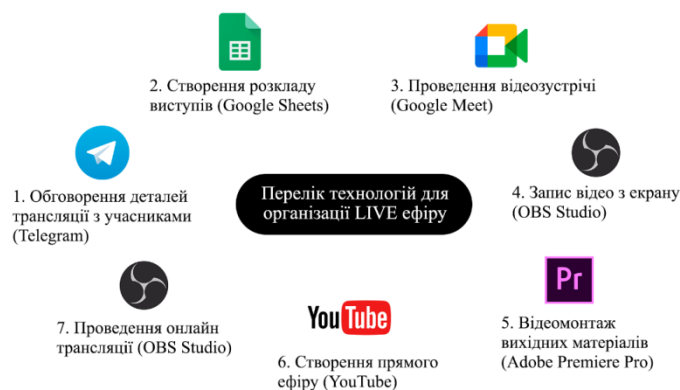


Рисунок 1 – Перелік технологій для організації LIVE ефіру

Список дій до, під час і після прямого ефіру Включає в себе:

1. Пошук правильного місця для зйомок;
2. налаштування необхідного обладнання;
3. запрошення учасників приєднатися до прямих ефірів;
4. подальший монтаж відзнятих матеріалів тощо.

Для ефективного вирішення всіх цих завдань, все частіше використовуються хмарні програмні рішення, які дозволяють командам віддалено співпрацювати над проектами, а також спеціалізовані апаратні рішення, такі як камери та мікрофони, які забезпечують високоякісну потокову передачу.

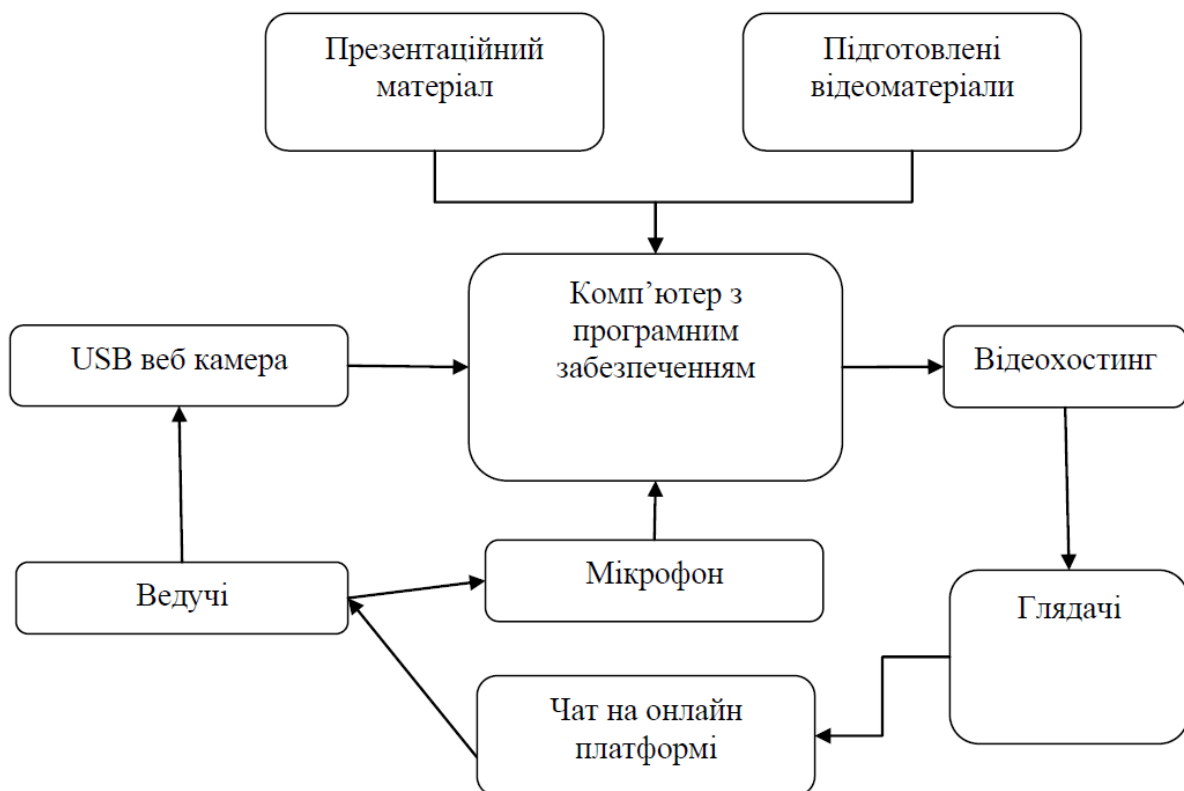


Рисунок 2 – Структурна схема проведення заходів в режимі онлайн стриму

За допомогою таких сервісів як Telegram, Google Sheets та Google Meet буде проходити все спілкування з учасниками трансляції. Учасники, які не будуть присутні на онлайн стрімі, будуть заздалегідь записані за допомогою програми OBS Studio. Дану програму можна налаштувати і використовувати як для стрімінгу, так і для запису відео, що робить її універсальною для будь-якої мети.

Список використаних джерел. 1. Створення прямої трансляції на YouTube канал в OBS Studio, [Online]. Режим доступу: <http://softkb.com.ua/obs-studio-strim-na-youtube-nalashtuvannya>

2. Редагування відео в Adobe Premiere Pto, [Online]. Режим доступу: <https://helpx.adobe.com/premiere-pro/user-guide.html>

УДК 004.9:629.7.05

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПОБУДОВИ ЕМУЛЯТОРІВ РСБН

Бодін К.І.

Науковий керівник – проф. Смеляков К. С

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПІ
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 532-45-39, email: kyryl.bodin@nure.ua.

Study of algorithms for calculating azimuth, inclined range, and visualization of the results of the RSBN (Radio Short Range Navigation System) dashboard. Comparative analysis of models of different SSBN visualization systems

Одним з основних засобів інформаційних технологій в сучасній авіації є радіостанції ближньої навігації та посадки, такі як VOR/DME, TACAN, радіонавігаційні системи ближньої дії, а також радіосистеми приладової посадки повітряних суден в метровому (ILS, SP-70), дециметровому (PRMG) та сантиметровому (MLS) діапазонах хвиль радіомаякові системи.

Радіотехнічна система ближньої навігації (РСБН) - це навігаційні системи для повітряного польоту; радіомаяки РСБН автоматично і безперервно вимірюють і відображають курс і відстань літака відносно наземних радіомаяків.

Канал вимірювання азимута

Маяк(РСБН) випромінює постійний спрямований сигнал з антени, що обертається. Антена, що обертається, має вузьку двопротиневу діаграму спрямованості, причому два промені тісно вирівняні один з одним. Напрямок азимута фіксується "провалом" між цими променями, який набагато вужчий за самі промені. Це забезпечує високу точність азимутального каналу.

Азимутальні антени наземних станцій мережі стратегічних комунікацій закриті захисним ковпаком, оскільки вони обертаються зі швидкістю 100 об/хв. Всеспрямована азимутальна антена випромінює дві серії імпульсних сигналів, сигнал "35" і сигнал "36". Цифри вказують на кількість імпульсів, випромінюваних за один оберт антени. Імпульси випромінюються таким чином, щоб імпульси "35" і "36" збігалися в момент, коли напрямок антени збігається з напрямком на північ. Крім того, випромінюється додатковий сигнал.

Таким чином, знаючи постійну швидкість обертання спрямованої антени і час між спрямованим і ненаправленим сигналами, можна розрахувати поточний курс літака відносно наземного радіомаяка RSBN. Робота системи ТАКАН відмінна. Система ТАКАН визначає азимут, випромінюючи всеспрямований сигнал і спрямований обертотий сигнал з різницею фаз, пропорційною азимуту по відношенню до півночі. Несуча частина системи

ТАКАН розташована в діапазоні частот 1000 Гц. Обертальний спрямований сигнал, який змінюється по фазі, отримується шляхом механічного обертання антенного елемента.

Принцип дії каналу азимуту – каналу VOR ґрунтується на фазовому методі визначення азимуту. У стандартному варіанті VOR антена азимутального радіомаяка АРМ створює діаграму спрямованості (ДС), що має форму окружності зі зміщеним центром, що обертається із частотою $F_{об} = 30$ Гц. Обертання ДС приводить до амплітудної модуляції прийнятого сигналу з тією ж частотою $F_{об}$. У точці з довільним азимутом A фаза, що обгинає прийнятий на ПС амплітудно-модульований (АМ) сигнал, запізнюється щодо фази АМ сигналу, прийнятого в північному напрямку

Канал вимірювання дальності

Бортове обладнання літака надсилає запит, отримує відповідь від наземного обладнання (РСБН) і визначає дальність за затримкою відповіді на запит. Бортова апаратура РЛС може надсилати сигнал запиту дальності тільки тоді, коли літак підсвічується сигналом азимутальної антени і прив'язаний до опорної послідовності імпульсів '36'. Він призначений для цього. Це дозволяє визначати місцеположення як на землі, так і в літаку.

Досяжність повітряного судна від наземного комплексу ТАКАН визначається за принципом "запит-відповідь", використовуючи звичайний метод вимірювання часу поширення імпульсу, випромінюваного повітряним судном-запитувачем від наземного комплексу АН/URN-3 назад до приймача повітряного судна.

Принцип дії каналу дальності (DME). Для вимірювання дальності до радіомаяка DME застосовується літаковий далекомір (ЛД), робота якого заснована на принципі «запит - відповідь». Маяка DME працює як автономно, так і разом з маяками VOR, ILS та ін. При використанні сполученого маяка VOR/DME визначається МЛ у полярній системі координат. Такий маяк можна використати для корекції координат літака, обчислених ОСЛ, з огляду на магнітне схилення. При сполученні DME з маяком ILS пілоти одержують при заході на посадку віддалення від літака до точки приземлення.

Список використаних джерел:

1. Аспекти удосконалення системи радіотехнічного забезпечення польотів <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/4860162>
2. Принцип роботи радіотехнічної системи ближньої навігації. https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/11005/3/3-%D0%93%D0%BB-2_2.pdf
3. Принцип роботи радіотехнічної системи навігації ТАКАН <https://avia.pro/blog/radiotekhnicheskaya-sistema-takan>

УДК 621.391

ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БАГАТОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ

Фещенко М.Ю.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна

тел. +38 (057) 70-21-587, e-mail: maksym.feshchenko@nure.ua

The spectral efficiency and interference immunity of OFDM, SEFDM, CMT and SMT signals were investigated. In the studies of spectral efficiency, the frequency band, the level of sidelobes. In immunity studies, the required signal-to-noise ratio was estimated to ensure a BER of 0.000001.

Наразі базовою технологією побудови мереж широкосмугового радіодоступу є OFDM. Проте для перспективних мереж сигнали OFDM використовувати не перспективно. По-перше, сигнали з OFDM є високочутливими до розстроювання частоти і фазового шуму. Також у разі появи значного доплерівського ефекту в OFDM сигналі відбувається зміна значення центральної носійної частоти, що призводить до порушення ортогональності його носієвих частот. По-друге, при значній кількості носієвих високі значення пікової потужності при порівняно низькому рівні середньої потужності негативно позначаються на роботі підсилювачів. По-третє, високий рівень позасмугових випромінювань сигналів, отже, сигнал на одній носійній може бути прийнятий в суміжних каналах.

В роботі наведено результати дослідження перспективних технологій формування багаточастотних сигналів, що побудовані на OFDM модуляції.

Spectrally Efficient Frequency Division Multiplexing (SEFDM) – це технологія, в якій для підвищення спектральної ефективності при незмінній швидкості передачі символів скорочуються частотний інтервал між носійними. Технічно SEFDM система може бути побудована з окремих OFDM систем. На рис. 1 великі вертикальні подвійні стрілки відображають носійні OFDM системи з символьним періодом T і частотним інтервалом F . Маленькі одиночні стрілки відповідають частотам SEFDM системи з тим ж символьним періодом і частотним інтервалом $0.75F$. SEFDM частоти, позначені цифрами 1 на горизонтальній вісі, точно узгоджуються з OFDM частотами, розділеними інтервалом $3F$.

Filter Bank Multicarrier (FBMC) є одним із найвідоміших методів модуляції з розширенням спектру. Дана модуляція забезпечує значну перевагу у формуванні кожної носійної та полегшує гнучке використання спектрального ресурсу, дозволяє задовольнити різним системним вимогам, таким як низька затримка, множинний доступ та інші.

Серед FBMC методів в першу чергу використовуваних для підвищення спектральної ефективності багаточастотних сигналів можна виділити

косинус-модульовані багаточастотні сигнали (CMT – cosine modulated multitone) та багаточастотні сигнали зі зсувом квадратурних компонент (SMT – staggered multitone).

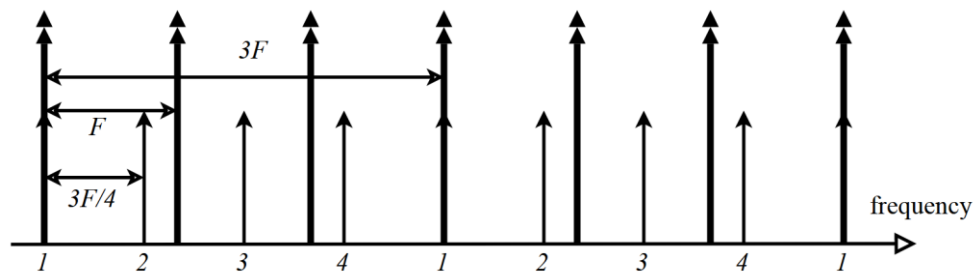


Рисунок 1

Для CMT сигналів (рис. 2) імпульсна характеристика формуючого фільтру є добутком (произведением) функції косинус та імпульсної характеристики НЧ фільтру прототипу, наприклад, *sinc* у разі ідеального ФНЧ.

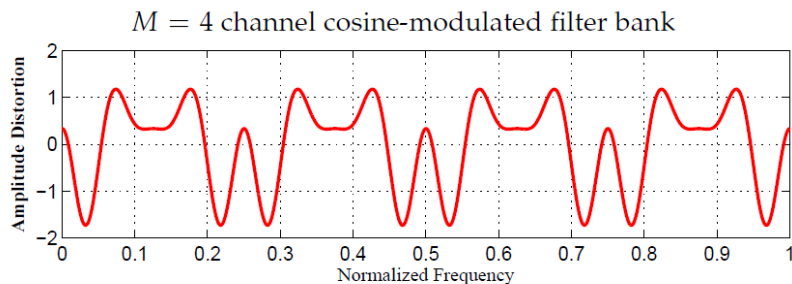


Рисунок 2

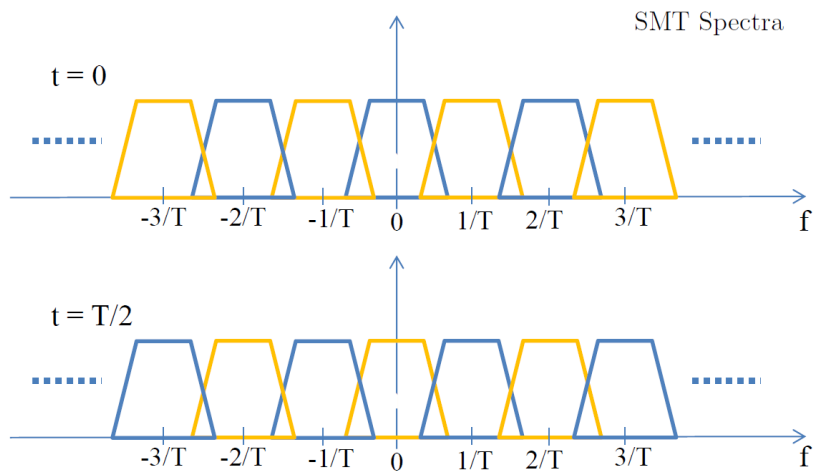


Рисунок 3

На рис. 3 наведено приклад спектрів SMT компонент. Сині спектри позначають носійні, які мають фазовий зсув із парним коефіцієнтом $\pi/2$, тоді як помаранчеві спектри відповідають носійним з фазовим зсувом із непарним коефіцієнтом $\pi/2$. Через кожний інтервал часу $T/2$ фазовий зсув $\pi/2$ застосовується до сусідніх носійних, ніби змінюючи в часі. Таким чи-

ном, ефективність пропускної здатності підвищується в 2 рази.

Імітаційне моделювання дослідних видів модуляції проводилось в MatLab. Тривалість символів OFDM було обрано рівною 12.8 мкс. Використовувався циклічний префікс, який становив 25 % тривалості OFDM сигналу. Оскільки в CMT, SMT та SEFDM сигналах циклічний префікс не використовується, то тривалість символів було обрано рівною 16 мкс. В такому разі при різній сигнальній швидкості швидкість передачі інформації для усіх дослідних систем зв'язку буде однаковою.

Для методів CMT, SMT і SEFDM алгоритм формування спектру наступний: 200 смуг по $1/16$ мкс=62.5 кГц, тобто 12.5 МГц, та 2 захисних інтервали по $28/16=1.75$ МГц. Отже, загальна ширина спектру сигналу для CMT, SMT і SEFDM склала 16 МГц.

Результати оцінки рівня бічних пелюсток у спектрах сигналів наведено в табл. 1, стовпчики «ширина смуги за рівнем -35 дБ», «спектральна ефективність біт/с/Гц». Результати оцінки спектральної ефективності сигналів, з позиції кількості носійних шириною 78.125 кГц, що можна передати в смузі 20 МГц та рівнем бічних пелюсток -35дБ наведено в табл. 1, стовпчик «Кількість носійних». Результати оцінки завадостійкості прийому сигналів з OFDM, CMT, SMT і SEFDM, як значення ймовірності помилок прийому 10^6 біт інформаційної послідовності наведено на рис. 4. Тип використовуваної модуляції – QAM-16. Сигнал передавався по гаусівському каналу зв'язку.

Таблиця 1

Сигнал	Ширина смуги за рівнем -35 дБ	Спектральна ефективність біт/с/Гц	Кількість носійних
OFDM	20.7	2.26	194
SMT	17.2	2.91	232
CMT	16.3	3.07	240
SEFDM	15.9	3.14	248

Як можна бачити з табл.1 та рис. 4, сигнал з SEFDM у дослідженнях спектральної ефективності показав найкращі результати, поступившись лише 0.5 дБ за значенням завадостійкості OFDM сигналу. З незначним відставанням відносно сигналів з SEFDM розташувались сигнали, засновані на баках фільтрів FBMC: CMT та SMT. Дані сигнали показали приблизно рівні результати спектральної ефективності та завадостійкості. Також варто зазначити, що сигнали з CMT були завжди трохи кращими за сигнали з SMT, але не більше ніж на 10%.

Отже, сигнали з SEFDM і CMT найкраще підходять для формування сигналу в системах широкосмугового радіо доступу.

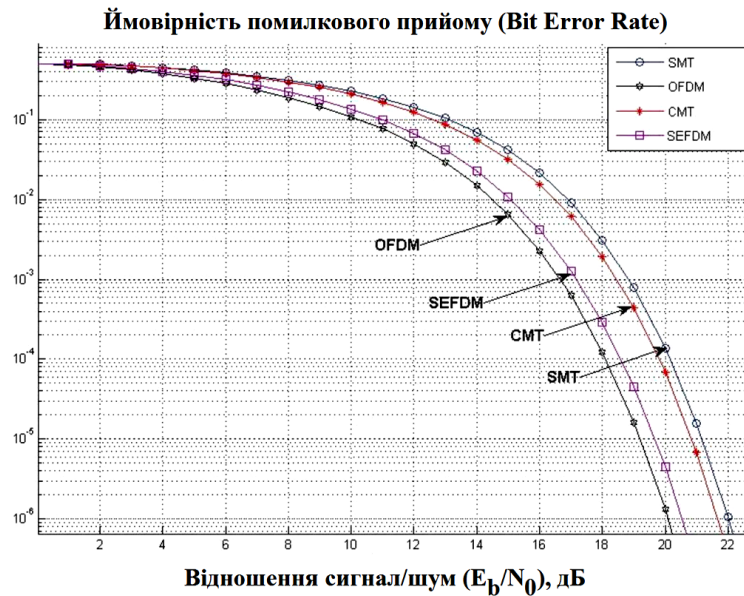


Рисунок 4

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ:

1. L. Lin and B. Farhang – Boroujeny. Cosine modulated multitone modulation for very high – speed digital subscriber lines // EURASIP J. Appl. Signal Processing, – 2006.
2. Ghannam H., Darwazeh I. SEFDM: Spectral efficiency upper bound and interference distribution. 2018 11th International Symposium on Communication Systems, Networks & Digital Signal Processing (CSNDSP), 2018, Pp. 1–6.
3. Behrouz Farhang – Boroujeny. Signal Processing Techniques for Software Radios// Lulu publishing house, 2010.
4. B. Farhang – Boroujeny. OFDM Versus Filter Bank Multicarrier // IEEE Signal Processing Magazine, – 2011, – Vol. 28, № 3, – P. 92 – 112.
5. Обладнання радіодоступу (радіоінтерфейс передачі даних з використанням шумоподібних сигналів за стандартами IEEE Std IEEE 802.11a/b/g (IEEE Std IEEE 802.11-2007)). Додаток 3 до рішення НКРЗ від 23.10.2008 р. No 1174.
6. H. Liu. OFDM – Based Broadband Wireless Networks: Design and Optimization / Hui Liu, Guoqing Li – John Wiley & Sons Ltd., 2005 – 250 p.

УДК 621.396.96:629.7

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ SOFTWARE-DEFINED RADIO В СИСТЕМАХ ЗВ'ЯЗКУ БПЛА – КОРИСТУВАЧ – БПЛА

Єзерський І.П., Козак Д.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна

тел. +38 (057) 70-21-587, e-mail: ihor.iezerskyi@nure.ua

The advantages and disadvantages of using Wi-Fi and radio frequency transceivers for UAVs are discussed.

Інтегральні радіочастотні трансивери наразі широко поширені в архітектурах програмно-визначуваного радіосистем (Software-Defined Radio, SDR) базових станцій стільникового телефонного зв'язку. Але вони також можуть з успіхом використовуватись і в системах безпроводної передачі відео високої чіткості для додатків промислового, комерційного та оборонного призначення, зокрема в безпілотних літальних апаратах (БПЛА і дронах). Розглянемо переваги використання подібних технологій для сценаріїв використання БПЛА.

Звичайні дрони, оснащені системами Wi-Fi, дуже легко під'єднуються до мобільного телефону, ноутбука та інших мобільних пристроїв, що робить їх вельми зручними в експлуатації. Але для бездротового передавання відео в критичних додатках БПЛА рішення ПЛІС плюс радіотрансивер порівняно з технологією Wi-Fi дає безліч переваг.

Насамперед, на фізичному рівні можна отримати притаманне радіотрансиверам гнучке перемикавання частоти та швидку зміну частот, що допомагає уникнути завад, які виникли в каналі зв'язку. Більшість інтегрованих Wi-Fi-чипів діє в смузі частот 2.4 ГГц без використання механізму повторного вибору частоти після з'єднання, що не дає змоги зробити безпроводне з'єднання досить стабільним.

По-друге, для рішення ПЛІС плюс радіотрансивер протокол передачі може бути визначений безпосередньо самим розробником і керований ним досить гнучко. На відміну від цього протокол Wi-Fi є стандартним і заснованим на двосторонньому встановленні зв'язку для кожного пакету даних. Під час використання Wi-Fi кожен пакет даних повинен підтвердити, що пакет отримано і всі 512 байт у пакеті були отримані без спотворень. Якщо хоча б один байт втрачено, то весь 512-байтовий пакет має бути переданий знову. Хоча цей протокол забезпечує надійність даних, процес повторного (наприклад, після завмирання) відновлення безпроводного каналу зв'язку є складним і трудомістким. Крім того, використовуваний в Wi-Fi протокол TCP/IP має високу затримку передачі відеоконтенту, неприйнятну для управління в режимі реального часу. Подібна затримка може призвести до падіння БПЛА.

Рішення ПЛІС плюс радіотрансивер може використовувати односпрямований потік даних, тобто БПЛА, що рухається, передає відеосигнал подібно до звичайної телевізійної трансляції. Тут немає часу на повторну відправку пакетів, коли мета – це мати відео в реальному часі.

По-третє, технологія Wi-Fi не забезпечує належний рівень безпеки з огляду на велику кількість розміщених в мережі Інтернет програмних засобів та «методичних вказівок» щодо зламу подібних систем. Рішення ПЛІС плюс радіотрансивер забезпечує більш широкий спектр як алгоритмів шифрування, так і протоколів передавання даних, тобто має місце збільшення стійкості системи зв'язку до загроз у частині безпеки.

По-четверте, односпрямований широкосмуговий потік даних забезпечує можливість передавання інформації на відстані, що в 2-3 рази перевищують можливості Wi-Fi. Гнучкість у програмних засобах радіозв'язку (SDR) дає змогу регулювати вид цифрової модуляції для задоволення вимог до відстані або пристосовуватися до зміни відношення сигнал / шум в умовах багатопроменевого випромінювання.

Отже, завдяки гнучкому перемикаючому використуванню смуги частот і високошвидкісній стрибкоподібній зміні частоти можна створити стабільніший і надійний канал для безпроводного зв'язку. На рівні протоколу рішення ПЛІС плюс радіотрансивер є більш гнучким, оскільки використовує односторонню передачу, скорочує час встановлення безпроводного зв'язку і створює з'єднання з меншою затримкою. У промислових і комерційних застосуваннях, наприклад, у сільському господарстві, під час контролю ліній електропередачі та в охоронних системах зі спостереженням – саме стабільні, безпечні та надійні системи передавання відео є життєво важливими для їх успішного функціонування.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.

1. Bullock S. R. Transceiver and System Design for Digital Communications. 4th edition. SciTech Publishing. Edison, NJ, 2014.
2. Pu D., Cozma A., Hill T. Four Quick Steps to Production: Using Model-Based Design for Software-Defined Radio. Analog Dialogue, 2015. Vol. 49.
3. Locke J. Comparing the DJI Phantom 4's Lightbridge vs. Yuneec Typhoon H's Wi-Fi. Drone Compares.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНОГО ФАКТОРУ СЕЛЕКТИВНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ МЕТЕОРІВ

Драчко Є.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. +38 (057) 70-21-587, email: yevhenii.drachko@nure.ua

In this thesis analyzed the physical factor of selectivity of radio meteors as a function of the orbital elements of their parent meteoroids. It is shown that the most probability on the system MARS observed meteors, which are generated by meteoroids that have a direct motion. Meteoroids on retrograde orbits are registered by MARS much worse and mostly with high eccentricities and small large semi-axes.

Радіолокаційні спостереження метеорів дозволяють визначати швидкість та координати радіанту метеору, а на основі цих даних прогнозувати оцінку істинної просторової щільності метеорної речовини у заданій області космічного простору для забезпечення безпеки польотів космічних апаратів.

Перехід від спостережуваної просторової щільності метеорної речовини до істинної пов'язаний з розрахунком факторів селективності спостережень метеорів. Основним з цих факторів за умови радіолокаційних спостережень є фізичний фактор [1], що характеризує метеорний слід в атмосфері Землі і залежить від швидкості v метеорного тіла, що утворило метеорний слід.

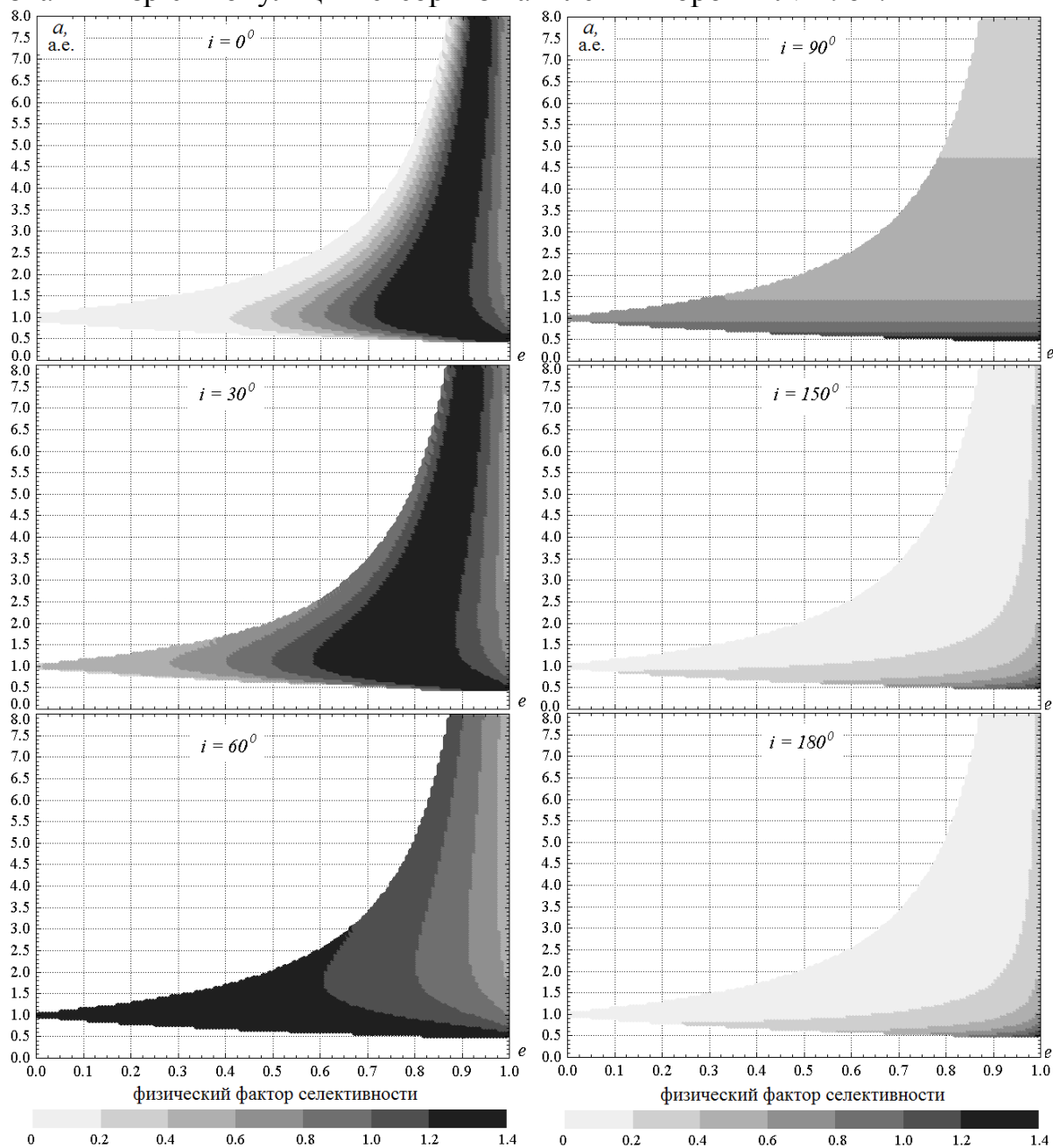
За припущення переміщення Землі навколо Сонця по круговій орбіті можна перейти від швидкості v до координат орбіти метеорного тіла за наступним виразом:

$$v = 29.8 \sqrt{3.139 - a^{-1} - 2\sqrt{a(1-e^2)}\cos i}, \quad (1)$$

де a – велика піввісь, e – ексцентриситет, i – нахилення орбіти метеорного тіла відповідно.

На рис. 1 наведено (a/e) діаграми для декількох значень нахилення орбіт, що відображають залежність фізичного фактора селективності від елементів орбіт метеорних тіл для метеорної автоматичної радіолокаційної системи Харківського національного університету радіоелектроніки МАРС [2] (в розрахунках мінімальне значення електронної щільності вздовж метеорного сліду дорівнювало $5 \cdot 10^{10}$ електрон/м). Як видно з рис. 1, найкраще системою МАРС реєструються метеори, породжені метеорними тілами з прямим орбітальним рухом, тобто з нахиленням $i < 90^\circ$. Ретроградні орбіти спостерігаються набагато гірше і, переважно з високими ексцентриситетами і малими великими півсями. Таким чином, при

переході від спостережуваної просторової щільності метеорної речовини до істинної на основі каталогу ХНУРЕ метеорних орбіт слід очікувати значний зріст популяції метеорів з нахиленням орбіти $i > 90^\circ$.



ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.

1. Лебединец В.Н. Пыль в верхней атмосфере и космическом пространстве. Метеоры. / Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. 247 с.
2. Волощук Ю.И. Метеорные потоки и ассоциации, выявленные по результатам многолетних радиолокационных наблюдений метеоров в Харькове: монография / Ю.И. Волощук, Д.Ю. Горелов. – Харьков: Изд-во НТМТ, 2011. – 382 с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ UWB РАДІОСИГНАЛІВ**

Брацило О.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. МІРЕС, м. Харків, Україна
тел. +38 (057) 70-21-587, email: oleksii.bratsylo@nure.ua

A comparative analysis of the most common forming pulses of UWB systems was carried out according to the criterion of energy efficiency, which consists in summing up the signal energy losses caused by incomplete use of the frequency band allocated for the radio system and signal energy losses outside the allocated frequency band.

В умовах інформаційного конфлікту до систем передачі інформації пред'являються все більш високі вимоги щодо завадостійкості, скритності, електромагнітної сумісності, спектрально-енергетичної ефективності. Для виконання поставлених вимог розробники йдуть або шляхом поліпшення технічних характеристик вузькосмугових систем, або використовують нові технології, засновані на застосуванні надширокосмугових сигналів, тобто Ultra-wideband систем зв'язку.

В наш час ефективність надширокосмугових сигналів оцінюється за допомогою критерію спектральної ефективності

$$\psi = \frac{\int_{-\Delta\omega}^{\Delta\omega} S^2(\omega) d\omega}{\int_{-\Delta\omega}^{\Delta\omega} M^2(\omega) d\omega} 100\%, \quad (1)$$

де $S(\omega)$ – амплітудний спектр сигналу, $M(\omega)$ – функція спектральної маски радіоканалу, тобто законодавчого обмеження рівня випромінюваної потужності в заданих діапазонах частот.

В останні роки в наукових статтях поширення набув інший критерій

$$E_{L\Sigma}(\Delta\omega) = E_{L1}(\Delta\omega) + E_{L2}(\Delta\omega), \quad (2)$$

бо критерій (1) не враховує енергетичні втрати $E_{L1}(\Delta\omega)$ сигналу за межами смуги частот $2\Delta\omega$ (рис. 1), а також втрати $E_{L2}(\Delta\omega)$, що виникають при узгодженні спектральної щільності сигналу з прямокутною АЧХ радіоканалу.

Також слід зазначити, що персональні безпроводові мережі мають дальність дії до 10 м і для них умова відповідності форми обвідної спектру спектральній масці не обов'язкова, оскільки рівень випромінюваної потужності наваго менший за вказаний у спектральній масці. Цей факт також говорить про доцільність використання критерію [2].

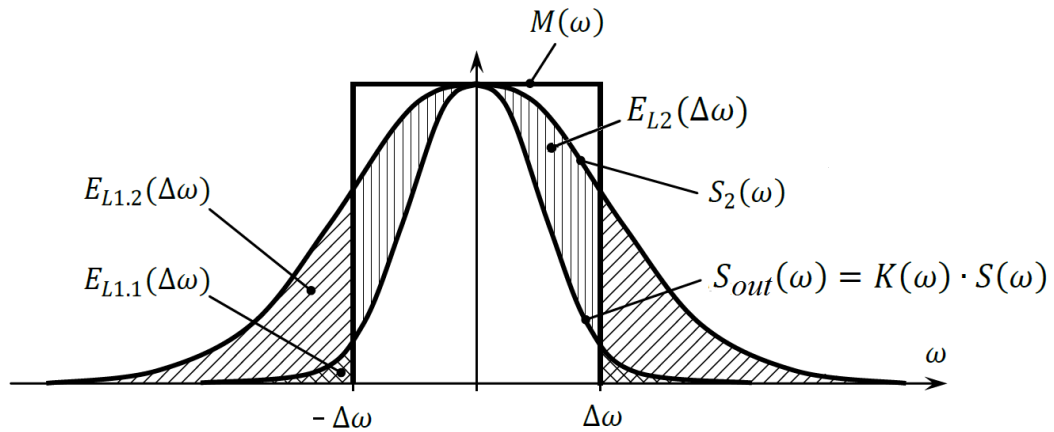


Рисунок 1 – Недоліки існуючого критерію оцінки ефективності НПП сигналів

В роботі проведено порівняльний аналіз енергетичних втрат для 6 дослідних формуючих імпульсів як функцій рівня ослаблення гладкого спектру l на межах смуги $\Delta\omega$ відносно максимального значення спектру.

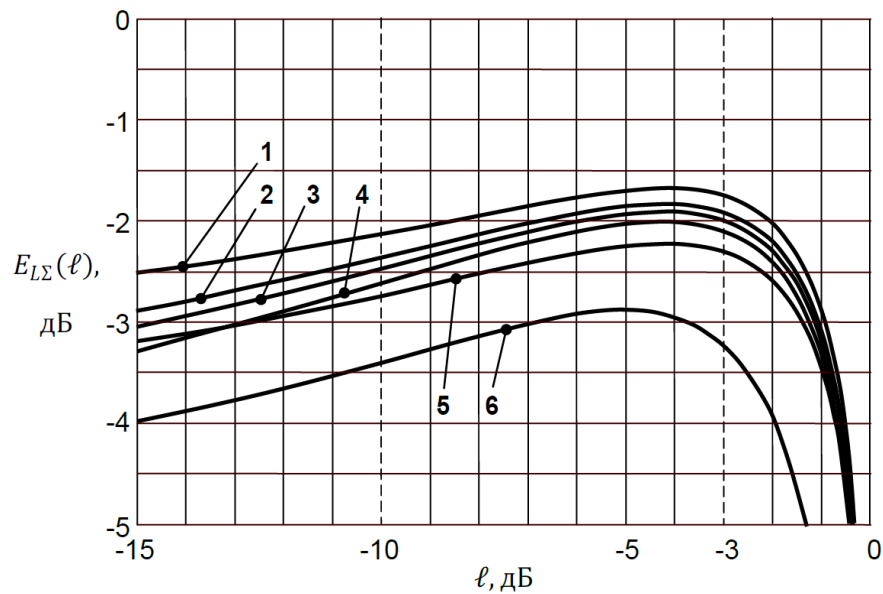


Рисунок 2 – Енергетичні втрати формуючих імпульсів з різною обвідною спектральної щільності

1 – косинусна, 2 – «припіднятий косинус», 3 – $\sin(x)/x$ в квадраті, 4 – гаусівська, 5 – $-\sin(x)/x$, 6 – трикутна

Як можна бачити з рис. 2, найменші енергетичні втрати забезпечуються для сигналу з косинусною обвідною спектральної щільності. Також для кожного з розглянутих сигналів існує оптимальне значення рівня ослаблення l , що обмежує смугу частот спектральної щільності відносно максимального значення, при якому повні енергетичні втрати сигналу мінімальні.

УДК 621.396:004.7

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ OFDM ТА FBMC

Максименко М.С., Залізовський В.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,

каф. МІРЕС, м. Харків, Україна

тел. +38 (057) 70-21-587, email: mykhailo.maksymenko@nure.ua

The results of a comparative analysis of orthogonal frequency division multiplexing (OFDMA) technology used in 4G LTE, LTE-Advanced systems and FBMC technology proposed for the fifth generation 5G systems are presented.

Основною тенденцією в безпроводному зв'язку є підтримка високих швидкостей передавання даних. Однак збільшення швидкості передачі даних і пропускної здатності є складним завданням. Варто зазначити, що системи з множиною носійних подолали низку проблем, пов'язаних із високою ефективністю використання смуги пропускання за високої спектральної ефективності. Останніми роками системи з множиною носійних широко застосовуються в технологіях 4G. Також планується їх застосування в майбутніх системах зв'язку покоління 5G.

Найвідомішим представником подібних систем є OFDM (Orthogonal frequency division multiplexing) – системи з мультиплексуванням та ортогональним частотним поділом каналів. За рахунок використання циклічного префіксу (як метода боротьби з між символною інтерференцією) OFDM має втрати в спектральній ефективності, а також вищу чутливість до вузькосмугових завад. Щоб подолати ці проблеми розроблено нову технологію – FBMC (Filter Bank Multicarrier) – гребінчасті фільтри з множиною носійних.

Основна ідея FBMC полягає в тому, що модульований сигнал фільтрується на кожній підносійній. Це дає новий ступінь свободи, який може бути використаний для оптимізації сигналу по відношенню до різних характеристик каналу передачі. Також технології FBMC не використовує циклічний префікс, за рахунок чого і підвищується спектральна ефективність. Крім того, ортогональність потрібна тільки для сусідніх підканалів, яка досягається за рахунок використання фільтру-прототипу. Своєю чергою, фільтр-прототип характеризується коефіцієнтом перекриття K , який дорівнює кількості символів, які перекриваються в часовій області.

У FBMC-системі може бути використаний будь-який вид модуляції у разі відокремлення один підканалу від іншого. Наприклад, якщо використовуються тільки підканали з парними (непарними) індексами, то жодних між каналних спотворень немає і може застосовуватися QAM-модуляція. Однак для досягнення максимальної швидкості передавання інформації всі

підканали мають бути використані в один часовий інтервал, тому застосовується модуляція OQAM (Offset Quadrature Amplitude Modulation) – квадратурна амплітудна модуляція зі зміщенням. Термін "зміщення" відображає часовий зсув на половину символу між дійсною і уявною частинами комплексного символу.

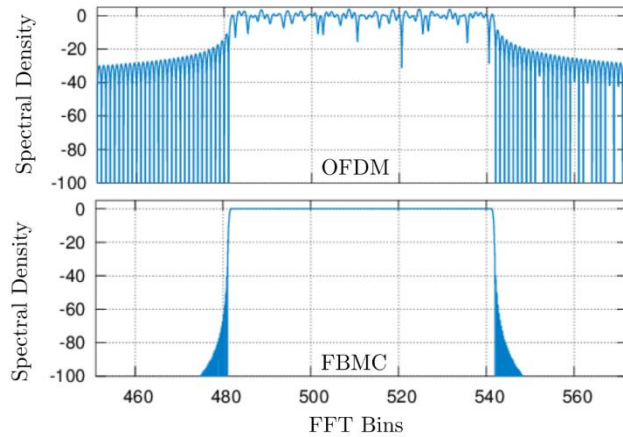


Рисунок 1

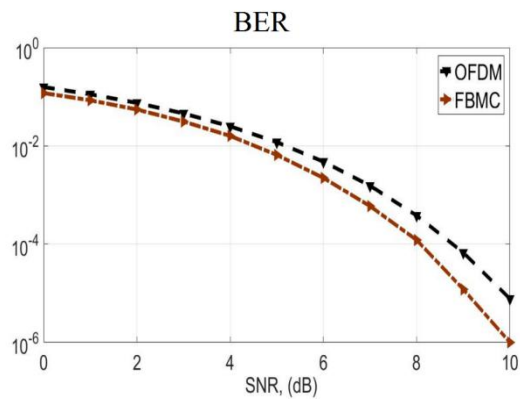


Рисунок 2

На рис. 1. наведено графіки спектральної щільності потужності сигналів OFDM і FBMC, коефіцієнтом перекриття $K = 4$. На рис. 2 наведено залежності бітових помилок як функції відношення сигнал/шум. Як видно з рис. 1 та рис. 2, використання технології FBMC дає змогу підвищити спектральну ефективність системи зв'язку у порівнянні з технологією OFDM. Компактність спектра в FBMC вказує на істотне зниження позасмугових випромінювань, тому зниження взаємної ортогональності підсмугов практично не позначиться на ймовірності правильного приймання, що ілюструє рис. 2. Також технологія FBMC є вельми ефективним способом боротьби з багатопроменевістю, особливо під час організації стільників великого радіусу зі слабкою забудовою.

Перелік джерел посилання.

1. Schellmann M. et al. FBMC-based air interface for 5G mobile: Challenges and proposed solutions // Cognitive Radio Oriented Wireless Networks and Communications (CROWNCOM), 2014 9th International Conference on. – IEEE, 2014. – С. 102–107.
2. KEYSIGHT TECHNOLOGIES. Modeling 4G & 5G Systems in SystemVue, 2014.
3. 5G Now. Germany F.E.V.H.H.I., France A.C.E.A. 5G Waveform Candidate Selection. – 2014. – P. 62–65.
4. Bellanger M. et al. FBMC physical layer: a primer // PHYDYAS, January. – 2010.
5. FBMC physical layer – principle, Maurice Bellanger [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ictphydyas>.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ FBMC, UFMC ТА F-OFDM

Сало С.С., Доля В.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,

каф. МІРЕС, м. Харків, Україна

тел. +38 (057) 70-21-587, email: serhii.salo@nure.ua

The results of a comparative analysis of FBMC, UFMC, F-OFDM technologies, which proposed for the fifth generation 5G systems, are presented.

Найбільш поширена наразі технологія OFDM має ряд недоліків, що ускладнюють її застосування в системах 5G: втрата спектральної ефективності, спричинена високим рівнем бічних складових; високі вимоги до синхронізації у системі. Якщо в LTE при роботі зі смугою 20 МГц, використовуються 100 ресурсних блоків по 12 підносійних в кожному, то при їх рознесенні 15 кГц ефективна смуга частот складатиме лише 18 МГц. У часовому домені системи LTE довжина циклічного префікса, що розділяє символи OFDM, становить 114 або 160 елементів у кожному кадрі. Це знижує швидкість інформаційного потоку 7 %. Таким чином, загальні втрати становлять 17 %.

Розвитком методу ортогонального мультиплексування з частотним поділом каналів (OFDM) став метод F-OFDM (Filtered Orthogonal Division Multiplexing). В основі цього методу лежить вимога збереження ортогональності між підносійними, що згруповані в деякій смузі частот. Це дозволяє застосовувати загальну фільтрацію всіх підносійних сформованої підсмуги. Завдяки цьому зменшується довжина захисних інтервалів, що підвищує спектральну ефективність системи.

Приклади енергетичних спектрів для класичної OFDM та фільтрової F-OFDM наведені на рис. 1, а) та рис. 1, б) відповідно. Як можна бачити, використання F-OFDM забезпечує значне зниження рівня коливань спектральної щільності потужності сигналу в робочій смузі частот та суттєве послаблення бічних випромінювань. Це свідчить про високу енергетичну ефективність технології F-OFDM.

Варіантом удосконалення технології OFDM є FBMC (Filter Bank Multi Carrier), коли кожна підносійна фільтрується окремо. Це знижує рівень позасмугових випромінювань та збільшує стійкість до інтерференції між підносійними. Така технологія має більш високу спектральну ефективність у порівнянні з OFDM (рис. 1, в), але необхідність фільтрації кожної підносійної для всієї виділеної смуги частот збільшує час затримки на обробку прийнятого сигналу.

Технологія UFMC є результатом поєднання технологій OFDM та FBMC. Якщо в технології OFDM фільтрується виділена смуга частот, а FBMC – кожна підносійна, то в технології UFMC – групи під смуг, що мі-

стять групи підносійних. Загальна кількість підносійних N ділиться на підсмуги, кожна з яких включає фіксовану кількість підносійних. Деякі з них не використовуються (як і в OFDM). Кожна з підносійних з підсмуги фільтрується, а відгуки на виході фільтра, виділеного підсмугі, сумуються. Це значно знижує ширину займаного спектру сигналу (рис. 1, г).

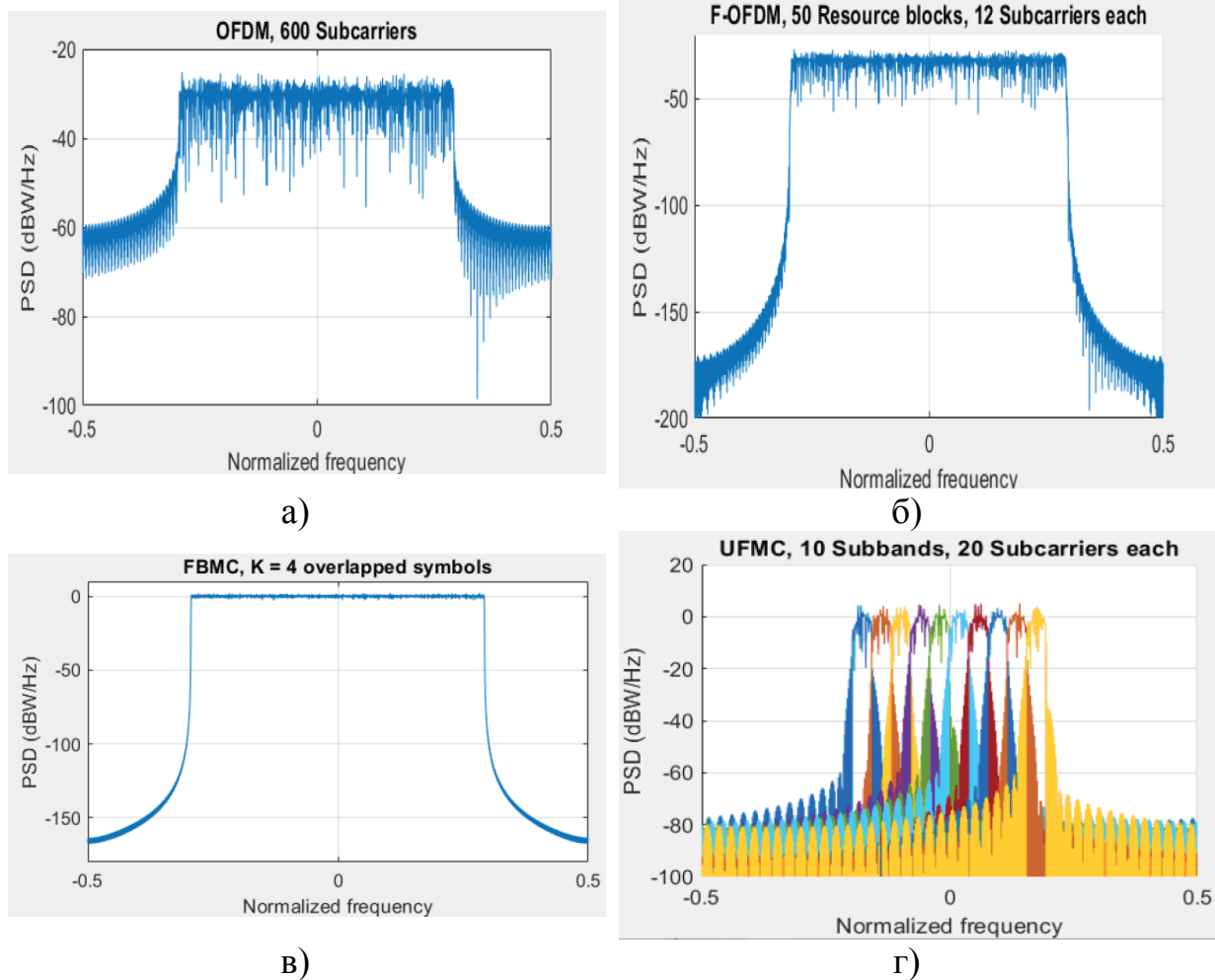


Рисунок 1

За однакової ширини смуги частот для FBMC та UFMC кількість операцій перетворення Фур'є для FBMC буде вдвічі перевищувати кількість для технології UFMC, що зменшить на порядок довжину фільтра.

На рис. 2 наведено сигнальні сузір'я для розглянутих технологій радіодоступу при використанні квадратурної модуляції (QAM) та відношенням сигнал/шум 15 дБ. Зменшення відношення сигнал/шум до значення $SNR=5$ дБ показує, що на сигнальному сузір'ї (рис. 3) при використанні UFMC вплив шуму максимально низький.

Отже, використання технологій FBMC та UFMC у мережах 5G дозволить підвищити спектральну ефективність у порівнянні з мережами, що використовують технологію OFDM.

При деякому ускладненні технології обробки сигналу UFMC можна помітно підвищити швидкість передачі даних скороченням довжини цик-

лічного префікса. Це призведе до втрати ортогональності між підсмугами, зберігши ортогональність усередині кожної з них. Компактність спектра в UFMC свідчить про істотне зниження позасмугових випромінювань, тому зниження взаємної ортогональності підсмуг мало позначиться на ймовірності правильного прийому.

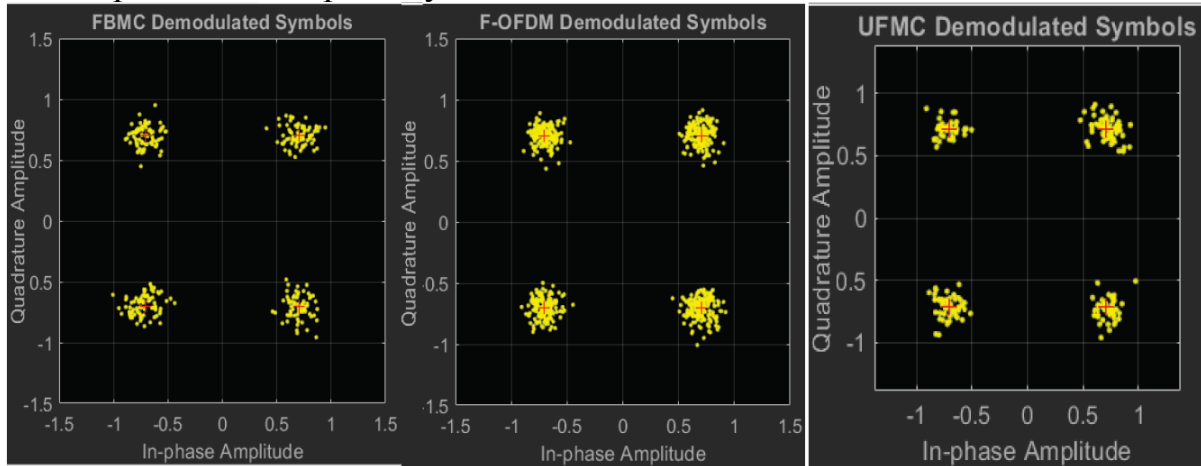


Рисунок 2

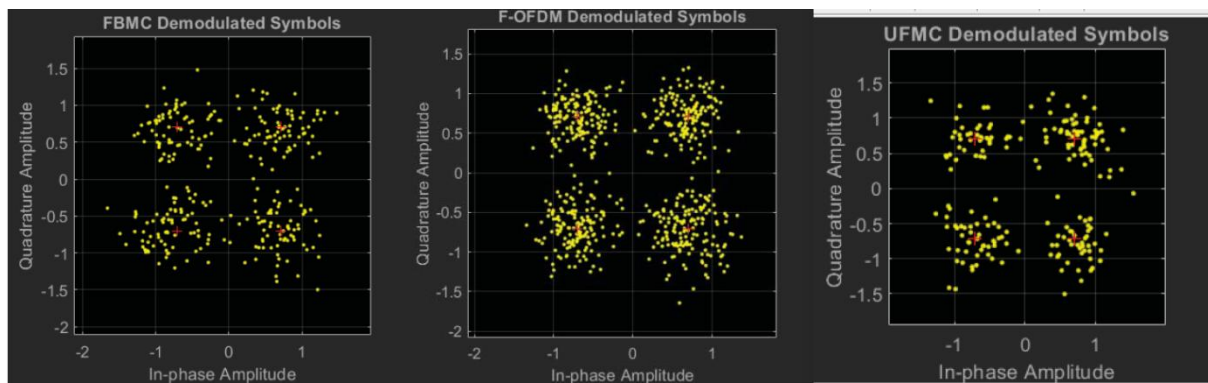


Рисунок 3

Перелік джерел посилання.

1. Schellmann M. et al. FBMC-based air interface for 5G mobile: Challenges and proposed solutions // Cognitive Radio Oriented Wireless Networks and Communications (CROWNCOM), 2014 9th International Conference on. – IEEE, 2014. – С. 102–107.

2. Wild, T., Schaich, F., Chen Y., "5G air interface design based on Universal Filtered (UF-)OFDM", Proc. of 19th International Conf. on Digital Signal Processing, pp. 699-704, 2014.

СТВОРЕННЯ РЕДАКТОРА ПЕРСОНАЖА В ІГРОВОМУ РУШІ UNITY

Василенко К.С.

Науковий керівник – проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(068) 156-33-83, e-mail: karyna.vasylenko@nure.ua

In the course of the work, a basic model was created based on references, which is later deformed under the influence of blendshapes. An interface was created and scripts were written for controlling the camera and sliders. After checking the correct operation of everything, they proceed to testing the optimization of the project through the profiler, and in the case of a drop in frames per second, the necessary object or its parameters are changed. After all these actions, you can get the final universal product, which can be both embedded in the game and left as an independent game.

Індустрія мультимедіа з кожним роком набирає ще більшої популярності. На сьогоднішній день зустріти її можна майже усюди: по телевізору, в інтернеті, в рекламі, на банерах тощо. Мультимедіа включає в себе різноманітний контент як аудіо чи відео походження, текст, анімацію або ж будь-які їх комбінації. Через це мультимедіа має широкий спектр застосування та пласт для подальшого розвитку. Одним з аспектів мультимедіа є створення відеоігор.

Сучасність може запропонувати нові підходи до ігрового процесу, як наприклад використання VR, або AR технологій, що робить його більш інтерактивним та цікавим для користувача. Загалом, розробка ігор включає в себе багато аспектів як соціальних, так і технічних. Через це, зазвичай над створенням гри працює ціла команда розробників, яка весь час взаємодіє між собою. Але є й винятки – інді розробники. Вони зазвичай мають невелику команду, або взагалі команда представлена лише однією людиною. В зв'язку з цим виникає питання, які необхідно мати знання та на скільки важко зробити якийсь прототип гри одній людині? Саме для цього мною було виконане дослідження цієї проблеми.

Що зазвичай найбільше привертає увагу гравця? Оточення, сюжет, чи може графіка? Всі вони, звісно, мають певний вплив на враження, але головну увагу в будь-якій грі завжди привертають основні діючі особи – персонажі. Навряд чи гравцю було б цікаво взаємодіяти з пустим ігровим світом, навіть якби цей світ, чи геймплей були дуже цікавими. Часто люди під час гри можуть асоціювати свого персонажа та його дії з собою. Саме тому від того наскільки детально прописаний характер персонажа й залежить реакція гравця. В залежності від того, задумувався він як головний герой, чи простий другорядний персонаж, при правильній подачі людина

може як співчувати герою, так і по-справжньому ненавидіти. Унікальність – головна риса притаманна цікавим персонажам.

Тому для вивчення питання мого дослідження я розробила редактор створення персонажа в ігровому рушії Unity. Такий редактор у подальшому можна буде вмонтувати в гру будь-якого жанру, де буде видно головного героя. Кросплатформеність тут також присутня, що робить такий редактор універсальним. Редактор має багато слайдерів: від редагування кольору обличчя, волосся, очей до зміни їх форми, розміру та положення. Такий підхід дає змогу створити справді унікального персонажа, зі своїм характером, та історією, яку придумав гравець. Окрім того, маючи різних персонажів може змінюватися сприйняття гри, в наслідок чого вона матиме різну атмосферу та більшу реіграбельність, що робить цей редактор актуальним і у подальшому.

У ході мого дослідження були використанні знання та навички різних фахівців, які як правило, пов'язані, але навряд чи суміщаються в одній людині. Це 3D Generalist, Technical Artist та Unity Developer. 3D Generalist зазвичай виконує задачі як художника, який створює модель та текстурює на власний смак, так і аніматора, що створює скелет та приводить модель до руху. Developer же відповідає за написання скриптів, які необхідні рушію для розпізнавання певних команд. Найбільш технічну задачу має Technical Artist, який відповідає за оптимізацію проекту (компресія текстур, обмеження полігонажу, тощо). Окрім цього він ще відповідає за написання технічної документації та створення шейдерів.

В ході роботи була створена базова модель на основі референсів, яка у подальшому деформується під впливом блендшейпів. Далі створився скелет моделі, для анімування персонажа й сама анімація. Після імпорту анімованої моделі вся наступна робота відбувала у рушії. Був створений інтерфейс та написані скрипти для управління камерою та слайдерами. Після перевірки коректності роботи всього, переходять до тестування оптимізованості проекту через профайлер, і у випадку просадки кадрів за секунду необхідний об'єкт чи його параметри змінюються. Після всіх цих дій можна отримати кінцевий універсальний продукт, який можна як вмонтувати в гру, так і залишити самостійною грою.

Завдяки виконаному мною дослідженню можна зробити наступні висновки: Не зважаючи на розвиток сфери мультимедіа, для створення навіть найпростішої гри розробнику необхідно мати багаж знань як творчого наповнення, так і технічного. Якість кінцевого продукту напряму залежить від навичок, досвіду та умінь розробника. У подальшому виконаний проект може мати певний спектр застосування, або ж бути самостійним проектом. Такий редактор не потребує від користувача особливих умінь, чи певної однієї платформи, тому продукт можна використати для широкої аудиторії. Така сукупність факторів робить його актуальним та перспективним для подальшого розвитку.

УДК 004.773.7:621.39

ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ONLINE ТРАНСЛЯЦІЇ

Грицаков І.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Сергієнко О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(096) 066-56-12, e-mail: ihor.hrytsakov@nure.ua

The last few years have shown that online broadcasts have become very popular in today's world, and this popularity continues to grow. Broadcasts can be used for various purposes: they can be used for live broadcasts of events such as conferences, festivals, exhibitions and sports competitions. They can also be used to showcase products and services, stream video games, stream music and TV shows. Online broadcasts also allow the audience to interact with the content by commenting and asking questions in real time. That is, they are very convenient for conducting online training.

Останні декілька років показали, що online - трансляції стали дуже популярними в сучасному світі, і ця популярність продовжує зростати. Трансляції можуть бути використані для різних цілей: вони можуть бути використані для прямих трансляцій подій, таких як конференції, фестивалі, виставки та спортивні змагання. Вони також можуть використовуватись для демонстрації продуктів та послуг, трансляції відеоігор, стрімінгу музики та телешоу. Online -трансляції також дозволяють аудиторії взаємодіяти з контентом, коментуючи та задавати запитання у реальному часі. Тобто дуже зручні для проведення online навчання.

Online -трансляції також мають певні переваги над традиційними формами медіа. Одна з переваг полягає в тому, що вони забезпечують миттєвий доступ до контенту, де б ви не були. Вони також є більш інтерактивними, дозволяючи глядачам взаємодіяти з контентом та іншими глядачами. Крім того, online -трансляції зазвичай коштують менше для організаторів і забезпечують більший охоплення аудиторії, оскільки їх можна дивитися з будь-якого місця.

У світі, де online присутність стає все більш важливою, online - трансляції стали незамінним інструментом для спілкування та залучення аудиторії. Трансляції можуть допомогти компаніям, маркетологам та іншим професіоналам залучити більше клієнтів та просувати свої продукти та послуги. Крім того, online -трансляції стають все більш популярними в освітній галузі. Вони можуть бути використані для проведення віртуальних лекцій, семінарів та тренінгів, що дозволяє студентам та учням отримати доступ до освітнього контенту з будь-якого місця з Інтернет-підключенням. Вони також дозволяють вчителям та тренерам залучати більше учасників та створювати більш інтерактивні уроки.

Для проведення online -трансляції вам знадобляться як програмні, так і апаратні засоби. Ось деякі з них:

1. Камера: для створення якісної online -трансляції вам знадобиться хороша камера з високою роздільною здатністю. Якщо збираєтеся транслявати вебінар, лекцію або презентацію, то достатньо мати звичайну веб-камеру.

2. Мікрофон: якість звуку є ключовою складовою в якості online -трансляції. Для забезпечення чистого та зрозумілого звуку, рекомендується використовувати якісний мікрофон.

3. Комп'ютер або ноутбук: для проведення online -трансляції вам потрібен потужний комп'ютер або ноутбук з достатнім обсягом оперативної пам'яті та дискретної відеокартою.

4. Програмне забезпечення: для проведення online -трансляції вам знадобиться програмне забезпечення для запису та стрімінгу відео та аудіо. Популярні програми включають OBS Studio, Wirecast, XSplit та Streamlabs OBS.

5. Інтернет-підключення: для проведення online -трансляції необхідне стабільне та швидке Інтернет-підключення. Рекомендується використовувати підключення зі швидкістю не менше 10 Мбіт/с.

6. Стабільне джерело живлення: для забезпечення безперебійної online -трансляції вам необхідне стабільне джерело живлення. Важливо, щоб ваш комп'ютер або ноутбук був підключений до резервного джерела живлення або був підключений до розетки з стабільною напругою.

Додатково можна додати освітлення, зелений екран, аудіо-інтерфейс.

Загалом, для проведення якісної online -трансляції необхідно мати якісні програмні та апаратні засоби, а також забезпечити стабільне інтернет-підключення та джерело живлення. Відповідальне ставлення до цих деталей дозволить забезпечити чітку та високоякісну трансляцію.

Список використаних джерел:

1. Principles Of Construction And Assessment Of Technical Characteristics Of Multi-Frequency Atmospheric Sodar In The Humidity Measurement Mode / Kartashov, V.M., Sidorov, G.I., Sheiko, S.A., Kolendovskaya, M.M., Sergienko, O.Yu. // Telecommunications And Radio Engineering (English Translation Of Elektrosvyaz And Radiotekhnika), 2020, ISSN Print: 0040-2508, ISSN Online: 1943-6009, DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i4.50, p. 323-333/

2. Степко М.Ф. Компетентнісний підхід до організації підготовки фахівців, його розуміння і проблеми використання у вищій школі України / Степко М.Ф. // Педагогіка і психологія. Вісник АПН України. – 2009. – № 2. – С. 42 – 50.

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ІГРОВОМУ ДИЗАЙНІ

Єрмола О.В.

Науковий керівник - к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(063) 600-59-50, e-mail: oleksii.iermola@nure.ua

Some tools and technologies of computer games are actively used in other spheres of activity. The principles of gamification with the involvement of modern technologies are used in education, trade and marketing. In addition, drone control games can be used for educational purposes. They can help students learn the principles of drone control and develop the skills needed to operate drones in a variety of fields. Thus, drone control games are becoming more and more relevant due to the growing popularity of drones and their use. They can be useful for training drone pilots, testing new drones, for fun and recreation, and teaching students the principles of drone control.

Часто можна зустріти достатньо скептичне ставлення до всього, що стосується комп'ютерних ігор. Мовляв, це виключно не дуже продуктивний спосіб, як вбити час з перспективою отримати бонус у вигляді погіршення зору. Та це не більше, ніж стереотип і упереджене ставлення щодо цієї індустрії. Так-так, саме індустрії, адже в 2020 році комп'ютерні ігри самі по собі та їхні інструменти використовуються в різноманітних сферах.

Кіберспорт став окремою сферою діяльності і чемпіонати з різних видів ігор регулярно збирають тисячі глядачів. У сучасних карантинних реаліях комп'ютерні ігри теж встигли проявити себе. У квітні у відеогрі Fortnite відбувся онлайн-концерт Тревіса Скотта. Завдяки цьому було поставлено рекорд учасників гри – 12,3 млн осіб. Згодом представники Fortnite анонсували наступні онлайн-концерти із залученням інших артистів міжнародного рівня.

Окремі інструменти та технології комп'ютерних ігор активно застосовують в інших сферах діяльності. Принципи гейміфікації із залученням сучасних технологій використовують у освіті, торгівлі та маркетингу. У часи кліпового мислення вони допомагають втримати увагу потенційних користувачів продуктів та послуг. Саме тому світ ігор є середовищем майбутнього.

Ігровий дизайн є дуже актуальним в сучасному світі, де відеоігри стали надзвичайно популярними. Ігри перетворилися з розважального виробу в повноцінну культуру, яка має великий вплив на суспільство, культуру та економіку. Ігровий дизайн включає в себе створення ігрових середовищ, персонажів, ігрових механік та інтерфейсу, які допомагають гравцям насо-

лоджуватися грою та розвивати свої навички. Він також включає в себе вивчення геймплею, балансування складності та створення різних режимів гри.

Ігровий дизайн важливий для успіху відеоігор, оскільки добре розроблена гра здатна зберегти гравця в екосистемі гри на довгий час. Для досягнення успіху гра повинна бути захопливою, викликати емоції та бути приємною для гравців. Ігровий дизайн є ключовим елементом, який допомагає досягти цих цілей. Крім того, ігровий дизайн є важливим інструментом для розвитку навичок інноваційного мислення, творчості та проблемного мислення у молоді. Він також може бути використаний для навчання та навчання дітей та дорослих у різних сферах, таких як бізнес, медицина та наука.

Таким чином, ігровий дизайн є дуже актуальним і важливим в нашому світі, оскільки він не тільки допомагає створювати захоплюючі та успішні відеоігри, але й розвиває творчі та проблемні навички у молоді та може бути використаний для навчання та навчання у різних сферах.

Ігри для управління дронами стають дедалі більш актуальними у зв'язку зі зростанням популярності дронів та їх застосування в різних сферах, включаючи комерційні, наукові та військові.

Ігри для управління дронами можуть бути корисними для тренування пілотів дронів та розвитку їх навичок. Вони допомагають навчитися правильно управляти дронами, дотримуватися правил безпеки та ефективно виконувати завдання. Крім того, ігри можуть бути використані для тестування нових дронів та допомогти у вдосконаленні їх дизайну та функцій, а також розваг та рекреації. Вони можуть допомогти відчувати емоції польоту на дроні та відкрити нові можливості для віртуальної реальності.

Крім того, ігри для управління дронами можуть бути використані в навчальних цілях. Вони можуть допомогти студентам навчитися принципів керування дронами та розвитку навичок, необхідних для роботи з дронами в різних сферах.

Таким чином, ігри для управління дронами стають все більш актуальними у зв'язку зі зростанням популярності дронів та їх застосуванням. Вони можуть бути корисними для тренування пілотів дронів, тестування нових дронів, розважання та рекреації та навчання студентів принципам керування дронами.

Список використаних джерел:

1. URL: <https://avada-media.ua/services/etapy-razrabotky-igry/> «Етапи розробки гри» [Електронний ресурс]. /(дата звернення: 05.04.2023).
2. URL: <https://level-design.ua/pro-ld-book-index/01-role-of-level-designer/> 2. «Роль дизайнера рівнів» [Електронний ресурс]. /(дата звернення: 05.04.2023).

УДК 004.032.6:004.9

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ 3D-АНІМАЦІЇ ДЛЯ АНІМАЦІЇ ІГРОВИХ ПЕРСОНАЖІВ

Пабат Д.Д.

Науковий керівник - д.т.н., проф. Сергієнко О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 018-21-63, e-mail: danylo.pabat@nure.ua

3D animation is becoming increasingly relevant in today's world, transforming existing industries and providing new opportunities for storytelling, visual communication and immersive experiences. With its ability to create realistic and detailed virtual worlds, characters and objects, 3D animation has become a driving force in various industries. As technology continues to advance, the relevance of 3D animation is likely to grow, opening new creative possibilities and pushing the boundaries of visual storytelling and communication.

Анімація пройшла довгий шлях з моменту свого створення, і 3D-анімація стала передовою технологією, яка зробила революцію в різних галузях, від кіно та розваг до ігор, реклами, освіти тощо. Завдяки своїй здатності створювати захоплюючі візуальні враження, 3D-анімація стає все більш актуальною в сучасному світі. 3D-анімація персонажів стала ключовим компонентом сучасної індустрії розваг, охоплюючи широкий спектр медіа, включаючи кіно, телебачення, відеоігри, віртуальну реальність тощо. Завдяки своїй здатності оживляти персонажів у тривимірному просторі ця технологія зробила революцію в розповіді історій і візуальній комунікації, надаючи унікальні можливості для творчості, самовираження та залучення аудиторії.

Одним із ключових аспектів тривимірної анімації персонажів є її здатність створювати правдоподібних та емоційно-привабливих персонажів. Завдяки використанню складного програмного забезпечення та техніки 3D-аніматори можуть вдихнути життя у віртуальних персонажів, наповнюючи їх індивідуальністю, виразами та рухами, які резонують з аудиторією. Це проклало шлях до створення пам'ятних і знакових персонажів, які захопили серця й уми глядачів у всьому світі.

У кіно- та теле- індустріях тривимірна анімація персонажів стала невід'ємною частиною оповідання. Від повнометражних анімаційних фільмів, як-от «Суперсімейка», «Шрек» і «Крижане серце», до популярних телевізійних шоу, як-от «Гра престолів» або «Рік і Морті», 3D-анімація персонажів дозволила оповідачам створювати різноманітних і динамічних персонажів, які можуть нагадувати широкий спектр емоцій, від сміху до сліз. Ці персонажі стають серцем і душею історії, розвиваючи сюжет та залучаючи аудиторію на емоційному рівні.

У сфері відеоігор технологія революціонізувала спосіб взаємодії

гравців із віртуальними світами. Завдяки її розвитку, розробники ігор тепер можуть створювати дуже реалістичних і виразних персонажів, якими гравці можуть керувати та з якими можна взаємодіяти. Ці персонажі стають аватарами, через які гравці знайомляться зі світом гри, формуючи глибокі емоційні зв'язки та керуючи ігровим процесом. Такі ігри, як «The Last of Us», «Mass Effect» і «Uncharted», підняли планку анімації персонажів в іграх, продемонструвавши силу 3D-анімації у створенні захоплюючих і емоційно резонансних вражень.

Крім того, 3D-анімація персонажів також знайшла актуальність у віртуальній реальності (VR), де реалістичні та виразні герої можуть посилити відчуття присутності та занурення. У VR гравці можуть взаємодіяти з віртуальними персонажами неймовірно реальними способами, стираючи межу між віртуальним і фізичним світами. Це відкриває нові можливості для інтерактивних оповідей, соціального досвіду та освітніх симуляцій, де користувачі можуть взаємодіяти з віртуальними персонажами значущими та вражаючими способами.

В освіті тривимірна анімація персонажів стала цінним інструментом для створення інтерактивного й захоплюючого навчального досвіду. Віртуальних персонажів можна використовувати для навчання складних концепцій, моделювання реальних сценаріїв і надання персоналізованих інструкцій. Це робить навчання більш захоплюючим, інтерактивним і доступним для різних учнів, покращуючи освітній досвід.

Крім того, 3D-анімація також знайшла застосування в таких сферах, як архітектура, інженерія, медицина та наукова візуалізація. Архітектори та дизайнери використовують її для створення віртуальних оглядів будівель та споруд, дозволяючи клієнтам і інвесторам візуалізувати їхні проекти до того, як вони будуть побудовані. Інженери використовують 3D-анімацію для моделювання та візуалізації складних механічних систем, тоді як медичні працівники використовують її для хірургічного моделювання, навчання молодих медиків та підвищення кваліфікації спеціалістів. У наукових дослідженнях 3D-анімація стала цінним інструментом для візуалізації складних даних, таких як молекулярні фізичних структур, планетні системи та погодних умов, що робить дослідження більш доступними для широкої аудиторії.

Підсумовуючи, можна сказати, що 3D-анімація персонажів стала життєво важливою та актуальною складовою сучасної індустрії розваг і не тільки. Її здатність створювати правдоподібних і емоційно привабливих персонажів змінила оповідання історій, ігри, віртуальну реальність, рекламу, маркетинг, освіту тощо. Оскільки технології продовжують розвиватися, потенціал 3D-анімації персонажів лише зростає, відкриваючи нові творчі можливості та розсуваючи межі візуального оповідання та комунікації в епоху цифрових технологій.

УДК 004.946

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ІГОР

Драчко Є.О.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,

м. Харків, Україна

тел. +38(066) 158-59-54, e-mail: yevhenii.drachko@nure.ua

3D models can be used in various fields such as manufacturing, medicine, game industry, architecture, design and others. In manufacturing, 3D models can help with prototyping, product testing, and the development of complex mechanisms. In medicine, 3D models can be used to create implants, plan surgeries, and teach medical students. In the gaming industry, 3D models are used to create visually appealing game characters and worlds.

Створення 3D-моделей має високу актуальність. Це пов'язано зі зростаючим попитом на віртуальну та доповнену реальність, розвитком комп'ютерної графіки, а також збільшенням кількості компаній, які використовують 3D-моделювання у своїй роботі.

3D моделі можуть бути використані в різних галузях, таких як виробництво, медицина, ігрова індустрія, архітектура, дизайн та інші. У виробництві 3D-моделі можуть допомогти зі створенням прототипів, тестування продуктів, а також у розробці складних механізмів. У медицині 3D-моделі можуть бути використані для створення імплантатів, планування операцій, а також навчання медичних студентів. В ігровій індустрії 3D-моделі використовуються для створення візуально привабливих ігрових персонажів та світу. В архітектурі 3D-моделі допомагають із візуалізацією проектів та дозволяють більш точно оцінити дизайн. Крім того, створення 3D-моделей може суттєво скоротити час та витрати на проектування та виробництво виробів, що дозволяє компаніям бути більш ефективними та конкурентоспроможними.

Таким чином, створення 3D-моделей є актуальним і важливим напрямком у сучасному світі, який має безліч застосувань і може допомогти компаніям та організаціям бути більш ефективними.

3d моделювання для ігор починається створення високополігональної моделі необхідного 3d-об'єкта або тривимірного персонажа. Створення 3d моделей для ігор здійснюється у таких програмах як: 3D MAX, Maya, Blender. Дороблення моделей, як правило, здійснюється у таких програмах як: ZBrush, MudBox або Blender.

Далі здійснюється побудова розкладки – зображення об'ємного об'єкта на площині. По даній розверстці художником малюються текстури, які потім накладаються на модель.

Після цього налаштовуються матеріали для надання текстурам більшої реалістичності – це завершальний етап, після завершення якого

модель готова. Однак у комп'ютерних іграх використовують низькополігональні ігрові 3d моделі, що дозволяє на порядок зменшити вимоги до програмного забезпечення сучасних комп'ютерів. Отримати таку модель можна з вже створеної високополігональної шляхом копіювання моделі на одному з етапів моделювання.

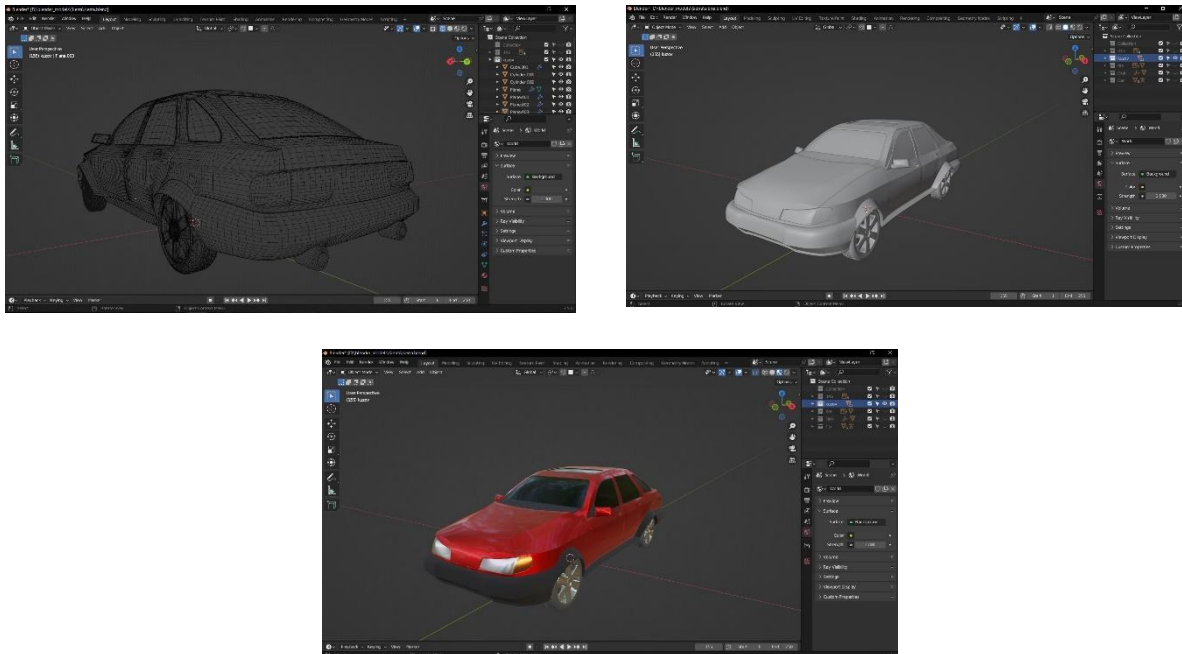


Рисунок 1 – Етапи створення 3D моделей

Високополігональні моделі дозволяють отримати більш реалістичне зображення, показати дрібні деталі об'єкта, тіні, які є у грі як текстур. Крім того, із високополігональних моделей можна отримати допоміжні текстури:

- текстура малюнка – diffuse;
- текстура рельєфу – bump;
- текстура відбитків – specular та інших.

Після того як усі ігрові 3d моделі та текстури готові, їх експортують у ігровий двигун – програмний компонент комп'ютерної гри, відповідальний за весь ігровий процес. Таким чином здійснюється створення 3d персонажа, оточення та інших об'єктів.

Список використаних джерел:

1. URL: <https://termin.in.ua/tyzer-teaser/> (дата звернення: 25.03.2023)
2. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON). -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

УДК 004.514:004.032.6

**АНАЛІЗ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО
ІГРОВОГО КОНТЕНТУ ЗАСОБАМИ СЕРЕДОВИЩА
PYTHON НА ПРИКЛАДІ ГРИ «ЗМІЙКА»**

Гришко А.Д.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна
тел. +38(066) 855-94-85, e-mail: anton.hryshko@nure.ua

The Snake game is quite a fun and entertaining game that can keep players busy for a few minutes or hours. Nowadays, the game is available on various platforms - from classic arcade machines to mobile devices and various computers. It is also worth noting that some developers create new versions of the snake game, adding new elements and functions, which makes the game even more interesting and attractive for players.

Дуже важливо на етапі створення прототипу реалізувати тільки те, що потрібно перевірити, і в короткий термін. Прототип повинен бути простим у реалізації, оскільки після досягнення поставлених перед ним цілей він повинен бути «викинутий».

Важливим етапом розробки будь-якої гри є створення прототипу. Те, що добре виглядає «на папері», не обов'язково буде цікавим насправді. Прототип реалізований для оцінки основного ігрового процесу, перевірки різних гіпотез, тестування ігрової механіки та перевірки ключових технічних моментів.

Нова гра починається не лише з ідеї, а й з детального опису ключових складників продукту. Такий опис називається концепт-документом. Його використовують і глобальні ігрові гіганти, і аматори в розробці ігор. Концепт має коротко та лаконічно донести до реципієнта ідею проекту.

В ході роботи над проектом було обрано середовище Python.

Python є однією з найбільш популярних мов програмування для розробки ігор, в тому числі і гри зміка. Основні переваги Python для розробки ігор полягають у його простоті, ефективності та гнучкості.

Крім того, Python має широкий вибір сторонніх бібліотек та фреймворків, які можуть допомогти в розробці гри. Також Python має дуже велику та активні спільноту розробників, яка надає безкоштовну допомогу та підтримку, а також розробляє нові інструменти та бібліотеки для полегшення роботи з Python.

Отже, Python – це досить гарний вибір для розробки гри змійка, оскільки він має потужні інструменти та підтримку спільноти, що дозволяє розробити якісну та ефективну гру.

Гра «Змійка» біла розроблена ще в 1976 році і вона стала однією з перших комп'ютерних ігор. Протягом багатьох років вона була дуже попу-

лярною і стала класикою жанру арканних ігор.

Гра може здаватися досить старою але вона все ще дуже актуальна і ось чому:

1. Проста та доступна. Гра має просту механіку а інтерфейс, що робить її дуже легкою навіть для тих, хто ніколи не грав в комп'ютерні ігри.

2. Розвага. Надає користувачам відпочинок від повсякденних справ і дає можливість на деякий час відволіктися від реальності.

3. Віртуальна залежність. Може стати дуже захоплюючою і викликати залежність, що робить її актуальною для тих, хто любить відчувати адреналін та емоції від гри.

4. Розвиток навичок. Гра може розвивати навички швидкості реакції, координації та стратегії, що є важливими для тих, хто хоче збільшити можливості у грі.

Крім того, вона є досить веселою та розважальною грою, яка може затримати гравців на декілька хвилин або годин. У наш час гра доступна на різних платформах – від класичних арканних автоматів до мобільних пристроїв та різноманітних комп'ютерів.

Також варто зазначити, що деякі розробники створюють нові версії гри змійка, додавши нові елементи та функції, що робить гру ще більш цікавою та привабливою для гравців.

Список використаних джерел:

1. URL: <https://termin.in.ua/tyzer-teaser/>(дата звернення: 25.03.2023)

2. URL: <http://visnyk.ukrbook.net/article/download/259619/256157/>(дата звернення: 25.03.2023)

3. Principles Of Construction And Assessment Of Technical Characteristics Of Multi-Frequency Atmospheric Sodar In The Humidity Measurement Mode / Kartashov, V.M., Sidorov, G.I., Sheiko, S.A., Kolendovskaya, M.M., Sergienko, O.Yu. // Telecommunications And Radio Engineering (English Translation Of Elektrosvyaz And Radiotekhnika), 2020, ISSN Print: 0040-2508, ISSN Online: 1943-6009, DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i4.50, p. 323-333/

4. Степко М.Ф. Компетентнісний підхід до організації підготовки фахівців, його розуміння і проблеми використання у вищій школі України / Степко М.Ф. // Педагогіка і психологія. Вісник АПН України. – 2009. – № 2. – С. 42 – 50.

5. URL: <https://lviv.logos-academy.com/igrova-industriya-istoriyi-perspektyvy-yak-staty-rozrobnykom-igor/>(дата звернення: 25.03.2023)

УДК 004.514:004.934

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ З МОЖЛИВОСТЯМИ ГОЛОСОВОГО КЕРУВАННЯ

Халезев М.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Сергієнко О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(095)857-07-14 , e-mail: maksym.khalezev@nure.ua

The problem of developing games with voice control. The task of game developers is to record hundreds of hours of speech data, which is necessary to create voice recognition mechanisms for the smooth operation of these games. Developers must consider accents, dialects, and target languages in addition to the basic localization of video games for players from different cultures. Recording and implementing only a few expected phrases without considering natural language utterances means that the player may never utter the "correct" phrase to elicit a response. So, let's consider the development of language technologies in games.

Зараз VR індустрія набирає обертів в ігровому світі. Протест VR шлем дуже дороге і вимогливе в плані простору . Я збираюся в вести в свою гру зовсім інший механізм взаємодій , а саме через мікрофон. Це буде унікальною механікою гри.

Цей механізм в майбутньому доповнить VR-занурення. Взаємодія з NPS через мікрофон буде робити діалогові сцени більш живими. Варіанти фрази виводяться на кран, а гравець читає в голосі той варіант, який він обрав. Для зниження вимог по обладнанню програма буде реагувати на слово «ключі». Ви з можете вибрати різних персонажів для взаємодії та різноманітні сюжетні лінії. Ви можете запитати у них поради, попросити допомоги або домовитися з ними за допомогою голосових команд, щоб просувати свій квест. Гра забезпечує насичений і захоплюючий досвід завдяки голосовій взаємодії, дозволяючи вам повністю взаємодіяти з NPC та ігровим світом.

Більшість розробників великих AAA-тайтлів та інді-проектів будують ігровий процес навколо стандартної схеми управління клавіатура + миша або геймпад, але дуже рідко перебувають ентузіасти, які намагаються створити проект навколо цікавої речі під назвою "Голосове управління". Саме тому в цій статті ви знайдете кілька інди-ігор, у яких основний ігровий процес зав'язаний голосовому управлінні. Відразу варто зазначити, що до списку не потрапила Elite: Dangerous, її голосове управління реалізується через програму.

Зараз VR індустрія набирає обертів в ігровому світі. Проект VR шлем дуже дороге і вимогливе в плані простору. В цій роботі є спроба додати в гру зовсім інший механізм взаємодій, а саме управління через мікрофон.

Це буде унікальною механікою гри. Цей механізм в майбутньому доповнить VR-занурення. Взаємодія з NPS через мікрофон буде робити діалогові сцени більш живими. Варіанти фрази виводяться на екран, а гравець читає вголос той варіант, який він обрав. Для зниження вибогу по обладнанню програма буде реагувати на слово «ключі». Ви можете вибрати різних персонажів для взаємодії та різноманітні сюжетні лінії. Ви можете запитати у них поради, попросити допомоги або домовитися з ними за допомогою голосових команд, щоб просувати свій квест. Гра забезпечує насичений і захоплюючий досвід завдяки голосовій взаємодії, дозволяючи вам повністю взаємодіяти з NPC та ігровим світом.

Це також дозволяє гравцям глибше поринути в ігровий процес завдяки ще одному рівню інтеграції.

Проблема розробки ігор із голосовим управлінням. Завдання розробників ігор полягає в обліку сотень годин мовних даних, необхідні створення механізмів розпізнавання голоси для безперебійної роботи цих ігор. Розробники повинні враховувати акценти, діалекти та цілі мови на додаток до базової локалізації відеоігор для гравців із різних культур. Запис та реалізація лише кількох очікуваних фраз без урахування висловлювань природною мовою означає, що гравець може ніколи не вимовити «правильну» фразу, щоб викликати відповідь. Отже, давайте розглянемо з розвиток мовних технологій в іграх.

Розпізнавання голосу в іграх може здійснюватися у двох основних формах: або шляхом розпізнавання будь-якого звуку, що проходить через ваш мікрофон, або шляхом перетворення мовних моделей гравців у певні слова чи фрази для керування елементом гри.

Binary Domain — один із найсучасніших записів у цьому списку. Це шутер від третьої особи, випущений на Xbox 360, PlayStation 3 та Windows у 2012 році. Натхненні ранніми іграми, такими як SOCOM, гравці використовують свій голос, щоб вимовляти прості фрази, щоб командувати своїми товаришами. через бій, такі як типові команди «прикрий мене» та «вогонь». Хоча це одна з нових ігор, у якій використовуються повні команди розпізнавання голосу, вона в жодному разі не була успішною. Сайти з оглядами та онлайн-форуми, такі як Reddit, сповнені критики за смикану систему розпізнавання голосу, яка іноді неправильно інтерпретувала чи навіть не слухала команди гравця.

Таким чином, для розробки такого проєкту постає багато актуальних питань чого потрібно для того, щоб розпізнавання мови запрацювало.

УДК 004.514

ОПИС ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ РОЗРОБКИ ІГОР НА БАЗІ СУЧАСНОГО ІГРОВОГО РУШІЯ UNREAL ENGINE 5

Турчин А.А.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(067) 947-65-66, e-mail: artem.turchyn@nure.ua

Ukrainian game development in the realities of wartime Ukraine received a rather strong push from the government, which allowed it to develop very quickly. The "Rise of Universe" project is designed both for a young audience, which is interested in graphics and new mechanics, and for an older audience, playing on their nostalgic feelings and immersing them in that atmosphere. The development will use the most modern and versatile game engine "Unreal Engine 5" at the moment, which will allow you to use the most advanced mechanics and particle processing systems to create the atmosphere of being in outer space, passing through various nebulae and gas anomalies.

Український геймдев у реаліях воєнної України отримав доволі сильний поштовх від уряду, що дало змогу розвиватися йому дуже швидко. Усе це завдяки вливанням коштів в айтісферу. основний напрямок для сучасних ігоробів - шутери пов'язані з поточною ситуацією в країні.

Проект розрахований на те, щоб українські майстри запам'яталися не тільки як творці ігор жанру катастрофа, а й як країна, де вміють робити масові багатокористувацькі ігрові проекти.

Назва проекту: Rise of Universe;

Жанр гри: екшн ММОРПГ з елементами шутера;

Сеттинг: космічне фентезі в сучасних реаліях.

Проект "Rise of Universe" розрахований як на молоду аудиторію, якій цікава графіка і нова механіка, так і на більш дорослу аудиторію, яка ще грала в комп'ютерних клубах під пляшечку пива в такі проекти, як: "Entropia Universe" і "Eve online", зігравши на їхніх ностальгічних почуттях і зануривши в ту атмосферу.

У розробці буде використовуватися найсучасніший і найуніверсальніший, наразі, ігровий рушій "Unreal Engine 5". що дасть змогу використовувати найсучасніші механіки та системи оброблення частинок для створення атмосфери перебування в космічному просторі, проходячи через різноманітні туманності та газові аномалії.

Для створення графічної складової, як і для об'єктів, і для скалпінга, буде використано найсучасніший і найшвидше розвивальний графічний редактор "Blender", адже в ньому після створення моделі можна зробити розгортку, текстурування й анімацію.

За аудіосупровід відповідає "FL studio". вона погано підходить для

інструментальної музики, але для створення сайфай звучання підходить ідеально.

Геймплейна складова поєднуватиме в собі як польоти у відкритому космічному просторі, так і переміщення планетою, станцією та астероїдами. користувач долучиться до однієї з безлічі рас, як-от звичайні люди або сучасні кіборги, некрокіборги та інопланетні істоти. під час гри людині доведеться виконувати різноманітні доручення від неігрових персонажів, а також у космічному просторі на своєму кораблі, наземні місії інколи об'єднуючись із іншими гравцями.

Цікавою особливістю проекту є система репутації. гравець зможе стати цілком законослухняним, працюючи на уряд, починаючи з охорони конвоїв до полювання на гравців з поганою репутацією, що підтримується державними коштами. або гравець зможе вступити в банду, або створити її сам, і нападати на конвої інших гравців, отримавши перемогу спочатку в космічній битві, а потім і в битві на кораблі.

Гра розрахована на соціальну взаємодію між гравцями, що дозволить об'єднуватись їм в альянси, корпорації і навіть створювати держави з кількох космічних систем. це дозволить їм самим створювати які будуть закони та правила.

Вибір гравця починається ще з моменту створення персонажа. у кожної раси будуть свої плюси, мінуси та відмінні здібності. наприклад: той самий некрокіборг - найкращий представник галактики у зламі захисних систем і майстерно працює із системами захисту корабля. але через слабе тіло не може використовувати важку зброю і має маленький запас здоров'я.

На «капі» рівня розвитку гравця чекатимуть створення великих кораблів на кілька гравців, такі як величні крейсери або навіть дредноути. великі корпорації зможуть взяти участь у захопленні планетарних систем і вести на них розкопки у пошуку корисних копалин, а також будувати штаби чи різні технічні цехи.

Враховуючи все вищесказане можна очікувати на багатотисячну аудиторію гравців, що зробить гру тільки цікавішою і зможе просунути Україну на вершини світу геймдева.

Список використаних джерел:

1. URL: <https://termin.in.ua/tyzer-teaser/> (дата звернення: 25.03.2023)
2. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON). -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

УДК 004.92

ВИКОРИСТАННЯ UNREAL ENGINE 5 ДЛЯ СТВОРЕННЯ ФІЛЬМІВ З ЕЛЕМЕНТАМИ 3D ГРАФІКИ

Леонов Л.О.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Сергієнко О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +380501850218, e-mail: leonid.leonov@nure.ua

Today, creating 3D animation is becoming more and more accessible, and one of the most innovative tools for creating cinematic works is the Unreal Engine 5 software. This is the latest version of the popular game engine released by Epic Games in 2021. It offers incredible possibilities for creating cinematic projects, including creating complex visual effects, animating characters and creating spectacular landscapes. One of the key strengths of Unreal Engine 5 is its ability to create and take full advantage of high-quality graphical content. In this paper, we will look at why creating 3D movies in Unreal Engine 5 is such a hot topic right now.

Сьогодні створення 3D-анімації стає дедалі доступнішим, і одним з найбільш інноваційних інструментів для створення кінематографічних творів є програмне забезпечення Unreal Engine 5. Це остання версія популярного ігрового рушія, випущеного Epic Games у 2021 році. Він пропонує неймовірні можливості для створення кінематографічних проектів, включаючи створення складних візуальних ефектів, анімацію персонажів та створення вражаючих краєвидів. Однією з ключових переваг Unreal Engine 5 є його здатність створювати та використовувати в повній мірі високоякісний графічний контент. У цій роботі ми розглянемо, чому створення 3D фільмів у Unreal Engine 5 зараз є настільки актуальною темою.

Створення візуальних ефектів – це одна з основних галузей застосування Unreal Engine 5 у кінематографії. Візуальні ефекти, такі як вибухи, пожежі, дим, світло, тіні та дзеркальні відображення, створюються за допомогою рушія, який використовує сучасні технології графічного процесора, такі як ray tracing та global illumination. Ray tracing – це технологія, яка імітує розсіяне відбиття світла у реальному часі. Це дозволяє створювати більш реалістичні зображення з точнішою передачею світла та тіней. Global illumination – це технологія, яка дозволяє створювати реалістичну передачу освітлення всередині 3D-сцени. Це означає, що світло відбивається від поверхонь і передається через прозорі об'єкти. Створення візуальних ефектів за допомогою Unreal Engine 5 пропонує не лише більш реалістичні зображення, а й швидший та зручний процес створення. Крім того, багато ефектів можуть бути налаштовані на льоту, що дозволяє швидко створювати ітерації та отримувати бажаний результат. Unreal Engine 5 надає потужний інструментарій для створення та управління

анімацією персонажів. Усередині Unreal Engine 5 є інструменти, які дозволяють створювати та редагувати анімації, а також керувати ними в режимі реального часу.

Одним із основних інструментів для створення анімації персонажів є система Анімаційних графів. Це система, яка дозволяє створювати та керувати анімаціями персонажів за допомогою графів. Анімаційний граф - це набір вузлів та зв'язків, які дозволяють керувати анімацією персонажа. Цей інструмент надає користувачеві велику гнучкість у створенні анімацій, дозволяючи їм створювати динамічні анімації, які можуть бути змінені у реальному часі. Крім того, Unreal Engine 5 також надає інструменти для захоплення руху та створення анімації на основі захоплених даних. Ці інструменти дозволяють створювати більш реалістичну анімацію персонажів, оскільки вона ґрунтується на реальних рухах акторів.

Основною перевагою створення 3D фільмів у Unreal Engine 5 є гнучкість рушія, яка дозволяє створювати фільми швидше, ніж традиційні методи. Усі аспекти фільму, від створення світу до створення персонажів та створення спецефектів можуть бути виконані в одній програмі.

Також однією з головних переваг Unreal Engine 5 є його здатність працювати в режимі реального часу. Це означає, що творці фільмів можуть бачити результати своєї роботи негайно, що скорочує час розробки та дозволяє швидше вносити зміни.

Unreal Engine 5 дозволяє створювати контент у високій якості завдяки використанню нової технології Nanite. Ця технологія дозволяє створювати деталізовані 3D моделі без необхідності їх заздалегідь оптимізувати. Таким чином, розробники можуть створювати деталізовані моделі, які раніше були недоступні для використання в іграх та кіно, що дозволяє досягти небувалого рівня реалізму.

Крім того, Unreal Engine 5 дозволяє створювати гіперреалістичні оточення, які можна використовувати для зйомок віртуальних сцен замість традиційних зелених екранів. Це дає режисерам можливість контролювати кожен аспект сцени, включаючи освітлення, погодні умови, деталі оточення тощо. Це також дозволяє суттєво скоротити витрати на декорації та локації, які можуть бути створені віртуально у програмі.

Важливо відзначити, що створення 3D фільмів у Unreal Engine 5 потребує певних навичок та знань у галузі комп'ютерної графіки, але завдяки його інтуїтивному інтерфейсу та широкій документації, вчитися роботі в програмі може бути нескладно. Крім того, Unreal Engine 5 також надає широкий спектр інструментів для створення анімації та візуальних ефектів, що робить його ідеальним вибором для професіоналів у цій галузі.

Таким чином, створення 3D фільмів у програмі Unreal Engine 5 є актуальною та перспективною темою.

УДК 004.94

ВІМ-ПРОЕКТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ ARCHICAD

Рижкова Є. М., Козловець С.О., Боюка М.Є.

Науковий керівник - к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,

м. Харків, Україна

тел. +38(099) 531-18-12, e-mail: yelyzaveta.popova@nure.ua

The application of the BIM concept consists in the creation of an information model of the building, therefore the main thing is the information itself. The main point in working with large volumes of information (or data) is their arrangement to ensure the possibility of machine processing. For example, the possibility of selection by any criterion for making changes or summarizing data to automatic tables. During the work, an architectural project was created according to the drawings. All stages of the design of the interior design of the residential premises were worked out, the necessary documentation was created using BIM technology for construction and design work. This project can be used as a design project for implementation.

Вираз "ВІМ-проектування" сьогодні використовується все частіше і частіше. Актуальним є системний підхід до структурування даних та повноцінне використання інструментарію ARCHICAD, які здатні вивести процес автоматизованого створення моделі та наповнення її інформацією на якісно новий рівень.

Основою ВІМ є цифрова 3D-модель будівлі, у якій є можливість зберігати всі дані про неї. Як і реальна будівля, вона складається зі стін, перекриттів, даху, дверей вікон та іншого.

У ВІМ цифровим елементам моделі надаються метадані, такі як несуча конструкція, показники вогнестійкості, акустичні характеристики, коефіцієнт теплопередачі, ціна, вага та інформація про продукт. Разом модель і метадані створюють складну базу даних, яка називається ВІМ.

Застосування концепції ВІМ полягає у створенні інформаційної моделі будівлі, тому головним є саме інформація.

Основним моментом у роботі з великими обсягами інформації (або даних) є їх упорядкування для забезпечення можливості машинної обробки. Наприклад, можливість відбору за будь-яким критерієм для внесення правок або зведення даних до автоматичних таблиць.

Інформація, що зберігається в ВІМ, може бути використана для комунікації між задіяними сторонами не тільки на етапі проектування та будівництва, але й протягом усього життєвого циклу будівлі (експлуатація, реконструкція, перепланування та знесення).

ArchicAD - це програмний інструмент ВІМ, який дозволяє не тільки створювати ВІМ-моделі спроектованих будівель, алей гнучко керувати інформацією, що зберігається в ВІМ.

BIM проектування в ArchiCAD це також облік логістики (наприклад, термін доставки будівельних матеріалів на майданчик).

Переваги технології в ArchiCAD:

1. Чітка візуалізація для професіоналів (корисна і зручна як для регулюючих сторін, так і для розробників);
2. Легка модифікація програми шляхом отримання огляду всіх проекцій;
3. Скорочення часу на підготовку проекту, документації;
4. Мінімізація помилок у розрахунках;

Автоматизований формат дозволяє контролювати роботу і зменшує фінансові інвестиції та час введення об'єкта в експлуатацію.

Застосування технології BIM при експертизі та моніторингу проектів підвищує їх якість, робить проектну роботу більш прозорою, а самі проекти більш керованими, знижуючи таким чином витрати.

В ході роботи за кресленнями був створений архітектурний проект. Опрацьовано всі етапи проектування внутрішнього дизайну житлового приміщення, створено необхідну документацію за допомогою BIM технології для проведення будівельно-проектних робіт. Цей проект можна використовувати як дизайн-проект для реалізації.

В результаті виконаної роботи можна зробити висновки, що розвиток технологій архітектурних забезпечень є стрімким та за допомогою такого програмного пакету як ArchiCAD та технології BIM-моделі дозволяє ще більше автоматизувати робочий процес всіх його етапах: від опрацювання концептуальних рішень і до розробки докладних креслень робочої документації.

Список використаних джерел:

1. Lindner, L., Sergiyenko, O., Rivas-López, M., (...), Gurko, A., Kartashov, V.M. Machine vision system for UAV navigation; IEEE, 2016 International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles and International Transportation Electrification Conference, ESARS-ITEC, 2016; pp.1–6. DOI: 10.1109/ESARS-ITEC.2016.7841356.
2. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

УДК 004.032.6

ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ ВТІЛЕННЯ УЯВИ В ЖИТТЯ ВИКОРИСТОВУЮЧИ МУЛЬТИМЕДІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРСОНАЖІВ

Греков Д.Ю.

Науковий керівник - к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(066) 770-79-36, e-mail: danylo.hrekov@nure.ua

The 3D character modeling process is a fully realized, visually stunning, and dynamic character model that can be used in a variety of applications such as video games, movies, animation, virtual reality experiences, and more. A character model is integrated into a digital environment or story, where it comes to life, moves and interacts with other elements, engaging the audience and telling a visual story. As such, character concept and 3D modeling are vital components of digital art and entertainment, allowing artists and designers to create visually appealing and engaging character designs. A character concept serves as an artistic vision, and 3D modeling brings that vision to life in a digital environment.

Концепція персонажа - це початковий етап створення персонажа, на якому художники та дизайнери використовують свою творчу уяву для осмислення зовнішності, особистості, передісторії та загального дизайну персонажа. Він включає в себе мозковий штурм, нариси та уточнення ідей для створення візуального представлення персонажа, що відповідає баченню проекту. Цей етап має вирішальне значення, оскільки він закладає основу для всього процесу створення персонажа та задає напрямок для наступних етапів, включаючи 3D-моделювання.

Концепція персонажів і 3D-моделювання є найважливішими елементами у світі цифрового мистецтва та розваг, надаючи засоби для втілення уявних персонажів у життя з приголомшливим візуальним уявленням. Від відеоігор до фільмів, від анімації до досвіду віртуальної реальності, концепція персонажів та 3D-моделювання відіграють ключову роль у створенні переконливих та захоплюючих візуальних оповідань.

3D-моделювання - це процес створення цифрового тривимірного представлення персонажа за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Він включає створення віртуальної моделі персонажа з його формою, формою, текстурою і деталями. Художники з 3D-моделювання використовують різні методи, такі як полігональне моделювання, скульптура, оснащення та текстуркування, щоб поживавити персонажа у віртуальному середовищі. Цей процес вимагає уважного ставлення до деталей, художніх навичок та технічної майстерності для створення реалістичної та візуально привабливої моделі персонажа.

Створення концепції персонажа та процеси 3D-моделювання тісно взаємопов'язані, при цьому концепція персонажа служить посібником для процесу 3D-моделювання. Концепт-арт забезпечує художнє бачення, а 3D-моделювання переводить це бачення в цифрове представлення. 3D-модель заснована на концепт-арті, але також допускає творчу свободу та технічні міркування, які можуть виникнути у процесі моделювання. Анатомія персонажа, його пропорції, риси обличчя, одяг та аксесуари ретельно опрацьовуються у процесі 3D-моделювання для досягнення цілісного та візуально привабливого дизайну персонажа. Після того, як 3D-модель завершена, її можна додатково уточнити за допомогою процесу, що називається текстуруванням, коли до моделі персонажа застосовуються реалістичні текстури та кольори для підвищення її візуальної привабливості. Це включає створення та застосування текстур з високою роздільною здатністю, які імітують шкіру, волосся, тканину та інші матеріали, додаючи глибину і реалістичність моделі персонажа. Текстурування - важливий крок, так як воно додає візуальну насиченість і деталізацію персонажу, роблячи його візуально більш привабливим та реалістичним. На додаток до художнього аспекту 3D-моделювання також включає технічні аспекти, такі як кількість полігонів, топологія та оснащення. Кількість полігонів відноситься до кількості полігонів, що використовуються в 3D-моделі, що впливає на продуктивність моделі при рендерингу та анімації в реальному часі. Топологія відноситься до розташування полігонів у моделі, що впливає на те, як модель деформується під час анімації. Риггінг включає створення цифрового скелета або оснащення для персонажа, що дозволяє ставити його в позу і анімувати. Ці технічні аспекти мають вирішальне значення для створення 3D-моделі, яка не лише візуально приваблива, але також функціональна та оптимізована для використання за призначенням.

Кінцевим результатом концепції персонажа та процесу 3D-моделювання є повністю реалізована, візуально приголомшлива та динамічна модель персонажа, яку можна використовувати у різних додатках, таких як відеоігри, фільми, анімація, досвід віртуальної реальності та багато іншого. Модель персонажа інтегрується в цифрове середовище або історію, де воно оживає, рухається та взаємодіє з іншими елементами, залучаючи аудиторію та розповідаючи візуальну розповідь.

Таким чином, концепція персонажів та 3D-моделювання є життєво важливими компонентами цифрового мистецтва та розваг, дозволяючи художникам та дизайнерам створювати візуально привабливі та захоплюючі дизайни персонажів. Концепція персонажа служить художнім баченням, а 3D-моделювання втілює це бачення життя у цифровому середовищі. Це вимагає поєднання художніх навичок, технічної майстерності та уваги до деталей, щоб створити візуально приголомшливий вигляд.

УДК 004.514:004.032.6

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СТВОРЕННЯ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ UNREAL ENGINE 5

Козловець С.О., Рижкова Є.М., Боюка М.Є., Олещенко В.Б.

Науковий керівник - к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(093) 500-54-36, e-mail: serhii.kozlovets@nure.ua

During the work, a game was created using Unreal Engine 5. A practical comparison of various game engines was conducted and the most relevant was selected. The main stages of game development, such as planning, production, and testing of the finished product, have been worked out. Work has been carried out on the relevance of games in our time.

В наш час створення мультимедіа контенту стало однією з найголовніших та найпопулярніших галузей в світі. Мультимедійний контент переслідує нас усюди: від ігор в наших комп'ютерах до фільмів у кінотеатрах. В своєму дослідженні я приділив увагу саме створенню ігрового контенту. Зараз існує багато інструментів, за допомогою яких можна створювати такий контент – це різноманітні ігрові рушії, серед яких я обрав саме Unreal Engine 5. Серед його переваг перед іншими рушіями можна виділити:

- Зручність процесу програмування.

Unreal Engine 5 підтримує дві мови програмування: C++ та Blueprints. C++ це гнучка мова, яка дозволяє працювати на низькому рівні з пам'яттю, адресами, портами. Це дозволяє мені, як розробнику, повною мірою використовувати технічні можливості пристроїв для забезпечення максимальної продуктивності. Blueprints в свою чергу представляє собою систему візуального скриптингу. Вона дає можливість створювати ігри навіть без написання коду, що робить рушій доступним навіть для розробників-початківців.

- Сумісність з великою кількістю пристроїв.

З допомогою Unreal Engine 5 можна створювати ігри для більшості існуючих платформ, таких як PC, консолі PlayStation, Xbox та Nintendo Switch, IOS та Android. Це дозволить мені, як розробнику, охопити як можна більшу аудиторію.

- Повний інструментарій для роботи.

Рушій має в собі усі необхідні функції, які можуть знадобитися в процесі розробки.

Отже з причинами вибору саме цього рушія все зрозуміло. Для розробника-початківця це ідеальний варіант. Розглянемо основні етапи створення ігрового контенту.

1. Планування.

На цьому етапі я створював концепцію гри, перші наброски сюжету, обирав цільову аудиторію та платформу. Тобто вирішував, що з себе має представляти проект і хто в нього гратиме.

2. Продакшн.

Це етап, на якому гра фактично втілюється у життя. В цей етап входить написання сценарію, створення анімацій та 3D моделей або пошук необхідних асетів у готових бібліотеках, створення ігрових локацій, аудіодизайн, дизайн рівнів, написання коду, за яким буде працювати гра.

3. Тестування.

На цьому етапі проходить тестування гри, це дозволяє позбавитися всіх багів і помилок, допущених на етапі продакшену, щоб забезпечити гравцям чудовий користувацький досвід. У геймдеві існують різні види тестування. Наприклад, проведення стрес-тестів – намагання «зламати гру», нескінченно натикаючись на стіни та елементи ландшафту, це дозволяє виявити помилки в технічному боці гри. Також проводиться тестування з «фактору задоволення» — наскільки геймплей цікавий з погляду геймера, складність рівнів, цікавість геймплею.

Завдяки виконаному дослідженню можна зробити висновки: для створення якісної гри необхідно приймати до уваги багато деталей. Починаючи з вибору ігрового рушія, закінчуючи ретельним проведенням кожного з етапів розробки.

Створення ігрового контенту потребує великої кількості професійних навичок, таких як навички написання коду, створення 3D моделей та анімацій, знання в галузі левел та геймдизайну, навички тестування готового продукту.

Не можна не приймати до уваги, що ігри можуть не тільки розважати, а і навчати людей (симулятори управління різноманітними транспортними засобами, кулінарні симулятори, тощо), розвивати фізичні навички (фітнес ігри, наприклад Ring Fit Adventure), допомагати людям в процесі реабілітації після складних захворювань або травм (відновлення когнітивних та рухових функцій за допомогою VR-ігор). Саме тому ця тема є актуальною та перспективною.

Список використаних джерел:

1. URL: <https://level-design.ua/pro-ld-book-index/01-role-of-level-designer/> «Роль дизайнера рівнів» [Електронний ресурс]. /(дата звернення: 05.04.2023)
2. URL: <https://avada-media.ua/services/etapy-razrabotky-igry/> «Етапи розробки гри» [Електронний ресурс]. /(дата звернення: 05.04.2023)

ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ МУЗИЧНОЇ КОМПОЗИЦІЇ

Свірідок М.С.

Науковий керівник – проф. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(050) 558-56-01, e-mail: sviridok.mark@nure.ua.

This work is dedicated to the creation of a musical composition, both its technical and practical aspects. Since the very first sound recording over 260 years ago, a lot has changed and simplified. The paper discusses modern realities of creating, recording, processing and mixing a musical composition, as well as a step-by-step guide to setting up a home recording studio.

На сьогодні, аналоговий та цифровий запис – це два основних способи запису звуку. Аналоговий запис використовує магнітні стрічки або вінілові платівки для зберігання звуку у формі аналогових сигналів, які зберігаються у вигляді фізичних змін на носії. Завдяки цьому звук може бути збережений у найбільш природній формі, але якість звуку може погіршуватися з часом через зношування носія та втрату сигналу.

Цифровий запис використовує цифрову технологію для збереження звуку у вигляді числових кодів, які потім можуть бути відтворені на комп'ютерах та інших цифрових пристроях. Цифровий запис забезпечує вищу якість звуку та більш точну репродукцію, а також більш тривалий термін зберігання.

Обидва методи мають свої переваги та недоліки. Аналоговий запис може бути більш природним та музичним, але менш точним та схильним до втрати якості. Цифровий запис забезпечує вищу якість та точність, але може звучати більш сухим та менш природним. Сьогодні цифровий запис не вимагає дуже складного обладнання та програмного забезпечення, отже, цифровий запис – більш простий та доступний. Через доступність і сучасність цифрового запису пропонується використовувати саме його.

Створення музичної композиції можна розділити на кілька етапів. Основні з них такі:

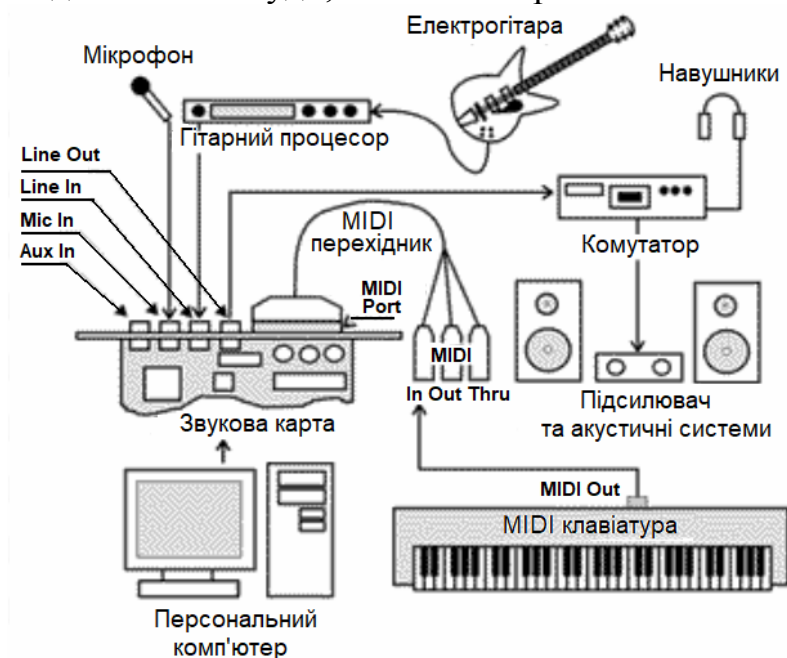
- концептуалізація: на цьому етапі визначають загальну ідею та настрій композиції. Можна розробити мелодію, акустичний мотив або гармонійний прогрес;

- складання: цей етап включає створення розширеної структури композиції, яка може включати в себе вступ, куплети, приспиви, містки та закінчення. Можна також додати інструментальні частини, які доповнюють мелодію;

- оркестрування: на цьому етапі обирають інструменти та розташовують їх у композиції. Змінюють гармонію та темп, щоб досягти бажаного ефекту;

– запис: після створення композиції записують її в студії або вдома. Є різні методи запису, такі як живий запис, програмне забезпечення для звукозапису або застосування мікрофонної техніки.

Перед початком роботи треба визначити перелік необхідної апаратури та програмного забезпечення. Пропонується обладнання і структурна схема домашньої студії, показані на рис.1.



Мінімальний перелік апаратури включає:

- ноутбук чи персональний комп'ютер;
- звукова карта;
- мікрофон з поп-фільтром;
- музичні інструменти (бас гітара, акустична гітара, електрогітара, синтезатор);
- навушники або акустичні системи;
- кабелі для підключення і поєднання складових.

Рис.1

Обробка та зведення: на цьому етапі займаються обробкою звуку, щоб виправити помилки та досягти кращої якості запису. Після цього зводять всі записані інструменти в один звуковий мікс. Основна задача зведення – уникнути або звести до мінімуму взаємне маскування окремих звукових доріжок. Це досягається методами еквалізації (розведення по спектру), динамічною (сайд-чейн) обробкою та просторовою (мід-сайд) обробкою.

Мастеринг: на останньому етапі додатково обробляють звуковий мікс, щоб досягти більшої глибини та збалансованості. Налаштовують гучність та додають ефекти. Задача мастерингу – підготувати трек для трансляції в певних акустичних умовах: в концертному залі, на радіо або телебаченні, на дискотеці і т.д.

Детальні інструкції, технічний розбір процесів, опис обладнання та практична частини будуть викладені у кваліфікаційній роботі бакалавра.

Список використаних джерел. 1. Building a Home Studio (on a Budget). [Електронний ресурс] URL: <https://audient.com/tutorial/building-a-home-studio-on-a-budget/> (дата звернення 28.03.2023). 2. Analog vs Digital Recording: What Is the Difference? [Електронний ресурс] URL: <https://recordingconnection.com/reference-library/analog-or-digital-what-is-the-difference/> (дата звернення 01.04.2023).

УДК 004.032.6:004.514

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СТВОРЕННЯ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ В LOWPOLY СТИЛІ НА UNREAL ENGINE 4

Костромцов М.М.

Науковий керівник - д.т.н., проф. Сергієнко О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(093) 500-54-36, e-mail: maksym.kostromtsov@nure.ua

It should be noted that unlike other thematic areas, such as, for example, science or fantasy themes, the pirate motif allows developers to focus on a more free and unrestricted style of gameplay, which gives players more freedom of action and choice, and, as you know, gamers constantly looking for new, unique adventures in the world of video games. Creating a game about pirates can be an ideal option to meet these needs.

Оскільки нова відеогра починається не лише з ідеї, а й з детального опису ключових складників продукту. Такий опис називається концепт-документом. Його використовують і глобальні ігрові гіганти, і аматори в розробці ігор. В чомусь концепт схожий на elevator pitch, адже він також має коротко та лаконічно донести до реципієнта ідею проєкту.

При розробці гри було вирішено робити не по кадрову анімацію, а скелетну. Розроблені анімації можна буде використовувати не лише в грі, але й в трейлері, що розробляється.

Покадрова анімація - це техніка анімації, при якій художник малює кожен кадр. Анімація створена за допомогою покадрової анімації, складається з сотень або навіть тисяч кадрів, кожен з яких промальовується окремо. Кількість кадрів дорівнює кількості малюнків, які необхідно зробити для анімації. Вона забирає багато часу, проте результат виходить дійсно крутим. Кожен новий кадр не схожий на попередній, і від цього анімація стає більш живою.

Скелетна анімація - спосіб анімації двох- та тривимірних моделей в мультиплікації і комп'ютерних іграх. Він полягає в тому, що мультиплікатор або моделер створює скелет, який представляє собою як правило дерево-образну структуру кісток, в якій кожна наступна кістка «прив'язана» до попередньої, тобто повторює за нею руху і повороти з урахуванням ієрархії в скелеті. Далі кожна вершина моделі «прив'язується» до будь-якої кістки скелета.

Розглянемо ідею проєкту який розробляється на кафедрі МІРЕС, в рамках бакалаврської роботи.

В далекому XVII столітті на морі почали появлятися мисливці за скарбами, які звалися піратами. Їх високі кораблі з пірамідальними вітрилами вражали своєю могутністю та силовим потенціалом, а пошук скарбів та награбованого золота завжди залишався надзвичайною приго-

дою. Сьогодні, після століть, тема піратів залишається надзвичайно актуальною. Саме тому створення гри про піратів в LowPoly стилі на Unreal Engine 4 є однією з найбільш актуальних тем для розробки.

У світі відеоігор піратський жанр завжди залишався надзвичайно популярним. Наприклад, відома гра «Assassin's Creed: Black Flag», яка здобула великої популярності присвячена саме піратам, ще одним прикладом є гра «Sea of Thieves», яка дає можливість кожному гравцеві створити свою власну піратську історію. Не меншої популярності тема піратства здобула в кіноіндустрії та книгах.

Також слід зазначити, що на відміну від інших тематичних напрямків, таких як, наприклад, наукова чи фантастична тематика, піратський мотив дозволяє розробникам зосередитися на більш вільному та необмеженому стилі геймплею, що дає гравцям більше свободи дій та вибору, а, як відомо, геймери постійно шукають нові, неповторні пригоди у світі відеоігор. Створення гри про піратів може стати ідеальним варіантом для задоволення цих потреб.

Крім того, LowPoly стиль дозволяє розробникам створювати ігрові об'єкти, персонажів та локації з мінімальною кількістю полігонів, що робить гру більш ефективною та швидкою. Це дозволяє підвищити продуктивність гри та зберегти ресурси комп'ютера, що є дуже важливим для геймдеву. Такий стиль вже успішно використовується в багатьох відомих іграх, таких як Minecraft, Fortnite, та Legend of Zelda: Breath of the Wild. Тому створення гри про піратів в LowPoly стилі є ідеальним варіантом відтворити відкрите море з пригодами та небезпеками.

Також не треба забувати про основний елемент для створення гри, яким є ігровий движок, а саме Unreal Engine 4 - це один з найбільш популярних інструментів для створення ігор, який використовується для створення найрізноманітніших ігор, починаючи з піксельних платформерів, закінчуючи найреалістичнішими шутерами чи пригодницькими іграми. Unreal Engine 4 - це доволі складний інструмент для створення ігор, але його функції та можливості дозволяють створювати різні ігри з різним рівнем складності, використовуючи різні стилі та техніки. Використання Unreal Engine 4 разом з LowPoly стилем дає можливість створити гру з дивовижний візуальним стилем, який буде не тільки ефективним, але й привабливим для гравців, попри низьку полігональність моделей, чим не можуть похвалитися інші ігрові движки.

Підсумовуючи вищесказане можна дійти до висновку, що ця тема дуже актуальна і може бути успішною, оскільки гравці постійно шукають нові відкриття та пригоди, а гра про піратів в Low Poly стилі зможе набути великої аудиторії гравців.

ВИКОРИСТАННЯ ПОЖЛИВОСТЕЙ ІГРОВОГО РУШІЯ UNREAL ENGINE ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТИЗЕРА ДО ВІДЕОГРИ

Кучеренко О.В.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(096) 986-86-23, e-mail: Oksana.kucherenko@nure.ua

The relevance of creating a teaser for a video game is that video games are becoming more and more popular and spread more widely in different countries of the world. In today's world, the internet and social media allow more people to learn about new video games and get involved in playing them. Because of this, video game advertising is becoming increasingly important as it helps players find something new and interesting. A teaser is an effective way of advertising because it can grab players' attention and encourage them to learn more about the game.

Відеоігри стали не тільки популярною формою розваг, але й серйозним галуззю, що приносить величезні прибутки. Щороку вона заробляє мільярди доларів, займаючи провідне місце серед сучасних розважальних форматів. Оскільки конкуренція в галузі відеоігор все зростає, реклама гри стає важливою складовою її успіху. Один з ефективних способів привернення уваги до гри є тизер, який викликає цікавість та захоплення гравців. У цій статті будуть розглянуті актуальність теми тизера до відеоігри, його функції та переваги, а також способи його використання.

Актуальність створення тизера до відеоігри полягає в тому, що відеоігри стають все популярнішими та ширше поширюються в різних країнах світу. У сучасному світі інтернет та соціальні мережі дозволяють більшій кількості людей дізнаватися про нові відеоігри та долучатися до їхньої гри. Завдяки цьому, реклама відеоігор стає все важливішою, оскільки вона допомагає гравцям знайти щось нове та цікаве. Тизер є ефективним способом реклами, оскільки він може привернути увагу гравців та заохотити їх дізнатися більше про гру.

Основною функцією тизера є зацікавити гравців та залучити їх до гри. Він може містити елементи геймплею, візуальні ефекти, музику та інші елементи, які демонструють стиль та атмосферу гри. Оскільки тизер є коротким та високоякісним відео, він дозволяє гравцям зрозуміти, чи цікава їм гра, і чи варто продовжувати досліджувати її. Крім того, тизер може допомогти підняти ажіотаж навколо гри та збільшити її популярність до релізу. Він дозволяє гравцям відчувати емоційну привабливість гри та дізнатися про її особливості, що збільшує ймовірність, що гравці куплять гру після її випуску.

Переваги використання тизера для відеоігор очевидні. Це дозволяє

компаніям залучати більше уваги до їхніх ігор, збільшувати продажі та підвищувати свою популярність. Крім того, дозволяє підняти ажіотаж навколо гри, залучивши більше гравців та збільшивши ймовірність її успіху. Також він дозволяє встановити співпрацю зі знаменитими інтернет-відеоблогерами, що допоможе привернути увагу значно більшої аудиторії.

Однак, в деяких випадках, використання тизера може мати й негативні наслідки. Наприклад, якщо тизер не відображає ігровий процес чи не передає атмосферу гри, це може збити гравців з пантелику. Крім того, якщо тизер відрізняється від фактичної гри, це може спричинити розчарування серед гравців та погіршити репутацію компанії-розробника. Також може статися так, що тизер буде надто коротким або невиразним, що не дозволить гравцям отримати повну картину про гру.

Іншим недоліком тизерів є те, що вони можуть займати багато часу і ресурсів компаній-розробників. Випуск високоякісного тизера може займати багато часу та коштувати чималих грошей. Крім того, якщо тизер не досягне бажаного ефекту, то кошти та час, витрачені на його створення, будуть втрачені.

У висококонкурентному середовищі відеоігор, використання тизерів може бути важливим інструментом для підвищення популярності гри та збільшення продажів. Тизер може допомогти залучити увагу гравців та збільшити їхній інтерес до гри.

Однак, щоб тизер був успішним, його потрібно створювати з урахуванням інтересів та потреб гравців, а також він повинен відображати атмосферу гри та ігровий процес. Крім того, важливо знати, що тизер - це лише один із інструментів для залучення гравців, і що його успіх залежить від багатьох чинників, включаючи якість гри та її маркетингову стратегію. Крім того, важливо пам'ятати про те, що використання тизера - це не єдиний спосіб просування відеоігор. Компанії-розробники можуть використовувати також інші маркетингові інструменти, такі як трейлери, інтерв'ю з розробниками, геймплей-відео та інші. Всі ці інструменти повинні працювати в комплексі, щоб забезпечити максимальну ефективність маркетингової стратегії.

Таким чином, використання тизера до відеоігри може допомогти компаніям-розробникам залучити увагу гравців та підвищити їхній інтерес до гри.

Список використаних джерел:

1. URL: <https://termin.in.ua/tyzer-teaser/>(дата звернення: 25.03.2023)
2. URL: <http://visnyk.ukrbook.net/article/download/259619/256157/>(дата звернення: 25.03.2023)
3. URL: <https://lviv.logos-academy.com/igrova-industriya-istoriyi-perspektyvy-yak-statyi-rozrobnykom-igor/>(дата звернення: 25.03.2023)

ПРАВИЛА ТА ЕТАПИ СТВОРЕННЯ ХУДОЖНЬОЇ ФОТОГРАФІЇ

Скакун Л. Г.

Науковий керівник – ст. викладач Бобнів Р.О

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,

м. Харків, Україна

тел. +38(066) 29-505-01, e-mail: ladyslava.skakun@nure.ua.

This work is devoted to fine-art photography and the rules and stages of its creation. Fine-art photography is used in a variety of settings, including art galleries and museums, private collections, commercial settings, publications and online platforms. Fine-art photography is a genre of photography that is created with the intent of being a form of visual art. The primary purpose of fine-art photography is to express the photographer's creative vision, rather than to simply document a scene or subject. Fine-art photography encompasses a wide range of styles and techniques, such as landscape, portrait, abstract, conceptual, documentary and other types.

Художня фотографія - це жанр фотографії, що створюється з метою вираження творчого бачення фотографа, а не просто для документування подій чи об'єктів. Головна мета художньої фотографії полягає у створенні візуального мистецтва, яке викликає естетичні враження та емоції у глядача.

Художня фотографія як напрямок мистецтва з'явилась в другій половині 19 століття, коли фотографія стала більш доступною та популярною. У цей період фотографи почали більше уваги приділяти естетичним якостям фотографії та експериментувати з різними техніками та стилями.

Один з перших прикладів художньої фотографії - це серія портретів, створених англійським фотографом Джуліо Беалдом у 1850-их роках. Він використовував техніку колодійного процесу, яка дозволяла йому створювати вражаючі, емоційні та художні портрети.

Іншим відомим прикладом художньої фотографії є роботи французького фотографа Густава Лебретона, який займався фотографуванням пейзажів та створив серію творів, що відображають настрій та емоції.

У 20 столітті художня фотографія стала ще більш популярною, коли були створені різні фотохудожні школи та об'єднання, такі як Group f/64 в США, яке зосереджувалося на чіткості та реалізмі фотографії. З того часу художня фотографія стала все більш інноваційною, різноманітною та складною формою мистецтва.

Цінність художньої фотографії полягає в тому, що вона може передати ідеї та емоції автора, створюючи естетичне задоволення та захоплення у глядачів. Вона може бути засобом візуального спілкування та передачі різноманітних ідей та інформації, а також збереження культурних та історичних цінностей.

Вміння робити художню фотографію є важливим для фотографів, які бажають виражати своє художнє бачення та передавати свої ідеї та емоції через свої фотографії. Це також корисно для тих, хто хоче зробити кар'єру у фотографії або використовувати фотографію в якості засобу візуального мистецтва.

Для того, щоб стати успішним художнім фотографом, потрібно вивчити техніки та теорії фотографії, розвивати свій творчий підхід, а також вдосконалювати свої навички обробки та редагування фотографій.

Художня фотографія може використовуватися в різних сферах, включаючи виставки, журналістику, рекламу, книги, художні проекти та просто як особистий творчий процес. У своїй кваліфікаційній роботі я маю на меті дослідити та продемонструвати правила та етапи створення художньої фотографії, зібравши найголовніші та найважливіші аспекти фотомистецтва.

По-перше, варто дослідити кожен з напрямків художньої фотографії, щоб мати цілісну картину цієї галузі та вільно орієнтуватись у різних стилях, вміти їх відрізнити та створювати самостійно. На розгляді будуть такі напрямки, як пейзажна, портретна, ню, архітектурна, жанрова, абстрактна, рекламна фотографії.

Важливою складовою створення художньої фотографії є також технічна частина, яку обов'язково потрібно дослідити та вивчити. Необхідно знати основні параметри та налаштування камери та об'єктива, такі як діафрагма, витримка, ISO, фокусна відстань.

Важливо знатися на експозиції, композиції та світлу. Окрема частина цієї теми є постобробка: взаємодія з різними програмами обробки фотографій, такими як Adobe Photoshop або Lightroom, для виправлення помилок та покращення якості фотографій.

Створення професійної, якісної фотографії - це складний, багатограний та цікавий процес, який буде досліджений та поданий у вигляді поетапного плану пізнання фотомистецтва та створення власної художньої фотографії.

Список використаних джерел:

1. Kelby S. The Digital Photography Book, Part 5: Photo Recipes – Peachpit Press, 2014.

УДК 654.1+004.4'277

DOLLY ZOOM – ІНШИЙ ПОГЛЯД НА СТВОРЕННЯ АНІМАЦІЇ

Бондар Б.О.

Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,

м. Харків, Україна

тел. +38(099) 079-01-12, e-mail: borys.bondar@nure.ua.

This work focuses on the Dolly Zoom special effect, also called "Transtrav", from a combination of the words "Transfocator" and "Travelling". It is created by moving the camera along the optical axis and changing the focus in the opposite direction.

It was first used in 1958, in the film *Vertigo* directed by Alfred Hitchcock, although some claim that the creator of Dolly Zoom is Claude Chabrol, who used the special effect in the 1969 film *Unfaithful Wife*. It is obligatory to have a camerawork track, or Dolly, after whom the trick is named.

The track was set in such a way that the camera moved along it along the axis of the lens.

Зворотний трекінг (ориг. - Dolly Zoom або *Vertigo*), - це спецефект, що створюється шляхом руху камери вздовж оптичної осі та зміни фокусу в протилежному напрямку. Уперше його використали 1958 року, у фільмі "Запаморочення" режисера Альфреда Гічкока, хоча дехто стверджує, що творцем Dolly Zoom є Клод Шаброль, який застосував спецефект у фільмі "Невірна дружина" 1969 року.

Обов'язковою умовою виконання ефекту була наявність операторської доріжки, або ж Dolly, на честь якої і названо цей прийом. Доріжку встановлювали таким чином, щоб камера рухалася по ній уздовж осі об'єктива.

Творець спецефекту - британський і американський режисер Альфред Гічкок, відомий своїми проектами в жанрі трилер і здатністю створити напружену і тривожну атмосферу в кожній картині.

Спецефект досягається наступним чином: за допомогою операторської доріжки або слайдера, камера рухається відносно об'єктива вперед або назад, а фокус самого об'єктива налаштовується в бік, протилежний руху візка (рис. 1).

Таким чином, об'єкт залишається в кадрі, але тло за ним може розширюватися або звузитися.

Для досягнення максимального ефекту, рухи камери і трансфокатора мають бути плавними.

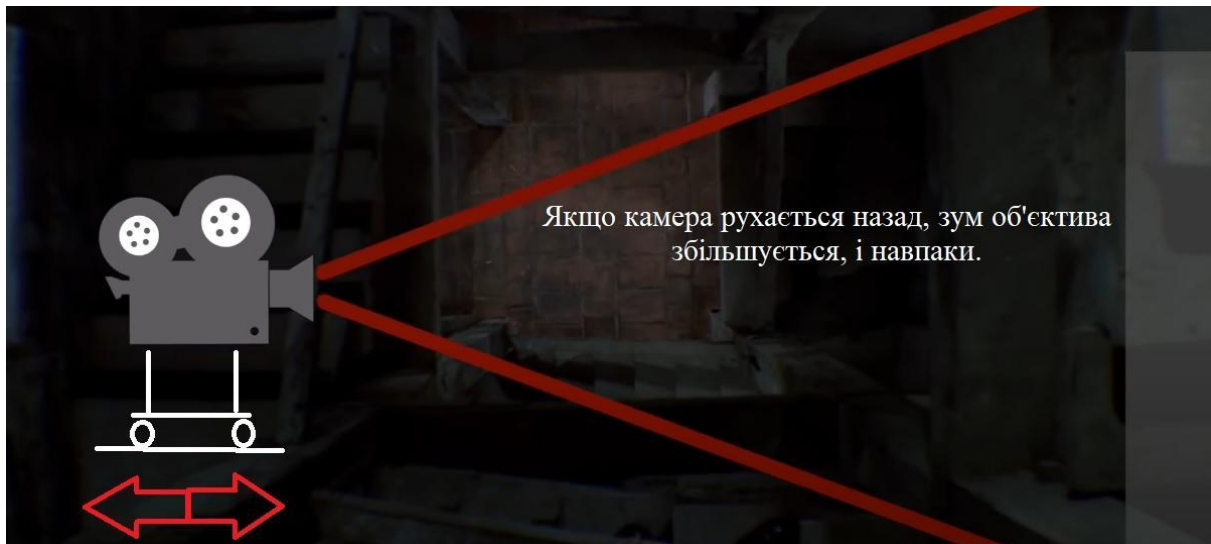


Рисунок 1 – Відносна схема руху

Якщо ми говоримо про програмну реалізацію на етапі пост-обробки, створити спецефект штучно можливо в тому разі, якщо роздільна здатність відео дорівнює 4К. Це пов'язано з тим, що ми будемо створювати Dolly Zoom, застосовуючи масштабування.

Також, обов'язковою умовою буде однаковий розмір об'єкта на доріжці. Це можна зробити таким чином:

1. У Premiere Pro за допомогою інструмента "Підрізування", перші пару секунд відео і переміщуємо його в кінець доріжки на таймлайні;
2. Розташовуємо відрізок на другій відеодоріжці, над основним роликом, ставимо прозорість (англ. Opacity) у 50%.

Це робиться для того, щоб скорегувати кінцеву частину основного шару, щоб положення об'єкта було однаковим.

Якщо об'єкт нестатичний та змінює своє положення в кадрі, його позицію можна анімувати за допомогою ключів.

Цей прийом також працює і з квадрокоптерами.

Список використаних джерел:

1. Хохлов Сабатовський - Як зробити ефект DOLLY ZOOM / VERTIGO Зйомка і монтаж в Adobe Premiere Pro. [Інтернет ресурс]. Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=DlHj_lQJaxY
2. Вікіпедія – Транстрав. [Інтернет ресурс]. Режим доступу: - <https://ru.wikipedia.org/wiki/Транстрав>

MOTION CAPTURE – ІНШИЙ ПОГЛЯД НА СТВОРЕННЯ АНІМАЦІЇ

Довбенко А.Д.

Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(095) 219-06-36, e-mail: anastasiiia.dovbenko@nure.ua.

This work is devoted to motion capture technology and the history of its creation. This technology is used both in the field of cinema and in the world of games. Motion capture appeared at the end of the 20th century as a rotoscope and was used in the creation of Disney cartoons. Motion capture is a method of animating virtual characters and three-dimensional objects using orientation and position data provided by special measuring devices or systems. The main types of motion capture systems, disadvantages and advantages in comparison with blue and green screen are considered.

Захоплення руху (англ. Motion capture) – метод анімації персонажів та об'єктів, при якому анімація створюється не вручну, а шляхом оцифрування та відстеження рухів реального об'єкта (відеозапису за допомогою спеціальних датчиків) та подальшого перенесення їх на тривимірну модель.

Свій початок технологія бере ще у 20 столітті. Створення мультиплікації на той час було неймовірно складним та кропітким процесом, тому аніматори шукали альтернативні рішення. Аніматор та режисер Макс Флейшер розробив спеціальний проектор, за допомогою якого виконувалося покадрове перемальовування знятої кіноплівки. Так виникло ротоскопіювання.

Наступний етап розвитку Motion Capture пов'язаний із поширенням обчислювальної техніки. У 1962 році Лі Харрісон III побудував ANIMAS, гібридний комп'ютер для графічної анімації, який на основі складного костюма міг створювати зображення актора на ЕПТ-екрані. Згодом модифікована система під назвою Scanimate використовувалася на телебаченні – ролики виходили плавними, з насиченими кольорами та високою частотою кадрів.

Ігрові анімації відрізнялися оригінальністю підходів до створення. Особливий інтерес викликали ігри з 8-бітною графікою. Для них автори малювали розкадрування персонажів по клітинах на аркушах, а потім вводили у гру. Так зробили автори Super Mario Bros., Pac-Man тощо.

Бітність картинки збільшувалася, потужність ЕОМ зростала, з'являлися нові способи реалізації ідей. Хтось просив своїх друзів ходити та битися перед камерою, а потім замальовував це у цифровому форматі. Але ігри не виглядали так само добре, як зараз, через обмеження 256 Кбайт

доступного простору на картриджі або пам'яті грального автомата.

З появою повноцінного 3D в іграх все змінилося. Тепер аніматори не створювали спрайти персонажа щоразу з нуля, їм достатньо було створити 3D модель. До неї додавався умовний скелет, який дозволяв без особливих проблем рухати кінцівками, що спрощувало роботу.

Існують два основні види систем motion capture:

1. Маркерна система mocap – використання спеціального обладнання. Людина, на яку надягають костюм із датчиками, робить необхідні рухи. Дані з датчиків фіксуються камерами і надходять до комп'ютера, де вони зводяться в єдину тривимірну модель, що точно відтворює рухи актора, на основі якої одразу або пізніше створюється анімація персонажа.

2. Безмаркерна технологія не потребує спеціальних датчиків чи спеціального костюма. Безмаркерна технологія заснована на технологіях комп'ютерного зору та розпізнавання образів. В даному випадку не потрібно спеціального обладнання, спеціального освітлення та простору. Зйомка здійснюється за допомогою звичайної камери або веб-камери та персонального комп'ютера.

Маркерна система за принципом передачі руху поділяється на: оптичні системи (пасивні і активні), магнітні системи, механічні системи та гіроскопічні системи.

Переваги motion capture. У порівнянні з синім чи зеленим екраном, мокап має такі переваги: один актор може грати декілька ролей, можливість поєднання мокапу з ручною мультиплікацією, можна редагувати постфактум світло, ракурс, рухи. Проте, більшість різновидів motion capture дорогі і розмір студії обмежений, на відміну від зеленого екрану, який можна зробити доволі великих розмірів.

Якщо порівняти із 3D-мультиплікацією, то завдяки мокапу вже через кілька хвилин після зйомки можна побачити приблизний результат і зрозуміти, варто чи ні змінювати сцену. Також захват руху передає реалізм рухів, особливості руху людини або тварини. І в той же час у motion capture рух персонажів обмежується законами фізики, що створює незручності для міфічних героїв, у яких можливості рухів ширші, ніж рухи людини. Проблемою є й пропорції, якщо модель, яку анімують, має інші пропорції, ніж актор. Наприклад, якщо «товстий» персонаж анімований даними, які зняті з навіть дуже повної людини, руки можуть «входити» у тіло. Навіть за швидкого розвитку технологій, mocap сьогодні має певні недоліки, ці недоліки будуть досліджені у кваліфікаційній роботі.

Список використаних джерел:

1. Kitagawa M., Windsor B. MoCap for Artists: Workflow and Techniques for Motion Capture. – Oxford, England: Focal Press, 2008. – 216 p.

УДК 004.932.4

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕДІАННОГО ФІЛЬТРУ В ЦИФРОВІЙ ОБРОБЦІ ЗОБРАЖЕНЬ

Лисенко Б.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Хаханова І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. АПВТ, тел. (057) 702-13-26)

e-mail: irina.hahanova@nure.ua, факс (057) 702-13-26

Evaluation of the effectiveness of the use of the median filter in digital image processing, as well as methods of improving the effectiveness of the median filter.

Цифрова обробка зображень - це область, яка займається обробкою зображень, отриманих за допомогою цифрових пристроїв. Медіанний фільтр є одним з основних методів цифрової обробки зображень, що використовується для видалення шуму з зображень. Метою цієї роботи є оцінка ефективності використання медіанного фільтру в цифровій обробці зображень. Медіанний фільтр - це метод обробки зображень, який використовує медіану як показник відносної яскравості кожного пікселя на зображенні[1]. Алгоритм роботи медіанного фільтру полягає у наступному:

1. Виберіть розмір вікна, яке буде використовуватись для обробки зображення.
2. Перемістити вікно по зображенню.
3. Для кожного пікселя, що розташований в центрі вікна, відсортуйте значення яскравості всіх пікселів в вікні за зростанням.
4. Виберіть медіану як значення яскравості для пікселя.
5. Повторюйте кроки 2-4 для всього зображення.

Для оцінки ефективності медіанного фільтру проведемо порівняльну характеристику його роботи з різними видами зображень. Для цього використаємо три зображення: зображення з низьким рівнем шуму, зображення з середнім рівнем шуму та зображення з високим рівнем шуму. При оцінці ефективності медіанного фільтру використовували розмір вікна, в якому знаходився піксель, як 5x5.

Оцінка ефективності медіанного фільтру в ідеальному випадку визначена за формулою[2]:

$$PSNR = 10 \left(\frac{MAX}{\sqrt{MSE}} \right)$$

де $PSNR$ - пікове співвідношення сигналу до шуму, MAX - максимальна значення яскравості пікселя, MSE - середньоквадратична помилка.

Отримані результати для зображень з низьким, середнім та високим рівнем шуму дорівнюють відповідно 31,0651дБ, 27,4769дБ та 23,2588дБ.

Середня оцінка ефективності медіанного фільтру розраховується за

допомогою формули:

$$AVG = \frac{PSNR_1 + PSNR_2 + \dots + PSNR_n}{n}$$

де AVG – середня оцінка ефективності, $PSNR_1, PSNR_2, \dots, PSNR_n$ – значення $PSNR$ для n зображень.

Отримана середня оцінка ефективності медіанного фільтру дорівнює 27,2669дБ.

Оцінка ефективності медіанного фільтру в поганому випадку визначена за формулою:

$$MIN = \min (PSNR_1, PSNR_2, \dots, PSNR_n)$$

де MIN – оцінка ефективності в поганому випадку, $PSNR_1, PSNR_2, \dots, PSNR_n$ – значення $PSNR$ для n зображень.

Отримана оцінка ефективності медіанного фільтру в поганому випадку дорівнює 23,2588дБ.

Зображення, які були використані для обчислення оцінок ефективності, представлені на рисунках нижче (рис. 1 - зображення з низьким рівнем шуму, рис. 2 - зображення з середнім рівнем шуму, рис. 3 - зображення з високим рівнем шуму):



Рис. 1 – Зображення з низьким рівнем шуму



Рис. 2 – Зображення з середнім рівнем шуму



Рис. 3 – Зображення з високим рівнем шуму

За результатами дослідження можна зробити висновок про ефективність використання медіанного фільтру в цифровій обробці зображень. Отримані результати свідчать про наявність значної різниці у ефективності роботи медіанного фільтру в залежності від рівня шуму на зображеннях. Можливими варіантами покращення ефективності роботи медіанного фільтру можуть бути використання адаптивного підходу до визначення розміру фільтра в різних областях зображення. Крім того, можна спробувати застосувати медіанний фільтр до зображення з попередньо виконаною обробкою (наприклад, збільшивши контрастність), що може дати кращі результати.

Список використаних джерел:

1. Цифрова обробка аудіо- та відеоінформації у мультимедійних системах: Навчальний посібник / О.В. Дробик, В.В. Кідалов, В.В. Коваль, Б.Я. Костік, В.С. Лазебний, Г.М. Розорінов, Г.О. Сукач. – К.: Наукова думка, 2008. – 144 с.: іл.
2. Грицик В.В, Грицик В.В. Основні оцінки якості зображення при розв'язуванні задач автоматичного опрацювання образів // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2014. – № 805 : Інформаційні системи та мережі. – с. 106–113.

УДК 621.396.9:629.7

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ БПЛА

Каспар'янц А.В., Щічко О.О., Печенов М.А.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Олейніков В.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС

тел. +38(099) 93-38-203, email: artur.kaspariants@nure.ua.

Methods of detection and recognition of unmanned aerial vehicles in acoustic, optical, radar systems are considered. The advantages and disadvantages of the main varieties of methods are analyzed. It is shown that for different systems there is a method of UAV detection.

На сьогоднішній день безпілотні літальні апарати (БПЛА) отримали широке поширення та застосування у різних галузях повсякденної людської діяльності. Вони можуть виконувати корисні функції, а також можуть нести інформаційну або фізичну загрозу у військовій галузі, життю людей, господарській діяльності. В таких випадках актуальною стає задача виявлення БПЛА в повітрі.

Розрізняють різні методи виявлення БПЛА: акустичні, оптичні та радіолокаційні методи.

Акустичний метод виявлення малих літальних апаратів полягає в прийомі акустичного сигналу, який випромінюється через обертання несучих гвинтів БПЛА, його двигунів, а також шумів механічного походження.

Перспективним та досить інформативним методом виявлення безпілотних літальних апаратів у оптичному діапазоні. Зазвичай при застосуванні системи оптичної локації з камерами спостереження високої роздільної здатності формуються зображення об'єктів. Далі відбувається обробка таких зображень і виділяються ділянки відповідні літальному апарату. Важливо зауважити, що обробку зображень необхідно здійснювати в реальному масштабі часу. Також значна проблема з'являється при моніторингу величезної території об'єкту: на досить великій відстані БПЛА мають малі кутові розміри і на світлочутливої матриці камери вони будуть займать невелику кількість пікселів, тому їх легко переплутати зі звичайними птахами та подати сигнал хибної тривоги.

Також до візуального виявлення можна віднести метод виявлення БПЛА у інфрачервоному (ІЧ) діапазоні. В цьому випадку зображення формується за допомогою тепловізійною камерою в інфрачервоному діапазоні електромагнітних хвиль.

Процес виявлення і розпізнавання БПЛА може мати труднощі через зниження роздільної здатності, що обумовлено погіршенням, в порівнянні з природним освітленням, частотно-контрастної характеристики системи. Для врахування характеристик зображення БПЛА потрібно мати певну кількість його зображень в ближньому ІЧ діапазоні з доволі високим

розрізненням в різних ракурсах і за різних режимів польоту. Також потрібно отримати базу ІЧ фонових зображень різних об'єктів – будинків, дерев, кущів, хмар, людей, птахів. Це потрібно для дослідження процесу розпізнавання БПЛА на різному фоні.

Радіолокаційний метод використовується в двох різновидах - активної і пасивної радіолокації. Активний метод радіолокації є досить ефективним, оскільки має досить великий імпульсний об'єм пошуку, а також значну дальність виявлення. При використанні цього методу РЛС випромінює зонduючий сигнал, коли він відбивається від БПЛА, то надходить на приймач станції. Далі відбувається процес аналізу сигналу, звідки можемо визначати просторові координати, дальність знаходження безпілотного літального апарату, а також отримувати деяку додаткову інформацію про об'єкт.

Метод з використанням систем радіолокації показали найкращу максимальну відстань для успішного виявлення БПЛА, навіть якщо він працює в автономному режимі (не випромінює радіочастотні сигнали), але основним недоліком є те, що більшість РЛС «сліпі» в ближній зоні, тому якщо БПЛА буде пролітати на близькій відстані до станції, його виявлення важко забезпечити.

Для розпізнавання БПЛА існує досить багато методів, таких як аналіз фазових портретів, метод мел-частотних кепстральних коефіцієнтів, аналіз спектральної щільності потужності, аналіз фазових портретів. Для дослідження ефективності аналізу звукових характеристик БПЛА необхідно сформувати фонотеку тестових звукових сигналів з різними режимами та умовами польоту БПЛА в умовах студії та міста, провести дослідження польоту БПЛА на різних висотах та дистанціях, зробити записи різноманітних звукових завад: шум вітру, дощу, розмовної мови, залізничного транспорту, міського транспорту. Але у шумному середовищі цей метод може бути не ефективним, тому що БПЛА різних типів модифікуються різними типами гвинтів, двигунів, які впливають на звуковий портрет.

Список використаних джерел:

1. Особенности обнаружения и распознавания малых беспилотных летательных аппаратов / В. М. Карташов, В. Н. Олейников, С. А. Шейко, С. И. Бабкин, И. В. Корытцев, О. В. Зубков // Радиотехника : Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2018. – Вып. 195. – С. 235 – 243.

<http://openarchive.nure.ua/handle/document/9513>

УДК 004.773.7:004.93

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ТЕЛЕКОНФЕРЕНЦІЙ

Каспар'янц А.В, Щічко О.О, Печенов М.А.

Науковий керівник - к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 93-38-203, e-mail: artur.kaspariants@nure.ua

The modern period of information processing development is characterized by the large-scale implementation of various algorithms and technologies for the intellectualization of data processing processes. One of the important components of the process of intellectualization of information technologies is the increasing need to use information in the form of photo and video data, in particular digital images, since such technologies are the most acceptable and convenient for use in video surveillance systems, auto-focusing in photos and video cameras, medical devices and so on.

Сучасний період розвитку засобів обробки інформації характеризується масштабним впровадженням різних алгоритмів і технологій інтелектуалізації процесів обробки даних. Одним з важливих компонентів процесу інтелектуалізації інформаційних технологій є все більша необхідність використання інформації, що має форму фото- і відеоданих, зокрема цифрових зображень, оскільки такі технології найбільш прийнятних і зручні для використання в системах відео-спостереження, авто-фокусування в фото і відеокамерах, медичних приладах і так далі.

Обсяг програмно-апаратних засобів, пов'язаних із захопленням, обробкою і зберіганням фото і відео зображень збільшується щорічно на 6-10%, що призводить до пропорційного щорічного приросту фото і відео зображень. Тому проблема незвичайного відображення фото є актуальною і представляє безперечний інтерес.

Зниження вартості технічних засобів для автоматизації (в нашому випадку мікроконтролер) дозволяє використовувати їх не тільки у виробництві, але так само в офісних та особистій (домашній) сфері.

Простота використання апаратних засобів, а також низький рівень входження в сучасні та шороко використовувані мови програмування (Python, Perl, PHP) дозволяє будувати складні системи за досить короткі терміни з порівняно малими витратами.

Система збору фотографій обробки і автоматичного збереження результату (листівка) на диск або друк.

Актуальність вирішення цієї задачі не викликає сумнівів, оскільки вимагає вирішення в різних сферах людської діяльності.

Отже, метою роботи є розробити систему автоматичного розпізнавання образів при проведенні телеконференцій.

В роботі розглянуті та обґрунтовані питання вибору програмних засобів з обробки графічної інформації. Обґрунтовано вибір програмних засобів, розглянута мова програмування Python та бібліотеки які зв'язані з растровою графікою, збереження та завантаження конфігурації та інші. Описаний хід створення програми та реалізації графічного інтерфейсу.

Також були розглянуті питання проектування програмного продукту для автоматичного формування фото-листівки. Розроблена структурна схема апаратної частини системи (рисунок 1) розпізнавання образів при проведенні телеконференцій. Було проведено аналіз існуючих контролерів для рішення задачі розпізнавання образів при проведенні телеконференцій, а також обґрунтовано вибір мікроконтролеру для рішення цієї задачі. Та наведено розрахунок фокусної відстані камери.

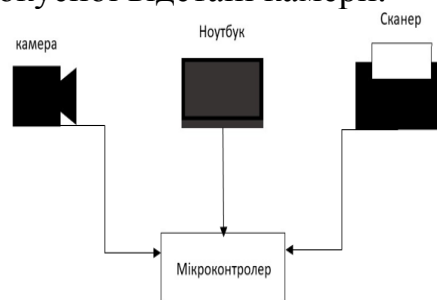


Рисунок 1 – Структурна схема апаратної частини

Реалізовано закінчений програмний продукт, та перевірений на тестових фото картинках.

Для реалізації програми та програмного інтерфейсу була використана мова Python. Вона має багатоплатформну графічну бібліотеку Tkinter (від англ. Tk interface) на основі засобів Tk (широко розповсюджену у світі GNU/Linux та інших UNIX подібних систем, портована в тому числі і на Microsoft Windows, Apple Mac OS), поширювана з відкритими вихідними текстами, написана Стіном Лумхольтом і Гвідо ван Россумом. Входить у стандартну бібліотеку Python. Взагалом програма була поділена на дві частини. Це підготовча та основна частина.

В першій частині програми робимо імпорт модулів для побудови графічного інтерфейсу (вікна, кнопки, спини) та імпорт модулів з растровою графікою (картинки). Після цього прописуємо усі функції, які потрібні для виконання данної роботи. На цьому підготовча частина закінчена. Переходимо до основної частини програми.

В основній частині програми створюємо графічне вікно з використанням бібліотеки Tkinter.

Для програми було використана додаткова бібліотека (pip install configobj), яка дозволяє зберігати і завантажувати настройки з файлу.

Використовуючи файл налаштування як шаблон, можливо швидко змінювати координати фотографії, щоб отримати нові форми відображення.

СТВОРЕННЯ 3D-СЦЕН, ВИКОРИСТАННЯ ЇХ У МУЛЬТИМЕДІА

Щічко О.О, Каспар'янц А.В, Печенов М.А.

Науковий керівник - к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +380 96 188 9619, e-mail: oleksii.shchichko@nure.ua

3D graphics have recently become an integral part of modern multimedia systems. Any modeling is the creation of a 3D object consisting of polygons, which in turn consist of vertices. Vertices are points in space defined by three coordinates X,Y,Z. A 3D scene is a location consisting of many models that form a conceptually complete "Location". In such scenes, you can display anything, for example: the internal structure of a complex technical device, which will make it easier to explain its working principle and structure.

3D графіка в останній час стала невід'ємною частиною сучасних мультимедійних систем. Будь яке моделювання являє собою створення 3D об'єкта що складається з полігонів, які в свою чергу складаються з вершин. Вершини це точки в просторі що визначаються трьома координатами X,Y,Z. 3D-сцена це локація що складається з багатьох моделей, що утворюють собою концептуально повноцінну «Локацію». В таких сценах можна відобразити будь що, наприклад:

1. Внутрішню структуру складного технічного приладу, що дозволить легше пояснити його принцип роботи та структуру;
2. Базовий план приміщення, з метою планування інтер'єру з урахуванням розміру та подальшої візуалізації, метою якої є відображення зовнішнього виду приміщення, ще до закінчення його побудови чи облаштування;
3. Концепцію локації чи саму локацію що у майбутньому може бути перенесена в ігровий рушій, та використовуватись як основа для симуляторів. Наприклад «кабіна пілота» для симуляторів на яких навчаються пілоти теж являється 3D-сценою.

Таким чином ми маємо дуже широкий спектр застосування 3D графіки не тільки у ігровій сфері а й у мультимедійних системах та програмах.

Для створення 3D моделей використовуються спеціальні програми, їх кількість досить велика але є декілька найвпливовіших на сферу моделювання. На рику програм можна виділити декілька конкуруючих між собою компаній, що призвело до того, що кожна з них стала кращою за іншу в якійсь одній області чи зовсім стала спеціалізованою, тобто неймовірно пристосована до конкретних задач, наприклад ZBrush що являє собою програму виключно для скульптингу та пов'язаних з ним процесах таких як розгортка, та текстуревання. Прикладом універсальних програми можуть

виступати Blender та 3ds Max, вони дуже схожі за функціоналом але перевершують одна одну в різних сферах застосування.

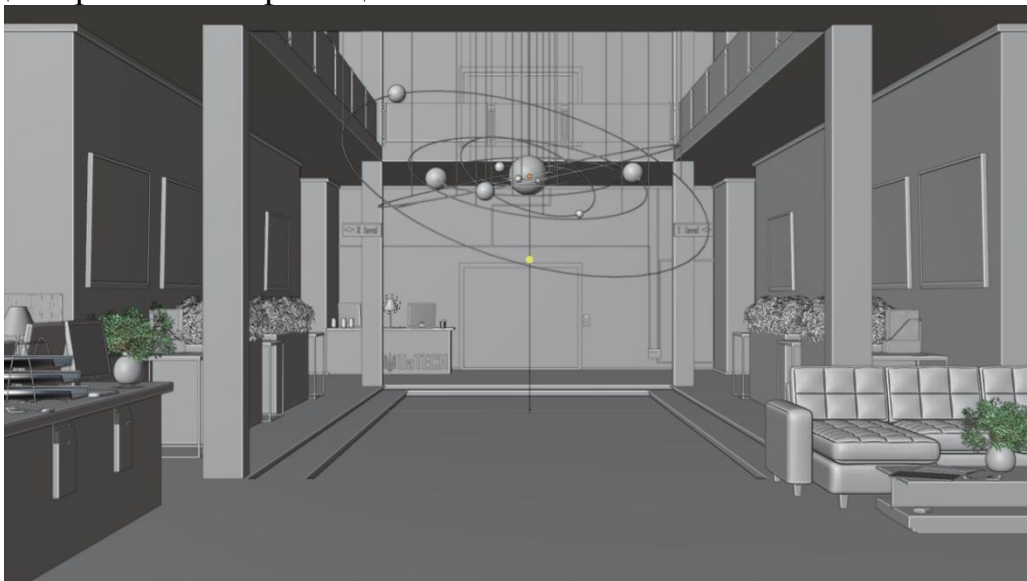
Blender: Це пакет для створення 3D моделей, роботи з анімацією, симуляцією, освітленням, скульптингом та власними движками рендеру.

Інтерфейс Інтерфейс у Blender вважається найзручнішим серед конкурентів, усі його функціональні кнопки розташовані так що є інтуїтивно зрозумілими, таким чином поріг входження для новачків.

3ds Max: Професіональне програмне забезпечення для 3D моделювання, анімації і візуалізації. Додаток по праву вважається одним із самих великих пакетів для 3D моделювання, який містить безліч плагінів і доповнень для виконання найрізноманітніших завдань. До переваг 3Ds Max можна віднести неймовірну кількість модифікаторів які спрощують роботу та також дуже якісні системи рендеру що дозволяють створювати фото реалістичні роботи.

В останній час створення 3D сцен стає все більш простим через вдосконалення технологій і наявності онлайн баз готових 3D моделей, що спрощує саме створення сцен. Такі бази дуже поширені та часто можуть бути вбудовані в програму за допомогою доповнень, що дозволяє додавати будь який існуючий об'єкт в 3D-сцену. Спрощує роботу також і інтерфейс, що дозволяє використовувати данні технології не тільки спеціалістам а й людям що не мають спеціальних навичок. Більш складні сцени потребують спеціалізації в сфері над якою працюють, наприклад для створення складних проектів приміщень чи будівель необхідні навички архітектора чи дизайнера, або для побудови візуалізації складного приладу потрібні навички що пов'язані з його проектуванням та створенням.

Як приклад реального застосування наведу сцену що являє собою концепт приміщення, який у майбутньому може слугувати як основа для інтер'єру, що у майбутньому буде перетворено може бути використано для побудови реального приміщення.



ПРОГРАМНІ ТА АПАРАТНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ПРЯМОЇ ТРАНСЛЯЦІЇ

Дорофєєв Д.О.

Науковий керівник – Желавський Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків
e-mail: denys.dorofieiev@nure.ua

Software and hardware tools were used in the course of the work, such as OBS, vMix, Wirecast, XSplit, as well as cameras, codecs, servers, routers and switches to create a live stream. I have analyzed the advantages and disadvantages of the main varieties of live streaming methods.

Існує безліч програмних і апаратних засобів, які використовуються для створення прямої трансляції, і їхній вибір залежить від вимог і потреб конкретного проекту.

Деякі з найпоширеніших програмних засобів для створення прямої трансляції включають у себе:

1. OBS (Open Broadcaster Software) - це безкоштовне і відкрите програмне забезпечення, яке дає змогу транслювати відео та аудіо в режимі реального часу з безлічі джерел.

2. vMix - це платне програмне забезпечення, яке дає змогу транслювати відео в режимі реального часу на різні платформи, такі як YouTube, Facebook, Twitch та інші.

3. Wirecast - це платне програмне забезпечення, яке дає змогу створювати професійні прямі трансляції з використанням багатокамерних установок, накладення графіки та багато чого іншого.

4. XSplit - це ще одне популярне платне програмне забезпечення, яке пропонує широкий спектр інструментів для створення і стримінгу контенту, включно з можливістю використання багатокамерних установок, створення накладень і багато чого іншого.

Що стосується апаратних засобів, то трансляція здійснюється за допомогою:

1. Камери - для захоплення зображення в режимі реального часу.

2. Кодерів - для перетворення аналогових відеосигналів у цифровий формат, який може бути переданий через мережу.

3. Серверів - для забезпечення високоякісної та надійної трансляції.

4. Роутерів і комутаторів - для управління мережею і забезпечення високої швидкості передачі даних.

У роботі було проведено аналіз наявних програмних і апаратних засобів, що використовуються для створення прямої трансляції. Представлено огляд сучасних програмних і апаратних засобів для створення прямої трансляції, включно з vMix, OBS Studio, Wirecast, TriCaster та іншими. Основні принципи роботи програмних і апаратних засобів, що використо-

вуються для прямої трансляції, включно з їхніми особливостями та можливостями. Також проведено практичні дослідження програмних і апаратних засобів для створення прямої трансляції, включно з тестуванням їхніх функціональних можливостей, стабільності роботи та якості трансляції.

На основі результатів досліджень було запропоновано рекомендації щодо вибору програмних і апаратних засобів для створення прямої трансляції залежно від конкретних завдань і вимог, наприклад це стрім спортивного матчу на YouTube, стрімінг ігор на Twitch, стрім конференції на Facebook.

Для проведення онлайн-трансляції необхідно мати комп'ютер:

1. Процесор: Мінімум Intel Core i7 або аналогічний процесор із тактовою частотою не менше 3,0 ГГц.
2. Оперативна пам'ять: Мінімум 16 ГБ.
3. Відеокарта: Зовнішня з 6 ГБ відеопам'яті.
4. Сховище даних: Мінімум 256 ГБ SSD та 1 ТБ Жорсткого диску.
5. Інтернет-з'єднання: Швидкість щонайменше 50 Мбіт/с для стрімінгу в роздільній здатності 4К.
6. Допоміжна апаратура: Якісна веб-камера яка може підтримувати роздільну здатність 4К, мікрофон з шумозаглушенням та пара світлодіодних ламп.

У роботі було виявлено переваги та недоліки використання різних програмних і апаратних засобів для створення прямої трансляції. Програмне забезпечення vMix є більш професійним методом проведення онлайн-трансляцій і може використовуватися в кожній прямій трансляції.

Висновок: у роботі було зазначено, що вибір програмних і апаратних засобів для створення прямої трансляції повинен бути заснований на аналізі вимог, функціональних можливостей і цілей трансляції, а також на практичному тестуванні та порівнянні різних варіантів проведення прямих трансляцій.

Список використаних джерел :

1. Rayudu, R., & Mondal, B. (2021). Live Streaming Systems: Concepts, Design, and Deployment. Springer International Publishing. - 387 p. <https://www.springer.com/gp/book/9783030658422>

МОЖЛИВОСТІ ПРОГРАМНОГО РОЗШИРЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИФРОВИХ ФОТО- ТА ВІДЕОКАМЕР

Сербіненко В.Ю.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua

The purpose of the work is to study the possibilities of software expansion of the characteristics of digital cameras and video cameras, to improve their technical characteristics and increase the efficiency of their use, as well as to verify this method in practice. The image after the firmware has a wider dynamic range and a smoother transition of colors and highlights. Having shot a video with insufficient exposure, we can also see that the image obtained on the camera with the firmware has a really wider dynamic range – a smoother transition from dark to light parts of the image, details in the shadows are better visible.

Сучасні методи програмної обробки зображень всередині фото- та відеокамер значно покращують якість отриманих зображень і технічні та експлуатаційні характеристики камер в цілому. Метою роботи є дослідження можливостей програмного розширення характеристик цифрових фото- та відеокамер, покращення їх технічних можливостей і збільшення ефективності їх використання, а також перевірка даного методу на практиці. Для досліджень обрано метод модифікованої прошивки за допомогою програми PTool, що знаходиться у вільному доступі. Багато авторів вважають цей метод найбільш раціональним і ефективним для удосконалення фото- та відеоможливостей цифрової камери. Основними перевагами програмного методу удосконалення фото- та відеоможливостей камери у порівнянні з іншими методами є:

- по-перше, невтручання у технічну складову фото-, відеообладнання, камеру не потрібно розбирати (що є досить складною та ризиковою для цілісності камери процедурою);
- по-друге, можливість розширення фото- та відеоможливостей камери є безкоштовним або за порівняно недорогим;
- до того ж, цей спосіб дозволяє впливати на ключові параметри якісного зображення завдяки таким розширеним можливостям як збільшення роздільної здатності та частоти кадрів, розширення доступних значень ISO, перетворення файлів на більш придатні для постобробки та інше.

Для цього використано програму модифікації прошивки «PTool» версії v3.66d, що сумісна з наявною в мене камерою Panasonic Lumix GH2 з матричною системою мікро 4/3, та прошивку Driftwood 176M.

Налаштування камери та умови проведення досліджень наступні:

- чутливість – ISO160;
- витримка в правильно експонованій сцені – 1/50 с;
- витримка в недоекспонованій сцені – 1/250 с;
- баланс білого – колірна температура джерела 5600 К.

На рис. 1, а показано зображення при зйомці відео з правильним експонуванням без прошивки, на рис. 1, б – з прошивкою.



Рис.1

З рис.1 видно, що зображення при зйомці відео з правильним експонуванням майже однакові, але якщо приблизити зображення, стає помітним, що зображення, зняте з прошивкою, має ширший динамічний діапазон і більш плавний перехід кольорів та світлотіней.

На рис. 2, а показано зображення при зйомці відео з недостатнім експонуванням без прошивки, рис.2, б – з прошивкою.

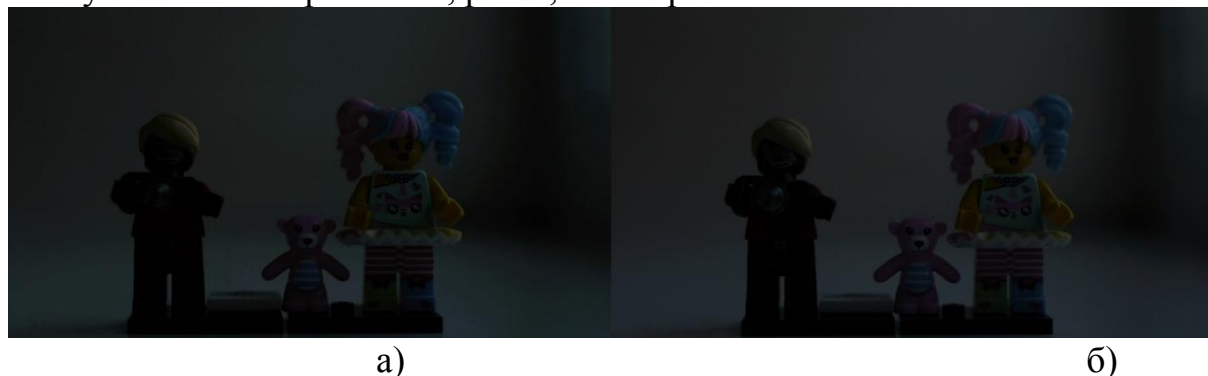


Рис.2

Аналізуючи відео з недостатнім експонуванням також бачимо що зображення отримане на камеру з прошивкою має дійсно ширший динамічний діапазон – більш плавний перехід від темних до світлих частин зображення, краще видно деталі у тінях.

Список використаних джерел.

1. Киселев В. Що таке PTool і що робить? [Електронний ресурс] / Personal-View, 2021. – URL: <http://www.personal-view.com/faqs/ptool/ptool-faq> (дата звернення 01.04.2023).
2. Історія розвитку відеоформатів [Електронний ресурс] / Хабр, 2017 – URL: <https://habr.com/ru/post/138605> (дата звернення 01.04.2023).
3. Зламаний GH2 проти незламаного GH2 [Електронний ресурс] / Indy Mogul, 2014 – URL: https://www.youtube.com/watch?v=АНВjA__vxKg&ab (дата звернення 01.03.2023).

АЛГОРИТМ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЗВУКУ І ВІДЕО В ІНТЕРВ'Ю

Курдиш В.В.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua

During video editing, there is a problem of time synchronization of audio tracks recorded on a recorder with video recorded on a camera. In the Adobe Premiere program, there are several ways to synchronize sound: by input or output tags; by time code; by markers; by surround sound. In this work, the method of time synchronization of sound tracks of voice recorders with the sound of the standard microphone of the camera is used. At the same time, the regular sound track acted as a synchronization signal. The basis of this synchronization algorithm is the calculation of the mutual correlation function.

При відеомонтажі виникає задача часової синхронізації звукових доріжок, записаних на диктофон, з відео, відзнятим на камеру. В програмі Adobe Premiere є декілька способів синхронізації звуку: по вхідним або вихідним міткам; по часовому коду; по маркерам; по обвідній звуку.

В даній роботі використано метод часової синхронізації звукових доріжок диктофонів зі звуком штатного мікрофону камери. При цьому штатна звукова доріжка виконувала роль сигналу синхронізації. В основі даного алгоритму синхронізації лежить обчислення функції взаємної кореляції (рис.1).



Рис.1

На вхід блоку розрахунку взаємних кореляційних функцій та часових затримок надходять звукові доріжки від N відеофрагментів $s_1(t)$, $s_2(t)$... $s_N(t)$ і звуковий сигнал чистової доріжки $s_0(t)$ диктофону. В блоці обчислення оцінюються взаємні кореляційні функції по формулі:

$$K_N(\tau) = \frac{1}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} s_0(t) s_1(t + \tau) dt, \quad (1)$$

де T_0 – тривалість чистової звукової доріжки диктофону.

В результаті маємо низку кореляційних функцій, максимуми яких відповідають часовим затримкам $\Delta T_1, \Delta T_2, \dots, \Delta T_n$ відповідних звукових доріжок відносно чистової доріжки (рис.2).

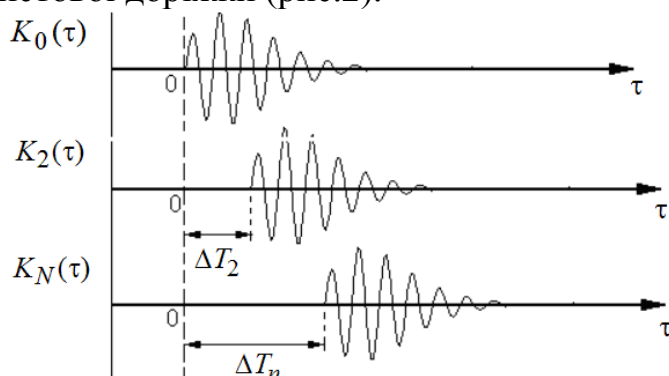


Рис.2

Оскільки взаємні функції кореляції звукових доріжок можуть мати декілька максимумів, синхронізація звуку і відео може відбутися не дуже точно.

Для збільшення точності синхронізації можна застосувати синхронізацію по маркеру. Маркером є це гучний звук сплеску в долоні, який потрібно робити з початку кожного дублю. Після відкриття відео потрібно знайти момент сплеску і поставити маркер (рис.3). Потім відкриваємо чистову зразкову звукову доріжку, знаходимо пік сплеску і ставимо маркер.

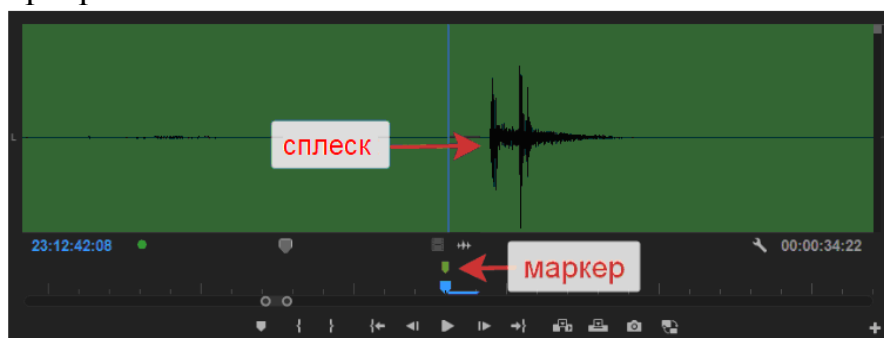


Рис.3

Треба пам'ятати, що на файлах не повинні стояти вхідна або вихідна мітки. Adobe Premiere вважає мітки маркерами, тому синхронізація може відбутися неправильно.

Список використаних джерел:

1. Синхронізація звуку та камер у DaVinci Resolve 15 [Електронний ресурс] / MediaKeller, 2019. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=QURK-NJRWWQ> (дата звернення 01.04.2023).
2. Звукозапис під час відеозйомок [Електронний ресурс] / Відеоабетка, 2020 – URL: <https://yarekfoto.co.ua/videoabetka/zvukozapys-pid-chas-videozjomok-chastyna-druga> (дата звернення 01.04.2023).

СИНХРОННИЙ МЕТОД ЗАПИСУ ЗВУКУ У ВІДЕОІНТЕРВ'Ю

Демиденко І.Ю.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua

Lapel microphones is better to use for recording interviews. As a recording device, it is better to use a smartphone with a pre-installed voice recorder attachment. During video editing, you can apply time synchronization of the sound of the recorder with the sound of the standard microphone of the video camera. The audio track of the video will be used only as a synchronization signal. A general scheme of sound recording in the studio during interview filming has been developed. This is aimed at recording separate audio tracks of the presenter and guest, as well as backup audio from the recorder and the synchronization track from the video camera.

Індивідуальні інтерв'ю зазвичай записуються середньокрупним планом (його ще називають погрудний план: нижня межа проходить там, де має бути верхній край нагрудної кишені піджака, рис.1) або поясним планом учасника; досить близько, щоб відчувати емоції та дати можливість інженеру звукозапису розмістити мікрофон ближче до краю кадру. Мобільний журналіст більшість інтерв'ю знімає також середньовеликим планом. При нерухомому об'єкті вибір мікрофона та його розташування порівняно прості. Для запису інтерв'ю краще використати петличні мікрофони. При розміщенні на відстані від 15 до 20 см (відстань між розсунутими крайніми пальцями руки) від рота інтерв'юваного, мікрофон одночасно і близький до джерела звуку, і захищений від вітру тілом (рис.2).

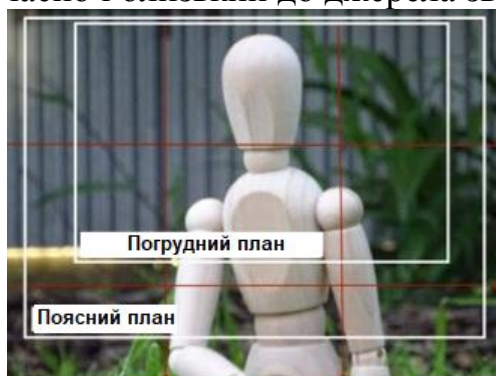


Рис.1



Рис.2

В нашому випадку потрібно підключити петличний мікрофон до диктофону. Це дозволяє використати штатний кабель мікрофона 1,5 м без подовжувача, розмістивши при цьому диктофон в кишені гостя або ведучого, приховати кабель за оджею. Під час монтажу відео можна застосу-

вати часову синхронізацію звуку диктофону зі звуком на штатного мікрофону відеокамери. Тобто, звукова доріжка відео буде використана тільки у якості сигналу синхронізації.

В якості записуючого пристрою краще застосувати смартфон із встановленим заздалегідь додатком диктофону. Існує два варіанти підключення зовнішніх пристроїв запису звуку до смартфона по кабелю: через стандартний роз'єм для гарнітури "джек 3,5 мм" (т. зв. Jack 3.5 або 3.5 mm female TRRS); через USB-порт для зарядного пристрою з використанням кабелю OTG. В обох випадках для підключення знадобиться перехідник (рис.3).

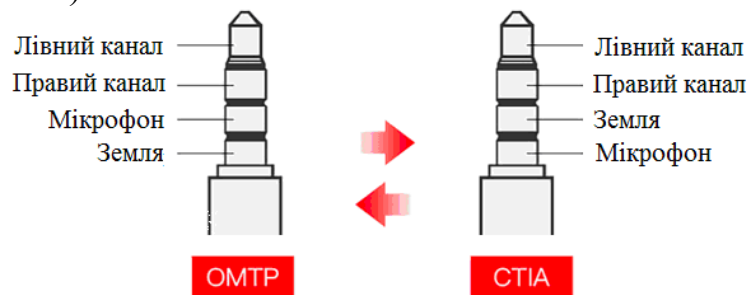


Рис.3

На рис.4 показана загальна схема синхронного запису звуку в студії при зйомці інтерв'ю. Ведучий і гість знаходяться в студії за столом, позаду них знаходиться фон, на якому відбувається зйомка. Відео-окамера має такий кут зору, щоби забезпечити потрібну композицію кад-ру. Голос ведучого записується на петличний мікрофон Mic1, голос гостя – на мікрофон Mic2. На власний мікрофон відео-камери записується аудіо-доріжка, яка потім буде використана для синхронізації аудіо-1 та аудіо-2. Для резервного запису, на випадок збою в записі до ріжок аудіо-1 чи/та аудіо-2, використано диктофон Zoom H1. Постановка кадра вибирається таким чином, що диктофон не входить в поле зору об'єктиву.

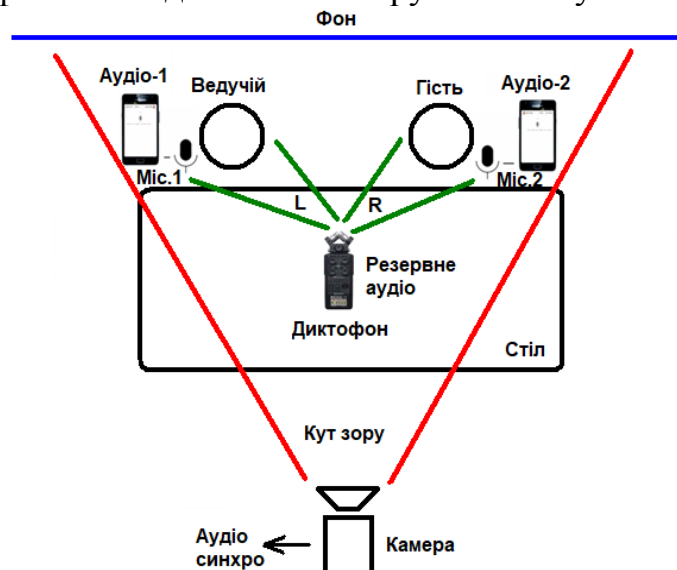


Рис.4

Таким чином, розроблена загальна схема запису звуку в студії при зйомці інтерв'ю, вона орієнтована на запис окремих аудіодоріжок ведучого і гостя, а також резервного аудіо з диктофона і доріжки синхронізації з відеокамери.

Список використаних джерел:

1. Синхронізація звуку та камер у DaVinci Resolve 15 [Електронний ресурс] / MediaKeller, 2019. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=QURK-NJRWWQ> (дата звернення 01.04.2023).

2. Звукозапис під час відеозйомок [Електронний ресурс] / Відеоабетка, 2020 – URL: <https://yarekfoto.co.ua/videoabetka/zvukozapys-pid-chas-videozjomok-chastyna-druga> (дата звернення 01.04.2023).

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРИВИМІРНОГО КОНТЕНТУ ДЛЯ ІГРОВОГО РУШІЯ

Рогинський С.В., Гаєвий М.С.

Науковий керівник - к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, кафедра Медіаінженерії та інформаційних
радіоелектронних систем, тел. (057) 702-15-87
e-mail: serhii.rohynskyi@nure.ua

In Unreal Engine 5, performance optimization is the process of modifying an engine and a project to make it work more efficiently and execute more rapidly. It generally focuses on improving some aspects of the game's performance, like frame rate, memory usage, disk space, bandwidth, and many others. Any game creator wants their game to be able to provide the best possible gameplay experience on the widest possible number of chosen devices. The game build should be performed in the most optimal way for a game to provide the acceptable frame rate and experience on a chosen set of devices. Optimization often helps to get to this point.

В Unreal Engine 5 оптимізація продуктивності — це процес модифікації двигуна та проекту, щоб зробити його ефективнішим і швидшим. Зазвичай він зосереджується на покращенні деяких аспектів продуктивності гри, наприклад частоти кадрів, використання пам'яті, місця на диску, пропускної здатності та багатьох інших. [1]

Запікання вершин високої роздільної здатності в нормальну карту для низькополігональної моделі може бути складним процесом, і багато факторів можуть знизити якість нормальної текстури карти до того часу, коли вона знаходиться в движку. Існує багато наборів інструментів для запікання нормальних карт, наприклад Substance Painter і Marmoset Toolbag. Щоб переконатися, що нормалі поверхні, які використовуються в процесі запікання, такі ж, як і в механізмі, слід експортувати оптимізовані нормалі з Unreal. Треба імпортувати модель запікання в Unreal, вибрати створення власних нормалей, а потім експортувати модель запікання з Unreal для запікання в Substance Painter. Це важливий крок під час створення високоякісних карт нормалей, оскільки Substance Painter має знати про нормалі поверхні сітки, щоб застосувати зсуви з моделі високої роздільної здатності.

Виклики малювання — це пошук активів, який відбувається кожного кадру. Кількість викликів малювання, які використовує ваша програма, залежить від кількості унікальних сіток у вашій сцені, а також кількості унікальних ідентифікаторів матеріалів, які використовує кожна сітка. Наразі низька графічна продуктивність є найбільшою причиною великої кількості викликів малювання, тому вам слід якомога менше їх зменшити.

Найпростіший спосіб зменшити виклики малювання — це зменшити кількість унікальних сіток, які відображаються у світі. Це можна зробити кількома способами: за допомогою вбудованих інструментів у рушії для об'єднання сіток і за допомогою відсічення видимості.

Існує кілька можливих варіантів зменшення кількості унікальних матеріалів на сітці. Найпростішим методом є використання програми на зразок Substance Painter, яка об'єднує кілька матеріалів в одну текстуру. Це дає змогу скористатися перевагами великої кількості типів матеріалів у дуже простому матеріалі Unreal, який потім можна використовувати як основу для екземплярів матеріалів із простим введенням текстури. Це також може зменшити кількість матеріальних інструкцій, що додатково покращує продуктивність. Складність матеріалу може збільшити вартість пікселів візуалізованого кадру. [2] Що більше матеріальних інструкцій є для кожного пікселя, то більше часу візуалізації потрібно витратити на обчислення його остаточного значення. Непрозорі матеріали є найдешевшими, але можуть значно відрізнятися залежно від моделі затінення або базового коду затінення.

Кількість інструкцій також збільшуватиметься залежно від кількості математичних функцій у матеріалі. Чим більше вузлів, тим дорожче обійдеться матеріал для обробки. Деякі специфічні операції також мають вищу вартість. Тому треба обмежити кількість інструкцій під час створення складніших матеріалів.

Світлопрозорі матеріали є одними з найдорожчих видів матеріалів. Окремі шари прозорості мають високу вартість пікселя, а коли кілька шарів прозорості складаються та відображаються, вартість набагато більша. Це відомо як овердрафт.

Для текстуровання, можна використовувати вбудоване віртуальне текстуровання, яке дає змогу використовувати текстури майже будь-якого розміру та відтворювати лише ті частини, які потрібні на екрані, або можна використовувати стандартні методи текстуровання.

Таким чином, в роботі розглянуті методи оптимізації тривимірного контенту, що інтегровані в тому чи іншому вигляді у програмне забезпечення і дозволяють покращити процес проектування і відтворення тривимірного контенту

Список використаних джерел:

1. Pingle [інтернет ресурс]. — Режим доступу: <https://pinglestudio.com/blog/full-cycle-development/top-4-unreal-engine-tools-for-optimizing-game-development> (дата звернення: 12.04.2022)
2. Unreal Engine Documentation [інтернет ресурс]. — Режим доступу: <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/guidelines-for-optimizing-rendering-for-real-time-in-unreal-engine/> (дата звернення: 13.04.2022)

ОГЛЯД ТРАНСПОРТНИХ ПРОТОКОЛІВ ОНЛАЙН ТРАНСЛЯЦІЙ

Вяткіна В.О.

Науковий керівник – асистент каф. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. 70-21-587
email: d_res@nure.ua

This article discusses transport protocols in detail, as they are an integral part of online broadcasts, as they provide a stable connection between the server and the viewer's device, which allows video and audio to be transmitted without delays and loss of quality.

Онлайн-трансляції стали дуже популярними. Це пов'язано з їх зручністю, доступністю та можливістю взаємодіяти з аудиторією. Причини, за якими вони є актуальними:

- можна дивитися у будь-який час і з будь-якої точки світу
- дозволяють досягти значно більшої аудиторії
- можуть дозволити глядачам взаємодіяти через чат
- надають аналітику та статистику

У цій статті детально розглянуті транспортні протоколи, оскільки вони є невіддільною частиною онлайн-трансляцій, бо забезпечують стабільне з'єднання між сервером та пристроєм глядача, що дозволяє передавати відео та аудіо без затримок та втрат якості.

Транспортні протоколи дозволяють розділити дані на дрібніші пакети, які можуть бути передані через Інтернет або іншу мережу від джерела трансляції до одержувачів. При передачі даних через транспортні протоколи відбувається такий процес: розбиття даних на пакети, пакування пакетів, надсилання пакетів, прийняття пакетів, обробка даних.

Для стрімінгу відео та аудіо використовуються різні транспортні протоколи в залежності від технології та платформи.

HTTP Live Streaming (HLS) - це протокол стрімінгу контенту в Інтернеті, розроблений Apple Inc. HLS використовує протокол HTTP для передачі поточних даних і дозволяє адаптивно налаштовувати якість в залежності від швидкості Інтернет-з'єднання на пристрої користувача. Однією з переваг HLS є його високий ступінь сумісності та підтримки на багатьох пристроях та платформах. Через це HLS став одним з найпоширеніших протоколів стрімінгу в Інтернеті.

Real-Time Messaging Protocol (RTMP) – це протокол, який широко використовується для стрімінгу відео на платформах, таких як YouTube та Twitch. RTMP забезпечує низьку затримку та високу якість. RTMP підтримує кілька видів потоків, включаючи прямі потоки (live stream) та записані потоки (video on demand).

UDP (User Datagram Protocol) – протокол, де швидкість важливіша ніж гарантоване доставлення кожного пакета. UDP-пакети містять адресу відправника та одержувача, а також порти, які використовуються для встановлення зв'язку між програмами. UDP також не забезпечує контроль над потоком даних, тому програми повинні самостійно обробляти втрату пакетів.

RTP (Real-time Transport Protocol) забезпечує передачу даних у режимі реального часу, таких як відео та аудіо потоки. Він надає функції керування потоком, такі як виявлення та відновлення втрачених пакетів, усунення коливання затримки та керування швидкістю передачі даних. RTP працює разом з протоколом RTCP (Real-Time Control Protocol), який забезпечує передачу інформації, такою як звіти про втрату пакетів і статистики. RTP є важливим протоколом для передачі мультимедіа контенту в режимі реального часу та використовується для забезпечення високоякісного контенту.

WebRTC - це технологія, яка дозволяє здійснювати стрімінг медіа в режимі реального часу між браузерами та іншими програмами, використовуючи пірінгову технологію.

Smooth Streaming – це протокол, розроблений Microsoft, який використовується для на пристроях, що працюють під керуванням Windows та Xbox. Smooth Streaming підтримується на різних платформах, включаючи операційні системи Windows, iOS та Android. Однак, з появою нових протоколів стрімінгу, таких як HLS та DASH, які використовують сучасні технології та мають широкую підтримку на різних пристроях та платформах, популярність Smooth Streaming знизилася.

TCP (Transmission Control Protocol) - є одним з основних протоколів Інтернету та використовується для передачі різних типів даних, включаючи веб-сторінки, електронну пошту та файли. TCP працює на основі з'єднань та гарантує доставлення даних, навіть якщо деякі пакети даних не дійшли до одержувача. TCP також використовується у протоколах стрімінгу, таких як RTSP, RTMP та тощо.

Кожен із цих протоколів має свої переваги та недоліки в залежності від конкретних вимог та цілей використання.

Таким чином, транспортні протоколи є невіддільною частиною процесу онлайн-трансляцій, оскільки вони гарантують передачу даних між джерелом трансляції та її одержувачами. Вони можуть забезпечувати управління пропускнуою здатністю каналу зв'язку, виявлення та корекцію помилок, а також інші функції, необхідні для ефективної передачі даних.

Транспортні протоколи відіграють важливу роль у забезпеченні якісної та надійної онлайн-трансляції, дозволяючи передавати дані в режимі реального часу з мінімальними затримками та втратами.

УДК 004.032.6:004.94

СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В МУЛЬТИМЕДІА

Гаєвий М.С., Рогинський С.В.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(095) 932-90-18, email: maksym.haievyi@nure.ua

The modern media industry cannot be imagined without the integration of 3D models. Almost all films, cartoons, computer games, advertisements and other media fields use various 3D graphic models. This allows you to create a more realistic picture, and at the same time, the use of three-dimensional graphics allows you to significantly reduce the overall financial costs, but requires large computing power. 3D modeling is the process of creating a three-dimensional model of an object. The task of 3D modeling is to develop a visual three-dimensional image of the desired object. At the same time, the model can both correspond to the real dimensions of the object (cars, buildings, hurricane, asteroid) and be completely abstract (projection of four-dimensional fractals).

Сучасну медіа індустрію неможливо уявити без інтеграції 3D-моделей. Майже всі фільми, мультфільми, комп'ютерні ігри, реклами та інші медіа сфери використовують у собі різноманітні тривимірні графічні моделі. Це дозволяє створити більш реалістичну картинку, та при цьому використання тривимірної графіки дозволяє суттєво зменшити загальні фінансові витрати, але потребує великих обчислювальних потужностей.

3D-моделювання - процес створення тривимірної моделі об'єкта. Завдання 3D-моделювання - розробити зоровий об'ємний образ бажаного об'єкта. При цьому модель може як відповідати реальним розмірам об'єкту (автомобілі, будівлі, ураган, астероїд), так і бути повністю абстрактною (проекція чотиривимірних фракталів).

Графічне зображення тривимірних об'єктів відрізняється тим, що включає побудову геометричної проекції тривимірної моделі сцени на площину (наприклад, екран комп'ютера) за допомогою спеціалізованих програм. Однак зі створенням і впровадженням 3D-дисплеїв і 3D-принтерів тривимірна графіка не обов'язково включає в себе проектування на площину.

За допомогою 3D-моделювання в наші часи роблять багато корисного, наприклад проектують навіть моделі людських органів для печаті на 3D-принтерах, щоб допомогти хворим людям з лікуванням.

Оскільки ігрова індустрія разом з технічним прогресом стрімко розвивається, актуальним питанням залишається як створення нових тривимірних графічних моделей, так і подальше удосконалення якості існуючих тримірних моделей.

Blender 3d - можливо, це найпопулярніше програмне забезпечення для 3D-дизайну. Blender має величезну активну спільноту, яка ділиться своїми STL-файлами та 3D-моделями, а також інформацією в інтернеті. Швидкий пошук Google і YouTube знайде тисячі посилань, де користувачі демонструють свої 3D-проекти та обмінюються досвідом роботи у Blender 3D. Така популярність обумовлена насамперед тим, що програма на 100% безкоштовна та з відкритим програмним кодом. У ній можна створити практично все, що завгодно, з використанням величезного вибору інструментів.

Завдяки своєму набору інструментів Blender універсальна програма для 3D-моделювання. Вона використовується в різних сферах, починаючи від створення VFX для фільмів, відеоігор, дизайну 3D-моделей, закінчуючи 3D-друком. Крім того, Blender поставляється з інтегрованим ігровим двигуном, а також деталізованими інструментами для моделювання та можливістю редагування відео. Це неймовірне безкоштовне програмне забезпечення ідеально підходить для розробників ігор та досвідчених 3D-моделістів.

Одна з найвідоміших сфер застосування тривимірної графіки - 3D моделювання для ігор. При розробці комп'ютерних ігор 3D-моделлер і дизайнери можуть створити практично будь-якого 3d персонажа і тривимірну реальність, анімаційні заставки та відеофрагменти - реалістичні, з високим ступенем деталізації.

Список використаних джерел:

1. DTF.RU [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://dtf.ru/gamedev/187441-sovety-po-sozdaniyu-modeley-oruzhiya-ot-razrabotchika-half-life-alyx> (дата звернення 13.04.2023)

2. HABR [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/341050/> (дата звернення 13.04.2023)

3. WIKIPEDIA [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/CGI_\(%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/CGI_(%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) (дата звернення 13.04.2023)

3DClub.com [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://3dclub.com/blog/top-programm-dlya-3d-modelirovaniya#rec234170480> (дата звернення 13.04.2023)

УДК 621.396.9:534.86]:629.7

ПАСИВНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ БПЛА З АКУСТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Красношапка Т.Ю.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Олейніков В.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС

тел. +38(066) 564-80-23, email: taras.krasnoshapka@nure.ua.

Methods for direction finding of unmanned aerial vehicles in radar and acoustic systems designed to detect and measure the coordinates of aircraft are considered. The advantages and disadvantages of the main types of methods are analyzed. Direction-finding methods implemented using antenna arrays are considered. It is shown that modern methods and algorithms with superresolution, implemented using adaptive antenna arrays, allow solving the problem of determining the coordinates of several sources separated by a sufficiently small angular distance.

В сучасному світі стрімко зростає використання БПЛА. Їх використовують у різних сферах: безпека та охорона навколишнього середовища, сільське господарство і т.д. Зазвичай використання БПЛА несе в собі багато позитивних сторін, але також воно створює і негативні ефекти. Наприклад випадки вторгнення в особисте життя, несанкціонований моніторинг інфраструктурних та військових об'єктів. Тому для боротьби з БПЛА важливо навчитися визначати їх місцезнаходження.

Виявлення акустичного випромінювання БПЛА може здійснюватися як активними, так і пасивними методами. Пасивні системи акустичного виявлення використовуються вже багато років і застосовуються для виявлення різних джерел звук. Пасивні прилади виявляють природну енергію, яка відбивається або випромінюється зі сцени спостереження, тоді як активні прилади випромінюють імпульс звуку і виявляють відбитий сигнал.

Акустичні сенсори дають змогу наземним засобам здійснювати пошук і виявлення БПЛА в пасивному режимі, знижуючи таким чином імовірність визначення противником власних позицій. Тому модифікація наявних акустичних систем пошуку або створення нових може забезпечити надійний метод виявлення БПЛА.

Для детального аналізу акустичних сигналів використовують решітки мікрофонів, оскільки використання окремого мікрофона дасть лише грубу оцінку акустичного сигналу. Водночас акустична решітка, крім просторового накопичення сигналів, дає змогу оцінювати час приходу фронту акустичної хвилі в різні точки простору, що, своєю чергою, сприяє оцінюванню кута поширення хвилі відносно решітки, тобто можна обчислити пеленг на джерело випромінювання.

З використанням решітки мікрофонів виділяють такі методи визначення джерела акустичного випромінювання: метод різниці часу приходу, класичний метод та метод надроздільності

Метод різниці часу приходу вимірює кутові координати та дальність до джерела випромінювання. За певної різниці часу приходу до окремих мікрофонів акустичного сигналу можна визначити кутове положення джерела випромінювання. Для визначення різниці часу до окремих мікрофонів використовують обчислення положення максимуму ВКФ сигналів на часовій осі.

Класичний метод обробки полягає у введенні в оброблюваний сигнал відносних часових затримок та підсумовуванні (метод Бартлетта). При скануванні необхідного кутового сектора знаходиться напрямок з найбільшою потужністю, що відповідає оцінці напрямку приходу корисного сигналу. Значний недоліком цього методу є обмеження точного визначення лише одного ДАВ. При наявності декількох ДАВ виникають помилки у вигляді хибної оцінки пеленгу, оскільки амплітудно-фазовий розподіл акустичного поля буде суперпозицією декількох хвиль.

Метод надроздільності полягає у розкладанні просторової кореляційної матриці за власними векторами. Для вирішення цієї задачі використовують алгоритми лінійного передбачення та алгоритми Кейпону. Ці алгоритми засновані на поділі сигнального та шумового просторів. Визначення напрямку приходу сигналу є кут, який відповідає піковому значенню спектра. Виявлення безпілотних літальних апаратів через власне акустичне випромінювання має вагомі переваги перед іншими методами. Наприклад мінімальна імовірність визначення противником власних позицій Також метод має перспективу у вигляді збільшення дальності та точності виявлення БПЛА.

Список використаних джерел:

1. Kartashov V.M., Oleynikov V.N, Sheyko S.A., Babkin S.I., Koryttsev I.V., Zubkov O.V., Anokhin M.A. Information characteristics of sound radiation of small unmanned aerial vehicles. Telecommunications and Radio Engineering (English translation of Elektrosvyaz and Radiotekhnika), V.77(10), 2018, pp. 915-924. <https://openarchive.nure.ua/items/525bfe77-be73-4172-8337-d067db55e102>

2. Oleynikov V., Zubkov O., Kartashov V., Koryttsev I., Sheiko S., Babkin S. Experimental estimation of direction finding to unmanned air vehicles algorithms efficiency by their acoustic emission //2019 International Scientific-Practical Conference «Problems of Infocommunications – Science and Technology, PIC S and T 2019 - Proceeding». -2019. - P.175-178 <https://ieeexplore.ieee.org/document/9061337>

УДК 621.396.9:534.86]:629.7

АЛГОРИТМИ РОЗПІЗНАВАННЯ БПЛА ЗА АКУСТИЧНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Гісцев А.Ю.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Олейніков В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. 70-21-587
email: d_res@nure.ua

Algorithms for recognition of UAVs using acoustic systems designed for the detection of aircraft are considered. The advantages and disadvantages of this method are analyzed. It is shown that modern recognition methods and algorithms, implemented with the help of acoustic sensors, allow solving the problem of determining the coordinates of aircraft.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) застосовуються в різній сфері життєдіяльності людини і стали доступні майже кожному. Вони мають широкий спектр використання, як у цивільних, так і військових цілях. Сучасні БПЛА мають низький рівень помітності: вони виготовлені із композитних матеріалів, мають малу ефективну поверхню розсіювання (ЕПР) в радіодіапазоні, їх двигуни не випромінюють багато тепла, так як не схильні до сильного нагріву. Будь-якому матеріальному об'єкту, в тому числі і БПЛА, притаманні демаскуючі ознаки, які виділяють його в навколишньому середовищі, роблячи його помітним. Проблематика роботи полягає у розгляді алгоритму розпізнавання БПЛА методом аналізу акустичного випромінювання. Розглянуто основні етапи цього алгоритму.

Спектральний аналіз полягає у розбитті сигналу на окремі частотні компоненти з використанням алгоритмів, таких як Fast Fourier Transform (FFT). Це дозволяє отримати спектральний розклад сигналу, який може бути використаний для ідентифікації акустичних сигнатур БПЛА. Характеристики, які можуть бути ідентифіковані за допомогою спектрального аналізу, включають частотні характеристики звуку, який генерує БПЛА, такі як його частота, амплітуда та спектральна ширина. З цієї інформації можна отримати дані про розмір та форму БПЛА, а також про його швидкість польоту. Проте, слід зазначити, що спектральний аналіз може бути складним завданням через наявність різноманітних джерел шуму та завад, таких як інші літаки, транспортні засоби на землі або водна поверхня.

Метод головних компонент дозволяє зменшити розмірність даних за рахунок видалення кореляції між ознаками та зменшення кількості ознак. Для виявлення БПЛА цей метод може бути використаний для зменшення кількості ознак, пов'язаних з акустичним випромінюванням БПЛА.

Аналізуючи дані з мікрофонів, можна створити матрицю акустичних даних, де кожен рядок представляє сигнал, отриманий від одного з

мікрофонів. Застосування РСА до цієї матриці даних дозволяє знайти основні компоненти, які відповідають за найбільшу частину дисперсії даних. Ці основні компоненти можуть бути використані для відокремлення акустичних сигнатур БПЛА від інших джерел шуму та перешкод. Після виконання РСА можна провести кластерний аналіз, щоб визначити групи акустичних сигнатур, які відповідають за наявність БПЛА.

Алгоритм системи ідентифікації БПЛА на підставі акустичних даних реалізується за допомогою наступних кроків.

1. Етап збору даних. Данні з акустичних сенсорів збираються та перетворюються на цифрові для подальшої обробки. Акустичні сенсори, як правило, представляють собою решітки мікрофонів.

2. Попередня обробка даних. Зібрані дані можуть бути піддані попередній обробці, де проводиться фільтрація, амплітудна та фазова корекція, що допомагає покращити якість отриманих даних.

3. Розпізнавання. Шляхом формування математичної моделі проводиться зіставлення векторів ознак один з одним та розраховується ступень подібності між зареєстрованими ознаками та збереженою моделлю в базі.

4. Етап ухвалення рішень. Проводить винесення кінцевих рішень на основі отриманих ступенів подібності і, якщо необхідно, заданих порогових значень.

Отже, найбільш ефективним напрямком надійного виявлення БПЛА є комплексна інформації, яка надходить по каналах різної фізичної природи, але для використання комплексних методів потребує застосування більшої кількості обладнання, що підвищує габарити та вартість таких комплексів, а також зменшує їх мобільність. Для виявлення БПЛА широкого застосування, які є найбільш затребувані в рішенні цивільних і військових завдань велику увагу слід приділити дослідженню акустичних методів виявлення БПЛА.

Список використаних джерел:

1.Карташов В. М., Олейников В. Н., Шейко С. А., Бабкин С. И., Коротцев И. В., Зубков, О. В. (2018). Особенности распознавания малых беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника: Всеукраїнський міжвідомчий наук.-техн. збірник. 2018. Вип. 195. С. 235–243. https://nure.ua/wp-content/uploads/2018/Scientific_editions/rvmnts_2018_195_26.pdf

2. V. N. Oleynikov, O. V. Zubkov, V. M. Kartashov, I. V. Korytsev, S. I. Babkin, S.A. Sheiko, "Investigation of detection and recognition efficiency of small unmanned aerial vehicles on their acoustic radiation," Telecommunications and Radio Engineering, 2019, V. 78, Iss. 9, pp. 759–770. <https://www.dl.begellhouse.com/journals/0632a9d54950b268,3edad39d3e7a4a86,722a9c4c4d7203c9.html>

УДК 621.396.96

КОМПЛЕКСНИЙ АЛГОРИТМ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ РАДІОАКУСТИЧНОГО ЗОНДУВАННЯ АТМОСФЕРИ

Карташов О.В.

Науковий керівник – д.ф.-м.н. проф. Тихонов В.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф МІРЕС
м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-15-87), e-mail: d_res@nure.ua

The article presents a synthesis of the structural diagram of a promising radioacoustic measuring complex and a complex algorithm of its functioning. It is shown that the development process of RAVC can be reduced to the development of the following independent issues: synthesis (selection) of types of sounding radio and acoustic signals, their energy parameters, synthesis of spatial and temporal signal processing algorithms for optimal selection of useful information from signals received against a background of noise, development of complex management algorithms and complex adaptation to external conditions formed by the external environment, as well as development of technical means intended for the implementation of the specified algorithms.

Станції радіоакустичного зондування (РАЗ) атмосфери є перспективним засобом отримання метеорологічної інформації про стан атмосфери Землі, яка використовується в процесі вирішення актуальних науково-прикладних завдань: забезпечення зльоту, посадки та польотів літальних апаратів (як пілотованих, так і безпілотних), прогнозу погоди, прогнозування процесів поширення радіо і акустичних хвиль різних діапазонів [1,2]. В даний час існує необхідність у розвитку теорії систем РАЗ атмосфери, методів проектування радіоакустичних систем, а також у розробці відповідних перспективних підходів, структур та алгоритмів, що реалізуватимуться при побудові конкретних станцій, призначених для вирішення актуальних прикладних завдань.

Проектування систем РАЗ поділяється на два етапу- системного проектування, що полягає в синтезі (розробці) та організації функцій структури системи в цілому, та технічного проектування, що включає синтез, вибір та проектування алгоритмів функціонування та технічної реалізації елементів системи.

У процесі синтезу і вивчення узагальненої структурної схеми та алгоритмів функціонування системи можуть бути розглянуті основні варіанти побудови систем певного класу, включаючи основні завдання обробки інформації, що отримується, питання адаптації та управління, характерні для систем даного класу, а також питання вивчення та вибору видів зондувальних сигналів, які є найважливішими для систем отримання інформації. Отримані результати можуть бути використані та конкретизовані далі при побудові конкретних інформаційних систем, що вирішують певні завдання

щодо отримання нової інформації в системах (комплексах) вищого порядку.

Найважливіша частина теорії локаційних систем— теорія зондувальних сигналів [3]. Причому завдання вибору зондувальних сигналів радіоакустичних систем (РАС) більш складне, ніж відповідне завдання радіолокаційних систем. У цих умовах переважає ймовірність незадовільного вирішення обговорюваного завдання.

Основними методами розробки алгоритмів виділення корисної інформації сигналів на фоні шумів є методи статистичного синтезу [4]. Результати застосування цих методів залежать від типу сигналів, які на даному етапі проектування визначені. Тому цю частину комплексу можна розробляти окремо.

Управління РАС полягає у такій зміні структури та параметрів її пристроїв залежно від зміни різних зовнішніх умов, які забезпечують виконання розв'язуваної задачі з найкращими показниками. Основний напрямок впливу зовнішнього середовища на роботу системи - вплив атмосферних умов на звукову хвилю, що поширюється в атмосфері, що полягає у зміні як часових, так і просторових параметрів акустичного зондувального сигналу, а також часової та просторової структури даного сигналу.

Відповідно до цього в процесі проектування алгоритмів та системи управління доцільно користуватися відомим у системотехніці принципом поділу складної системи на окремі підсистеми. Розподіл (декомпозиція) системи управління на окремі підсистеми доцільно здійснювати таким чином, щоб для кожної з підсистем існували свої приватні цільові функції управління, які впливають із загальної цільової функції системи управління загалом.

Список використаних джерел:

1. Дистанционные методы и средства исследования процессов в атмосфере Земли/ Под ред. Б.Л. Кашеева, Е.Г. Прошкина, М.Ф. Лагутина. Харьков: Бизнес Информ, 2002. 426 с.
2. Карташов В.М. Модели и методы обработки сигналов систем радиоакустического и акустического зондирования атмосферы. Харьков: ХНУРЭ, 2011. 230 с.
3. Semenets V. V., Kartashov V.M., Leonidov V. I. Registration of refraction Phenomenon in the Problem of acoustic Sounding of Atmosphere in Airport Zone // Telecommunications and Radio Engineering, Vol. 77, Iss. 5, 2018; pp.461–468.
4. Карташов В.М., Куля Д.Н., Пашенко С.В. Алгоритм автосопровождения изменений информационного параметра сигнала радиоакустических систем// Восточно-европейский журнал передовых технологий, Харьков, 2012, №4/9(58); С. 57-61.

**ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ІНСТРУМЕНТАЛУ
ДЛЯ НЕЛІЦЕНЗІЙНОГО ДУБЛЯЖУ МУЛЬТФІЛЬМІВ
ТА СІНЕМАТИКІВ**

Чернов М.М.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)
e-mail: d_res@nure.ua

The process of creating an instrumental for unlicensed dubbing consists of three main stages: cleaning, sound design and mixing. At the moment, there is no detailed information about all stages of production. Often, descriptions contain a lot of subjective information with a complete lack of technical data.

Процес створення інструменталу для неліцензійного дубляжу складається з трьох основних етапів: чистка, саунд дизайн та зведення. На даний момент немає детальної інформації про усі етапи продакшену. Часто описи містять багато суб'єктивної інформації при повній відсутності технічних даних.

Основною проблемою при створенні інструменталу для неліцензійного дубляжу є видалення голосів акторів оригіналу з доріжки. Але ця проблема легко вирішується за допомогою сучасних технологій, а саме плагінів та програм на базі штучного інтелекту. Існує багато інструментів, наприклад усі плагіни типу «Stereo Imager». Вони працюють у середньому та крайньому діапазоні частот (рис. 1 — плагін Stereo Imager від A.O.M.)



Рис.1

Але при використанні цього плагіну і видаленні середнього діапазону ми стикаємось з тим що він дуже сильно спотворює звукову доріжку тому що окрім голосів, на середніх частотах також знаходяться OST та звуки. Тут нам на допомогу приходять програми на базі штучного інтелекту. Найпродуктивнішою є UVR (Ultimate Vocal Remover) 5 версії (рис. 2).

Програма є імплементацією алгоритму, який розроблений за допомогою TensorFlow, що є однією з найпопулярніших бібліотек для розробки та навчання нейронних мереж. Програма використовує алгоритм, який розді-

ляє сигнал на дві частини: на одній з них знаходиться вокал, а на іншій – музика.

Після цього програма виконує об-робку звуку, в резуль-таті якої во-кал з аудіо-файлу буде видалений. Програма має графіч-ний інтерфейс ко-ристувача, що дозволяє легко налаштувати та запустити обробку ау-діофайлу. Також через те що він створений на базі ШІ він макси-мально оминає OST та звуки, і працює лише з частотами на яких знаходиться без-посе-редньо голос.

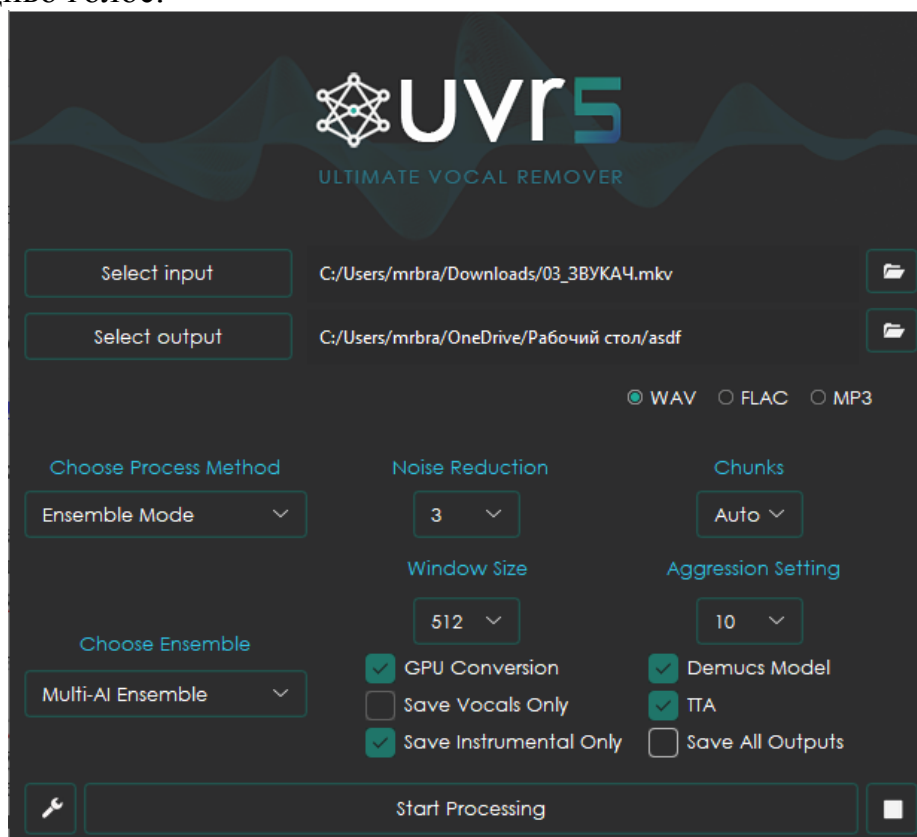


Рис 2



Рис 3

Після видалення оригінальних голосів з доріжки ми прикрашаємо у тих місцях де було видалено OST, або звуки. Наприклад додаємо звуки дощу, вітру, кроків по землі, шелест трави тощо (рис. 3).

Отже, протестовано і показано ефективність застосування плагінів та програм на базі штучного інтелекту для видалення голосів акторів оригіналу з доріжки при створенні інструменталу для неліцензійного дубляжу.

Список використаних джерел:

1. Документація до використання UVR. [Електронний ресурс] URL: <https://github.com/Anjok07/ultimatevocalremovergui> (дата звернення 01.03.2023).

2. Штучний інтелект почав озвучувати аудіокниги для Apple Books. [Електронний ресурс] URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3649021-stucnij-intelekt-pocav-ozvucuvati-audioknigi-dla-apple-books.html> (дата звернення 01.03.2023).

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ВИКОРИСТАННЯ TRACK POINTS У ВІДЕО

Печенов М.А.

Науковий керівник – ст. викладач Бобнєв Р.О

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(067) 573-53-11, e-mail: maksym.pechenov@nure.ua.

In this paper, the role of tracking technology in the modern world, in particular in the field of cinematography, was analyzed, various tracking algorithms were considered, the use of various types of color difference markers was tested, and methodological recommendations were developed on the use of various tracking algorithms for narrowly focused tasks.

Розвиток комп'ютерних технологій відбувається швидкими темпами. З кожним роком вони перевершують один одного за своїми технічними параметрами та характеристиками, і цьому прогресу немає кінця.

Насправді існують еталонні символи, застосування яких вважається найраціональнішим. Однак пошук найбільш наближеного до еталонного значення завжди необхідний для реалізації конкретних завдань. Наприклад, для зйомок кіно, актору необхідно нанести track-points на обличчя для відстеження руху та подальшої обробки його обличчя. Пошук найпростіших але ефективних форм track-points [1], а також мінімізація їх кількості необхідний для полегшення роботи знімальної групи та акторів. Саме тому метою роботи є визначення найбільш задовільного способу використання track-points під час створення візуальних ефектів в кіно.

Загалом, відстеження руху (motion tracking або просто трекінг) – процес, що дозволяє відстежувати рух об'єкту, а потім застосовувати дані відстеження до руху іншого об'єкта, наприклад іншого шару або контрольної точки ефекту, що дозволяє створювати композиції, в яких зображення і ефекти повторюють рух. Трекінг також застосовують для стабілізації руху у кадрі. У цьому випадку дані відстеження використовують для анімації шару, що відстежується, для компенсації руху об'єкта на цьому шарі. Можна прив'язати властивості до даних відстеження, використовуючи вирази, що дозволяє задіяти різні сценарії використання трекінгу. Існує кілька типів трекінгу:

- 2D-трекінг (він же Pixel Tracking);
- 3D-трекінг (як частина процесу Matchmoving-a);
- 3D-трекінг (як частина процесу Motion Capture).

Кожен з типів трекінгу може використовуватися як сам по собі, так і бути частиною більш складних процесів, що використовуються в комп'ютерній графіці. Немає також і прив'язки якогось одного типу трекінгу до конкретного напрямку в області комп'ютерної графіки. Наприк-

лад, 3D-трекінг з успіхом може застосовуватися, як в кіно-індустрії, так і при розробці тривимірних комп'ютерних ігор, а 2D-трекінг потрібен, як при виробництві телевізійної реклами, так і при виробництві кінофільмів.

В майбутніх кваліфікаційних роботах [1] буде систематизовано і закріплено теоретичні знання з основних розділів дисципліни. Розглянуто, які графічні елементи використовуються підчас створення 2-мірної та 3-мірної графіки.

Продемонстровано, які графічні пакети можуть бути використанні для реалізації конкретних задач. Буде розглянуто та визначено послідовність обробки відеоматеріалів. А також порівняні способи використання track-points підчас створення візуальних ефектів. На прикладах порівняні переваги та недоліки різних використання track-points за кольором, формою та кількістю на об'єкті.

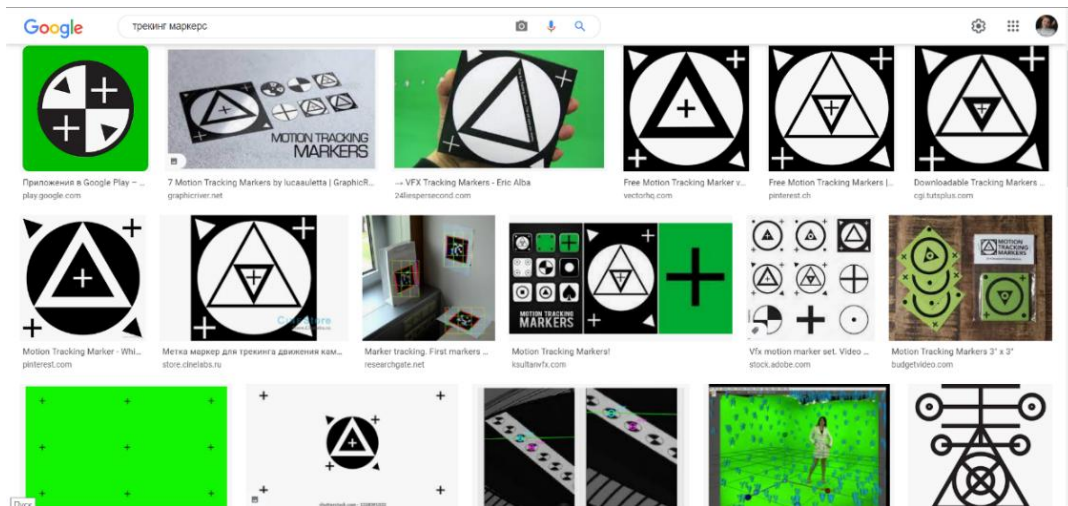


Рисунок 1 – Відносна схема руху

Список використаних джерел:

1. Пошукач Google – Tracking markers. [Інтернет ресурс]. Режим доступу:

https://www.google.com/search?q=%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B3+%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B5%D1%80%D1%81&sxsrf=APwXEdc9MpZgvvTAOMIB_pBtfnRmUY9Y8g:1681501744343&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj1oKSRkqr-AhXSIIsKHeb1APUQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1280&bih=881&dpr=1

УДОСКОНАЛЕНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТРИФРАГМЕНТНОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СИГНАЛУ З НЕЛІНІЙНОЮ ЧАСТОТНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ

Прокопенко Д.О., Пилипович О.М.

Науковий керівник – д.т.н., с.н.с. Костиря О.О.

Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба, НДЛ факультету РТВ ППО,
м. Харків, Україна

тел. +38(096) 341-59-90, e-mail: denchik080301@gmail.com

The work considers the well-known mathematical model of the three-fragment of a non-linear frequency modulated signal, which is widely used by researchers in various fields. It is shown that such a model does not take into account phase jumps during the transition from one fragment to another, which limits its possible use. It is proposed to modify the specified model by introducing compensating phase corrections. The paper provides an analytical record of the model and results mathematical modeling, which confirm its efficiency, reliability and compliance with the results of fundamental research.

У сучасній радіолокаційній техніці широко застосовуються лінійно-частотно модульовані (ЛЧМ) сигнали [1], подальшим розвитком яких є сигнали з нелінійною частотною модуляцією (НЧМ) [1 - 3].

Поширеною є математична модель (ММ) трифрагментного НЧМ сигналу [2 - 4]:

$$\dot{U}(t) = |\dot{U}(t)| \exp \left(\begin{matrix} j\varphi_1(t), 0 \leq t \leq T_1; \\ j\varphi_2(t - T_1), T_1 \leq t \leq T_1 + T_2; \\ j\varphi_3(t - T_1 - T_2), T_1 + T_2 \leq t \leq T_S. \end{matrix} \right) \quad (1)$$

де $\dot{U}(t)$ – комплексна амплітуда сигналу;

$|\dot{U}(t)|$ – модуль комплексної амплітуди сигналу;

$\varphi_1(t) = 2\pi \int f_1(t)dt$, $\varphi_2(t) = 2\pi \int f_2(t)dt$, $\varphi_3(t) = 2\pi \int f_3(t)dt$ – миттєва фаза першого, другого та третього фрагментів сигналу відповідно;

T_1, T_2, T_3 – тривалість першого, другого та третього фрагментів сигналу;

$T_S = T_1 + T_2 + T_3$ – загальна тривалість НЧМ сигналу.

Недоліком (1) є неврахування стрибків фази сигналу при переході до наступного фрагменту, удосконалимо її, враховуючи, що кінцева фаза першого ЛЧМ фрагменту:

$$\varphi_{E1} = 2\pi \left(f_0 T_1 + \beta_1 \frac{T_1^2}{2} \right),$$

а початкова фаза другого фрагменту дорівнює:

$$\varphi_{02} = 2\pi \left(f_0 T_1 + \beta_2 \frac{T_1^2}{2} \right).$$

Знайдемо зміну фази $\delta\varphi_{12}$ у момент переходу на другий фрагмент:

$$\delta\varphi_{12} = \varphi_{02} - \varphi_{E1} = -\pi(\beta_1 + \beta_2)T_1^2 \quad (2)$$

Аналогічно знайдемо кінцеву фазу другого φ_{E2} та початкову третього φ_{03} фрагментів. Стрибок фази, що стається у момент переходу на третій фрагмент, визначається як:

$$\delta\varphi_{23} = \varphi_{03} - \varphi_{E2} = -\pi((\beta_1 + \beta_3)T_1^2 + (\beta_2 + \beta_3)T_2^2) \quad (3)$$

Після підстановки в (1) значень (2) та (3) отримаємо ММ для миттєвої фази трифрагментного НЧМ сигналу, в якій враховано фазові стрибки у моменти переходу з попереднього фрагменту на наступний.

$$\varphi(t) = 2\pi \begin{cases} f_0 t + \frac{\beta_1 t^2}{2}, 0 \leq t \leq T_1; \\ (f_0 + \Delta f_1)(t - T_1) + \beta_2 \left(\frac{t^2}{2} - T_1 t \right) - \frac{\delta\varphi_{12}}{2\pi}, T_1 \leq t \leq T_{1+2}; \\ (f_0 + \Delta f_{1+2})(t - T_{1+2}) + \beta_3 \left(\frac{t^2}{2} - T_{1+2} t \right) - \frac{\delta\varphi_{23}}{2\pi}, T_{1+2} \leq t \leq T_s. \end{cases} \quad (4)$$

У роботі наведено результати математичного моделювання з використанням удосконаленої математичної моделі (4), які свідчать про її працездатність та відповідність даним попередніх фундаментальних досліджень [1]. У подальшому планується створення ММ НЧМ сигналів, до складу яких крім ЛЧМ фрагментів входять фрагменти з нелінійними законами частотної модуляції.

Список використаних джерел:

1. Cook, C. (2012). Radar signals: An introduction to theory and application. Elsevier.
2. Valli N. A., Rani E., Kavitha C. (2019) Modified Radar Signal Model using NLFM. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) Vol.8, Is. 2S3, pp. 513-516. DOI: 10.35940/ijrte.B1091.0782S319.
3. Parwana S., Kumar S. (2015) Analysis of LFM and NLFM Radar Waveforms and their Performance Analysis. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Vol. 02, Is. 02, pp. 334 -339.
4. Valli N. A., Rani D. E., Kavitha C. (2020) Performance Analysis of NLFM Signals with Doppler Effect and Back-ground Noise. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) ISSN: 2249-8958 (Online), Vol. 9, Is. 3, pp. 737 - 742. DOI: 10.35940/ijeat.B3835.029320

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ

Олещенко В.Б., Козловець С.О., Рижкова Є.М.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(050) 947-62-50, e-mail: volodymyr.oleshchenko@nure.ua

During the work, a game level was created using Unity. Stable diffusion AI was used to generate materials to be further used in the game level. The use of neural networks in the development of video games was evaluated.

У 2023 році стрімко розвивається сфера штучного інтелекту у сфері генерації мультимедійного контенту і не тільки. Для розробників та авторів це означає, що вони мають змогу отримати інструменти, які здатні поліпшити та спростити процес створення мультимедійного контенту.

Нейронні мережі, також відомі як штучні нейронні мережі (ANN) або імітовані нейронні мережі (SNN), є підмножиною машинного навчання та є основою алгоритмів глибокого навчання. Їх назва та структура навіяні людським мозком, імітуючи спосіб, яким біологічні нейрони передають сигнали один одному.

Штучні нейронні мережі (ШНМ) складаються з вузлових шарів, що містять вхідний рівень, один або більше прихованих шарів і вихідний рівень. Кожен вузол, або штучний нейрон, з'єднується з іншим і має відповідну вагу та поріг. Якщо вихід будь-якого окремого вузла перевищує вказане порогове значення, цей вузол активується, надсилаючи дані на наступний рівень мережі. В іншому випадку дані не передаються на наступний рівень мережі.

Нейронні мережі покладаються на навчальні дані, щоб навчатися та підвищувати свою точність з часом. Однак, коли ці алгоритми навчання точно налаштовані на точність, вони стають потужними інструментами в інформатиці та штучному інтелекті, що дозволяє класифікувати та класифікувати дані з високою швидкістю. Завдання з розпізнавання мовлення або розпізнавання зображень можуть тривати хвилини чи години порівняно з ручною ідентифікацією експертів-людей. Однією з найвідоміших нейронних мереж є пошуковий алгоритм Google.

У цій роботі приділено увагу використанню штучного інтелекту (ШІ) для генерації мультимедійного контенту в ігровій розробці. Як ігровий рушій було обрано Unity і на це є декілька причин. Серед них можна виділити три основні:

- Візуальний редактор;
- Мови програмування;
- Велика кількість ресурсів.

Unity має потужний візуальний редактор, який дозволяє створювати графіку, фізику, анімацію та інші аспекти гри без програмування. Це дозволить мені краще візуалізувати свої ідеї.

Unity підтримує кілька мов програмування, таких як C#, JavaScript, що дозволяє простіше влитись у розробку, бо мови не викликають складнощів.

Unity має велику кількість ресурсів, таких як готові компоненти, моделі, текстури, аудіо ефекти та інше, які можна я можу використовувати у проекті безпосередньо або відредагувати під свої потреби.

Для генерації зображень буде використовуватись штучний інтелект Stable diffusion, оскільки генерація зображень за допомогою дифузійних моделей, пропонує кілька переваг:

- Генерація високоякісних зображень;
- Гнучкість і універсальність;
- Контроль і точне маніпулювання;
- Стійкість до шуму та збурень.

III Stable diffusion здатен створювати високоякісні зображення з реалістичними деталями та текстурами.

III Stable diffusion дуже гнучка та універсальна і дозволяє виконувати різні типи завдань із створення зображень.

Модель III Stable diffusion пропонує контроль і точне маніпулювання створеними зображеннями.

Модель III Stable diffusion розроблена таким чином, щоб бути стійкою до шуму та збурень у вхідних даних.

Загалом Stable diffusion III пропонує значні переваги з точки зору створення високоякісних зображень, гнучкості, контролю, надійності, інтерпретації, конфіденційності даних і масштабованості, що робить його перспективним підходом для різних завдань створення зображень.

Отже, завдяки проведеному дослідженню можна дійти до висновку, що використання нейронних мереж для генерації мультимедійного контенту у відеоіграх буде розвиватись, та активно використовуватись у майбутньому бо ці технології мають потенціал значно пришвидшити та поліпшити розробку відеоігор.

Список використаних джерел:

1. URL: <https://vc.ua/u/1398365-sergey-n/579361-8-luchshih-neyrosetey-dlya-generacii-izobrazheniy-po-tekstovomu-opisaniyu> “Кращі нейромережі для генерації зображення по текстовому опису” [Електронний ресурс]. /(дата звернення: 05.04.2023).
2. URL: https://stopgame.ru/blogs/topic/107976/neyronnye_seti_v_igrovoy_industrii “Нейронні мережі в ігровій індустрії” [Електронний ресурс]. /(дата звернення: 05.04.2023).

ЗАСТОСУВАННЯ ІГРОВИХ МЕХАНІК В КОМП'ЮТЕРНИХ ВІДЕОІГРАХ

Часовська А.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Колісник К.В

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 520-14-19, e-mail: anna.chasovska@nure.ua.

This work examines the history of development and structure of game mechanics. Game mechanics are used to describe how players interact with the rules, as well as more formal properties of the game, such as game objectives, player actions and strategies, and game states. The process of deconstructing mechanics begins with the search for reference games. The problems that arise during the reproduction of this mechanic were studied and the methods of their solution were considered. On the basis of the conducted analysis, the approbation of the considered methods of deconstruction of game mechanics was carried out in the work.

На сьогоднішній день, індустрія комп'ютерних ігор – одна з найшвидших галузей, що розвиваються серед комп'ютерних технологій. Вони стали справжнім культурним феноменом, виникнувши як нехитрий плід творчої думки програмістів, з кожним роком набуваючи все більшої популярності.

Основною складовою будь-якої гри є ігрова механіка – система або моделювання, заснована на правилах, які полегшують і спонукають користувача досліджувати та вивчати властивості свого простору можливостей за допомогою механізмів зворотного зв'язку.

Для опису ігрового процесу розрізняють поняття головної ігрової механіки, а також поняття основних та другорядних. Головна ігрова механіка представляє опис дій, які гравець виконує знову і знову протягом усієї гри. Основні включають всі механіки, які доступні гравцеві під час всієї гри або стають доступними на ранніх стадіях гри. Наприклад, для Grand Theft Auto це стрілянина, поєдинки в ближньому бою, водіння. Другі можуть застосовуватися гравцем за певних умов, наприклад, після того, як ігровий персонаж досягає певного рівня майстерності.

Як відомо, однією з основних механік сучасних комп'ютерних ігор є переміщення у просторі та часі, а також керування транспортними засобами. З технічної точки зору в іграх з подібною механікою важливим є положення ігрового елемента, напрям, в якому він рухається, а також перетину та зіткнення з іншими об'єктами.

Фізику використовують як основу у багатьох сучасних іграх, починаючи з шутерів і закінчуючи казуальними головоломками. Варто зазначити, що ця механіка не завжди підкоряється законам Ньютона і залежить від

сеттингу.

Завдання розробників ігор полягає в тому, щоб створити механіку, яку гравці можуть використовувати для взаємодії з грою. Ці взаємодії змінюють стан гри. Ігрова механіка часто, але не обов'язково призначена для подолання труднощів, пошуку конкретних переходів в ігровому стані. Дизайнери створюють базову механіку для гравця, співвідносячи основні завдання гри з набором механік, корисних їх подолання.

Не менш важливим соціальна взаємодія між гравцями. Раніше вона обмежувалася заборонами на договірні матчі та підказки. Зараз багато он-лайн-ігор, навпаки, заохочують користувачів за допомогу іншим гравцям, запрошення друзів та участь у різних внутрішньоігрових івентах.

Насамперед потрібно зауважити, що після освоєння всіх базових механік у гравця настає так звана стадія вигоряння та інтерес до гри поступово сходить нанівець. виправити цю ситуацію допоможе модернізація механіки за рахунок зовнішніх умов. Ті ж стрибки, наприклад, можна урізноманітнити різними ліфтами або катапультами або оснастити додатковими властивостями фізики, які додадуть геймплею непередбачуваність. Це може бути усунення противників ударною хвилею при падінні на них зверху, а може, і новий спосіб переміщення.

Якщо запропонувати різні способи виконання тих самих завдань різними способами, ігровий досвід стане більш захоплюючим. У цьому випадку гравцеві потрібно виявити кмітливість.

Таким чином, можна зробити висновок, що механіка залежить від балансу, який легко порушити при додаванні нового функціоналу або внесенні змін до існуючих механіків. Єдиний спосіб з'ясувати це – провести низку тестувань, бажано із залученням сторонніх людей.

Список використаних джерел:

1. Järvinen, A. Games without Frontiers: Theories and Methods for Game Studies and Design. Tampere: Tampere University Press, 2008. – 417 с.
2. Rollings, A. & Dave Morris. Game Architecture and Design: A New Edition. Indianapolis, Indiana: New Riders Press, 2004. – 960 с.
3. Miller, M., Paige, N., Clair, G. & Eckhardt, C. An Analysis of Peer Presence Social Group Dynamics to Enhance Player Engagement in Multiplayer Games, 2019. – 8 с.

УДК 621.391.82

**СПЕКТРАЛЬНІ ГУСТИНИ ПОТУЖНОСТІ ЯК ФУНКЦІЯ
ЧАСТОТИ ДЛЯ РІЗНИХ КОЛЬОРІВ ШУМУ
(ЦИФРОВА СИСТЕМА ГЕНЕРАЦІЇ РОЖЕВОГО ШУМУ)**

Пупловський Д.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Литвинова Є.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Автоматизації проектування
обчислювальної техніки, тел. +38(057) 702-13-26

e-mail: dmytro.puplovskiy@nure.ua, тел. +38(068) 679-88- 35

This paper investigates the power spectral density of different noise colors using a digital pink noise generation system. Power spectral density is an important characteristic for describing the spectral composition of a signal, which provides information on the distribution of signal energy depending on the frequency. A comparative analysis of the spectra of different colors of noise was carried out, which allows us to understand how they affect the power spectral density in different ways. This study can be useful for various fields of science and technology where different types of noise are used, for example, in audio engineering, telecommunications and other industries.

Шуми можуть викликати різноманітні спотворення та зменшення якості передачі сигналу. Кожен шум має власну спектральну густину, яка відображає розподіл енергії шуму по різних частотах та використовується для опису властивостей в сигналах та системах. Спектральний аналізатор розбиває сигнал на його складові частоти та вимірює енергію кожної з них. Аналіз випадкових сигналів знаходить використання в галузі радіотехніки та зв'язку. Існуючі методи оцінювання спектрів дискретизованих сигналів базуються на використанні швидкого перетворення Фур'є. Класичний підхід до цифрового спектрального аналізу сигналів дає можливість отримати достовірні оцінки для класу досліджуваних сигналів, що задовольняють умови стаціонарності, ергодичності та наявності масиву даних великого обсягу[1-3]. Цілі дослідження включають: 1)Дослідження різних кольорів шуму та їх характеристик, включаючи білий, рожевий, коричневий шуми та інші. 2)Вимірювання спектральних густин потужності для кожного кольору шуму та порівняння їх характеристик. 3)Аналіз особливостей генерації рожевого шуму та визначення його спектральних густин потужності. 4)Розуміння властивостей шуму та їх значення для розробки ефективних алгоритмів сигнальної обробки.

Задача. Розробка ефективного методу опису електронного шуму в електронних пристроях та комунікаційних системах, що дозволить розраховувати вплив шуму на якість сигналу, мінімізуючи його значення або піддавши фільтрації[4-5]. Рожевий шум характеризується тим, що спектральна густину потужності пропорційна до $1/f$, де f - частота. Формально,

функція Фур'є рожевого шуму визначається наступним чином:

$$S(f) = K / f$$

де $S(f)$ - спектральна щільність потоку рожевого шуму, f - частота, K - константа, яка залежить від ширини смуги пропускання. Ця функція є інтегровним відображенням рівномірного розподілу в діапазоні $[0, f_{\max}]$, де $f_{\max}$ - максимальна частота в режимі реального часу. Для генерації рожевого шуму можна використовувати фільтр, що зменшує амплітуду шуму зі зростанням частоти. Після цього шум можна підвести до рівня рожевого шуму, де спектральна густина потужності буде розподілена згідно з $1/f$ законом. Це означає, що на низьких частотах шум має більшу потужність, ніж на високих. Для реалізації буде використана цифрова система генерації рожевого шуму, яка буде генерувати різні кольори шуму з різними спектральними розподілами потужності. Зокрема, будуть виміряні спектральні густини потужності для рожевого шуму на різних діапазонах частот і результати будуть порівняні з іншими кольорами шуму. Для отримання згладжених і статистично стійких оцінок СГП (спектральна густина потужності) на кінцевому масиві відліків досліджуваного сигналу необхідно здійснювати згладжувальне оцінювання у часовому та частотному вимірі. Тому на першому етапі оброблення необхідно вхідний масив розділити на P сегментів по M відліків зі зсувом, що дорівнює B відліків між сусідніми сегментами. Підпоследовності $x_p(n)$ довжиною по M відліків зсунені одна відносно одної на B відліків, при цьому p -й сегмент пов'язано зі вхідним масивом $x(n)$ співвідношенням:

$$x_p(n) = x[n + B(p-1)]$$

Наукова новизна полягає в тому, що запропонований метод спектрального оцінювання випадкових сигналів базується на багатоетапному обробленні вибірок сигналу. На перших етапах оброблення формуються перекривні сегменти даних, що підлягають оптимальному віконному зважуванню. У подальшому виконується періодограмне оброблення зважених підпоследовностей. Наступний етап пов'язаний зі здійсненням корелограмного оброблення періодограм та отриманням зваженої автокореляційної оцінки. На останньому етапі за допомогою ШПФ (швидкого перетворення Фур'є) визначається оцінка СГП-сигналу.

Список літератури:

1. Electronics Today International, November 1981 - Audio White Noise Generator Employs Digital Technique (original 3dB/octave filter component values)
2. IEC 60065, Annex C (Normative), Band-pass filter for wide-band noise measurement (extract from IEC 60268-1)
3. Бендат Дж. Прикладной анализ случайных данных : пер. с англ. / Дж. Бендат, А. Пирсол. — М. : Мир, 1989. — 540 с. — ISBN 5-03-001071-8.

СТВОРЕННЯ ВІДЕОКОНТЕНТУ В ЖАНРІ ІНТЕРВ'Ю

Овчаренко Р.Р.

Науковий керівник - к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,

м. Харків, Україна

тел. +38(099) 075-32-19, e-mail: ruslan.ovcharenko@nure.ua

Світловий потік - потужність променистої енергії, що оцінюється за світловим відчуттям, яке вона виробляє на око. Вимірюється у люменах (лм).

Сила світла - світловий потік, що розповсюджується всередині тілесного кута, що дорівнює 1 стерadianу. Вимірюється у канделах (кд).

Освітленість - величина світлового потоку, що падає на одиницю поверхні. Вимірюється у люксах (лк).

Яскравість поверхні - відношення сили світла, що випромінюється в даному напрямку, до площі проекції поверхні, що світиться, на площину, перпендикулярну даному напрямку.

Яскравість - єдина зі світлових величин, яку очі сприймає безпосередньо. Вона залежить від відстані розглядання. Одиницею вимірювання є кандела на квадратний метр (кд/м²).

Кількість освітлення (експозиція) - це витвір освітленості (фотошару) на час освітлення (витримку). Одиницею виміру є люкс-секунда (лк-с).

Люкс (позначення: лк) - одиниця виміру освітленості в системі СІ. Люкс дорівнює освітленості поверхні площею 1 м², при світловому потоці падаючого на неї випромінювання дорівнює 1 лм. Простіше кажучи, люксами вимірюють освітленість поверхні, яку потрапляє світло. Для визначення освітленості застосовують прилади, які називаються люксметрами. Найбільш сприятлива освітленість складає 200 люксів. Саме освітлення буває спрямованим, розсіяним та комбінованим.

Спрямоване світло - світло, що дає на об'єкті різко виражені світла, тіні і в деяких випадках відблиски.

Розсіяне світло - світло, рівномірно і однаково висвітлює всі поверхні об'єкта, внаслідок чого на них відсутні тіні, відблиски.

Комбіноване освітлення є поєднанням спрямованого і розсіяного світла.

Зменшення загальної освітленості змінює співвідношення між яскравостями світлов і тіней: яскравість світлов зменшується швидше, ніж тіней. Це відбувається за рахунок деякого освітлення тіней розсіяним світлом. Таким чином, зменшення загальної освітленості викликає одночасно зменшення контрасту.

Освітлення є простим, якщо світло має один напрямок, і складним, якщо воно йде за декількома напрямками, від двох і більше джерел.

Освітлення буде жорстким, коли джерелом світла є вольтова дуга або електролампа без арматури. Пом'якшеним — якщо він заслонений напівпрозорим екраном, і м'яким — коли він ув'язнений у широкий софт із напівпрозорим екраном.

Правильно підібране освітлення дозволяє найбільш повно передати емоційний характер сцени, вирази осіб персонажів, що діють, навколишню обстановку.

Саме завдяки освітленню ми сприймаємо простір та об'єкти на плоскому екрані об'ємними.

Основні характеристики світла:

- Когерентність світла.

Когерентність характеризує якість світла, його жорсткість чи м'якість.

- Колірна температура.

Колірна температура - характеристика ходу інтенсивності випромінювання джерела світла як функція довжини хвилі оптичного діапазону.

Характеризує відносний внесок випромінювання даного кольору випромінювання джерела, видимий колір джерела. Вимірюється в кельвінах.

Список використаних джерел:

1. V. N. Oleynikov, O. V. Zubkov, V. M. Kartashov, I. V. Korytsev, S. I. Babkin, S.A. Sheiko, "Investigation of detection and recognition efficiency of small unmanned aerial vehicles on their acoustic radiation," *Telecommunications and Radio Engineering*, 2019, V. 78, Iss. 9, pp. 759–770. DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v78.i9.20.

2. Kartashov, V.M., Sidorov, G.I., Sheiko, S.A., Kolendovska, M.M., Sergienko O.Yu. Principles of Construction and Assessment of technical Characteristics of multi-Frequency atmospheric Sodar in the Humidity Measurement Mode / *Telecommunications and Radio Engineering*.- New York. - 2020.- Vol. 79, №4.- P.323-333.

**ПРОЕКТУВАННЯ МОДУЛЬНОЇ АРХІТЕКТУРИ
У REACT ДОДАТКАХ МЕДІЙНОГО НАЗНАЧЕННЯ**

Здор О.В.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. Цехмістро Р. І.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. МІРЕС, тел. 702-10-57)
e-mail: oleh.zdor@nure.ua

React architecture module pattern are considered in this work. A structural diagram of the application was created with an example of an independent logical module that performs the function of transferring order data placed by the user to the server. The scheme analyzes the operation of the logical module and its interaction with other components.

React – це сучасна бібліотека на основі мови JavaScript яка використовується для розробки інтерфейсу користувача у web-додатках, також є можливість використовувати React для розробки мобільних додатків. React має велику перевагу над іншими бібліотеками що дозволяє спростити та покращити якість розробки медійних продуктів.

Інтерфейс користувача – це візуальна частина додатку з якою взаємодіє користувач: сторінки додатку, поля введення, кнопки, елементи.

Як відомо при створенні web-додатку дуже важливою частиною є побудова правильної модульної архітектури. Модульний додаток складається з невеликих структурованих незалежних блоків. Модульність у React дозволяє уникнути багатьох помилок на стадії розробки додатку, прискорити його написання і тестування, легше масштабувати його у майбутньому.

Ідея модульності полягає у зменшенні складності створення додатків, більш зрозумілої структури та можливості перенесення окремих модулів до інших проектів та їх повторного використання.

Важливим етапом проектування React додатку є розподіл компонентів та створення інтерфейсу та внутрішньої логіки яка не буде виходити за його рамки, це дозволяє нам бачити призначення компонента та чітко розуміти його роль у додатку.

Всі логічні компоненти потрібно структурувати у файлі проекту, підкомпоненти які ми створюємо до модулів слід заносити до папок з модульною компонентою, якщо це компонента яку ми будемо повторно використовувати, її слід винести окремо як глобальну. До глобальних компонент у React можна віднести, візуальні набори стилів: візуально оформлені блоки, кнопки, оформлення тощо. Загальна архітектура додатку проектується перед початком розробки та дозволяє побачити багато проблем які можуть бути непоміченими якщо уникнути цей етап створення додатку.

Розглянемо приклад архітектури невеличкого додатку з незалежним логічним модулем який виконує функцію передачі на сервер деталі замовлення користувача, модуль розділено на 3 основні компоненти кожна з яких виконує свою невеличку дію та має стильові локальні компоненти. Логічний модуль додатку є незалежним і виконує єдину дію та може бути інтегрований до іншого продукту. Приклад наведено на (рис. 1.)

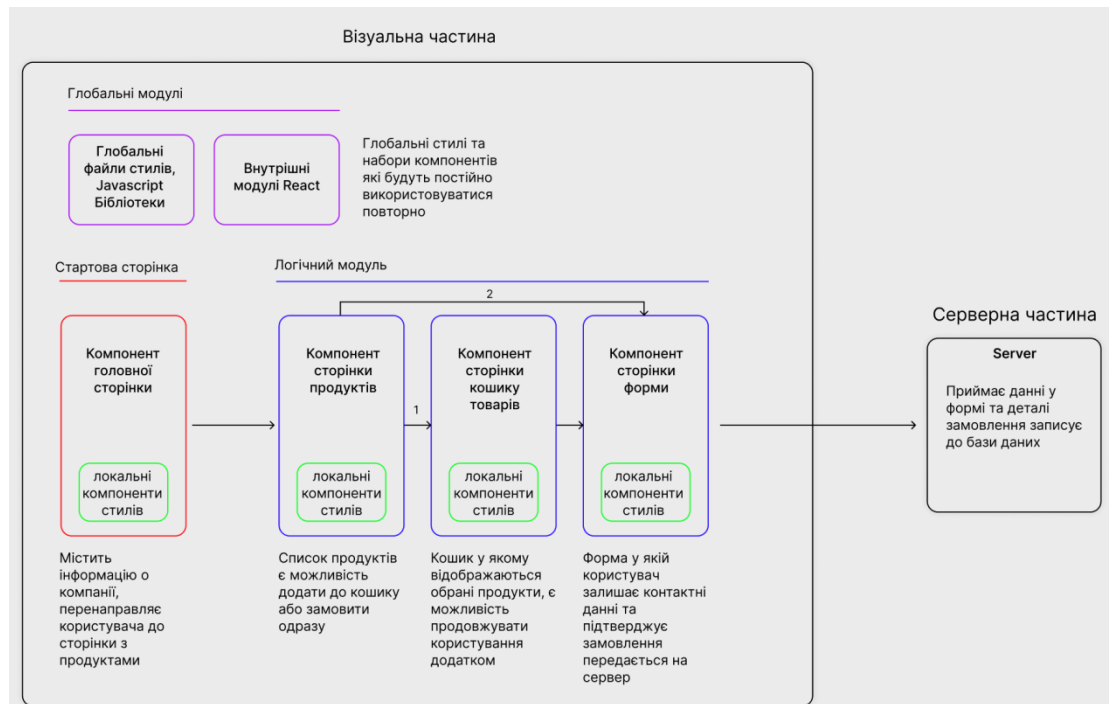


Рисунок 1 – Структурна схема модульної архітектури React-додатку

В даній роботі розглянуто основні принципи проектування модульної архітектури у React додатку, її переваги на стадії проектування. Розібрано принципи побудови файлів проекту, їх розділення, створення модульних компонентів. Створена структурна схема додатку з прикладом незалежного логічного модуля який виконує функцію передачі на сервер даних заказу який оформив користувач в 2 або 3 етапи. Структурна схема архітектури модульного додатку надає можливість починати розробку програмного продукту з можливістю подальшої інтеграції нових логічних модулів та розширення поточного функціоналу.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- Blanks A., Eve P., Learning React: Modern Patterns for Developing React Apps, // O'Reilly Media. – 2020. – 310p.
- Robert C.M., Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship, // Pearson. – 2008. – 464p.
- Mark T.T., React in Action, // Manning. – 2008. – 360p.

НАЙКРАЩІ ВІДЕОРЕДАКТОРИ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРА ТА ТЕЛЕФОНУ

Бірюков А.І.

Науковий керівник – асистент каф. Солодов В.Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. 70-21-587
email: d_res@nure.ua

Nowadays, we often come across media content, most often it happens on the Internet. As consumers, we only see the finished product, but few people are interested in the process of creating original content. Therefore, this article is aimed at ensuring that the viewer has a basic understanding of video content creation, knows in which applications video editing is performed, and understands the difference between phone and computer applications.

В наш час ми часто нашоувхуємося на медіаконтент, найчастіше це трапляється в інтернеті. Ми як споживачі бачимо тільки готовий продукт, але мало людей цікавляться процесом створення вихідного контенту. Тому дана стаття націлена на те, щоб глядач мав основні розуміння створення відео контенту, знав в яких застосунках виконується монтаж відео та розумів різницю між застосунками для телефону і комп'ютера.

Відео монтаж - це видалення або додавання ділянок сюжету, об'єднання окремих фрагментів відеоматеріалу, створення переходів між ними, додавання спецефектів і титрів.

Спочатку для редагування аналогового відео використовувалися дорогі відеомагнітофони. З розвитком цифрових технологій монтаж відео стало можливо виконувати як на персональних комп'ютерах, так і на телефоні.

Слід зазначити, що в наш час існує багато програм в якими можна відредагувати відео власноруч, такі програми є як для комп'ютера, так і для телефону. Для того, щоб відзнятий матеріал можна було одразу обробити. Зараз у кожного смартфона в галереї є функції для редагування, але потрібно розуміти, що вбудовані інструменти, не мають великі можливості, щоб зробити матеріал цікавим, а лише служать як допоміжні програми. Тому потрібно використання сторонніх програм для монтажу, де існує багато інструментів, для вдосконалення відео.

До багатофункціональних програм для телефону відносяться: InShot та VivaCat.

Це відео редактори, які легко змінюють формат відео, роблячи його вертикальним для сторіс, Reels або квадратним для стрічки Instagram. Також вони прості у використанні для монтажу відео, і мають широкий спектр рисних інструментів. В цих додатках існують як готові анімації, ефекти та переходи, так і ключі, з якими можна створювати власні зміни. Але ці програми підходять більше для створення відео контенту в соціальні мережі,

через те, що до відзнятого матеріалу на телефон, можна додати ефекти та вибравши формат відео, одразу поділитися у суцільних мережах.

Що стосується програм для монтажу на комп'ютер, то їх застосовують в професійній обробці відео, тому що ці програми містять інтерфейс з більшим контролем над анімацією та рендерингом. DaVinci Resolve та Adobe Creative Cloud широко застосовують не тільки відео блогери, але й в кіно індустрії.

Пакет програм від Adobe Creative Cloud, використовують для різних задач. Наприклад монтаж відео проходить у Premiere Pro, де створюється проєкт та додається відзнятий матеріал і монтується. Головною особливістю Premiere Pro є те, що на окремих фрагментах відео є можливість накладати різні ефекти та анімацію в інших програмах цього пакету.

Зараз анімація у відео відіграє важливу роль. Для додавання анімації до відео використовують програмний пакет Adobe After Effects. Завдяки використанню анімації у відео можна наголосити на важливому об'єкті у відео або привернути увагу глядача на певні фрагменти відео ряду. Використання фігурної анімації можна розділити на два методи: використання анімації як закінченого шаблону та використання самостійно створеної анімації.

DaVinci Resolve — теж не менш цікава програма для монтажу та колірної корекції, накладання візуальних ефектів, створення графіки та постобробки звуку в єдиному програмному середовищі. Ця програма дозволяє суттєво оптимізувати творчий процес, оскільки опановувати кілька додатків або перемикатися між різними системами не потрібно в порівнянні з колекцією Adobe. Таким чином, можна працювати з оригінальними зображеннями найвищої якості.

Але головною перевагою комп'ютерних програм є зберігання даних у проєкт про всі зміни кліпів на відео- та аудіо доріжках, застосовані ефекти та фільтри, а також список усіх медіафайлів, використаних під час монтажу. У деяких програмах можна зберігати всі оригінальні файли безпосередньо в проєкт, але копіювання всіх файлів може зайняти додатковий простір в операційній пам'яті.

Використання монтажних додатків для смартфонів, не мають тих можливостей, котрих потребує користувач. Відзнятий матеріал потребує редагування саме на комп'ютері, бо можна більш детально підправити кольори, створити власні ефекти й накласти їх на відео, розташувати правильно титри, та додати й налаштувати музику чи голос в відео.

Комп'ютер був і буде головною платформою для створення різних видів контенту. Завдяки тому, що відзнятий матеріал завантажуватиметься на комп'ютер якості відео зберігається, а час на обробку та завантаження зменшений в порівнянні з телефоном. Крім того, зараз можна редагувати відео не тільки вдома за комп'ютером, а й в іншому місці на ноутбукі замість смартфон.

АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНО–ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАВІГАЦІЄЮ МОБІЛЬНОГО РОБОТА

Невдачин М.М.

Науковий керівник – викладач Романовська І.О.

Харківський радіотехнічний коледж, м. Харків, Україна

тел. +38(068) 756 04 68, e-mail: 2869524ja@gmail.com

To ensure the functional purpose, the information-measuring system in its general form should contain feedback devices, devices for conversion and pre-processing of information and communication lines. The main functional component of the information and measurement system are feedback devices, or sensitive devices, designed for active control during operation of parameters of the state of the robot and technological equipment, as well as the external environment and objects in the working area in order to purposefully change the program actions of the robot by transfer of information to the management system for the formation of management influences there.

Інформаційно–вимірювальна (або сенсорна) система робота призначена для автоматичного сприйняття, збору і перетворення інформації про внутрішній стан робота і зовнішнього середовища і передачі її в систему управління. Для забезпечення функціонального призначення інформаційно–вимірювальна система в загальному вигляді повинна містити пристрої зворотного зв'язку, пристрої перетворення та попередньої обробки інформації та лінії зв'язку. Головною функціональною складовою інформаційно–вимірювальної системи є пристрої зворотного зв'язку, або чутливі пристрої, призначені для активного контролю в процесі роботи параметрів стану робота та технологічного обладнання, а також зовнішнього середовища і об'єктів в робочій зоні щоб цілеспрямовано змінювати програмні дії робота шляхом передачі інформації в систему управління для формування там керуючих впливів. В цілому пристрою зворотного зв'язку включають системи:

1. контролю параметрів стану робота (положень і швидкостей переміщення робочих органів та елементів механізмів, зусиль в елементах, аварійної блокування, діагностики та прогнозування ресурсу роботи);
2. сприйняття і аналізу інформації про зовнішнє середовище (тактильної, візуальної, локаційної та ін.);
3. забезпечення техніки безпеки (реєстрації просторового положення самого робота і його окремих частин, місцезнаходження обслуговуючого персоналу і обладнання в робочій зоні).

Первинну інформацію ці системи отримують від датчиків зворотного зв'язку, або чутливих елементів, які є найважливішими складовими частинами пристроїв зворотного зв'язку. Всі чутливі пристрої роботів так само, як і датчики, за своїм призначенням і важливістю справ можна розділити на

два класи пристрою внутрішнього стану робота (або внутрішньої інформації) і пристрої параметрів зовнішнього середовища (або зовнішньої інформації).

Пристрої внутрішньої інформації призначені для контролю за функціонуванням механізмів и систем робота і управління его діями Шляхом формування сигналів в ланцюг зворотних зв'язків по положенню и швидкості ланок маніпулятора, а також за сілі и моменту.

По виду вихідного сигналу датчики діляться на безперервні (або Аналогові) и дискретні (або цифрові). В аналогових датчиках вихідний сигнал формується у вигляді безперервно змінюючихся значень напруги або Струму (потенціометра) або фази напруги змінного Струму (сельсин або обертові трансформатори). У дискретних датчиках вихідний сигнал представляється цифровим кодом (кодові датчики) або у вигляді Серії імпульсів (імпульсні датчики), або у виде релейного сигналу.

Чутливі пристрої зовнішньої інформації призначені для активного контролю і виявлення параметрів стану об'єктів і зовнішнього середовища в робочій зоні робота: форми, розмірів, положення і орієнтації в просторі предметів, з якими працює робот; координат перешкод і параметрів збурень, що діють на ПР; параметрів зв'язків, що накладаються зовнішнім середовищем на об'єкти; різних специфічних властивостей зовнішнього середовища, врахування яких необхідне при виконанні конкретної технологічної операції.

При цьому під зовнішнім середовищем розуміють виробничу обстановку робочої зони робота, включаючи що знаходяться там предмети і об'єкти, в тому числі технологічне обладнання, інші роботи, предмети маніпулювання, а також людей. Чутливі пристрої зовнішньої інформації повинні мати високі надійність і точність, великий ресурс роботи. Крім того, вони повинні володіти малими габаритними розмірами і масою, а також достатню твердість, що забезпечує високу точність визначення положень.

Найбільш ємну і важливу інформацію про зовнішнє середовище забезпечують зорові сенсорні пристрої. По виду виявляються властивостей об'єктів чутливі пристрої зовнішньої інформації можуть бути розділені на три групи: виявлення геометричних, фізичних або хімічних властивостей об'єктів.

По відстані сприйняття інформації сенсорні пристрої підрозділяються на чотири групи: найближчі (контактні), ближні в робочій зоні, далекі в робочій зоні і наддалекі (поза робочою зоною). Чутливі пристрої найближчої дії інформують про зіткненні з об'єктами і його характері. До них відносять датчики дотику, прослизання, зусиль і тисків. Чутливі пристрої ближньої дії повідомляють інформацію про об'єкти, що знаходяться в безпосередній близькості до робочих органів робота на відстанях від безпосереднього контакту до декількох міліметрів

ЗАДАЧА ВИМІРЮВАННЯ ВІДСТАНІ В СИСТЕМАХ МАШИННОГО ЗОРУ РОБОТІВ

Початовський А.Д.

Науковий керівник – викладач Холопов В.В.

Харківський радіотехнічний коледж, м. Харків, Україна
тел. +38(068) 756 04 68, e-mail: holopov_777@gmail.com

Currently, the task of distance measurement in robot machine vision systems is relevant. Equipping robots with non-contact methods of distance determination provides a significant expansion of their technological and functional capabilities. Perception and processing of visual information about the current state of the process, relative location and orientation of robots and objects of manipulation allows to automate such operations.

Завдання вимірювання відстані між двома об'єктами завжди було важливим, але в наш час його значення в техніці зросло в основному через необхідність високоточного визначення місця розташування об'єктів у будівництві, геодезії, військовій сфері, навігації тощо. При цьому вимоги до точності, максимальної дальності вимірювання, швидкості вимірювання, маси і габаритів приладів постійно підвищуються в різних сферах використання далекомірів.

В даний час вимірювання відстані є актуальним завданням роботизованих систем машинного зору. У часи пандемії, коли потрібно найменше контакту з людьми, на допомогу приходять роботи. Моно доставляє продукти, основні товари, включаючи ліки, їжу тощо. Тому оснащення роботів безконтактними методами вимірювання відстані (BMV) наразі є дуже актуальною темою. Оснащення роботів безконтактними методами визначення відстані забезпечує значне розширення їх технологічних і функціональних можливостей. Сприйняття та обробка візуальної інформації про поточний стан процесу, взаємне розташування та орієнтацію роботів та об'єктів маніпулювання дозволяє автоматизувати такі операції.

Ультразвукові та інфрачервоні циферблатні індикатори широко використовуються в простих роботах систем машинного зору. Однак їх великим недоліком є низька просторова роздільна здатність через широкую діаграму спрямованості випромінювачів. Огляд літератури показав, що лазерні далекоміри не мають цього недоліку. В якості джерела використовується лазер, який забезпечує гранично вузьку діаграму спрямованості і високу точність визначення відстані до об'єкта.

Лазери можна використовувати для вимірювання відстаней двома способами. Перший метод передбачає вимірювання часу, який потрібен для того, щоб світло досягло об'єкта та повернулося назад. Цей метод в основному використовується в тих випадках, коли об'єкт знаходиться на

відносно великій відстані, тому що через те, що швидкість світла відносно велика, досить важко виміряти час польоту світла і, відповідно, відстань. Для вимірювання коротких відстаней (до 1 м) потрібна точність вимірювання часу в декілька наносекунд.

Інший метод вимірювання відстані - фазовий. У цьому методі лазер працює в безперервному режимі, але його випромінювання піддається амплітудної модуляції сигналом певної частоти (зазвичай менше 500 МГц). При цьому довжина хвилі лазера не змінюється.

Фаза сигналу, відбитого від об'єкта порівнюється з фазою опорного сигналу, фіксується зсув фаз, за допомогою якого відбувається подальший розрахунок відстані по формулі:

$$D = \frac{c}{2f} \cdot \frac{\phi}{2\pi} \quad (1)$$

де D – відстань в метрах, f – частота модуляції лазера, c – швидкість світла, ϕ – фазовий зсув.

Формула діє тільки в тому випадку, якщо вимірювана відстань менше половини довжини хвилі сигналу, яка розраховується за формулою.

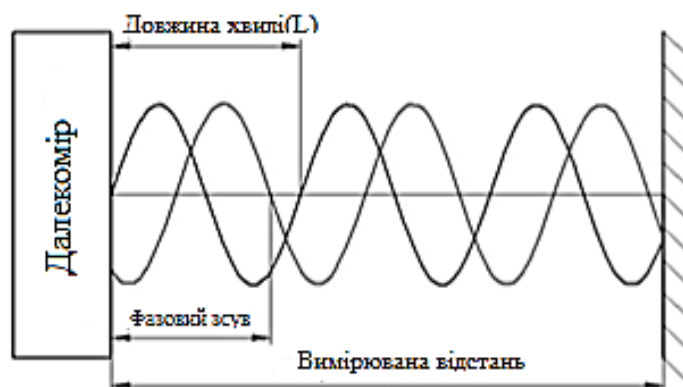


Рисунок 1

$$\lambda = \frac{c}{2f} \quad (2)$$

Точність вимірювання відстані при фазовому способі вимірювання може доходити до 0.5 мм.

Метод має певні недоліки, наприклад, потужність випромінювання лазера, який знаходиться в безперервному режимі роботи, значно менша за потужність імпульсного лазера, що не дозволяє використовувати цей метод для вимірювання великих відстаней. Крім того, швидкодія приладу обмежена швидкістю вимірювання різниці фаз із заданою точністю.

УДК 004.032.6:37.09

**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ТА
СУЧАСНИХ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗОШ
НА ПРИКЛАДІ УКРАЇНСЬКОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

Ніколенко О.С.

Науковий керівник – Учитель 1 категорії ЗОШ №143 Кожемякіна А.І.

ЗОШ №143, м. Харків, Україна

тел. +38(097) 008 41 72, e-mail: kozhemiakina0307@gmale.com

Modern education, although it provides versatile knowledge in various subjects, still depends very much on the amount of textbooks and training manuals accumulated over the years, which are often outdated and out of date. Sometimes we encounter a situation where the knowledge acquired by a student ceases to be relevant by the time he graduates from a higher educational institution. As a result, students are not ready for the realities of professional activity.

Гейміфікація в освіті – це процес розповсюдження гри на різноманітні сфери освіти, який дозволяє розглядати гру як метод освіти та виховання, як форму виховної роботи, як засіб організації цілісного освітнього процесу.

Станом на сьогодні, актуальність гейміфікації в освіті значно зросла, адже через дистанційне навчання зацікавленість студентів до освітнього процесу значно зменшилась, тому необхідно використовувати сучасні технології для того, щоб зробити навчання більш функціональним, приємним та мотиваційним. Коли люди навчаються на практиці або на власному досвіді, гейміфікація змусить їх діяти, не думаючи занадто багато. Ігрова механіка об'єднує навчання з психологією гри. Гра здатна підсилити рівень уважності, віддачі та вправності. Конкурентні ігри змушують гравців йти до перемоги. Аби зробити навчання більш інноваційним, гейміфікація змінює форму навчання від класичної та передбачуваної до легкої та зрозумілої. Таким чином це збільшує інтерактивність та робить процес освіти майже автономним. Ці переваги переконливі, проте якщо вони не зображають ваші потреби, то ймовірно гейміфікувати процес навчання не потрібно без необхідності у освітній програмі.

Сучасна освіта, хоча і дає різнобічні знання з різних предметів, все ще дуже сильно залежить від накопиченого роками обсягу підручників і навчальних посібників, часто застарілих і неактуальних. Часом ми зустрічаємо ситуацію, де отримані студентом знання перестають бути актуальними до моменту його випуску з вищого навчального закладу. Внаслідок цього, студенти виявляються не готові до реалій професійної діяльності.

Проблема в тому, що класичні освітні методики часто ігнорують про-

стий, але безмежно значущий факт – навчання має приносити радість, воно може і має бути цікавим. Так влаштований мозок людини: коли замість боротьби з нудьгою є драйв і позитивні емоції, інформація засвоюється краще.

Стандартна освіта спрямована на отримання знань великими труднощами. Впровадження гри при навчанні призводить до зворотнього, учні стають зацікавленими в отриманні знань та розкріпачуються.

Основною відмінністю використання ігрових платформ від традиційних форм освіти є активна участь користувачів; знання тут не транслуються, а видобуваються учнями самостійно. На початковому етапі роботи навчальний матеріал опрацьовується учнями самостійно, потім їм пропонується вирішити практичні завдання у віртуальній грі. Подібні завдання максимально відповідають реальним умовам в професійній діяльності.

Уже існує чи мала кількість вдалих проєктів у сфері гейміфікації. Наприклад, не складна гра *LinguaLeo* допомагає вивчати англійську мову, будь якій віковій категорії людей, у ігровій формі [3-5]. Потрібно лише обрати рівень знань та визначити, скільки годин на день учень може приділити маленькому леву на ім'я Лео. За подолання кожного завдання отримуємо винагороду у вигляді ласощів для лева. Чим більше ласощів, тим більше лев, а із левом зростає і рівень знань англійської мови. Проте, якщо пропустити декілька днів, лев зменшиться. А студент у свою чергу втрачає накопичені бали та не може перейти до наступної теми.

Вчених давно цікавить питання, чи доречно використовувати елементи гри в освітньому процесі. Дослідники та професіонали цієї галузі часто висловлювались на користь подібної практики.

По-перше, ігри за своєю сутністю містять в собі принципи раціонального навчання, встановлені когнітивними науками. Наприклад, цифрові ігри дозволяють студентам проєктувати себе у ситуацію, що підвищує їх здатність розуміти її.

По-друге, ігри здатні донести до студентів специфічний, індивідуальний навчальний матеріал та досвід. Індивідуальний підхід до навчання грає важливу роль у забезпеченні повного розкриття потенціалу студентів. Ігри адаптуються до потреб студентів, надаючи відповідну інформацію, коли це необхідно, водночас з прямою можливістю використати її на практиці.

Таким чином, гейміфікація є ефективним заходом підвищення мотивації користувачів. Однак у освітньому процесі ці заходи використовуються досить рідко, тому що не існує на цей час систем, що поєднують змагальний, ігровий та візуалізований підходи, які активують учбово-пізнавальну діяльність школярів на уроках Української літератури.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ГРАФІЧНОГО ДИЗАЙНУ В МУЛЬТИМЕДІЙНИХ СИСТЕМАХ

Бабич А.О., Цикура М.О.

Науковий керівник – викладачка II кваліфікаційної категорії Нестерук О.Г.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний
фаховий коледж Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут», м. Полтава

тел. +38(050)401-20-27, e-mail: nesteruk.alexa@mail.com

In this work were considered – this is a reaction to the rapidly changing world around us. We know for a fact that users are currently overloaded with information and content. They want simpler, minimalistic solutions with an intuitive interface, emoticons and blurred elements that tell them where to look.

Тренди відображають дух епохи, наші цінності і прагнення. Деякі з них короткострокові, а інші довго зберігають актуальність. Розглянемо і проаналізуємо тренди сучасного дизайну найбільш популярні:

- Елементи природи. У графічному дизайні ваша тенденція до використання форм та кольорів, натхнених пейзажів, дерев, листів і тварин.

- Абстрактність. Чіткі форми і лінії розширення відходять у минуле, а їх місце займають абстрактні елементи. Вони відмінно контрастують із суворим макетом і привертають увагу глядача.

- 3D-типографіка. Тривимірні букви різних форм, кольорів і розмірів, як анімовані, так і статичні, виглядають дуже ефектно. Вже зараз їх можна побачити всюди: на сайтах, білбордах і в друкованих виданнях.

- Символи. Символи використовувалися ще в доісторичні часи, задовго до появи графічного дизайну. Зараз вони використовують, щоб розкрити ідею і представити продукт. Зазвичай вони представлені значками, іконками та словами і допомагають долати мовний бар'єр.

- Монохромність. Чорно-білий фон відмінно пошкодитися з текстом, а також графікою, символами і зображеннями.

- Ретрофутуризм. Цей стиль змінить ностальгію за часами, коли люди мріяли про повністю автоматизоване майбутнє з літаючими машинами та дослідженнями далеких галактик.

- Геометричні форми. Крім того, прості геометричні форми можуть додати велике значення дизайну. Геометричні форми відмінно підходять як для 2D, так і 3D-дизайну.

- Класичні вінтажні шрифти. Останнім часом випускається все більше елегантних шрифтів у вінтажному стилі. Наприклад, Glamour Absolute, який підійде для різних проектів. Ці шрифти дають приємний ефект старовини в дизайні.

– Емоджі. Соціальні мережі впливають не тільки на наше повсякденне життя, але і на трендовий графічний дизайн. Так як емоджі - популярний спосіб візуалізації емоцій і душевного стану, дизайнери почали використовувати їх при створенні сайтів і упаковок продуктів.

Робота над підготовкою проєктного рішення одиниці графічного дизайну вимагає комплексного підходу, аналізу вихідних даних, кінцевої мети та врахування інтересів кожного зі стейкхолдерів кінцевого продукту.

Першим кроком при підготовці проєктного рішення є дослідження, або визначення параметрів проблеми.

Збір та аналіз відповідей на дані запитання є основою ґрунтового підходу до комплексної роботи над продуктом. Він дозволяє правильно розпланувати наступні етапи, запобігти зайвих помилок, що призведуть до великої кількості технічних правок, що як правило займають у дизайнерів чи не більше часу, ніж створення першої майстер-версії, особливо при відсутності проміжних консультацій із замовником.

Наступним кроком є збір і вивчення всіх необхідних матеріалів. Як-то аналогів, контексту, маркетингових, соціальних, психологічних чинників тощо. Джерелом можуть бути література про графічний дизайн або спеціалізовані інтернет-ресурси, що також є осередками, що містять в собі безліч прикладів для натхнення у створенні якісного дизайну. Наприклад, веб-сайт AIGA демонструє тисячі зразків, що відзначені міжнародною професійною спільнотою та отримали престижні нагороди.

Всі тренди, що були розглянуті - це реакція на швидко мінливий світ навколо нас. Ми точно знаємо, що в даний час користувачі перевантажені інформацією і контентом. Їм потрібні більш прості, мінімалістичні рішення з інтуїтивним інтерфейсом, смайликами і розмитими елементами, які підказують, куди дивитися.

Аналіз історичних підходів до вивчення та систематизації знань про графічний дизайн. Визначено що графічний дизайн на всіх етапах його розвитку являв собою невід’ємну частину суспільних відносин. Дизайн зародився більш ніж 38 000 років тому, і спочатку уявляв собою примітивні печерні малюнки, і потім доріс до справжніх витворів мистецтва а тоді знову з ідеального елітарного світу повернувся до буденності повсякденного життя. Далі були розглянуті роботи видатних творців сфери графічного дизайну, такі як Сол Басс, Пол Ренд, Мілтон Глейзер, Алан Флетчер та Герб Любалін. Були визначені основні характерні особливості їх творчості, та їх вплив на галузь.

УДК 004.032.6

**АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ МЕТОДІВ
ДЛЯ ФОРМУВАННЯ МАРКЕТИНГОВИХ
СТРАТЕГІЙ РЕКЛАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ**

Матвієнко М.О.

Науковий керівник – викладач Марченко С.М.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний
фаховий коледж Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут», м. Полтава
тел. +38(050)401-20-27, e-mail: marchenkoCM@gmail.com

With the help of modern technologies, Internet advertising can be presented in various formats and types, the goals of which are also to convey information to consumers, achieve a higher level of company recognition, create its positive image and increase customer loyalty in the virtual environment. One of the most common formats of advertising is media. Media advertising is mainly banners that influence the user with the help of their emotional content, aimed at visual perception.

За допомогою сучасних технологій інтернет-реклама може бути представлена в різноманітних форматах та видах, цілі яких також полягають у тому, щоб донести інформацію до споживачів, досягти більшого рівня впізнаваності компанії, створити її позитивний образ та підвищити лояльність клієнтів віртуальне середовище. Одним із найпоширеніших форматів реклами є медійна. Медійна реклама є переважно банери, які впливають на користувача за допомогою свого емоційного змісту, спрямовані на зорове сприйняття. Банерна реклама має тісну подібність із зовнішньою рекламою та рекламою в пресі. Крім банерів, можна побачити і текстові посилання в ролі медійної реклами. Метою є привернути до себе увагу, зробити так, щоб таку рекламу помітили. Щоразу під час знаходження в Мережі майже на всіх сайтах ми стикаємося з величезною кількістю банерів різних форм, стилів та змісту.

Бувають випадки, коли медійна реклама зовсім не пов'язана з певним сайтом. Прикладом може бути реклама сезону розпродажів у певному магазині або текстові повідомлення (у формі медійної реклами) про вигоди, низькі ціни із зазначенням номера телефону, завдяки якому виникає негайний відгук клієнтів у вигляді дзвінків. У користувача просто не виникає необхідності переходити на сайт, якщо на банері представлена вся необхідна інформація.

Відповідно до специфіки різноманіття банерної реклами, існують такі типи:

- Графічні неанімовані банери у форматі GIF, JPEG-картинок та анімовані Flash-банери;

- Rich-media - Flash-банери, що відкриваються поверх вмісту сторінки. Такі банери за допомогою спеціальних технологій можуть набувати абсолютно різних форм (плаваючі зображення, розхлопуються («розхлопи») і банери, що відкриваються.

- Top-line - рекламні смуги (розтяжки), що розташовуються над основним матеріалом сторінки та займають всю ширину вікна браузера. Найчастіше, коли йде завантаження сайту, реклама виглядає як великий банер на весь або майже весь екран, але після повного завантаження сторінки, банер набуває вигляду розтяжки.

- Pop-under – рекламні банери, що відкриваються у новому вікні браузера. Так відбувається після натискання на рекламний модуль, що вас цікавить. Розташовуються ці банери зазвичай під вікном, з метою звернути на себе уваги користувача після закриття веб-сторінки, в якій він працював.

Можна виділити такі особливості, якими має банерна реклама:

- Велике охоплення аудиторії;
- Відмінно підходить для виведення нового товару ринку;
- Спрямована формування іміджу компанії чи бренда;
- Здатність залучати нових клієнтів, коли продукт чи послуга має масовий характер виробництва.

Щоб досягти максимального ефекту від використання даного формату інтернет-реклами, слід звернути увагу на такі напрямки підвищення ефективності:

1. Важливість вибору рекламних майданчиків для розміщення банерів. Розміщення банерної реклами в Мережі відбувається за допомогою різноманітних сучасних сервісів інтернет-реклами. Перевага надається сайтам, які відрізняються високою відвідуваністю та кількістю цільової аудиторії, тобто. зміст рекламного повідомлення має відповідати контенту сайту.

2. Місце розташування банера на майданчику. Найдорожчий спосіб розміщення вважається розміщення банера у шапці сайту, яка привертає найбільшу увагу відвідувачів, бо насамперед впадає у вічі.

3. Візуальне оформлення банера. Зміст рекламного повідомлення має бути коротким і ясным, а анімація, що використовується, – помірною і ненастирливою.

Згідно з опитуванням, проведеним дослідницьким центром рекрутингового порталу Google AdSense кількість тих, хто клікнув на банерну рекламу і проігнорував користувачів, розділилася порівну. Основними причинами недовіри населення до банерної реклами є побоювання вірусів, марний зміст, наявність спаму. Але найбільше негативне сприйняття викликає не через сильну нав'язливість банерів, неможливість його закрити, також іноді роздратування викликає наявний звуковий супровід, надмірні анімаційні ефекти.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОТОМЕТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА ПРИКЛАДІ КРАПЕЛЬ ДОЩУ

Донець Д.О., Дзябенко А.Ю.

Науковий керівник – викладач В.В. Олійник

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний
фаховий коледж Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут», м. Полтава

тел. +38(050)401-20-27, e-mail: amanka156@gmail.com

In this work, these conclusions are verified using a video of drops falling from a faucet on a background with variable brightness. The video was taken with a slow exposure time (1/1000 s) to prevent blur due to the movement of the droplets. The background of the stage consisted of horizontal stripes of different brightness. In real videos, falling raindrops will have a blurry image due to the finite value of the camera's exposure time. As a result, the falling drops will appear in the image as streaks of rain. Unlike the model considered at a fixed moment in time, the brightness of the rainband will depend on the brightness of the stationary drop, as well as on the brightness of the background scene and the exposure time of the camera.

В цій роботі розглянуто відеопослідовності, які не мають потрібного рівня їх візуальної якості. Це ускладнює їх аналіз і прийняття достовірних рішень про наявність об'єкта пошуку в кадрі, а також його розпізнавання, ідентифікації та вимірювання координат. Відеоспостереження є невід'ємною частиною безпеки в багатьох областях: банки кафе, різні організації та військові об'єкти та т.і. Його використовують для забезпечення безпеки та порядку, включаючи задачі боротьби з незаконним поведінням на трасах міжнародного значення.

Одна з основних проблем при застосуванні зовнішніх систем спостереження – це вплив погодних умов на відео із-за наявності дощу, снігу, диму, туману, пилу тощо. У даній роботі розглядається задача усунення впливу дощу, досліджуються фотометричні властивості крапель.

Відомо, що краплі дощу поводять себе як лінзи, які заломлюють і відбивають (дзеркально та внутрішньо) зображення сцени у бік камери. Фотометрична модель показує, що краплі дощу мають великий розмір поля зору – приблизно 165° (рис. 1), а падаюче світло, яке заломлюється в бік камери, послаблюється лише на 6%.

Виходячи з цих оптичних властивостей краплі, можна зробити такі висновки:

– краплі дощу заломлюють світло з великого кута навколишнього середовища (включаючи небо) в бік камери;

– дзеркальні і внутрішні відблиски ще більше додають яскравості краплі. Таким чином, падіння краплі, як правило, набагато яскравіше, ніж фон (частина сцени, яку вона закриває).

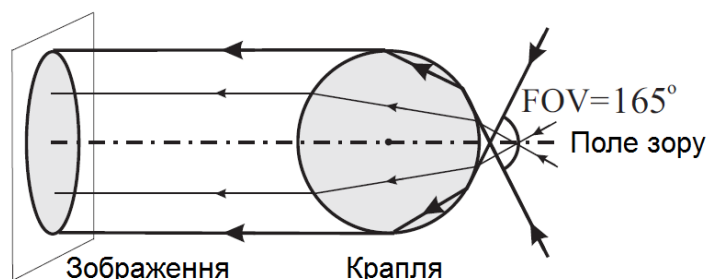


Рисунок 1 – Фотометрична модель

В даній роботі було зроблено відео з малим часом експозиції (1/1000 с), щоб запобігти розмитості за рахунок руху крапель. Фон сцени складався з горизонтальних смуг різної яскравості, як показано на рис. 2.

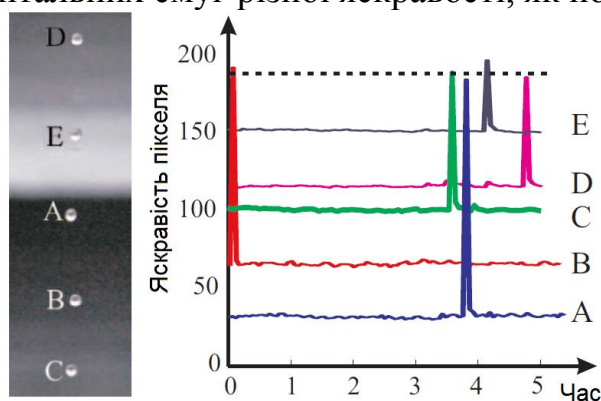


Рисунок 2 – Елементи фону сцени

Середня яскравість областей, позначених від А до Е, будуються як функція часу. Кожен пік відповідає раптовому збільшенню яскравості коли крапля проходить через позначену область. Звертає на себе увагу, що яскравості крапель (пікові значення стрибків) дуже великі, вище відповідної інтенсивності фону. Крім того, ці пікові значення приблизно однакові, хоча інтенсивність фону дуже відрізняється (пунктирна лінія на рис. 2).

Таким чином, різкий стрибок сигналу яскравості може бути використаний як інформаційна ознака для виявлення крапель дощу на відеозображенні. В реальних відео падаючі краплі дощу матимуть розмите зображення по причині кінцевого значення часу експозиції камери. В результаті падаючі краплі виглядатимуть на зображенні як смуги дощу. На відміну від розглянутої моделі у фіксований момент часу, яскравість смуги дощу залежатиме від яскравості нерухомої краплі, а також від яскравості фонові сцени та часу експозиції камери.

УДК 004.032.6

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ 3D-ГРАФІКИ В СУЧАСНИХ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ СИСТЕМАХ

Дзябенко А.Ю.

Науковий керівник – викладач Орлеан С.І.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний
фаховий коледж Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут», м. Полтава
тел. +38(050)401-20-27, e-mail: orleanSI@gmail.com

This work reviewed the types of polygons and polygonal grids. Polygons exist with three, four and five vertices. A correct polygonal mesh should be smooth and have a flowing organization of polygons. Methods of polygonal modeling are also analyzed, such as: solid modeling, polygonal modeling, hard surface, spline modeling, nurbs modeling, surface modeling and sculpting

Історія тривимірної візуалізації починається в далекому 1962 році, коли аспірант університету міста Юти, США, створює програму, яка дозволяє візуалізувати найпростіші 3D-моделі. Пізніше в цьому навчальному закладі відкривається перша в світі кафедра комп'ютерної графіки. Перший анімаційний фільм під назвою «Історія іграшок», повністю зроблений з допомогою об'ємної графіки, вийшов через кілька десятиліть - в 1995 році.

3D моделювання міцно увійшло в наше повсякденне життя. Воно застосовується в сфері маркетингу, архітектури, дизайну, в розважальній індустрії, не кажучи вже про промисловість. Завдяки появі 3D-друку тривимірне моделювання перейшло на новий рівень і стало затребуване, як ніколи. Однак побудова 3D-моделей вимагає особливих знань і навичок, необхідно спеціальне навчання. З'явилася нова професія 3D-дизайнер, цікава, творча і дуже потрібна.

Спектр використання 3D моделювання:

1. Мультиплікація.
2. 3D візуалізація будівель і інтер'єрів.
3. Реклама і маркетинг.
4. Виробництво меблів.
5. Промисловість.
6. Медична сфера

Переваг у 3D моделювання перед іншими способами візуалізації багато. Тривимірне моделювання дозволяє створити дуже точну модель, максимально наближену до реальності. Сучасні графічні програми характеризуються високою деталізацією. Відобразити тривимірний об'єкт в двомірній площині не просто. 3D візуалізації дає можливість ретельно прорахувати і переглянути всі нюанси моделі.

Тривимірна модель дозволяє вносити зміни і правки, без перемальовування всієї конструкції. Попередній перегляд показує, як ці зміни впливають на результат.

3D моделювання зручно не тільки для презентації кінцевому замовнику, а й дає багато переваг виробнику. З тривимірної моделі отримують креслення окремих деталей або всієї конструкції цілком. Незважаючи на те, що створення тривимірної моделі процес ретельний і не швидкий, працювати з ним надалі набагато простіше і зручніше, ніж з традиційними кресленнями.

Тривимірне моделювання - це процес створення тривимірної моделі об'єкта. Його основне завдання у тому, щоб показати візуальний обсяг, створюваного об'єкта.

Розглянемо види полігонів:

1. Полігон із трьома вершинами. Він має мінімально кількість вершин та сторін. Також називається як "трикутник" або "трис". При необхідності його з легкістю можна перетворити на полігон із трьома вершинами.

2. Полігон із чотирма вершинами. Має чотири вершини та чотири сторони, що робить його вкрай зручним для побудови тривимірних форм, а також при маніпуляціях із полігональною сіткою. Цей вид є обов'язковим при побудові 3D-моделей, які надалі удосконалюватимуться, анімуватимуться і згладжуватимуться.

3. Полігон із п'ятьма вершинами або більше (N-Gon). Створює труднощі у вигляді різних артефактів під час текстурювання, рендеру або анімації. Також із мінусів — погано піддається згладжуванню на згинальних поверхнях.

Під топологією розуміється плавна і потокова організованість полігонів. Просто кажучи, топологія — акуратність, правильність полігональної сітки і безперервність каркасу.

Топологія в 3D-моделюванні є ключовим аспектом правильної розробки тривимірного об'єкта, тому що від цього залежить, як надалі згладжувати стики полігонів, робити розгортка і анімувати об'єкт.

В цій роботі було проведено огляд видів полігоновів та полігональних сіток. Полігони існують із трьома, чотирма і п'ятьма вершинами. Правильна полігональна сітка повинна бути плавною та мати потокову організованість полігонів. Також проаналізовано методи полігонального моделювання такі, як: твердотільне моделювання, полігональне моделювання, hard surface, сплайн моделювання, nurbs моделювання, поверхневе моделювання та скульптинг. Для роботи було обрані методи скульптинга та полігонального моделювання. Завдяки скульптингу в програмі ZBrush буде отримано модель персонажа, а полігональним моделюванням в MAYA буде зроблена ретопологія.

УДК 004.514

**АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТРЕЙЛЕРУ ГРИ
В ЖАНТРІ «ВІЗУАЛЬНА НОВЕЛА»**

Яценко В.С.

Науковий керівник – викладач Кожем'якін М.В.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний
фаховий коледж Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут», м. Полтава

тел. +38(050)401-20-27, e-mail: kozhemiakinkolya@gmail.com

Visual novels or short stories have become one of the leading genres and are popular. In a game in the VN genre, the player reads the text, which is accompanied by all kinds of character sprites, decorative fabrics, special images and videos. Sometimes there are plot branches. Depending on the choice, the plot goes in different directions, so the entire content is not visible in one passage (or reading). In most cases, the true ending is revealed only after you have met all the storylines, which are called routes.

Візуальні романи або новели (visual novel, скорочено -) давно стали одним з провідних жанрів і користуються популярністю.

У грі в жанрі VN гравець читає текст, який супроводжується всілякими спрайтами персонажів, декоративних тканин, спеціальними зображеннями і відео. Часом зустрічаються сюжетні розгалуження. Залежно від вибору сюжет йде різними течіями, тому за одне проходження (або прочитання) весь контент не помітен. Справжня кінцівка в більшості випадків відкривається лише після того, як ви познайомитеся з усіма сюжетними лініями, які називають рутами.

У теперішній час написання сценарію за будь-якої потреби займає набагато менше часу завдяки технологічному розвитку цієї галузі. Існує багато програмних засобів для роботи із сценарним текстом. Я обрав декілька відомих мені для порівняльного аналізу: Microsoft Word, Final draft, Scrivener та Ultra Otliner.

Microsoft Word - Microsoft Word (часто - MS Word, WinWord або просто Word) - текстовий процесор, призначений для створення, перегляду, редагування та форматування текстових статей, ділових паперів, а також інших документів, з локальним застосуванням простіших форм таблично-матричних алгоритмів.

Final draft – це програма для написання та форматування сценаріїв відповідно до стандартів подання, встановлених театральною, телевізійною та кіноіндустрією. Присутні картки і робота зі сценами.

Scrivener- програма обробки текстів, розроблена спеціально для авторів (Scrivener надає систему організації для документів, заміток і мета-

даних документи включають в себе текст, зображення, PDF, аудіо, відео, веб-сторінки і т.і.).

Ultra Outliner – програма яка дозволяє сценаристам відмовитися від паперових карток на користь віртуальних вже на етапі чернетки. З її допомогою можна істотно оптимізувати розробку історії, ґрунтуючись на ідеях Роберта Маккі і Сіда Філда.

У даній роботі наведено класифікацію жанрів сценаріїв, детальний аналіз систем для написання сценарії комп'ютерної гри в жанрі «візуальна новела».

Розглянемо концепт самої гри.

1. Назва гри: Історія одного меча та підземелля.
2. Жанр: «Візуальна новела».
3. Сеттінг: середньовіччя 15 століття.

Сюжетний конфлікт гри: у центрі сюжету головний герой Дарби Джонак, мечник, який мешкає в середньовічному село. Його робота - оборона цього села. Одного разу село знищує дракон. Дарби Джонаку потрібно знайти меч яким можна пробити луску дракона. Меч можна знайти тільки в одному місці - «Печері втрачених». У пошуках йому допомагає його команда. Подорож насичена боротьбою з монстрами.

Сюжетна лінія гри має кілька відгалужень, перехід на які залежить від вибору гравця.

Репліки персонажів прописуються в нижній частини екрана, і гравець може впливати на хід гри, роблячи свій вибір в тих чи інших ситуаціях.

4. Цільова аудиторія: діти (6+) та дорослі.
5. Основні особливості гри: Небачена пригода чотирьох сміливих героїв за легендарним мечем, яким можна здолати зло, яке пробудилося. В цій грі історія подається гравцеві за допомогою статичних спрайти персонажів на фонових зображеннях, текстових блоків. Гравцю лише зрідка потрібно зробити певний вибір, зокрема — вибрати варіант відповіді в діалозі.

6. Детальний опис гри (геймплей та основні ігрові механіки): Геймплей цієї гри: управління головним героєм за допомогою правильного вибору в діалогах для досягнення мети – отримання меча, яким можна пробити луску дракона. Всі рухи, дії, битви героїв мають 2 варіанта вибору для гравця, від чого залежить подальший сюжет. Основні ігрові механіки: Гра у вигляді картинок з спрайтами персонажів та фонових зображень і діалогу з двома варіантами вибору подальшої дії - Лкм вибір діалогу. Гра запускається кнопкою «ПОЧАТИ». Є можливість загрузити гру зі збереження. Є можливість змінити налаштування.

**АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АЛГОРИТМІВ
ВІЯВЛЕННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

Анур'єва К.С.

Науковий керівник – викладач вищої кваліфікаційної категорії Бабич О.В.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний
фаховий коледж Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут», м. Полтава

тел. +38(050)401-20-27, e-mail: obabich@polytechnic.poltava.ua

With recent advances in neural networks and deep learning algorithms, optical data appears to be a truly valuable source of information that can provide meaningful signals to a UAV detection system.

З недавніми досягненнями в нейронних мережах та алгоритмами глибокого навчання оптичні дані здаються справді цінним джерелом інформації, яке може надати значні сигнали системі виявлення БПЛА. Дослідження розвиваються навколо парадигми глибокого навчання з часу її великого успіху в класифікації зображень за популярним набором даних ImageNet на конкурсі ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge у 2012 р. Більшість робіт, що використовують глибокі нейронні мережі deep neural networks (DNNs) для визначення об'єкта є БПЛА, використовують загальну архітектуру виявлення об'єктів з потужним DNN як модель класифікації, призначену для БПЛА. З цією метою DNNs заздалегідь попередньо підготовлені до загальних даних (наприклад, ImageNet), щоб їх можна було точно налаштувати з даними БПЛА, таким чином коригуючи їх параметри для розпізнавання таких об'єктів.

Гіперспектральні датчики зображення збирають інформацію у вигляді набору зображень у всьому електромагнітному спектрі. Кожне зображення представляє вузький діапазон довжин хвиль електромагнітного спектра, також відомий як спектральна смуга. Ці зображення поєднуються, утворюючи тривимірний (x, y, λ) гіперспектральний куб даних для обробки та аналізу, де x і y представляють два просторові виміри сцени, а λ - спектральний вимір (що включає діапазон довжин хвиль). Метою гіперспектральної візуалізації є отримання спектра для кожного пікселя на зображенні сцени з метою пошуку об'єктів, ідентифікації матеріалів або виявлення процесів. Засоби гіперспектральної візуалізації включають виявлення специфічних особливостей місцевості та рослинності, мінералів або типів ґрунтів для управління ресурсами, виявлення штучних матеріалів у природних умовах та виявлення транспортних засобів або катерів з метою оборони та розвідки. Ці датчики часто встановлюються на БПЛА, які використовуються для робіт пов'язаних зі скануванням місцевостей з повітря.

Загальні алгоритми виявлення об'єктів на гіперспектральних зображеннях можуть бути використані для виявлення та класифікації БПЛА. Для цього знадобиться достатньо даних із камери гіперспектрального зображення, яка фіксує польоти БПЛА, для точної настройки існуючих методів. До епохи глибокого навчання дослідники зосереджувались на розробці алгоритмів виявлення цілей на гіперспектральних даних зображення за допомогою класичної теорії виявлення та фізичних моделей сигналів.

З розвитком глибокого навчання, особливо згорткових нейронних мереж Convolutional Neural Networks (CNNs), дослідники скористалися більш потужною здатністю представлення, яку надають CNN, і досягли чудових результатів у виявленні та класифікації об'єктів при використанні гіперспектральних зображень.

На відміну від оптичних датчиків, теплові датчики працюють у невидимому електромагнітному спектрі. Теплові камери здатні фіксувати інфрачервоне випромінювання, що випромінюється усіма предметами у вигляді тепла. Вони чутливі до дальнього інфрачервоного діапазону електромагнітного спектра з довжиною хвилі від 9 до 14 мкм. Головною перевагою при використанні теплової камери у програмі, що стосується безпеки, є можливість візуалізації навколишнього середовища незалежно від зовнішнього освітлення чи погодних умов і навіть у повній темряві. Крім того, у порівнянні з традиційними RGB-камерами, теплові камери забезпечують підвищену стійкість проти змін освітленості. Проте, теплові камери зазвичай видають зображення з нижчою роздільною здатністю, хоча і дорожчі. Таким чином, спочатку вони використовувались лише у військових цілях, але недавні досягнення технологій знизили їх вартість і дозволили використовувати їх у промисловості та науково-дослідних секторах. Приклад теплового панорамного зображення з високою роздільною здатністю на малюнку.

У системі БПЛА, що захищає безпечну зону, наприклад, в'язницю, теплові камери, швидше за все, розташовуються або на землі, або поверх інших конструкцій (наприклад, будівель, веж спостереження).

Останні дослідження теплових зображень використовують методи глибокого навчання, які виявились ефективнішими порівняно з традиційними методами обробки зображень. Точніше, останні методики зазвичай використовують CNNs для вирішення різноманітних завдань. Сюди входять класифікація цілого вхідного зображення чи пропозиції регіону, отримані іншими методами, виявлення та локалізація цілей у більшому кадрі або автоматичне вилучення ознак зовнішнього вигляду. Залежно від програми та наявності навчальних даних, зайняті CNNs можуть бути або попередньо навченими на великих загальних та багатоцільових наборах даних, таких як ImageNet, відрегульовані або навчені з нуля, використовуючи дані конкретного завдання.

РОЗРОБКА ТА СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ «МІЙ МАЙСТЕР»

Забрянська М.О., Дем'яненко А.І.

Науковий керівник – викладач Зелінська А.О.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний
фаховий коледж Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут», м. Полтава
тел. +38(050)401-20-27, e-mail: zelinska@gmail.com

The paper defined the term "application", analyzed the types of applications (native, hybrid, web applications) and determined their features. Also, the features of mobile applications were established according to their purpose, because they occupy a significant place in the life of a modern person. In addition, the methods of developing mobile applications (native and cross-platform) were considered and their features were indicated.

Із кожним роком кількість мобільних телефонів в усьому світі збільшується. Комп'ютери та ноутбуки все частіше використовуються здебільшого для роботи. Люди віддають перевагу мобільним гаджетам та проводять із ними майже весь вільний час. Замовлення їжі й таксі, виклик майстра для отримання певних послуг, вивчення іноземних мов, спілкування, купівля/продаж товарів і багато іншого – все це сучасні користувачі звикли робити за допомогою своїх мобільних телефонів.

Щодня в маркетах AppStore та GooglePlay з'являються сотні нових додатків. Для того, щоб зрозуміти реальні потреби людей, необхідно провести аналіз існуючого ринку мобільних додатків, варто провести опитування серед потенційної аудиторії.

Виходячи огляду й аналізу сучасного ринку мобільних додатків метою цієї роботи є дослідження потреб аудиторії та проектування якісного програмного продукту, що полегшить життя користувачів.

Мобільний додаток «Мій майстер» включатиме такий функціонал:

- реєстрація користувача (замовника послуг);
- можливість видалення акаунту користувача;
- можливість переглянути виконані та активні заявки;
- чат-підтримка з оператором компанії;
- замовлення певних послуг з можливістю додавання фото чи відео;
- можливість вибору майстра з урахуванням його середньої оцінки та відгуків;
- відстеження місцезнаходження майстра;
- можливість зв'язатися з майстром;
- можливість залишити відгук за наданими послугами;
- сплата послуг готівкою чи безготівково;

- можливість залишити чайові майстру.

Можливість залишити заявку на надання послуг в мобільному додатку «Мій майстер» буде цілодобовою.

Також було розглянуто сучасний український ринок мобільних додатків, визначено та проаналізовано аналогічні програмні рішення, після сформовано постановку задачі, виходячи з потреб користувачів.

У ході роботи для кожної сторінки мобільного додатку «Мій майстер» були розроблені User flow-діаграми мобільного додатку «Мій майстер».

На спроектованій діаграмі показано алгоритм роботи додатка. Усе починається з відображення вікна запуску. Якщо користувач заздалегідь виконував вхід в систему, то він бачить екран головного екрану. Якщо користувач не здійснив вхід в систему то він може мати чи не мати акаунту. Незалежно від ситуації користувач бачить екранну форму входу, яку необхідно заповнити для здійснення входу в систему. У разі, коли користувач не має акаунту, йому необхідно перейти до реєстрації.

Після входу або ж повної реєстрації користувач потрапляє на головну сторінку мобільного додатку. Він може перейти до чату з оператором, у приватний кабінет, на екран створення нової заявки або ж на сторінку з описом певної категорії послуг.

Якщо користувач вирішив відкрити чат, то він бачить список усіх чатів, якщо такі є. Є можливість створити новий або обрати один з існуючих, написати повідомлення та надіслати його. Після цього можна повернутися до списку чатів або ж до головної сторінки додатку.

У разі, якщо користувач заходить у приватний кабінет, він може редагувати власну інформацію, змінити налаштування додатку, переглянути свої заявки. Для відображення користувач має можливість відображати виконані чи актуальні заявки, після чого переглядати детальну інформацію про обрану з них.

Коли користувач вирішує створити нову заявку, він має заповнити форму, обрати майстра (необов'язковий крок), визначитися зі способом оплати послуги, підтвердити надсилання заявки.

Майже завжди користувач може повернутися на крок назад, якщо в цьому є необхідність.

Отже в роботі було розглянуто методи розробки мобільних додатків (нативний і кросплатформений) та вказано їхні особливості. Було встановлено особливості дизайну додатків для платформи iOS, розглянуто види навігації.

На основі розробленої Userflow було спроектовано UI/UX дизайн інтерфейсу мобільного додатку «Мій майстер» за допомогою інструменту Figma, а у пояснювальній записці наведено приклади екранних форм з детальним описом послідовності дій користувача (інструкція користувача).

УДК 004.738

АНАЛІЗ МЕРЕЖЕВИХ ПРОТОКОЛІВ ТА МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В ІГРАХ

Чорненький О.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Шаповалов С.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(098) 2388430, e-mail: oleksandr.chornenkyi1@nure.ua

Using the main transport protocols: TCP and UDP. TCP has many useful features: reliability, preservation of packet order, error detection. UDP doesn't have all of that, but TCP by its very nature has high latencies that are unacceptable for some games.

Існує два основні транспортні протоколи: TCP та UDP. TCP має безліч корисних особливостей: надійність, збереження порядку пакетів, виявлення помилок. У UDP всього цього немає, зате TCP за своєю природою має підвищені затримки, неприпустимі для деяких ігор. Тобто для забезпечення низьких затримок можна створити власний протокол на основі UDP або використовувати бібліотеку, що реалізує транспортний протокол на UDP і адаптовану для відеоігор. Вибір між TCP, UDP та бібліотекою залежить від кількох факторів. По-перше, від потреби гри: чи потрібні їй низькі затримки? По-друге, від вимог протоколу додатка: чи потрібний йому надійний протокол?

Проведемо аналіз які дані передавати і в якому форматі.

Сервер відправляє не повний, а відфільтрований стан із сутностями, які знаходяться поруч із гравцем. Він робить це з трьох причин. По-перше, повний стан може бути надто великим для передачі з високою частотою. По-друге, клієнтів в основному цікавлять візуальні та аудіодані, тому що більшість ігрової логіки симулюється на сервері гри. По-третє, у деяких іграх гравець не повинен знати певних даних, наприклад, позицію противника на іншому кінці карти, адже в іншому випадку він може зняти пакети і точно знати, куди рухатися, щоб його вбити.

Першим кроком до серіалізації буде перетворення даних, які ми хочемо відправити (введення або ігровий стан) у відповідний для передачі формат.

У багатьох джерелах рекомендується використовувати двійковий формат, який набагато компактніший. Тобто пакети матимуть лише кілька байтів. Тут потрібно враховувати проблему порядку байтів, що на різних комп'ютерах може відрізнятися.

Для серіалізації даних можна використовувати такі бібліотеки:

- FlatBuffers компанії Google
- Cap'n Proto компанії Sandstorm
- cereal Шейна Гранта та Рендольфа Вурхіса

Альтернативним рішенням може бути самостійна реалізація, вона не є особливо складною, особливо якщо в коді ви використовуєте орієнтований на підхід. Крім того, вона дозволить вам виконувати оптимізацію, яка не завжди можлива при використанні бібліотеки.

Кількість даних, що передаються між клієнтами та сервером, обмежена пропускнуою здатністю каналу. Стиснення даних дозволить передавати в кожному сніпшоті більше даних, збільшити частоту оновлення або просто зменшити вимоги до каналу.

Перша техніка – це бітова упаковка. Вона полягає у використанні рівно тієї кількості бітів, яка потрібна для опису потрібної величини. Наприклад, якщо у вас є перелік, який може мати 16 різних значень, то замість цілого байта (8 біт) можна використовувати лише 4 біти.

Дискретизація - це техніка стиснення з втратами, яка полягає у використанні для кодування величини лише підмножини можливих значень. Найпростіше реалізувати дискретизацію округленням чисел із плаваючою комою.

Розглянемо алгоритми стиснення без втрат:

- Кодування Хаффмана з заздалегідь обчисленим кодом, яке є надзвичайно швидким і може давати хороші результати. Воно використовувалося для стиснення пакетів у мережевому двигуні Quake3.

- zlib – алгоритм стиснення загального призначення, який ніколи не збільшує обсяг даних. Він може і стати в нагоді, якщо вам потрібно відправляти клієнтам з сервера асети, довгі тексти або рельєф.

- Копіювання довжин серій — дуже ефективно для певних типів даних, і може використовуватися як етап попередньої обробки перед zlib. Він особливо підходить для стиснення рельєфу, що складається з тайлів або вокселів, у яких повторюється безліч сусідніх елементів.

- Крім того, вам може знадобитися шифрувати передачу інформації між клієнтами та сервером. На це є кілька причин:

- приватність/конфіденційність: повідомлення можуть бути прочитані тільки одержувачем, і жодній іншій особі, яка виконує сніфінг мережі, не вдасться їх прочитати.

- автентифікація: людина, яка бажає виконувати роль гравця, повинна знати її ключ.

- запобігання читерству: зловмисним гравцям буде набагато складніше створювати власні пакети для читерства, їм доведеться відтворювати схему шифрування та знаходити ключ (який змінюється при кожному з'єднанні).

Таким чином можна зробити висновки, що стиск зовсім необов'язковий і рішення про його використання залежить тільки від гри та необхідної пропускнуої спроможності каналу. Шифрування обов'язково, але в першому прототипі можна обійтися без нього.

СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ VR, НА UNREAL ENGINE

Винокуров Д.М.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(066) 517-80-96, e-mail: dmytro.vynokurov@nure.ua

Unreal Engine is one of the most popular and powerful tools for developing VR applications. Its use can help in creating high-quality and realistic virtual learning environments. Using Unreal Engine also allows developers to create interactive and dynamic virtual environments, which will allow students to gain deeper and more meaningful knowledge

Зважаючи на стрімкий розвиток технологій у сфері віртуальної реальності (VR), створення навчального простору з використанням цієї технології може бути актуальним напрямом для покращення якості навчання.

По-перше, використання VR у навчальному процесі може забезпечити велику кількість можливостей для практичного навчання та експериментування. Наприклад, студенти медичних факультетів можуть відтворювати складні хірургічні операції у віртуальній реальності, що дозволить їм отримати більше практичного досвіду перед роботою з живими пацієнтами.

По-друге, використання VR може допомогти у підвищенні зацікавленості студентів у навчанні. Віртуальні середовища можуть бути привабливими та цікавими для молоді, що може стимулювати їхнє навчання та покращувати їхню увагу.

По-третє, використання VR може забезпечити можливість навчання на відстані та дистанційну освіту. За допомогою віртуальної реальності, студенти можуть відчувати, ніби вони присутні на занятті, незалежно від того, де вони знаходяться.

Таким чином, створення навчального простору з технологією VR, на Unreal Engine може бути важливим кроком у покращенні якості навчання та забезпеченні більш ефективного та привабливого навчального процесу.

Зараз, коли велика кількість людей працює з віддалених місць, використання VR у навчанні може допомогти у підвищенні зручності та ефективності дистанційного навчання. Віртуальні навчальні середовища можуть допомогти студентам відчувати себе більш присутніми на занятті та забезпечувати більш інтерактивний та ефективний спосіб навчання.

Крім того, VR може допомогти у створенні більш безпечного та екологічного навчального середовища. Наприклад, студенти зможуть вивчати та практикувати небезпечні процеси та роботи в безпечних

віртуальних умовах, що може знизити ризик випадків травм та аварій. Крім того, віртуальні навчальні середовища не потребують великої кількості матеріалів та ресурсів, що знижує негативний вплив на довкілля та зменшує витрати на навчальні матеріали.

Нарешті, створення навчального простору з технологією VR може забезпечити більш інноваційний та сучасний підхід до навчання. Використання VR може зробити навчання більш доступним та зручним для студентів, які бажають використовувати технології в навчальному процесі.

Створення навчального простору з технологією VR, на Unreal Engine може бути важливим кроком у покращенні якості навчання та забезпеченні більш інноваційного та сучасного підходу до навчання. Крім того, використання технології VR у навчанні може допомогти у залученні студентів до вивчення науки та техніки. VR може зробити навчання більш захопливим та привабливим для студентів, які можуть бути менш зацікавленими в традиційних методах навчання. Наприклад, VR може допомогти у створенні інтерактивних віртуальних експериментів, які допоможуть студентам краще зрозуміти наукові концепції та явища.

Нарешті, створення навчального простору з технологією VR може бути важливим кроком у покращенні глобального навчального процесу. VR може допомогти у забезпеченні доступу до якісної освіти для студентів з усього світу. Наприклад, студенти, які проживають у віддалених та віддалених районах, можуть отримати доступ до віртуального навчання, яке є більш ефективним та доступним, ніж традиційне навчання.

У світі VR-технологій все більше з'являється досліджень та розробок, пов'язаних із їх застосуванням у навчанні. Багато відомих університетів та шкіл вже використовують VR-технології у своїх навчальних програмах. Це свідчить про те, що ця тема є досить актуальною та має потенціал для подальшого розвитку.

Окрім того, Unreal Engine є одним з найпопулярніших та найпотужніших інструментів для розробки VR-додатків. Його використання може допомогти в створенні високоякісних та реалістичних віртуальних середовищ для навчання. Використання Unreal Engine також дозволяє розробникам створювати інтерактивні та динамічні віртуальні середовища, що дозволить студентам отримати більш глибокі та змістовні знання.

Отже, можна зробити висновок, що створення навчального простору з технологією VR, на Unreal Engine, є досить актуальною та важливою темою, яка може покращити якість навчання та забезпечити більш доступне та ефективне навчання для студентів. Це може стати кроком у впровадженні інноваційних технологій в освіту та забезпечити більш ефективне засвоєння знань студентами.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АКУСТИЧНОГО ЕКРАНУ НА ЗАПИС ГОЛОСУ У ДОМАШНІХ УМОВАХ

Троїцький М.І.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Шейко С.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: saveagemusic@gmail.com

When recording in unsuitable conditions the problem of excessive reverberation arises. Reverberation greatly distorts the sound recording. Acoustic screens are used to reduce perceptible reverberation. The dimensions of screens of industrial manufacture are usually half the lower limit necessary for effective shielding of low frequencies. In the work, a self-made acoustic screen with dimensions of 1 m x 1 m was manufactured and studied.

При звукозаписі в непристосованих умовах часто виникає проблемна ситуація, коли під час акустичного запису дикторського голосу, вокалу або музичних інструментів виникає багато перешкод і шумів, викликаних відлунням. Таке явище зветься реверберацією і воно сильно спотворює звукозапис. Відчутна в записі реверберація описується акустичним відношенням:

$$A = E_{\text{від}} / E_{\text{пр}} , \quad (1)$$

де $E_{\text{від}}$ – енергія відбитих хвиль, що потрапили в мікрофон і перетворилися на сигнал, $E_{\text{пр}}$ – енергія прямої хвилі.



Рис. 1

Для зменшення відчутної реверберації застосовують акустичні екрани. Акустичний екран для мікрофона – це конструкція, яка захищає мікрофон від зовнішніх розсіяних звуків ($E_{\text{від}}$). При цьому підсилюється звук біля мікрофону ($E_{\text{пр}}$). Ширма з акустичного матеріалу спрямовує звук безпосередньо до мікрофона та поглинає зайві відбиття звуку від стін приміщення. Зовнішній вигляд акустичного екрану показано на рис.1.

Практика використання подібних конструкцій показує не завжди високу їх ефективність по причині невеликих розмірів. Екрануюча дія проявляється тоді, коли розмір перешкоди значно перевищує довжину звукової хвилі. Нехай найнижча частота голосу $F_n = 100$ Гц. Це відповідає довжині звукової хвилі:

$$\lambda = c / F_n = 340 / 100 = 0,34 \text{ м}, \quad (2)$$

де $c = 340 \text{ м/с}$ – швидкість поширення звуку в нормальних умовах.

Можна очікувати, що ефективне екранування на найнижчих частотах буде відбуватися при розмірах екрану

$$b = (3 \dots 5) \lambda \approx 1 \dots 1,7 \text{ м}. \quad (3)$$

Розміри екранів промислового виготовлення зазвичай вдвічі менше за нижню межу оцінки (3). В роботі виготовлено і досліджено саморобний акустичний екран розмірами 1 м х 1 м (рис. 2). Екран складається із фанерного каркаса, звукопоглинача із пінополістерола і войлочної підкладки. Для оцінки еквівалентного часу реверберації застосовано метод реєстрації



Рис. 2

відгуку приміщення на імпульсне збудження (сплеск у долоні). Записані імпульсні реакції без екрану (а), з промисловим екраном (б) і з саморобним екраном (в) показані на рис.3.

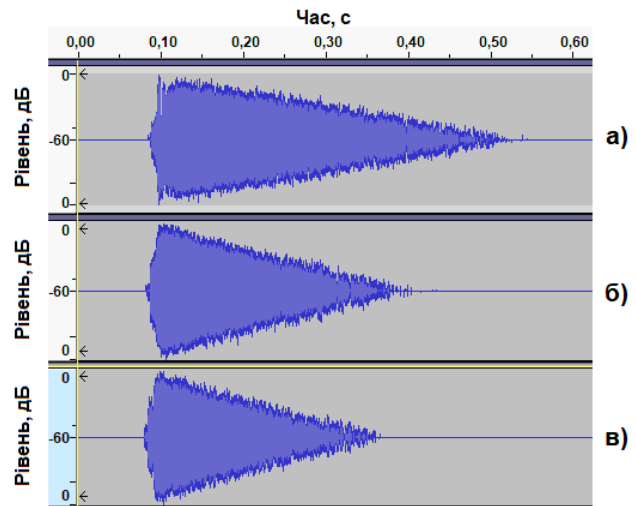


Рис. 3

Результати оцінок ефективної тривалості імпульсного відгуку по рівню -60 дБ наведені в табл.1. З отриманих результатів випливає, що ефективний час реверберації при застосуванні саморобного акустичного екрану значно знижується.

Табл.1

Конфігурація екрану	$T_1, \text{с}$	$T_2, \text{с}$	$T_{ef}, \text{с}$
Без екрану	0,1	0,54	0,44
Промисловий	0,1	0,42	0,32
Саморобний	0,1	0,37	0,27

При застосуванні промислового екрану зменшення часу реверберації становить 0,12 с (27%), для саморобного екрану – 0,17 с (39%). Аналіз частотних характеристик записаних сигналів показує суттєво більшу ефективність саморобного екрану на частотах нижче 1 кГц.

Перелік джерел:

1. F. Everest. The Master Handbook of Acoustics. McGraw-Hill, 1994.
2. P. A. Naylor and N. D. Gaubitch. Speech Dereverberation. Berlin. Germany: Springer, 2010.

ОГЛЯД СУЧАСНИХ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВІЗУАЛЬНОЇ НОВЕЛИ

Мартинець А.С., Бабич А.О.

Науковий керівник – викладачка Ковальова Н.В.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний
фаховий коледж Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут», м. Полтава
тел. +38(050)401-20-27, e-mail: kovaleva04011980@gmail.com

This work provides a classification of game genres, a classification of game mechanics, a detailed analysis of systems for creating graphic elements, a detailed analysis of engines for creating a game, an overview of methods for creating game scenes, a description of functional requirements, a graphical application interface was developed, a dialogue algorithm was developed, and a selection algorithm was developed.

Історія комп'ютерних ігор в жанрі «Візуальні романи» зародилася в далекому 1980 році, згідно з базою даних візуальних романів. На даний момент цей напрямок дуже популярний в Японії. Розвиток візуальної новели в країнах СНД почався в 2011 році. Але особливий фурор в цьому жанрі стався після виходу «Нескінченного літа» в 2013 році. При цьому фурор був не тільки серед читачів, а й серед розробників, які прийшли до цього жанру комп'ютерних ігор.

Візуальний роман — персональний жанр комп'ютерних ігор, підвид текстового квесту, де глядачеві демонструється сюжет за допомогою графічних елементів — статичних (або анімованих) зображень і фону, що виводиться на екран тексту, а також звуку та (або) музичний супровід. Часто використовуються вставки повнометражних роликів.

Візуальні романи пропонують те, що це інтерактивна історія, в якій цікавий сюжет і вміння творчої групи створити якісну історію є запорукою успіху гри. Однак, на відміну від розробників Igoг, видавці свідомих романів не забезпечують «інтерактивність», вони забезпечують історію. Читач не надто активно взаємодіє із сюжетом ВН (за одним із міксів із візуальних романів та інших ігрових жанрів). Візуальні романи поділяються на різні категорії відповідно до методу використання механіки.

1. Візуальний роман із вибором — найпопулярніший тип візуального роману, де вибір читача є рушієм сюжету.
2. Кінетичний роман (Kinetic Novel) - характерною рисою цього підвиду візуальних романів є повна відсутність розгалуженості сюжету, вибору варіантів.
3. Звуковий роман (Sound Novel) - це підвид кінетичного роману за умови, що це роман, в якому більше уваги приділяється звуковому супроводу.

4. Симулятор побачень - мета цього жанру - досягти певних стосунків між головним героєм і одним із героїв.

5. RPG visual novels – візуальні новели з елементами RPG ігор.

Опишемо концепцію гри.

Назва гри: "Серце Місяця" Опис гри: Гравець грає за молодого астронавта, який вирушив на Місяць, щоб вивчити джерела енергії, які мають велике значення для Землі. Але під час своїх досліджень він натрапляє на загадкову дівчину, яка живе на Місяці. Вона розповідає йому про таємниці історії Місяця та про те, як її жителі колись знищили свій дім. Гравець має розкрити цю таємницю та зробити важливий вибір щодо своєї долі.

Оскільки гра у жанрі візуальна новела є візуальним романом, ігровий процес в основному складатиметься з читання історії та взаємодії з нею за допомогою вибору діалогу, дослідження середовища та прийняття рішень, які впливають на результат гри.

Гравець може керувати юним астронавтом і орієнтуватися в місячному середовищі, взаємодіючи з об'єктами та персонажами, щоб розвивати історію. По дорозі вони мали б розмовляти з таємничою дівчиною та іншими персонажами, яких зустріли, і гравець мав би зробити вибір, який би вплинув на напрямок історії та результат гри.

Деякі елементи ігрового процесу, які можна включити у гру візуального роману, включають:

Дослідження: гравець може досліджувати місячне середовище, відкриваючи нові локації та розкриваючи підказки, які допоможуть розгадати таємницю.

Діалог: гравець може брати участь у розмовах з дівчиною та іншими персонажами, яких зустрічає, ставлячи запитання та приймаючи рішення, які впливають на напрямок історії.

Розгадування головоломок: гравцеві може знадобитися розгадувати головоломки, щоб прогресувати в грі, наприклад розшифровувати коди або знаходити приховані об'єкти.

Кілька кінцівок: вибір гравця протягом усієї гри впливатиме на кінцівку гри з кількома можливими результатами на основі їхніх рішень.

Загалом ігровий процес буде зосереджений на дослідженні таємниці місяця та минулого дівчини, одночасно приймаючи важливі рішення, які зрештою визначають долю персонажа гравця.

У даній роботі наведено класифікацію жанрів гри, класифікацію механік гри, детальний аналіз систем для створення графічних елементів, детальний аналіз движків для створення гри, огляд методів створення ігрових сцен, опис функціональних вимог, розроблено графічний інтерфейс додатку, розроблено алгоритм діалогу, розроблено алгоритм вибору.

УДК 621.27

**ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ПРИ СТВОРЕННІ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОЇ
СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ**

Храмцов П.В.

Науковий керівник - к.т.н., проф. Колендовська М.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 624-38-28, e-mail: pavlo.khramtsov@nure.ua

This work solves the problem of combining objects with the help of sensors and creating a system for them, capable of transmitting various useful data in real time independently, without requiring constant control by people. This is facilitated by the spread of wireless Internet networks and the development of cheap microprocessors.

У результаті військових дій на території нашої держави дуже багато тварин залишилось без домівки та хазяїв. Для того, щоб вони не здичавіли та не стали дуже небезпечними, для вирішення цієї проблеми багато волонтерів збирають таких тварин та шукають їм нову домівку. Але на це потрібен час, тобто потрібне місце перебування та відповідний догляд з урахуванням особливостей особин, що знаходяться в притулку. Окрім регулярних гігієнічних процедур догляд можна поділити на контроль регулярності та раціону харчування, пересування по території, лікування. Потрібно збирати, зберігати на зручно відображати необхідну інформацію.

Тому постає задача використання сучасних мультимедійних технологій, які за допомогою датчиків і сенсорів створення для них системи, здатної передавати різні корисні дані в реальному часі самостійно, не вимагаючи постійного контролю з боку людей. Цьому сприяє поширення бездротових інтернет-мереж та розробка дешевих мікропроцесорів. Тобто інтеграцію людей, процесів і технологій з пристроями для підключення і датчиками для забезпечення віддаленого моніторингу, стану, маніпулювання та оцінки тенденцій таких пристроїв.

Для такої системи потрібні дешеві, енергозберігаючі та досить потужні процесори або контролери.

Така система буде об'єднувати дуже багато пристроїв, тому їхня працездатність багато в чому залежить від того, наскільки добре машини розпізнають одне одного та наскільки їх розпізнають сервери та маршрутизатори всередині мережі.

У деяких промислових системах вже розгорнуті сервіси, де кожному пристрою надають універсальний унікальний ідентифікатор (UUID), який є 128-бітовим номером. Завдяки UUID потрібну річ можна легко знайти і не переплутати з іншими.

Розглянемо засоби вимірювання в яких система використовує різні

види датчиків для вимірювання та оцінки навколишнього середовища. Вони бувають різних розмірів і форм, деякі містять в собі менші датчики, щоб збирати кілька типів даних. Видання Behr Tech підібрало 10 найпопулярніших типів:

1. Температурні датчики. Уловлюють коливання температури, включаючи різкі перепади, небезпечні на деяких видах виробництва.
2. Датчики вологості. Вимірюють кількість водяної пари в атмосфері, часто застосовуються в системах вентиляції, кондиціонування та опалення, вони також допомагають передбачати погоду.
3. Датчик тиску. Слідкує за тиском у газах та рідинах і попереджає про різкі зміни, існують моделі, що фіксують витікання.
4. Сенсори руху. Служать для виявлення об'єктів з відривом, зазвичай, створюють електромагнітні поля чи вловлюють інфрачервоне випромінювання.
5. Датчики рівня речовин. Визначають заповненість ємностей рідинами, порошками та сипучими матеріалами, а також наявність відходів у сміттєвих бачках.
6. Сенсори газу. Оцінюють якість повітря, визначають наявність токсичних, горючих чи небезпечних речовин.
7. Оптичні датчики. Перетворюють світло, що надходить в електричні сигнали, можуть використовуватися для розпізнавання об'єктів за допомогою камер спостереження.
8. Інфрачервоні датчики. Випромінюють або вловлюють промені в інфрачервоному спектрі, щоб вивчати характеристики навколишнього середовища, такі як температура об'єктів.

Розглянемо засоби передачі даних. Донедавна подібні системи використовували традиційні технології бездротової передачі даних, такі як WiFi та 3G. Застосування радіотехнологій сильно ускладнює проблема живлення, адже не кожен датчик можна підключити до електромережі, тому мережі стандартів 802.11 стають менш популярними. Пристрої можна підключати і за допомогою проводів, наприклад до ліній електропередач, але це не завжди зручно і знижує гнучкість Інтернету речей.

Для підключення розумних пристроїв на відстані до 10 м застосовуються стандарти, що використовують mesh-архітектуру, де кожен вузол з'єднаний з іншим подібно до павутини і споживає мінімум енергії: 6LoWPAN, Bluetooth Low Energy (BLE), ZigBee IP та т.і. Для зв'язку на великих відстанях використовують спеціальні технології з низьким енергоспоживанням. Деякі системи використовують мережі стільникового зв'язку. Більшість розробників пропонують виділити для них смуги частот нижче використовуваних у мобільних мережах, а операторам достатньо поставити на базових станціях відповідне обладнання та оновити програмне забезпечення для обміну даними.

ТЕХНІЧНИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ

**ABOUT THE POSSIBILITIES OF THE ELECTRIC ECHO USE
FOR THE TECHNICAL INFORMATION SECURITY TASKS**

Ovcharenko D.R., Khizhnyak P.P.

Scientific supervisor – Dr. Sci., Prof. Antipov I. E.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Dep CRETISS

+38057-702-14-30, e-mail diana.naidonova@nure.ua

Electrical echo is a phenomenon when a speech signal enters from the forward channel to the return one. At all stages of the communication development, the electrical echo was considered exclusively as a hindrance. In this thesis, we try to look at the electrical echo from the point of view of technical information security. It can be assumed that the electrical echo signal contains information about the channel and the remote equipment, as like as a reflected radar signal contains information about the target.

Electrical echo (EE) is a long and well-known phenomenon in telecommunications. There are two types of EE: all-electrical and acoustic-electrical. All-electric echo occurs in due to incomplete balancing of differential systems at the two- and four-wire communication lines junctions. This type of echo can appear in wired telephone networks only. The acoustic-electrical echo occurs when a signal enters to the return channel through the speaker and microphone of the remote device. This type of echo can occur in any telecommunications network. Voice chat and web-conferencing users are familiar with this type of EE when multiple of them have their microphones switched on.

Let's consider what interest EE can be from the point of view of technical information security. One can imagine several situations when, during a phone call, it is necessary to find out at least something about the interlocutor on the other end of the wire, or at least about the communication channel that he uses. Let's look at a few examples.

1. Imagine a situation where you get a call from an unknown number, and a person on the other side of the wire reports a threat - a bank card has been blocked, an accident has occurred, a terrorist attack is being prepared, etc. The situation does not give time and opportunity to contact the emergency services, you need to an immediately react. How to find out about who called at least something? Can he be trusted? Is it possible to find out at least where the interlocutor is?

2. The call forwarding feature, that all telecom operators have, can be misleading about the location of the caller or called party and their numbers. The question arises - is it possible to determine where the forwarding occurs and whether it occurs at all?

3. It can be assumed that with an outside connection to a digital communication channel, intervention in the network configuration and changes in the route of voice traffic, and hence changes in delay, will be required. Can this be

seen from the participants in the conversation?

4. Sometimes, in order to understand the remote subscriber conditions, it is important to know what equipment he uses: a mobile or wired phone, or IP-telephony.

5. Acoustic-electrical echo occurs in due to acoustic feedback between the speaker and the microphone of the remote device, so the echo contains some information about this section of the path as well. We can talk about the frequency characteristics of the returned signal, as well as the anti-echo filter speed and efficiency, which can only be characteristic of certain models of telephones.

Other tasks, such as equipment identification and testing, may also be considered. The measured EE parameters can be: time delay; echo level; its spectral composition; frequency shift; time variation of these parameters, and multiple echo. These characteristics can be individual and to some part characterize the channel and the remote subscriber equipment.

Thus, EE is a signal that has passed through the communication channel to the remote subscriber and back, containing information about the communication channel and therefore of interest for the technical information security.

For the EE practical use, it is necessary to consider and solve some problems:

- it is necessary to identify the relationship between the channel type and the time delay;
- it is necessary to identify the dependence of the EE frequency characteristics and the equipment used type in the communication channel (telephones, headphones, speakerphone functions, etc.);
- ways should be found to quickly and, if possible, imperceptibly measure the EE parameters. It is possible to develop special signals for this.
- it is necessary to find a way to disable, at least for a short time, anti-echo filters, so that the measurements are effective.
- it is necessary to establish a measure of the "uniqueness" of EE for different types of telephone connections, for different mobile terminals, possibly for different telecom operators.

These questions are partially presented in [1] and [2].

References

1. Ovcharenko D.R., Khizhnyak P. P. About the possibilities of the electric echo use for the technical information security tasks. 27th International Forum of Young Scientists «Radio electronics and youth in the XXI century», V. 3. –P. XXX-XXX.
2. Ovcharenko D.R., Solyanyk I. A. The practical electrical echo measurement for the technical information security tasks. 27th International Forum of Young Scientists «Radio electronics and youth in the XXI century», V. 3. –P. XXX-XXX.

**MEASURING SIGNAL FOR ELECTRIC ECHO ANALYSIS
FOR THE TECHNICAL INFORMATION SECURITY TASKS**

Ovcharenko D.R., Zakhanskaya V.E.

Scientific supervisor – Dr. Sci., Prof. Antipov I. E.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Dep CRETISS

+38057-702-14-30, e-mail diana.naidonova@nure.ua

There are number features in aims and methods of the electrical echo measurement for technical information security tasks. The presented abstracts are devoted to these features. The reasons for these differences and features are considered, a special measuring signal is proposed, its parameters are determined.

To obtain information about the electrical echo (EE) for the problems of technical information security (TIS), which are presented in [1], it is necessary to measure its parameters. Let's consider the existing measurement method.

EE has always been considered as an interference, so the aim of the measurements was, ultimately, its suppression. According to the recommendations of ITU-T G. 168 (V8), a circuit for echo measurement, contains a test signal generator and a receiving part. Receiving part consist of a band-pass filter, a multiplier, an exponential correction circuit and a level meter.

According to ITU-T G. 168 (V8), test signal consists of three elements. The first one is a harmonic signal with a frequency of 2100 Hz, a duration of 1.35 s, and an amplitude of -12 dBm₀. It is designed to turn off all echo cancellers and echo suppressors in the channel for the measurement period. The second element is a pause, designed to characterize the background noise in the returned echo. Its duration is 80 ms. The third element is a white Gaussian noise signal, which is used to obtain the impulse response of the echo path.

The question may arise: if electrical echo measurements have been successfully carried out for a long time, why invent new signals? Let's note the main differences.

1. The existing test signal is intended for measurements in a well-defined communication channel. In TIS tasks, it is necessary, among other things, to determine the type of communication channel.

2. Low-delay EE in telephony is of no interest, because it does not cause inconvenience. But, for TIS tasks, any echo is interesting and it should be measured.

3. In telephone measurements, the nature of the EE is not interesting, the main thing is to suppress it. In TIS tasks, it is important to know where and how the echo originated.

4. Multiple echo with a small relative delay is not of interest in telephony, but can be very informative for TIS tasks.

5. For TIS problems, even a partially suppressed echo is of interest.

The rest of the tasks are similar. On the base of analysis by the task allows

us to formulate such requirements for the signal.

This signal should provide measurement of:

- the EE delay in the range from 200 μ s to 1 s with an error no worse than 200 μ s and a delay resolution no worse than 200 μ s;
- the unevenness of the frequency response in the frequency band 300...7,000 (perhaps even up to 14,000 Hz) in the range of values from +3 to -40 dB;
- frequency shift up to ± 100 Hz;
- the EE level in the range from -20 to -60 dB relative to the level of the transmitted signal;
- the change in the specified parameters during the conversation.

At the stage of scientific researches is not required to ensure the hidden of measurements. The study of the phenomenon and the collection of static data can be carried out openly. Therefore, the measuring signal can be loud and conspicuous.

The formulated conditions and requirements for the signal have some contradictions. The problem is that with a long signal it is impossible to accurately the delay time measure, and a short signal with a wide spectrum will not pass through a narrow-band telephone channel. In addition, a short signal will have too little energy to be detected among noise and interference.

After studying the similar problems in radar, a noise-like signal was proposed, namely, a chirp signal. The parameters were chosen as shown below.

Frequency range. The frequency band in wired telephony and in GSM is 300...3400 Hz, in newer communication technologies 100...7000 Hz and even more. It is proposed the frequency variation of the chirp signal 200...4000 Hz.

Duration. Considering that the response time of echo suppressors is 0.2...0.5 s, it is advisable to choose the measurement signal duration less than this value. Let's choose a duration of 100 ms.

The base of signal will be equal to 380.

The program for the signal synthesis has been compiled. Tests on the model were carried out and showed good results. But the final conclusion about the signal capabilities can be made on the basis of an experimental study, the results of which are shown in [2].

References

1. Ovcharenko D.R., Khizhnyak P. P... About the possibilities of the electric echo use for the technical information security tasks. 27th International Forum of Young Scientists «Radio electronics and youth in the XXI century», V. 3. –P. XXX-XXX.
2. Ovcharenko D.R., Solyanyk I. A. The practical electrical echo measurement for the technical information security tasks. 27th International Forum of Young Scientists «Radio electronics and youth in the XXI century», V. 3. –P. XXX-XXX.

THE PRACTICAL ELECTRICAL ECHO MEASUREMENT FOR THE TECHNICAL INFORMATION SECURITY TASKS

Ovcharenko D.R., Solyanyk I.A.

Scientific supervisor – Dr. Sci., Prof. Antipov I. E.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Dep CRETISS

+38057-702-14-30, e-mail diana.naidonova@nure.ua

The abstracts present the results of practical measurements of the electrical echo delay during a telephone conversation. The purpose of the measurements is to find out how unique and suitable for identification are the channel characteristics for various types of telephone connections. Numerical results of the delays measurements in various communication channels under different conditions are presented.

The problem of measuring electrical echo (EE) for the problems of technical information security (TIS) was considered in [1]. The measuring signal for this problem was synthesized in [2]. Let's consider how the measurements were carried out and what practical results were obtained.

The measuring signal can be synthesized and reproduced by using a computer sound card. The problem arose - how to transfer this signal to the measured channel? Several methods have been considered:

- reproduce the signal through the external device located next to the microphone;
- make an electrical connection of the signal source with the telephone through the microphone input;
- synthesize the measuring signal in the phone directly.

The second way was chosen, as it is the simplest and provides good quality.

To match the inputs and outputs impedances, additional circuit elements were used.

The reflected EE signal was received and recorded using a computer sound card through an audio connector.

Both the transmitted and reflected signals were recorded by software, as shown in the fig., which simplified subsequent processing.

General measurement results.

1. The largest EE value occurs after the first and second pulses. In the future, the echo level decreases due to the echo suppression filters. Therefore, it can be argued that anti-echo filters significantly complicate measurements.

2. The EE signal returns with distortion, but generally retains the structure

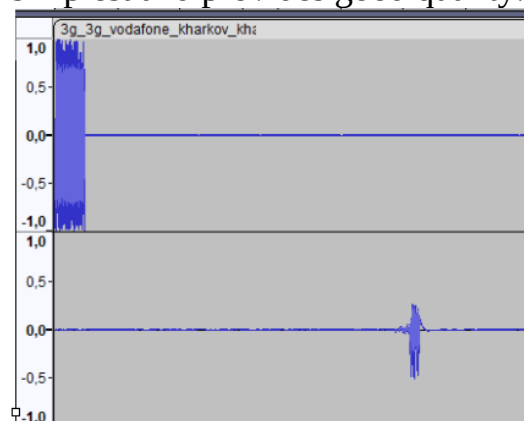


Fig. - Transmitted signal and EE signal

and properties of the chirp signal. This makes it possible to carry out its correlation processing.

3. The EE delay in all cases was significantly greater than the values of 20 ... 200 ms presented in the literature.

Numerical results of measurements.

1. When connecting within the city and both subscribers are in a common mobile operator network, the EE delay was 723 ms, RMS 30 ms.

2. When connecting within the city and both subscribers are in the different mobile operator networks, the EE delay was 834 ms, RMS 25 ms.

3. When using a voice messenger between subscribers within the same city through a high-speed Internet connection and Wi-Fi termination, the EE was 1190 ms with an RMS of 102 ms.

4. The same conditions as (3), but using a VPN with packet forwarding through a foreign server, showed a delay of 1244 and RMS 200 ms.

5. When using a 4G (LTE) network and conditions (3) repeating, the delay was 1165, RMS 88 ms.

6. When using the 3G network and conditions (3) repeating, the delay was 1246 and RMS 310 ms.

7. In the case when one of the subscribers used the 2G network, the second used 3G network, and the conditions (3) were repeated, the delay turned out to be significantly higher - 1650 ms with an RMS of 185 ms.

8. When conditions (3) were repeated, but both subscribers were connected to the 2G network, then the delay increases even more and amounts to 2356 ms and RMS 284 ms.

The results obtained allow us to state that if the distance to the subscriber is known, then the EE delay shows the type of telecommunication connection that is used.

The further research direction may be the EE spectrum analysis, the analysis of the influence of the measuring signal level to the anti-echo devices operation, as well as the measuring signal development for hidden measurement of the electrical echo.

References

1. Ovcharenko D.R., Khizhnyak P. P. About the possibilities of the electric echo use for the technical information security tasks. 27th International Forum of Young Scientists «Radio electronics and youth in the XXI century», V. 3. – P. XXX-XXX.

2. Ovcharenko D.R., Zakhanskaya V. E. Measuring signal for electric echo analysis for the technical information security tasks. 27th International Forum of Young Scientists «Radio electronics and youth in the XXI century», V. 3. – P. XXX-XXX.

ОРГАНІЗАЦІЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ПЕРИМЕТРАЛЬНОЇ ОХОРОНИ

Сливар У.М.

Науковий керівник – к.т.н., доц. кафедри КРiСТЗi Іванова О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки,

каф. КРiСТЗi, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: uliana.slyvar@nure.ua.

The thesis is devoted to the study of perimeter protection systems that provide security for objects of various purposes, as well as demonstration of its effectiveness. Methods and means of external security of the object.

Кожен об'єкт оснащення унікальний і потребує індивідуального підходу до захисту периметру. Завжди потрібно враховувати всі фактори, що визначають тип застосовуваного обладнання, такі як наявність ділянок зі складним рельєфом місцевості (у тому числі наявність акваторії) та інші спеціальні фактори.

Захист периметра – це завжди комплекс заходів, які забезпечують:

- можливість максимально раннього виявлення порушника, ще до його проникнення на об'єкт;
- відсутність "мертвих зон" на протяжності всього периметру об'єкта;
- стійкість до температурних коливань та складних погодних умов;
- високодиференційний підхід до визначення типу загроз: помилкові спрацьовування від вібраційних перешкод транспорту, що проїжджає, присутності диких тварин і т.д.;
- стійкість до джерел електромагнітних випромінювань різного походження тощо.

Зовнішня охорона об'єкта починається з установки периметральної огорожі заввишки 2-2,5 м, зробленої зі сталевого прутка з армованою ключою стрічкою на верхній кромці для підвищення ефективності. Для особливо важливих об'єктів слід використовувати глухі огорожі. Уздовж огорожі слід передбачати смуги відчуження території щонайменше 5 м, а огорожа має бути обладнана контрольно-проїзними і контрольно-прохідними пунктами.

Огородження повинні ускладнювати проникнення на об'єкт, що охороняється, і надавати суміжним інженерним системам можливість локалізувати місце вторгнення з максимальною швидкістю і точністю. Під час вибору системи периметральної охорони необхідно визначити завдання, критично важливі об'єкти і модель порушника.

Система інтелектуального відеоспостереження з використанням різних камер, включно з тепловізійними, контролює огорожу і територію,

використовуючи програмні оптичні інтелектуальні відетектори для зменшення помилкових спрацьовувань. Для поліпшення ефективності системи охоронного освітлення рекомендується використовувати її в поєднанні з іншими засобами детекції.

Підсистема охорони периметра заснована на застосуванні кабелю з трибоелектричним ефектом, який прокладається безпосередньо по огорожі. Цей метод детектування має недоліки, як-от низький рівень чутливості та схильність до електромагнітних перешкод і погодних умов.

Охоронні сповіщувачі - популярний спосіб контролю периметра, що охоплює двопозиційні радіопроменеві та радіохвильові типи. Обидва типи сповіщувачів вимагають ретельного вибору місця і способу встановлення, щоб уникнути "мертвих зон" і помилкових спрацьовувань.

Охоронні ІЧ-лінійні сповіщувачі використовують ІЧ-промені між випромінювачем і приймачем для виявлення тривожних подій. Однак, вони залежать від погодних умов, що може знизити їхню чутливість.

Комплекси на основі волоконно-оптичних технологій, що працюють на основі реєстрації вібраційних і акустичних впливів, можуть використовувати як стандартний волоконно-оптичний кабель, так і високочутливу волоконно-оптичну антену. Вони можуть замінити безліч точкових датчиків і контролювати периметр довжиною до 80 км.

Вітчизняні розробки на власній елементній базі перевершили зарубіжні аналоги за алгоритмами опрацювання сигналів і забезпечують максимальну чутливість за мінімальної кількості помилкових спрацьовувань. Однак, комплекси вимагають високої вимогливості до налаштування і пусконаладжувальних робіт. Під час вибору обладнання для конкретного об'єкта необхідно враховувати особливості кожного типу охоронного обладнання[1].

Отже, охорону периметра завжди треба розглядати виключно як комплекс організаційно-технічних заходів, що включають в себе значні інтеграційні взаємодії між різними типами систем, а також розташування на місцевості і склад служб реагування.

Вибір ефективних систем периметральної охорони - це завдання, що вимагає професійного, експертного підходу та участі фахівців, які гарантують, що всі чинники та умови буде враховано і кінцева система забезпечить необхідний рівень безпеки.

Список використаних джерел:

1. Периметральная охранная сигнализация от «А» до «Я» [Електронний ресурс]: <https://valtek.com.ua/ru/system-integration/security-control-system/integrated-security-systems/perimeter-security-systems>. Дата звернення: 1.03.2022.

2. Захист периметра. [Електронний ресурс]: <https://persey.ua/services/zahyst-perymetra>. Дата звернення: 6.03.2022.

УДК 654.9:004.056]:004.93

ОБ'ЄДНАННЯ ОКРЕМИХ ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ В СУЧАСНУ СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА

Грабар М.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Іванова О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРiСТЗi, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: mariia.hrabar@nure.ua.

The report explores the possibility associations of unrelated security systems at sites with high safety requirements.

В сучасному світі на об'єктах різних галузей: аеропорти, великі промислові підприємства, стадіони та спортивна інфраструктура присутні деякі системи безпеки. Здебільшого це обладнання різних виробників, тому виникає завдання об'єднати всі ці системи, щоб вони функціонували у єдиному комплексі і дозволяли і ефективно вирішувати поставлені задачі.

На сьогодні системи безпеки підприємств та установ уявляють собою технічно складні рішення з різноманітним обладнанням, зі складними алгоритмами та цифровими режимами роботи. Все це призводить до того, що інформація, яка надходить від підсистем, датчиків та систем безпеки багаторазово росте. В результаті збільшення кількості обладнання підвищується навантаження на оператора, тобто на людину, яка повинна все контролювати і приймати рішення. Тому виникає ситуація, що на тлі такої величезної кількості подій не буде забезпечено адекватне реагування на дійсно небезпечну ситуацію.

Системи безпеки еволюціонували до сучасних, високотехнологічних рішень, які дозволяють спростити механізм ухвалення рішення людиною і автоматизувати процес реагування на загрози. Тобто необхідна така система, яка може об'єднати всі не зв'язані між собою системи безпеки. Інтегровані можуть бути такі системи: охоронна сигналізація, захист периметра, контроль доступу, відеоспостереження, розпізнавання осіб, розпізнавання номерних знаків, ситуаційний відеоаналіз, радары, GPS трекінг, протипожежний захист.

Подібний підхід реалізовано в програмному забезпеченні управлінського класу PSIM (Physical Security Information Management), яке призначене для інтеграції та управління системами безпеки підприємств будь-якого масштабу. Програмне забезпечення PSIM дає змогу реалізувати всі основні принципи теорії управління: збір, опрацювання та надання керівництву повної, несуперечливої, об'єктивної та своєчасної інформації; автоматизація планування та реалізації забезпечення безпеки; оцінка мотивації персоналу; контроль ефективності застосовуваних заходів забезпечення безпеки; координація процесів забезпечення безпеки рис.1.



Рисунок 1 – Структурна схема роботи платформи PSIM

Робота на підприємствах систем безпеки на базі PSIM-платформ дає цілком певний ефект. Забезпечує високий рівень захищеності від зовнішніх і внутрішніх загроз; підвищення керованості та прозорості об'єкта для керівництва; мінімізація витрат на оснащення об'єкта за рахунок інтеграції систем і використання наявної інфраструктури, а також витрат на утримання штату охоронців; скоординованість і оперативність роботи служб безпеки щодо врегулювання тривожних ситуацій і протидії порушенням; можливість ухвалювати попереджувальні рішення, управляти ризиками; помітне поліпшення трудової дисципліни, зменшення правопорушень; синергетичний ефект від роботи комплексної системи (автоматизація процесів, висока функціональність, використання ресурсів системи виробничими службами).

Список використаних джерел:

1. Physical Security Information Management [Електронний ресурс]: <https://securityvaultsystems.com/physical-security-information-management-psim/> Дата звернення: 27.02.2022.

УДК 621.314:534.87]:004.056.5

АКУСТОЕЛЕКТРИЧНІ КАНАЛИ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ

Павленко Я.С.

Науковий керівник – проф. Олейніков А.М.

студентський науковий гурток «Технічний захист інформації»

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІРТЗІ

м. Харків, Україна

тел. +38(066) 324-54-90, email: yan.pavlenko@nure.ua

Acoustoelectric transducers are widely used in various applications, including data communication, sensing, and imaging systems. Acoustoelectric transducers convert electrical signals to acoustic waves and vice versa, making them vulnerable to technical channels of information leakage. Countermeasures to prevent information leakage through acoustoelectric transducers include physical isolation, shielding, and filtering techniques.

A comprehensive understanding of the technical channels of information leakage in acoustoelectric transducers is crucial for the design and implementation of secure systems.

Об'єктом дослідження даної роботи є акустоелектричні перетворювачі, що широко застосовуються у різноманітних технічних пристроях і системах. Вони відіграють важливу роль у перетворенні акустичних хвиль в електричні сигнали і навпаки. Крім того увага приділяється тим елементам електричних схем які мають природні властивості акустоелектричного перетворення, але які для них є побічними і не використовуються за їх основним призначенням. В результаті взаємодії таких акустоелектричних перетворювачів з акустичними полями можуть утворюватися технічні канали, що представляють собою загрозу витоку інформації.

Дослідження акустоелектричних перетворювачів є актуальним з кількох причин. По-перше, зростає кількість технічних пристроїв та систем, які використовують акустоелектричні перетворювачі для передачі інформації. По-друге, із збільшенням кількості технологій, які використовуються для зберігання та передачі інформації, зростає ризик витоку цієї інформації. Тому розробка методів та засобів протидії каналам витоку інформації за рахунок акустоелектричного перетворення є дуже важливою. Крім того, дослідження властивостей акустоелектричних перетворювачів може призвести до покращення якості передачі інформації, що є важливим у багатьох сферах, таких як медицина, телекомунікації, автомобільна промисловість тощо. Отже, дослідження акустоелектричних перетворювачів є актуальним і має великий потенціал для подальшого розвитку технологій та покращення безпеки інформації.

Важливим етапом в дослідженні акустоелектричних каналів витоку інформації є визначення та чітке розуміння процесів взаємодії акустичних хвиль з елементами схем з властивостями акустоелектричних

перетворювачів та математичний опис цих фізичних процесів для встановлення ступеня їх небезпеки.

Одним з етапів дослідження було визначення шляхів утворення технічних каналів витоку інформації за рахунок акустoeлектричних перетворювачів, та визначення пристроїв що можуть бути їх джерелом. Прикладом може бути канал витоку інформації через датчики охоронної сигналізації, принцип дії яких полягає в фіксації акустичних та вібраційних впливів злоумисника, але в той же час є джерелом акустоперетворювального каналу витоку інформації з приміщення, де розташований такий датчик, сигнал може бути перехоплений шляхом підключення до шлейфу охоронної.

Окрім того у роботі розглянуто існуючі методи виявлення таких каналів, шляхом аналізу конкретних елементів що володіють побічними властивостями акустoeлектричних перетворень та умовами їх використання у радіотехнічних пристроях.

Завершальним етапом роботи була розробка методів та засобів протидії витоку інформації за рахунок акустoeлектричних перетворювачів. А саме розробка активних та пасивних засобів протидії, таких як використання просторового зашумлення за допомогою генераторів шуму, екранування та застосування розв'язувальних фільтрів, усунення акустoeлектричного ефекту в елементах де це можливо.

В роботі наводяться конкретні приклади утворення каналів витоку інформації за рахунок прояву властивостей акустoeлектричного перетворення елементами для яких ця властивість не є основною.

Даються рекомендації щодо усунення цього небажаного ефекту, наводяться конкретні схеми вимірювання властивості акустoeлектричного перетворення конкретними елементами радіотехнічних пристроїв.

Розглядаються способи для різних радіотехнічних пристроїв усунення витоку інформації за рахунок акустoeлектрического перетворення.

Отже, дослідження акустoeлектричних перетворювачів та їх властивостей є важливим напрямком у радіотехнічних дослідженнях, оскільки вони можуть стати джерелом технічних каналів витоку інформації. Розробка методів та засобів протидії цьому небажаному ефекту є необхідною умовою для забезпечення безпеки інформації у сучасних технологічних системах.

Список використаних джерел:

1 Голев Д., Кононович В., Хомич С. Методики оцінки інформаційної захищеності телекомунікацій. Одеса : ОНАЗ, 2013. 218 с.

2 Кавун С. В. Інформаційна безпека : підручник. Харків : ХНЕУ, 2009. 368 с.

3 Хорошко В., Чекатков А. Методи і засоби захисту інформації. Юніор : Юніор, 2003. 504 с.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ СКУД ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОБІЛЬНОГО ДОСТУПУ

Омельченко А.Л.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Іванова О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРiCTЗІ, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: alina.omelchenko@nure.ua.

Modern ACS offers to use a smartphone as an addition to standard plastic cards or completely replace them. The research in thesis described three real access control systems that are on the market and provide mobile access.

Смартфони вже перестали бути просто засобом зв'язку – вони замінюють годинник, фотоапарати, телевізори, газети, банківські картки та проїзні квитки. У теперішній час їх можна використовувати замість звичайних пластикових карток у системах безпеки та контролю доступу.

Сучасна СКУД пропонує використовувати смартфон як доповнення до стандартних пластикових карт або повністю їх замінити. Проведемо порівняльний аналіз реальних СКУД, які представлені на ринку.

Глобально всі системи складаються із чотирьох компонентів:

1. Портал адміністратора - призначений для керування віртуальними ідентифікаторами та закладом користувачів.
2. Віртуальний ідентифікатор - аналог звичайної пластикової картки.
3. Мобільний додаток – необхідний для зберігання ідентифікаторів, вибору режиму роботи та інтерфейсів передачі даних.
4. Зчитувач - працює з мобільним додатком.

В таблиці 1 наведено, чим відрізняється кожна з трьох аналізованих систем за цими компонентами.

Такі системи необхідні, для вирішення наступних завдань. Наприклад, потрібно забезпечити санкціонований вхід авторизованим співробітникам в офіс, але при цьому зчитувач повинен бути встановлений у приміщенні, що не охороняється, отже, його потрібно сховати або захистити. У цьому випадку підійде технологія Bluetooth, яка дозволить сховати зчитувач за стелею або за прозорим антивандальним покриттям. За допомогою Bluetooth та без використання картки співробітник може потрапити до офісу. Це зручно та комфортно для співробітників.

Також можливо забезпечити контроль доступу відвідувачів до великого бізнес-центру. В цьому випадку характерний великий потік відвідувачів, а це значне навантаження на зону ресепшн та дискомфорт для відвідувачів, які стоять у черзі. Можливі два варіанти вирішення цієї задачі: 1) використання мобільного додатка. Відвідувачу пропонується встановити мобільний додаток, де йому видається тимчасовий мобільний ідентифікатор. Коли він приходить до бізнес-центру, то йде до зони

турнікетів, прикладає смартфон до зчитувача і проходить. Коли гість залишає зону бізнес центру, у нього відкликають тимчасовий ідентифікатор і передають іншому користувачеві. 2) застосування QR-коду. На вхідній групі розміщується зчитувач з QR-кодом, а користувачеві надсилається запрошення на електронну пошту з QR-кодом. Прийшовши до офісу, він відкриває лист, прикладає QR-код до зчитувача та безперешкодно проходить. Тим самим досягається зниження навантаження на зону ресепшн і оператора, а згодом – оптимізація витрат.

Таблиця 1 Порівняльний аналіз систем СКУД

Компоненти системи	Система №1	Система №2	Система №3
Портал адміністратора	Хмарне рішення, доступ після придбання системи, легко вести облік, авторизація через стандартний пароль для користувача	Безкоштовний; має спеціальне ПЗ (дані зберігаються на стороні замовника, також є хмара для синхронізації)	Хмарне рішення; доступ на портал можливий після двофакторної авторизації (пароль + одноразовий пароль, у вигляді SMS).
Мобільний ідентифікатор	Не захищений від зберігання, один безоплатний ідентифікатор не унікальний (64 біт), один платний унікальний	Захищений при зберіганні	Ідентифікатор платний, не може бути відкликаний та переданий, лише деактивований
Мобільний додаток	Доступно на: Apple – iOS 7 і вище (iPhone 4S, iPad; Android – Android 4.4(Samsung, Acer та інші і додаток працює з Bluetooth, NFC и QR-кодами	Доступно на: Apple (iOS 10 і вище) і Android (Android 4.4.2 і вище). Має тільки два інтерфейси – NFC и Bluetooth.	Доступно на: Apple – iOS 7 і вище (iPhone 4S, iPad 3 и Apple Watch); Android – Android 4.3 и вище (Samsung, Acer, ASUS и др.)
Мобільні зчитувачі	RFID з можливістю зчитування смартфон, мультиформатні зчитувачі	RFID з можливістю зчитування смартфон, мультиформатні зчитувачі	RFID з можливістю зчитування смартфон, мультиформатні зчитувачі

Список використаних джерел:

1. Системи контролю та управління доступом. [Електронний ресурс]: <https://smartsec.com.ua/uk/produkti/sistemy-kontrolyu-ta-upravlinnya-dostupom/> Дата звернення: 15.03.2023. 2. Security Evaluation of IOS and Android. [Електронний ресурс]: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/236943>. Дата звернення: 17.03.2023.

УДК 621.396:004.056.5

ОГЛЯД МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ КОМПЛЕКСУ ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Румянцева О.В.

Науковий керівник - к.т.н., с.н.с. Пшеничних С.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. Інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського,
м. Харків, Україна

тел+38(099) 029-93-20, e-mail: olha.rumiantseva@nure.ua

The report reviews the known methods of optimization, which can be used to solve the problem of choosing the optimal composition of information security features in the created state firewall, as well as issues relating to the selection of performance indicators and criteria for the optimality of state firewall.

Одним з найважливіших завдань оптимальної побудови комплексної системи захисту інформації (КСЗІ) є вибір із безлічі наявних засобів такого їх набору, який дозволить забезпечити нейтралізацію всіх потенційно можливих інформаційних загроз із найкращою якістю та мінімально можливими витраченими на це ресурсами.

Відомо, що найефективніше завдання захисту інформації вирішуються у межах попереджувальної стратегії захисту, коли на етапі проектування оцінюються потенційно можливі загрози і реалізуються механізми захисту від них. При цьому на етапі проектування системи захисту інформації розробник, не маючи статистичних даних про результати функціонування системи, змушений приймати рішення про склад комплексу засобів захисту (КЗЗ) інформації, перебуваючи в умовах значної невизначеності [1].

Водночас прорахунки у виборі комплексу засобів захисту інформації на етапі проектування ведуть до невиправданого збільшення збитків від реалізації деструктивних впливів. Крім того, у процесі проектування системи захисту інформації на об'єкті інформатизації найбільш трудомісткими та найменш забезпеченими у методичному плані є етапи оцінки ефективності та вибору оптимального проектного варіанту.

Створення системи комплексного захисту вимагає тривалого часу, залучення великої кількості експертів. Термін служби комплексної системи захисту інформації є тривалим. Протягом терміну служби кілька разів може змінитись склад її технічних засобів. Виходячи з цього, одним з основних питань, які вирішуються розробником комплексної СЗІ, є оптимізація складу комплексу засобів захисту, що забезпечує збереження ефективності її функціонування протягом життєвого циклу. Одним з найскладніших є завдання оптимізації складу засобів захисту на етапі проектування [2].

Розглядаючи завдання побудови оптимального КЗЗ у СЗІ як завдання проектування складного технічного об'єкта, її математичну постановку можна представити у наступному вигляді. Необхідно знайти безліч засобів

захисту $X_{opt} \in X$ таке, що

$$X_{opt} = \arg \left[\text{extr}_X I(X, Y, t) \right]$$

де $I(X, Y, t)$ – узагальнений показник ефективності функціонування комплексу засобів захисту.

Потрібно сформулювати склад засобів захисту інформації з багатьох доступних, які забезпечують виконання всіх необхідних функцій за умови досягнення оптимуму обраного критерію та виконання відповідних обмежень. Крім того, такий набір засобів захисту повинен задовольняти вимогам нормативних документів та вимогам сумісності.

При цьому приймаються такі припущення та обмеження:

- час аналізу захищеності поставлено ($t = T$);
- безліч потенційно можливих загроз Y визначено і є кінцевим;
- зловмисник є інформаційним суб'єктом, здатним до навчання;
- витрати на експлуатацію КСЗІ постійні, а їх надійність абсолютна;
- випадки появи різних ненавмисних загроз є незалежними випадковими подіями.

У доповіді розглядаються відомі методи оптимізації, які можуть бути використані для вирішення завдання вибору оптимального складу засобів захисту інформації у КСЗІ, а також питання, що стосуються вибору показників ефективності та критеріїв оптимальності КСЗІ.

Як показник ефективності КСЗІ найчастіше використовується залишковий ризик реалізації загроз інформаційної безпеки, а критерій оптимальності визначається співвідношенням ефективності КСЗІ та вартості самого комплексу з урахуванням витрат на його експлуатацію та підтримання у робочому стані.

Оцінка ефективності функціонування КСЗІ здійснюється за результатами аналізу, що здійснюється за допомогою моделювання.

Список використаних джерел:

1. Горохов Д.Е. Методика оптимизации комплекса средств защиты на основе априорной оценки риска / Д.Е. Горохов // Информация и безопасность : регион, науч.-техн. журнал. Воронеж, 2009. Вып. 4. С. 603-606.
2. Пиявский С.А. Простой и универсальный метод принятия решений в пространстве критериев “стоимость–эффективность” // Онтология проектирования. 2014. № 3 (10). С. 89–102.

**РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЗАГРОЗ ІНФОРМАЦІЇ ТА ВИБІР
МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ
ДЛЯ ОБ'ЄКТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Школьник В.А.

Науковий керівник – проф. Олейніков А. М.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
студентський науковий гурток «Технічний захист інформації»
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. КРiСТЗІ, тел. (057)702-14-30)
email: vladyslav.shkolnyk@nure.ua

The article considers the development of a model of information threats depending on the specifics of the field of the object of information activity and the choice of methods and means of technical information protection.

Модель загроз для інформації - це процес ідентифікації потенційних загроз безпеці інформації, що можуть виникнути в результаті злочинних дій, атак з боку зловмисників або невдалого управління даними.

Основною метою моделювання загроз є захист конфіденційності, цілісності та доступності інформації. Модель загроз для інформації розробляється та оформлюється згідно з нормативними документами технічного захисту інформації (НД ТЗІ).

Вихідними даними для розроблення моделі загроз інформації є матеріали акта категоріювання об'єкту інформаційної діяльності (ОІД), акта обстеження ОІД, результати спеціальних досліджень ОІД або основних, допоміжних технічних засобів і систем (ОТЗС, ДТЗС) (інженерного аналізу ДТЗС).

Модель загроз містить такі структурні елементи як: ситуаційний план ОІД, генеральний план ОІД та їх описи, схеми розташування та описи ОТЗС і ДТЗС, обґрунтування можливості створення технічних каналів витоку інформації, властивих даному ОІД та висновки - перелік технічних каналів витоку інформації, які можуть бути утворені на даному ОІД.

На ситуаційному плані ОІД вказується (та описується) розташування на місцевості будинку, де знаходиться ОІД та оточуючих об'єктів. На генеральному - об'єкт інформаційної діяльності на плані будинку, де знаходиться ОІД, суміжні приміщення, системи електроживлення, заземлення, безпеки, охорони, сигналізації, життєзабезпечення.

До прикладу, візьмемо середньостатистичну компанію по продажу паперу. Зважаючи, на сферу діяльності, можна виділити наступні загрози безпеці інформації:

1. Втрата даних – без належного захисту, компанія може втратити важливі дані про замовлення, клієнтів, фінанси тощо. Ця загроза виникає в результаті технічних проблем, наприклад, через збій в системі, або в результаті недбалості співробітників, які можуть випадково видалити

важливі дані.

2. Атаки на мережу – подібні компанії, можуть бути вразливі до атак з боку зловмисників, які намагаються перехопити конфіденційну інформацію про клієнтів та фінансові операції. Наприклад, використовуючи шкідливі програми або підроблені веб-сторінки, щоб отримати доступ до цієї інформації.

3. Фізична крадіжка даних – компанія може бути під загрозою фізичної крадіжки даних, наприклад, якщо зловмисники викрадуть комп'ютери або інші засоби зберігання даних, які містять конфіденційну інформацію про клієнтів.

Для захисту від цих загроз, компанія може вжити наступні заходи:

1. Навчання співробітників – компанія може забезпечити належне навчання своїх співробітників з питань безпеки інформації, щоб вони могли впевнено впроваджувати процедури безпеки та уникати витоку конфіденційної інформації.

2. Захист даних – компанія може забезпечити захист даних, використовуючи програмне забезпечення для захисту від вірусів, шпигунського ПЗ та інших загроз. Крім того, компанія може здійснювати резервне копіювання даних, щоб уникнути їх втрати в разі збою апаратного забезпечення або інших технічних проблем.

3. Фізичний захист – компанія може забезпечити фізичний захист своїх даних та іншої конфіденційної інформації, використовуючи замки, системи безпеки та інші заходи безпеки приміщення.

4. Аудит безпеки – компанія може проводити аудит безпеки, щоб виявити можливі проблеми та вразливості в системах безпеки інформації, і вживати необхідних заходів для їх виправлення.

5. Політика безпеки – компанії варто розробити (згідно НД ТЗІ 1.4-001 і НД ТЗІ 1.1-002) та впровадити політику безпеки, щоб забезпечити стійкий рівень захисту від загроз для інформації. Політика безпеки повинна бути розроблена та впроваджена на всіх рівнях компанії, включаючи керівництво, співробітників та партнерів.

Список використаних джерел:

1. Антіпов І.Є., Олейніков А.М., Ликов Ю.В., Кукуш В.Д., Милютченко І.О. Засоби та системи технічного захисту інформації. Навчальний посібник для студентів ЗВО // Харків: ХНУРЕ, 2019. – 216 с.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОЇ АКУСТИЧНОЇ РОЗВІДКИ

Філоненко Я. С.

Науковий керівник – проф. Олейніков, А.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна

тел. +380667892129, e-mail: yaroslav.filonenko@nure.ua

To build an effective system of information protection, it is necessary, as one of the points, to explore all possible technical means of intelligence that can be used, including technical means of acoustic intelligence. The class of technical means of acoustic intelligence, in particular, include narrow microphones. The main characteristic of the acoustic antenna, as a structural part of the acoustic receiver, is the characteristic of the direction.

Для побудови ефективної системи захисту інформації необхідно, як один із пунктів, дослідити усі можливі технічні засоби розвідки що можуть бути використані, включаючи технічні засоби акустичної розвідки (ТЗАР). До класу технічних засобів акустичної розвідки, зокрема, відносять вузькоспрямовані мікрофони.

При організації прослуховування розмов в приміщенні, де проводяться конфіденційні розмови, можуть використовуватися наступні технічні засоби акустичної розвідки:

- вузькоспрямовані мікрофони;
- закладні пристрої;
- лазерні системи акустичної розвідки;
- віброперетворювачі (стетоскопи);
- пристрої прослуховування що побудовані на принципі високочастотного нав'язування.

Ефективність застосування вузькоспрямованого мікрофону можна визначити за дальністю роботи (при всіх інших сталих параметрах). За базовий показник ефективності, з яким можна порівнювати дальність роботи, візьмемо дальність розвідувального контакту з використанням незброєного вуха людини. Відносно вуха людини дальність розвідувального контакту можна визначити за формулою [1]:

$$\frac{R}{R_0} = 10^{\frac{B_{nc} - B_n - Q_0 + Q}{20}}, \quad (1)$$

де R – дальність розвідувального контакту при використанні ТЗАР;
 R_0 – дальність розвідувального контакту для незброєного вуха; B_n – пороговий рівень чутливості мікрофону; Q – індекс спрямованості мікрофона, Q_0 – індекс спрямованості вуха, B_{nc} – рівень порогової чутливості вуха.

З формули (1) видно, що для підвищення дальності роботи необхідно

збільшити індекс спрямованості мікрофона. Тобто, для вузькоспрямованого мікрофону основною технічною характеристикою є характеристика спрямованості.

Взагалі, індекс спрямованості мікрофона залежить від лінійних розмірів антени, але для трубчастих мікрофонів органного типу та ЛГМ індекс спрямованості залежить ще від кількості мікрофонів(трубок) у групі та відстанню між найближчими мікрофонами(трубками).

Таблиця – Порівняльна характеристика вузькоспрямованих мікрофонів

Тип вузькоспрямованого мікрофона	Лінійні розміри	Індекс спрямованості на окремих частотах
Параболічний мікрофон	$\rho_0 = 80 \text{ см}$	$Q_{1000 \text{ Гц}} = 17.6 \text{ дБ}$ $Q_{2000 \text{ Гц}} = 23.6 \text{ дБ}$ $Q_{3000 \text{ Гц}} = 27.2 \text{ дБ}$ $Q_{4000 \text{ Гц}} = 29.6 \text{ дБ}$ $Q_{5000 \text{ Гц}} = 31.6 \text{ дБ}$ $Q_{6000 \text{ Гц}} = 33 \text{ дБ}$
Мікрофон органного типу	$L = 80 \text{ см},$ $n = 30,$ $d = 2.65 \text{ см}.$	$Q_{1000 \text{ Гц}} = 10 \text{ дБ}$ $Q_{2000 \text{ Гц}} = 12.8 \text{ дБ}$ $Q_{3000 \text{ Гц}} = 14.6 \text{ дБ}$ $Q_{4000 \text{ Гц}} = 15.8 \text{ дБ}$ $Q_{5000 \text{ Гц}} = 17 \text{ дБ}$ $Q_{6000 \text{ Гц}} = 17.4 \text{ дБ}$
Лінійна група мікрофонів (МР)	$L = 80 \text{ см},$ $n = 20,$ $d = 4 \text{ см}.$	$Q_{1000 \text{ Гц}} = 14.5 \text{ дБ}$ $Q_{2000 \text{ Гц}} = 19.7 \text{ дБ}$ $Q_{3000 \text{ Гц}} = 22.8 \text{ дБ}$ $Q_{4000 \text{ Гц}} = 24.3 \text{ дБ}$ $Q_{5000 \text{ Гц}} = 26 \text{ дБ}$ $Q_{6000 \text{ Гц}} = 25.5 \text{ дБ}$

Проаналізувавши дані, можна зробити деякі висновки:

- ІС усіх мікрофонів збільшується з частотою;
- на частотах від 150 Гц найкращу характеристику спрямованості має параболічний мікрофон;
- для ЛГМ та органного мікрофону залежність ІС має немонотонний характер;
- трубчасті мікрофони органного типу мають найгіршу характеристику спрямованості серед інших;
- параболічний мікрофон має достатньо нерівномірну ХС на різних частотах.

Список використаних джерел. 1. Олейников, А.Н., Войтенко, А.О. Сравнительная характеристика параметров узконаправленных микрофонов // Радиотехника. – 2013. – Вып. № 173. – С. 224-231.

УДК 621.396:004.056.53

**ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ПОЗИЦІОНУВАННЯ
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ АБОНЕНТІВ
БЕЗПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ WI-FI**

Оснач А. І.

Науковий керівник – к.т.н., асистент Василенко Т.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРiСТЗi,
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 074-46-10, e-mail: andrii.osnach@nure.ua.

This work is devoted to positioning methods for the protection of wireless Wi-Fi networks in a controlled network. Experimental studies were carried out, including the creation of radio maps for a room of area 123 m² with 105 reference points. We employed three identical routers and a smartphone. During the experiment, it turned out that, depending on the orientation of the mobile device (in fact, its antenna), the measured power changes, so the radio maps were constructed based on average power for six different positions of the mobile device.

Стрімкий розвиток Wi-Fi мереж охоплює всі сфери людської діяльності. Принцип побудови безпроводних мереж несе у собі не тільки переваги, а й безліч вразливостей і загроз. Завдання забезпечення безпеки є складним, тому для його вирішення потрібно застосування допоміжних методів аналізу. Запропоновано розглянути методи локального позиціонування та створити систему контролю на основі одного з методів.

Порівняльний аналіз методів позиціонування показав, що для застосування в безпроводних Wi-Fi мережах більш підходящим є метод оцінки потужності сигналів опорних вузлів (метод RSSI). Але через особливості поширення радіохвиль всередині приміщень побудувати таку модель досить складно.

Тому замість моделі поширення радіохвиль, запропоновано скористатися методом радіовідбитків. Він заснований на побудові радіокарти для кожної з трьох точок доступу, на якій вказується рівень сигналу, що приймається від безпроводного пристрою, що розміщується в деякій кількості опорних точок. На рис.1 наведено графічне представлення експериментальних вимірювань поширення Wi-Fi сигналу (5 ГГц), що доводить правильність розміщення безпроводного обладнання. Рівні сигналу в одній і тій же опорній точці від трьох точок доступу значно відрізняються, це означає що трьох точок доступу достатньо для площі до 100 м².

Отримані радіокарти демонструють похибку у визначенні місцеположення в 2 м при застосуванні детермінованого підходу визначення координат. Точність об'єкта визначення місцеположення за допомогою радіокарти можна порівняти з ринковими системами позиціонування. Для підвищення точності результатів кількість опорних точок можна збільшити.

Визначення місцеположення за межами території, що охороняється також можливо. Для цього потрібно попередньо заміряти рівні сигналу на цій території і включити її в карту радіовідбитків. Або це можливо зробити за допомогою методів латерації. Такий метод не дасть точних результатів, але, якщо абонент потрапляє в радіус дії хоча б однієї або двох точок доступу, можна визначити радіус його знаходження і напрямок.

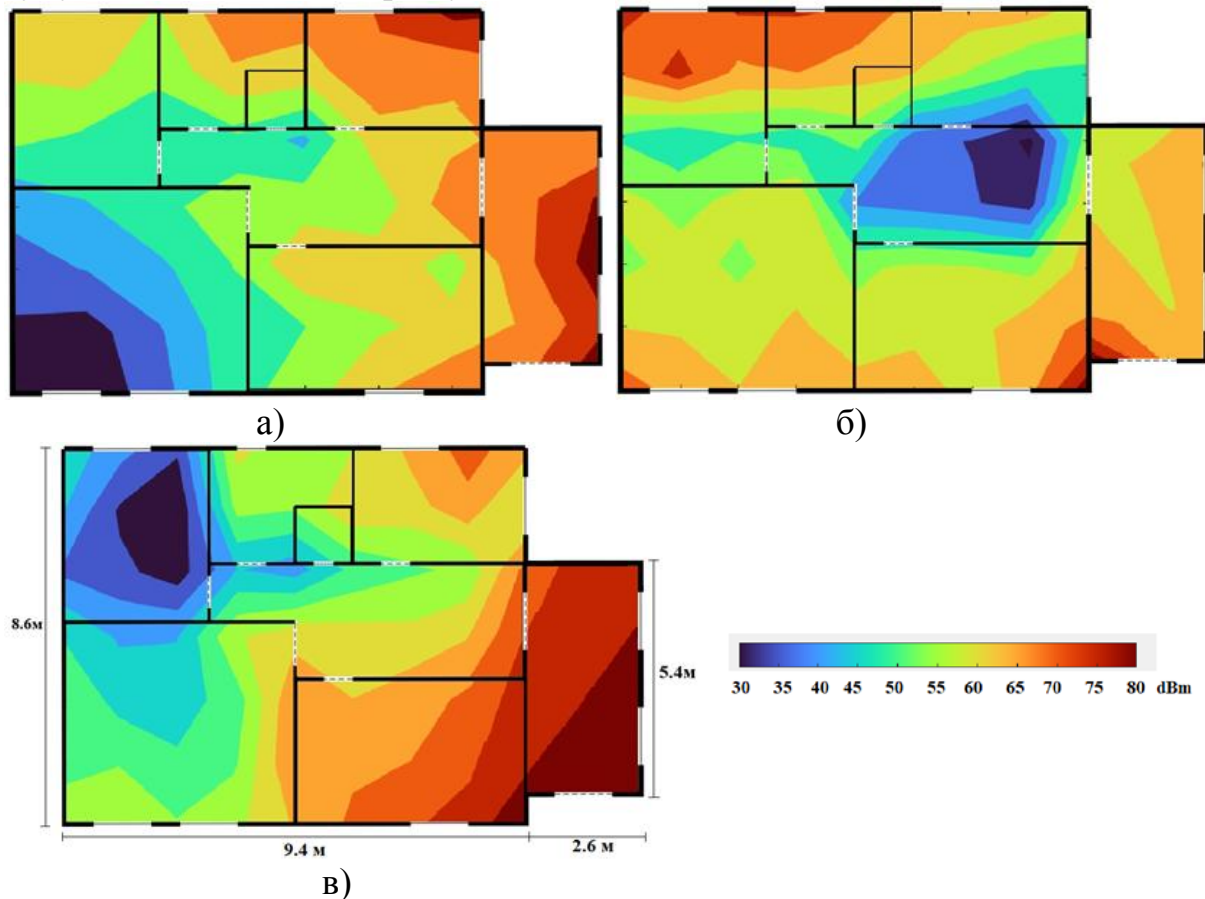


Рис.1 – RSSI карта розповсюдження сигналу
а) – ТД1; б) – ТД2; в) – ТД3

Само по собі знання місцеположення пристроїв не є інформативним, але якщо цю інформацію використовувати спільно з існуючими системами захисту, це дозволить істотно розширити можливості таких систем, а саме частково або повністю вирішити такі проблеми захисту безпроводної мережі як: виявлення аномальних станів; контроль доступу; контроль стаціонарного устаткування; визначення місцезнаходження джерела несанкціонованого доступу.

Список використаних джерел. 1. Миниахметов Р.М. Обзор алгоритмов локального позиционирования для мобильных устройств [Текст] / Р.М. Миниахметов, А.А. Рогов, М.Л. Цымблер // Вестник ЮУрГУ. Сер. Вычислительная математика и информатика. 2013. Т. 2. № 2. С. 83–96. 2. Юркин Д. В. Системы обнаружения вторжений в сетях широкополосного радиодоступа стандарта IEEE 802.11 / Д. В. Юркин, В. Н. Никитин. // Информационно-управляющие системы. – 2014. – С. 44–49.

УДК 621.396:004.056]:002.1-028.27

КЛАСИФІКАЦІЯ ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ

Кулько П.О.

Науковий керівник – к.т.н. проф. Милютченко І.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,

м. Харків, Україна

тел. +38(093) 378-69-28 e-mail: petro.kulko@nure.ua

In the work the definition of the category "electronic information resource" was considered. A variant of the classification of electronic information resources, of obtaining as a result of analysis and generalization of classification characteristics from many sources is proposed.

Нині в науковому та суспільному просторі поряд з традиційним поняттям «ресурси» важливим є поняття «інформаційні ресурси» (ІР), яке визначають, зокрема, як систематизовану сукупність документів, зафіксованих на паперових чи інших носіях, в інформаційних системах [1].

Стратегія воєнної безпеки України (2021) передбачає серед іншого «адаптивне до змін безпекового середовища та збалансоване з можливостями держави використання людського капіталу, інформаційних, матеріальних, фінансових ресурсів України, їх підсилення ресурсами держав-партнерів».

Адаптивне та збалансоване використання, вибір методів та засобів захисту залежать від виду та призначення ІР. Стрімкий розвиток інформаційних технологій зумовив важливе значення електронних інформаційних ресурсів (ЕІР). Тому актуальною є проблема визначення поняття «електрон-ний інформаційний ресурс» та ознак класифікації ЕІР.

Поняття ЕІР визначено як у правовому просторі України, зокрема, законі України «Про Національну програму інформатизації», так і у працях науковців (П.М. Марченко, В.О. Копанєва, З.В. Савченко, Т.М. Ковтанюк, М. Женченко та ін.).

Визначено також певні види ЕІР, зокрема державні ЕІР у Положеннях «Про Реєстр інформаційних, телекомунікаційних та інформаційно-телекомунікаційних систем органів виконавчої влади», «Про систему електронної взаємодії державних електронних інформаційних ресурсів «Трембіта» та наукових працях (О.К. Юдін, А.І. Марущак та ін.).

ЕІР класифікують за різними ознаками, кількість та зміст яких залежать від сфери використання (функціональної ознаки), типу носія та контенту, технології розповсюдження, статусу ЕІР тощо, причому певні ознаки є спільними для ІР [1] та ЕІР. На рис.1 наведено визначення та класифікацію ЕІР, запропоновану як результат аналізу та узагальнення багатьох джерел [1-3 та ін.].

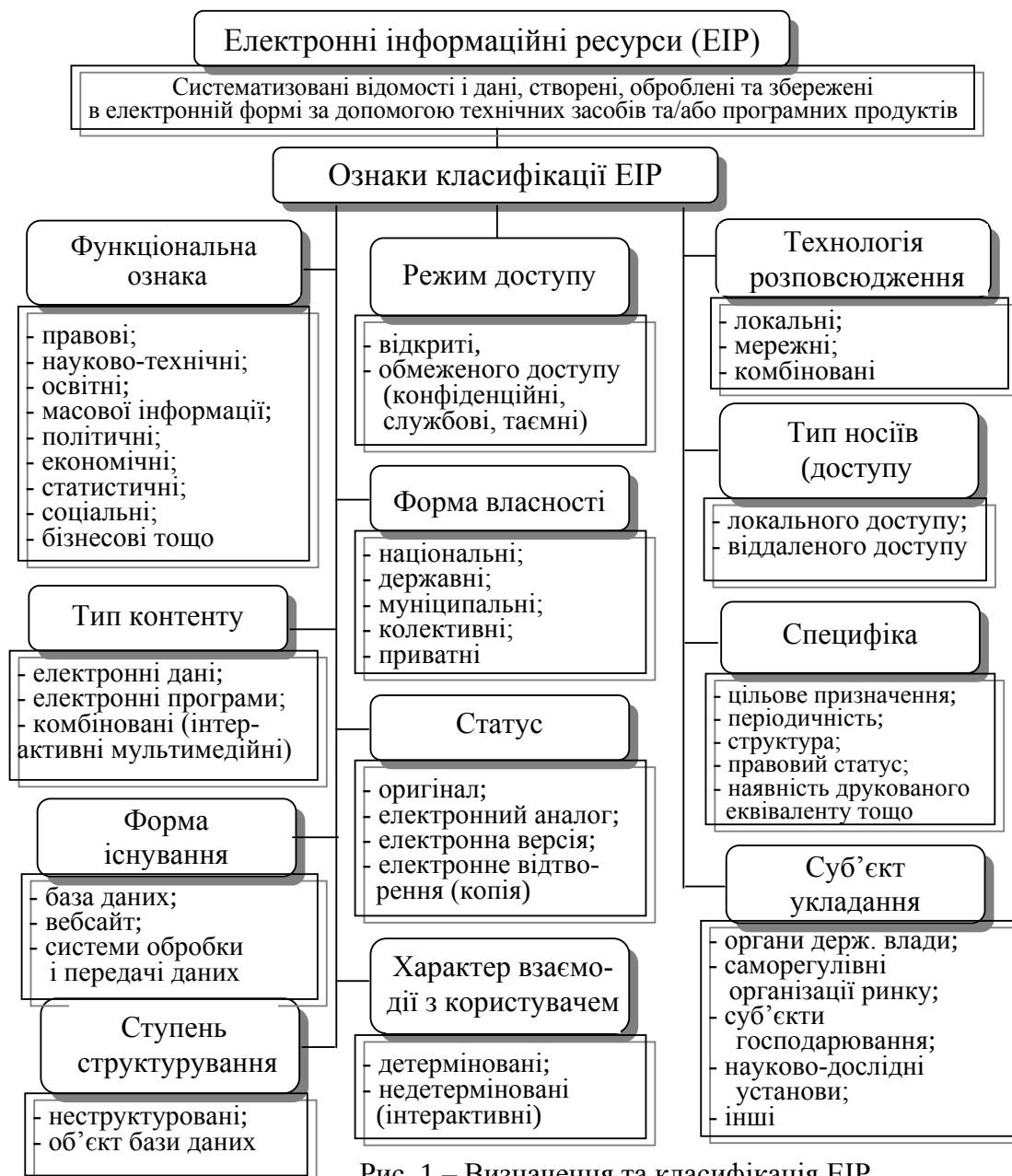


Рис. 1 – Визначення та класифікація ЕІР

Список використаних джерел:

1. Милютченко, І. О., & Онопко, Б.В. (2018). Інформаційні ресурси: аналіз категорії та класифікація. Радіотехніка: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб., (192), 157–161.
2. Савченко, З. В. (2010). Формування і використання інформаційних електронних науково-освітніх ресурсів. Інформаційні технології і засоби навчання, 4(18). <http://www.ime.edu-ua.net/em.html>
3. Ковтанюк, Т. М., & Христова, Н.М. (2012). Віднесення електронних інформаційних ресурсів до Національного архівного фонду. Аналітичний огляд. Укр. наук.-досл. ін-т архів. справи та документознавства, <http://undiasd.archives.gov.ua/doc/ao-eir-naf.pdf>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ OSDP ТА WIEGAND

Якимович М.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,

каф. КРiСТЗi, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: mykyta.iakymovych@nure.ua

The research described the comparative comparison of Open Supervised Device Protocol and Wiegand interface.

Технологія Wiegand була розроблена понад 25 років і не забезпечує рівня безпеки, який необхідний для сучасних систем контролю доступу, оскільки не підтримує шифрування, має обмеження, пов'язані з відстанню, не забезпечує зв'язок контролерів з зчитувачами для оновлення прошивки, зміни конфігурації, зміни стану та інших важливих оновлень. Крім того, знаючи принципи роботи Wiegand або придбавши один з готових хакерських пристроїв, можна легко використовувати вразливість даного інтерфейсу, створивши значні проблеми для безпеки організації. Існує альтернативний варіант – інтерфейс OSDP (Open Supervised Device Protocol), який зараз хоч і повільно, але набирає популярності.

Фізичною основою протоколу OSDP є інтерфейс RS-485, що дозволяє у деяких реалізаціях підключати послідовно більше 100 пристроїв однією шиною (рис. 1). Крім того, якщо пристрою не потрібне додаткове живлення, то для підключення достатньо лише однієї "витої пари". Але в цій схемі є і свій недолік: оскільки це послідовне підключення, то при розриві перестане функціонувати повністю вся шина після місця розриву.

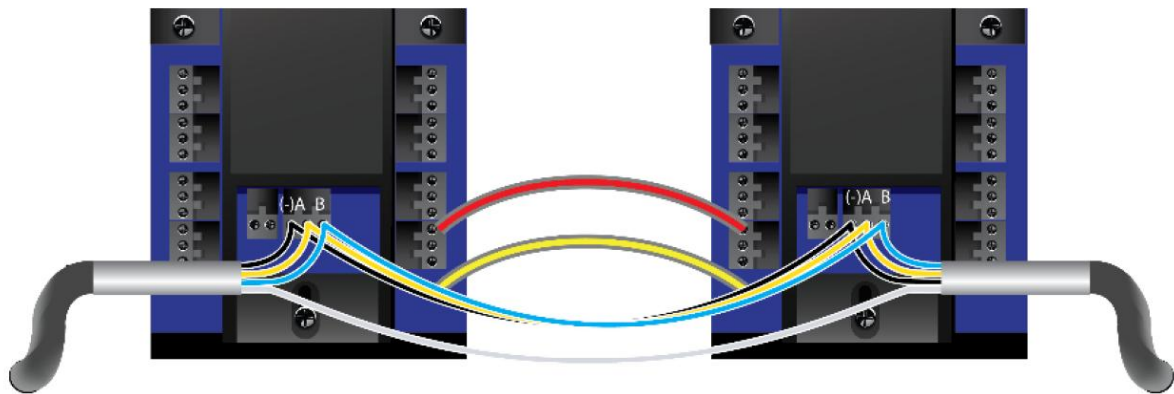


Рисунок 1

Також слід відмітити, що OSDP використовує стандартний формат передачі байтів: 8-N-1 зі швидкістю 9600 бод. Цей варіант досить повільний і може накладати свої обмеження, але на відстанях менше 1 км можна налаштувати роботу СКУД на швидкості 57600 бод та більше.

Переваги технології OSDP. 1. Двоспрямованість OSDP дозволяє як передавати дані від зчитувача на контролер, так і отримати зворотний

зв'язок від контролера, наприклад, керувати звуковою чи світловою індикацією зчитувача без збільшення кількості управляючих входів. Також існує можливість підключення LCD-дисплеїв до зчитувачів для виведення текстових повідомлень. Таким чином, перевага OSDP полягає не тільки у значному розширенні функціоналу, але також у спрощенні процедури налаштування та економії кабелю при підключенні.

2. OSDP – відкритий для виробників протокол, що дозволяє впроваджувати індивідуальні налаштування та використовувати додані виробником сервісні функції. Крім того, специфіка протоколу OSDP виключає поняття «Vendor Lock», тобто, можна використовувати контролер від одного виробника, а зчитувач від іншого. Таким чином, виробники СКУД удосконалять стандартний протокол.

Порівняльний аналіз технологій OSDP та Wiegand наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Функція	Wiegand	OSDP
Можливість зворотного зв'язку	Ні	Так
Шифрування трафіку	Ні	Так
Розширення функціоналу	Ні	Так
Довжина лінії зв'язку	До 150 метрів	До 1200 метрів
Вартість розводки кабелів	Висока	Середня
Управління індикацією зчитувачів	Обмежені можливості за рахунок додаткових ліній	Гнучке налаштування з широкими можливостями
Моніторинг працездатності зчитувачів	Не підтримується	Постійний моніторинг з можливістю централізованого налаштування зчитувачів

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ:

1. Open Supervised Device Protocol (OSDP). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.securityindustry.org/industry-standards/open-supervised-device-protocol>. Дата звернення: 15.02.2023.

2. OSDP Protocol Description. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://libosdp.gotomain.io/protocol/index.html>. Дата звернення: 15.02.2023.

СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ СПУФІНГ-АТАК НА ГОЛОСОВІ СКУД

Жерновніков О.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
студентський науковий гурток «Біометричні технології контролю доступу»
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: oleksandr.zhernovnikov@nure.ua

The structure of the spoofing attack detection system is proposed, which consists of three main components: the training module for training bases, the training module, and the exploitation module. A detailed description of the components of each module, as well as the functions they perform, is given.

Алгоритми підтвердження особистості людини за голосом добре вивчені, зручні у використанні та застосуванні як для безперервної, так і разової аутентифікації. Однак через поширення недорогих пристроїв запису і відтворення звуку вони схильні до спуфінгу, тобто, уразливі до дій зломисників, спрямованих на видачу себе за іншу людину. У зв'язку з цим розробка та вивчення способів протидії спуфінгу є основним напрямком розвитку систем голосової аутентифікації.

Запропонована система виявлення спуфінг-атак на голосові СКУД складається з трьох модулів (рис. 1):

1. Модуль підготовки баз;
2. Модуль навчання системи детектування спуфінг-атак;
3. Модуль експлуатації системи детектування спуфінг-атак.

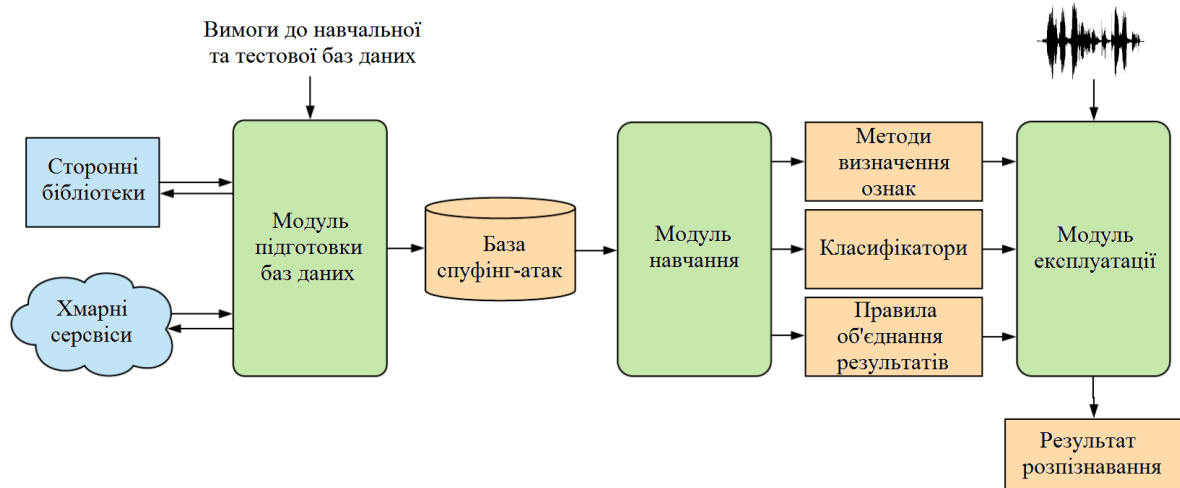


Рисунок 1

Модуль підготовки баз відповідає за автоматизацію процесів, необхідних для підготовки навчальної та тестової баз. Основною функцією модуля є автоматична генерація спуфінг-атак на основі вимог, які одержує модуль. З цією метою модуль використовує зовнішні технології генеру-

вання синтезу. До них відносяться хмарні сервіси синтезу мови Google та IBM. Для генерації синтезованих записів модуль використовує готовий набір текстів, запозичений з кількох творів художньої літератури українською та англійською мовами. Для генерації атак повторного відтворення використовує готовий набір фонограм. Модуль має можливість розширення за рахунок використання нових технологій, мов, а також використання інших текстових корпусів.

Модуль навчання (рис. 2) відповідає за навчання всіх моделей виділення високорівневих ознак та класифікаторів та складається з 5 підмодулів.

Підмодуль обробки вхідних даних здійснює отримання ознак нижнього рівня, наприклад спектрограм, та реалізує алгоритми підготовки вхідних даних для навчання нейронних мереж.

У підмодулі LPCC / PLP відбувається розрахунок кепстральних коефіцієнтів лінійного передбачення (LPCC) та коефіцієнтів перцептивно-лінійного передбачення (PLP) для аналізу часових ознак аудіосигналів.

Підмодуль навчання нейронних мереж навчає модулі отримання високорівневих ознак зі спектрального подання акустичних сигналів. Крім того, він навчає мережу з архітектурою CNN+RNN для класифікації спектрограм безпосередньо.

Підмодуль навчання класифікаторів для класифікації високорівневих ознак, отриманих на основі використання нейронних мереж.

Оскільки в системі використовуються декілька незалежних методів розпізнавання спуфінг-атак, результати їх роботи треба об'єднати. Одним з варіантів вирішення цієї задачі є застосування логістичної регресії, яку, застосовують у випадку, коли результат класифікації є бінарним – спуфінг чи природна мова. За цей функціонал відповідає підмодуль навчання, який приймає на вхід результати класифікації кожної індивідуальної системи для тестової множини та навчає на їх основі параметрів загальної системи.

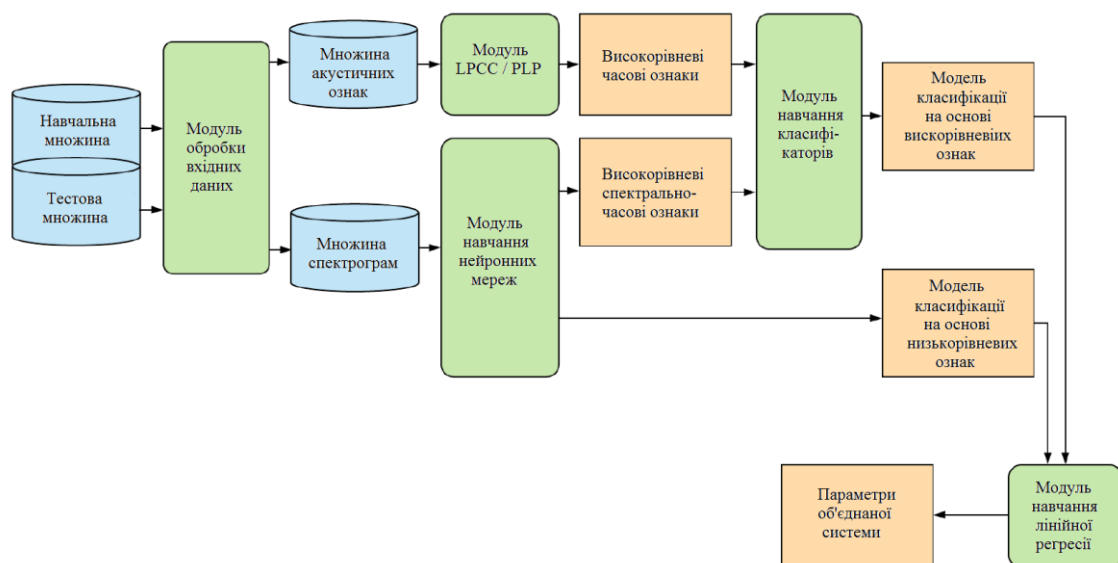


Рисунок 2

Модуль експлуатації (рис. 3) безпосередньо виконує функцію детектування спуфінг-атак. Спершу виконується обчислення ознак нижнього рівня. Далі виконується обчислення ознак високого рівня. На даному етапі ознаки нижнього рівня обробляються двома модулями: модулем вилучення LPCC/PLP та модулем глибокого навчання. Цей етап не виконується в системі на основі CNN+RNN, оскільки ця нейронна мережа виступає одразу в ролі класифікатора. Далі відбувається класифікація за кожним методом. Всі результати класифікації, отримані від індивідуальних систем, надходять на вхід до модуля прийняття рішення, який, використовуючи вагові коефіцієнти, формує фінальну ймовірність приналежності вхідної фонограми до класу спуфінг-атак.

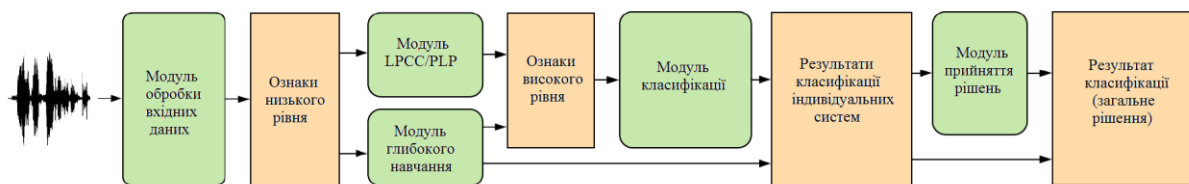


Рисунок 3

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ:

1. Wu Z., Das R. K., Yang J., Li H. Light convolutional neural network with feature genuinization for detection of synthetic speech attacks. In: Proceedings of the 21st Annual Conference of the International Speech Communication Association. 2020, 1101–1105.
2. Chen, Z.; Zhang, W.; Xie, Z.; Xu, X.; Chen, D. Recurrent neural networks for automatic replay spoofing attack detection. Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP); Calgary, AB, Canada, 15–20 April 2018; pp. 2052-2056.
3. Dehak, N. Discriminative and Generative Approaches for Long- and Short- term Speaker Characteristics Modeling: Application to Speaker Verification – 2009.
4. Xiao, X. Spoofi speech detection using high dimensional magnitude and phase features: the NTU approach for ASVspoof 2019 challenge / X. Xiao, X. Tian, S. Du, H. Xu, C. E. Siong, H. Li // INTERSPEECH. – 2015.
5. Todisco, M. A New Feature for Automatic Speaker Verification Anti-Spoofing : Constant Q Cepstral Coefficients / M. Todisco, H. Delgado, N. Evans //. – 2016.
6. Nagarsheth, P. Replay Attack Detection Using DNN for Channel Discrimination / P. Nagarsheth, E. Khoury, K. Patil, M. Garland // INTERSPEECH. – 2017.

УДК 004.056.523

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАТИВНИХ ОЗНАК СЕНСОРНОГО ПОЧЕРКУ ВЛАСНИКІВ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Омельченко А.Л.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
студентський науковий гурток «Біометричні технології контролю доступу»
каф. КРiСТЗІ, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: alina.omelchenko@nure.ua

In the study the informative features of mobile keystroke dynamics are analyzed. The Multi-Class Classification accuracy by the Random forest method of users from the "The Mobikey Keystroke Dynamics Password Database" by time and psycho-physiological parameters is 94.7%. The Binary Classification accuracy is not less than 90%. FAR is 1.58 %. FRR is 1.36 %.

Класичні методи ідентифікації (відбиток пальця, 2D та 3D геометрія обличчя) вже стали звичними – і майже настільки ж звичною стала інформація про те, як зловмисники можуть зламувати ці технології. Альтернативою цим методам є так званий «відбиток мобільного пристрою». У цьому випадку використовують такі характеристики, як модель пристрою, операційна система, додатки, що використовує користувач, параметри Wi-Fi-мереж, до яких часто підключається користувач, технічні параметри пристроїв, що користувач підключає до смартфона. В результаті система створює свого роду профіль і пристрою, і звичок конкретного користувача. Якщо система виявляє нетиповий сценарій використання мобільного пристрою, вона використовує додаткові способи перевірки (паролі, контрольні питання тощо).

Однак цьому методу ідентифікації заважає те, що і Apple, і Google обмежують набір параметрів, які можна отримати про пристрій віддалено. Це робиться з метою захисту особистих даних користувачів. Тому розвиваються нові методи біометричної ідентифікації. В першу чергу це так звана поведінкова біометрія. В її основі лежить цілий ряд параметрів, що характеризують поведінку конкретного користувача. Так, наприклад, використовувані в смартфоні гіроскопи і акселерометри можуть оцінити і запам'ятати, як людина тримає смартфон під час використання, в якому становищі зазвичай носить його і навіть як ходить. За допомогою тачскріну і клавіатури можна встановити характерні для людини рухи рук і пальців.

У роботі проаналізовано інформативні ознаки сенсорного почерку. Можна виділити три основних класи: часові параметри, параметри взаємодії з екраном (тиск та розмір «плями» від пальця) та психофізіологічні параметри, де до тиску та розміру «плями» додаються показання акселерометру та динаміка руху кінчика пальця по екрану.

За даними датасету «The Mobikey Keystroke Dynamics Password Database» інтегральна точність мультикласової класифікації за сенсорним почерком становить 94.7 %. Отже, системи розпізнавання за сенсорним почерком можуть забезпечити точність ідентифікації, яка притаманна системам ідентифікації за клавіатурним почерком. Проте для забезпечення такої точності необхідно збирати більші масиви даних: пароль «.tie5Roanl» в дата сеті «MOBIKEY strong» (для сенсорного почерку) містить 72 інформативних параметри, в той час як пароль «.tie5Roanl» в дата сеті «Keystroke Dynamics Benchmark Data Set» (для клавіатурного почерку) містить 31 інформативний параметр.

Точність розпізнавання за часовими параметрами сенсорного почерку становить 83 %. Таким чином, нестабільність часових параметрів сенсорного почерку обумовлює неможливість побудови систем ідентифікації, що враховують лише ці часові параметри.

Точність розпізнавання за параметрами взаємодії з екраном складає 67.7 %. Таким чином, тиск та розмір «плями» не є унікальними параметрами сенсорного почерку.

Найінформативнішими параметрами сенсорного почерку є прискорення по трьох осях координат, динаміка руху кінчика пальця по екрану та усереднений час натискання клавіш в процесі набору паролльної фрази. Використання цих семи параметрів дає інтегральну точність мультикласової класифікації 91.1 %.

Підвищити точність ідентифікації можна за рахунок побудови двійкової системи класифікації, коли цільовому користувачу присвоюється клас 1, тобто «зареєстрований», а усім іншим користувачам – клас 2, тобто «зловмисник». Це можливо, оскільки на відміну від комп'ютера, де зареєстрованими користувачами можуть бути декілька людей, у мобільного пристрою завжди тільки один власник.

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про забезпечення інтегральної помилки FAR 1.58 %. Враховуючи також той факт, що зловмисник апріорі має сформований сенсорний почерк, оскільки сфера його професійних навичок вимагає тривалого часу взаємодії зі смартфонами (один з пари користувачів вже має унікальний почерк), то з плином часу значення помилки FAR буде зменшуватись, оскільки інформативні ознаки сенсорного почерку легітимного користувача також ставатимуть більш унікальними (обидва користувачі в парі мають унікальний почерк). За результатами проведених досліджень можна очікувати зменшення рівня помилки FAR до 1.2 %, тобто 12 пропусків зловмисника на 1000 спроб.

Рівень помилки FRR (доступ заборонений користувачеві, зареєстрованому в системі) за умови недосвідченого користувача може становити до 1.36 %. Якщо ж враховувати лише користувачів з унікальним почерком, то рівень помилки FRR зменшується до 0.54 %, тобто 54 недопуски верифікованого користувача на 10000 спроб.

ВИКОРИСТАННЯ DTW-АЛГОРИТМУ В ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ЗА КЛАВІАТУРНИМ ПОЧЕРКОМ

Леушина А.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
студентський науковий гурток «Біометричні технології контролю доступу»
каф. КРiСТЗi, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: anastasiia.leushyna@nure.ua.

The algorithm of keystroke authentication based on the DTW algorithm is developed. The algorithms of formation of the user profile and its authentication has been designed.

Популярним підходом в задачі розпізнавання мови є методи і алгоритми, засновані на порівнянні мовних даних з еталонами. Ідея полягає в наступному. Є набір еталонних зразків мови, які можуть бути закодовані в часовій або в частотній області, і які представляють словник для розпізнавання. Розпізнавання відбувається шляхом порівняння наданого зразка мовлення з усіма еталонами і визначення найбільш ймовірного кандидата відповідно до деякої метрики подібності. Найбільш популярним серед таких підходів є алгоритм динамічного трансформування часу – Dynamic Time Warping – або скорочено DTW-алгоритм.

Оскільки задача порівняння біометричних векторів паролльної фрази, як часових рядів, дуже подібна до задач, в яких використовується DTW-алгоритм, то доцільним виглядає використовувати цей алгоритм в задачі паролльної аутентифікації за клавіатурним почерком.

Алгоритм формування профілю користувача та його аутентифікації за дорогою DTW-алгоритму.

1. Формування профілю користувача починається з накопичення статистичних даних про часові інтервали кожного диграфу у введеній користувачем паролльній фразі довжиною n символів:

$$T_{X_H Y_B} = \begin{bmatrix} t_{1_H 2_B} \\ t_{2_H 3_B} \\ \dots \\ t_{(n-1)_H n_B} \end{bmatrix}, \quad T_{X_B Y_H} = \begin{bmatrix} t_{1_B 2_H} \\ t_{2_B 3_H} \\ \dots \\ t_{(n-1)_B n_H} \end{bmatrix}, \quad T_{Z_H} = \begin{bmatrix} t_{1_H} \\ t_{2_H} \\ \dots \\ t_{n_H} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Тут $t_{X_H Y_B}$ – час між натисканням клавіші «X» та відпусканням клавіші «Y»; $t_{X_B Y_H}$ – час між відпусканням клавіші «X» та натисканням клавіші «Y» – час паузи між клавішами «X» та «Y».

2. Розраховуються вектори біометричних параметрів комп'ютерного почерку користувача:

$$\Delta_1 = \begin{bmatrix} \frac{t_{1_H}}{t_{1_H 2_B}} \\ \frac{t_{2_H}}{t_{2_H 3_B}} \\ \dots \\ \frac{t_{(n-1)_H}}{t_{(n-1)_H n_B}} \end{bmatrix}, \quad \Delta_2 = \begin{bmatrix} \frac{t_{2_H}}{t_{1_H 2_B}} \\ \frac{t_{3_H}}{t_{2_H 3_B}} \\ \dots \\ \frac{t_{n_H}}{t_{(n-1)_H n_B}} \end{bmatrix}, \quad \Delta_3 = \begin{bmatrix} \frac{t_{1_B 2_H}}{t_{1_H 2_B}} \\ \frac{t_{2_B 3_H}}{t_{2_H 3_B}} \\ \dots \\ \frac{t_{(n-1)_B n_H}}{t_{(n-1)_H n_B}} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

3. На етапі формування біоеталону користувача останньому пропонується L разів ввести парольну фразу.

3.1. Формується $M = \frac{L!}{(L-2)!}$ пар векторів Δ_1 .

3.2. За допомогою DTW-алгоритму розраховуються вартості шляху трансформації CW , на основі яких розраховується поріг аутентифікації за відносною тривалістю утримання першої клавіші диграфу:

$$\begin{cases} \text{так, якщо } CW_{\text{АУТЕНТ}}^{(1)} \leq \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CW_i^{(1)}; \\ \text{ні, якщо } CW_{\text{АУТЕНТ}}^{(1)} > \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CW_i^{(1)}. \end{cases} \quad (3)$$

3.3. Формується M пар векторів Δ_2 .

3.4. За допомогою DTW-алгоритму розраховуються вартості шляху трансформації CW , на основі яких розраховується поріг аутентифікації за відносною тривалістю утримання другої клавіші диграфу:

$$\begin{cases} \text{так, якщо } CW_{\text{АУТЕНТ}}^{(2)} \leq \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CW_i^{(2)}; \\ \text{ні, якщо } CW_{\text{АУТЕНТ}}^{(2)} > \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CW_i^{(2)}. \end{cases} \quad (4)$$

3.5. Формується M пар векторів Δ_3 .

3.6. За допомогою DTW-алгоритму розраховуються вартості шляху трансформації CW , на основі яких розраховується поріг аутентифікації за відносною паузою між натисканнями клавіш диграфу:

$$\begin{cases} \text{так, якщо } CW_{\text{АУТЕНТ}}^{(3)} \leq \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CW_i^{(3)}; \\ \text{ні, якщо } CW_{\text{АУТЕНТ}}^{(3)} > \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CW_i^{(3)}. \end{cases} \quad (5)$$

3.7. Формуються еталонні вектори:

$$\Delta_1^{et} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Delta_{1i}, \quad \Delta_2^{et} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Delta_{2i}, \quad \Delta_3^{et} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Delta_{3i}. \quad (6)$$

4. На етапі аутентифікації сформовані біометричні вектори $\Delta_1 - \Delta_3$ за допомогою DTW-алгоритму порівнюються з еталонними $\Delta_1^{et} - \Delta_3^{et}$. Розраховані вартості шляху трансформації $SW_{АУТЕНТ}^{(i)}$ відповідно до (3)-(5) порівнюються з порогами. Якщо два з трьох векторів задовольняють умовам позитивної аутентифікації, то приймається рішення про позитивну аутентифікацію користувача.

Опис експерименту.

Тестову групу склали 10 студентів та аспірантів віком від 20 до 30 років, кожен з яких щодня працює за комп'ютером та має стабільний клавіатурний почерк. За час експерименту кожен користувач зробив по 10 (8 для формування еталону та 2 тестові) підходів у звичній для нього обстановці на своїй клавіатурі, що дозволило знизити вплив зовнішніх факторів на почерк і зібрати більш точні дані. Кожен із підходів складався із введення паролю «tie5Roanl».

Помилка FRR розраховувалася в такий спосіб. Для кожного користувача був сформований еталон (6), який порівнювався з двома тестовими профілями цього користувача. Таким чином було проведено $10 \times 2 = 20$ аутентифікаційних тестів. Одне автентифікаційне рішення було неправильним, тобто помилка FRR становила 5,0%.

Помилка FAR розраховувалася наступним чином. Для кожного користувача був сформований еталон (6), який порівнювався із двома тестовими профілями останніх дев'яти користувачів. Таким чином було проведено $10 \times 2 \times 9 = 180$ ідентифікаційних тестів. Шість ідентифікаційних рішень були невірними, тобто помилка FAR становила 3,33%.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.

1. Silva DF, Batista GE (2016) Speeding up all-pairwise dynamic time warping matrix calculation. In: Proceedings of the 2016 SIAM International Conference on Data Mining. SIAM, pp 837–845.
2. Wang X, Mueen A, Ding H, Trajcevski G, Scheuermann P, Keogh E (2013) Experimental comparison of representation methods and distance measures for time series data. Data Min Knowl Discov 26 (2):275–309.
3. Alshehri A, Coenen F, Bollegala D (2016b) Keyboard usage authentication using time series analysis. In: International Conference on Big Data Analytics and Knowledge Discovery. Springer, New York, pp 239–252.
4. Ogihara A, Matsumuar H, Shiozaki A (2006) Biometric verification using keystroke motion and key press timing for atm user authentication. In: Intelligent Signal Processing and Communications. ISPACS'06. International Symposium on. IEEE, pp 223–226.

**ВИКОРИСТАННЯ КРИТЕРІЮ МАННА-ВІТНІ
В ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ
ЗА КЛАВІАТУРНИМ ПОЧЕРКОМ**

Леушина А.А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
студентський науковий гурток «Біометричні технології контролю доступу»
каф. КРiСТЗi, м. Харків, Україна
тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: anastasiia.leushyna@nure.ua.

The algorithm of keystroke authentication based on the Mann-Whitney *U* test is developed. The algorithms of formation of the user profile and its authentication has been designed.

Аналіз літератури в області біометричних систем контролю доступу за клавіатурним почерком показує, що одними з найбільш поширених є методи класифікації клавіатурного почерку на основі параметричних статистичних підходів. Ці методи порівняння параметрів розподілів припускають, що дослідник заздалегідь володіє фундаментальною інформацією – йому відомий вид закону розподілу ймовірностей, найчастіше нормальний закон, що дозволяє звести задачу розпізнавання до перевірки гіпотез про подібність таких характеристик як середнє, медіана і стандартне відхилення. Однак в силу ряду специфічних причин, пов'язаних з нестабільністю клавіатурного почерку, припущення про «нормальність» закону розподілу може привести до спотворення висновків (аж до прийняття рішення, протилежного вірному).

У тих випадках, коли припущення про гіпотетичний закон розподілу ймовірностей не є переконливими, слід застосовувати інші методи, наприклад, непараметричний статистичний *U* критерій Манна-Вітні.

Алгоритми формування профілю користувача та процесу аутентифікації.

У якості інформативних ознак клавіатурного почерку використовувались наступні часові параметри послідовних подій клавіатури: T_1 – час натискання клавіші; T_2 – час паузи між відпусканням першої клавіші та натисканням другої клавіші; T_3 – час між натисканням першої клавіші та натисканням другої клавіші; T_4 – тривалість слова з двох (трьох) букв.

Параметр T_1 розраховувався для 20 найуживаніших букв англійської мови:

E, A, R, I, O, T, N, S, H, D, L, C, U, M, W, F, G, Y, P, B.

Параметри T_2 та T_3 розраховувались для 20 найуживаніших біграм англійської мови:

IN, TH, TI, ON, AN, HE, AT, ER, RE, ND,
HA, EN, TO, IT, OU, EA, HI, IS, OR, TE.

Параметр T_4 розраховувався для 20 найуживаніших слів англійської мови:

FOR, AND, THE, IS, IT, YOU, HAVE, OF, BE, TO,
THAT, HE, SHE, THIS, THEY, WILL, I, ALL, A, HIM.

Таким чином, для кожного користувача по результатам введенного тексту № 1 формується 20 векторів параметру $\vec{T}_1$ (для кожної з 20 найуживаніших букв англійської мови), 20 векторів параметрів $\vec{T}_2$ та $\vec{T}_3$ (для кожної з 20 найуживаніших біграм англійської мови) та 20 векторів параметру $\vec{T}_4$ (для кожного з 20 найуживаніших слів англійської мови). Цю сукупність з 80-ти векторів можна вважати початковим еталоном користувача:

$$ET = \left\{ \begin{array}{l} \vec{T}_1^E, \vec{T}_1^A, \vec{T}_1^R, \dots, \vec{T}_1^B \\ \vec{T}_2^{IN}, \vec{T}_2^{TH}, \vec{T}_2^{TI}, \dots, \vec{T}_2^{TE} \\ \vec{T}_3^{IN}, \vec{T}_3^{TH}, \vec{T}_3^{TI}, \dots, \vec{T}_3^{TE} \\ \vec{T}_4^{FOR}, \vec{T}_4^{AND}, \vec{T}_4^{THE}, \dots, \vec{T}_4^{HIM} \end{array} \right\}. \quad (1)$$

За результатами введенного тексту № 2 для кожного користувача за допомогою U критерію для кожного з 20-ти векторів множини $\{\vec{T}_1^E, \vec{T}_1^A, \vec{T}_1^R, \dots, \vec{T}_1^B\}$ перевіряється гіпотеза про відсутність відмінностей між еталоном вектором $\vec{T}_1^X$ та дослідним $\vec{T}_1^{X_{досл}}$. Якщо більше 12 і більше (60 % і більше) гіпотез з 20 було прийнято, то вважається, що множина $\{\vec{T}_1^E, \vec{T}_1^A, \vec{T}_1^R, \dots, \vec{T}_1^B\}$ є еталоном. Якщо кількість прийнятих гіпотез менша 12, то користувачеві пропонується знову пройти процес формування еталону. Для формування повного еталону аналогічні розрахунки проводяться для множин $\{\vec{T}_2^{IN}, \vec{T}_2^{TH}, \vec{T}_2^{TI}, \dots, \vec{T}_2^{TE}\}$, $\{\vec{T}_3^{IN}, \vec{T}_3^{TH}, \vec{T}_3^{TI}, \dots, \vec{T}_3^{TE}\}$ та $\{\vec{T}_4^{FOR}, \vec{T}_4^{AND}, \vec{T}_4^{THE}, \dots, \vec{T}_4^{HIM}\}$.

На першому кроці аутентифікації дослідного користувача розраховується 80 векторів:

$$ET = \left\{ \begin{array}{l} \vec{T}_{1exp}^E, \vec{T}_{1exp}^A, \vec{T}_{1exp}^R, \dots, \vec{T}_{1exp}^B \\ \vec{T}_{2exp}^{IN}, \vec{T}_{2exp}^{TH}, \vec{T}_{2exp}^{TI}, \dots, \vec{T}_{2exp}^{TE} \\ \vec{T}_{3exp}^{IN}, \vec{T}_{3exp}^{TH}, \vec{T}_{3exp}^{TI}, \dots, \vec{T}_{3exp}^{TE} \\ \vec{T}_{4exp}^{FOR}, \vec{T}_{4exp}^{AND}, \vec{T}_{4exp}^{THE}, \dots, \vec{T}_{4exp}^{HIM} \end{array} \right\}. \quad (2)$$

На другому кроці аутентифікації за допомогою U критерію для кожного параметру T_i перевіряються 20 гіпотез про відсутність відмінностей між векторами $\vec{T}_i^{X_{exp}}$ та еталоном:

$$H_0^{iX}: \vec{T}_{iexp}^X = \vec{T}_i^X. \quad (3)$$

Якщо більше 12 і більше з 20 гіпотез було прийнято, то приймається загальне рішення про відсутність відмінностей між вектором аутентифікації та еталоном за параметром T_i .

На третьому кроці аутентифікації приймається загальне рішення про

аутентифікацію: якщо для трьох і більше з чотирьох параметрів T_i прийнято позитивні рішення про відсутність відмінностей, то висувається рішення про позитивну аутентифікацію. В іншому випадку система приймає рішення про негативну аутентифікацію.

Результати проведених експериментів.

Чотирьом користувачам було запропоновано ввести текст, за яким проводилась аутентифікація. Для параметру T_i^X формувались чотири вектори $\{\vec{T}_{iexp}^{Xкор1}, \vec{T}_{iexp}^{Xкор2}, \vec{T}_{iexp}^{Xкор3}, \vec{T}_{iexp}^{Xкор4}\}$ та вибирались з бази еталонів відповідні вектори $\{\vec{T}_i^{Xкор1}, \vec{T}_i^{Xкор2}, \vec{T}_i^{Xкор3}, \vec{T}_i^{Xкор4}\}$. Таким чином, можна перевірити 10-ть неперехресних гіпотез про відсутність відмінностей між парами векторів $[\vec{T}_{iexp}^{Xкорj}; \vec{T}_i^{Xкорl}]$ ($1 \leftrightarrow 2; 1 \leftrightarrow 3; 1 \leftrightarrow 4; 2 \leftrightarrow 3; 2 \leftrightarrow 4; 3 \leftrightarrow 4; 1 \leftrightarrow 1; 2 \leftrightarrow 2; 3 \leftrightarrow 3; 4 \leftrightarrow 4$) та розрахувати помилки:

$$F_i^X = \frac{\text{кількість невірно прийнятих гіпотез}}{10}. \quad (4)$$

Середні значення помилок аутентифікації склали: $F = 0,27$ для параметру T_1 ; $F = 0,21$ для параметру T_2 ; $F = 0,12$ для параметру T_3 ; $F = 0,3$ для параметру T_4 .

Таким чином, використання непараметричного критерію Манна-Вітні є досить перспективним для побудови систем контролю доступу на основі клавіатурного почерку; по-друге, найбільш доцільно в якості «аутентифікаційного» параметру за умови вводу тексту англійською мовою слід використовувати тривалість найуживаніших двобуквених сполучень: IN, TH, TI, ON, AN, HE, AT, ER, RE, ND, HA, EN, TO, IT, OU, EA, HI, IS, OR.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.

1. E. Yu and S. Cho, «Keystroke dynamics identity verification—its problems and practical solutions», Computers and Security, vol.23, no. 5, pp. 428–440, 2004
2. H. Davoudi and E. Kabir, «A new distance measure for free text keystroke authentication», in Proceedings of the 14th International CSI Computer Conference (CSICC '09), pp. 570–575, October 2009.
3. T. Shimshon, R. Moskovitch, L. Rokach, and Y. Elovici, «Continuous verification using keystroke dynamics», in Proceedings of the International Conference on Computational Intelligence and Security (CIS '10), pp. 411–415, December 2010.

UBA-АНАЛІЗ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Грицаненко Я.Ю.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРiСТЗi, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: yaroslav.hrytsanenko@nure.ua

The principles of UBA-analytics operation are considered, as well as tasks that UBA-systems should solve to ensure information security in automated of military automated systems.

Кілька років тому на зарубіжному і зовсім нещодавно на вітчизняному ринку інформаційних систем забезпечення безпеки з'явився новий клас рішень. Основний наголос ці рішення роблять на аналіз поведінки– UBA – User Behavior Analytics.

Перше, що має робити UBA, – це, накопичуючи в процесі роботи або використовуючи раніше накопичені дані, за допомогою закладених методів визначати характерну стабільну поведінку об'єктів. І не важливо, чи це користувачі це, програмні чи апаратні засоби.

Для аналізу UBA системі потрібні джерела різноманітних даних за значний часовий період, щоб на їх підставі можна було визначити звичайну для користувача або сутності поведінку та її межі, вихід за які вважати-меться відхиленням від норми. Залежно від методів аналізу, що використовуються, підходи в рішеннях UBA можуть різнитися.

Вважається, що чим більше джерел постачають дані в UBA, тим краще. Це неоднозначний висновок, оскільки підключення великої кількості джерел призводить до збільшення часових затрат на інтеграцію та інтерпретацію розрізної інформації для єдиної мети поведінкового аналізу. Тут слід говорити про достатність даних для обробки. Адже надмірність інформації не тільки збільшує обсяги та тривалість обчислень, а й може спричинити таке нагромадження результатів, з якими у співробітника безпеки просто не буде часу та можливості розібратися.

Допускається, що рішення UBA можуть видавати результати аналізу з певною періодичністю, але чим оперативніше вони це роблять, тим вигідніше виглядають.

Друге, що очікується від рішень UBA – це здатність детектувати нетипову або, іншими словами, аномальну поведінку. У відкритих джерелах часто висловлюється думка, що за результатами детектування UBA можуть ховатися серйозні порушення, які погано виявляються традиційними засобами безпеки.

Третє, що можуть надати рішення UBA – пріоритизація отриманих результатів. Багато систем безпеки дуже чуйно реагують на всілякі зміни,

що призводить до генерації великої кількості попереджень. Таких попереджень буває настільки багато, що співробітники безпеки просто не мають часу на їх розбір і ретельне розслідування. Рішення UBA здатні консолидувати попередження, оцінювати їх ризики, розставляти пріоритети та звертати увагу користувача лише на найсерйозніші відхилення. Внаслідок цього зростає ефективність роботи служб безпеки за рахунок зниження кількості помилкових спрацьовувань.

І, звичайно, будь-яке технологічне рішення має видавати кінцевий результат. У випадку UBA – надавати фахівцю з безпеки весь контекст виявлених аномалій. Контекст буде змінюватись в залежності від можливостей конкретного рішення та конкретної інсталяції.

Мінімальний очікуваний результат від використання рішень UBA зводиться до того, щоб UBA-рішення надавали для розслідування інформацію про всіх користувачів та сутностей, пов'язаних з детектованим поведінковим відхиленням. Відомості про дії персоналій та результати цих дій значно збагачують контекст. Розвинені рішення UBA повинні інформувати фахівців безпеки про все «оточення» виявленої аномалії, що включає всі, що лежать поруч у часі і пов'язані за певними ознаками групи та ланцюжка поведінкових відхилень.

Також враховується і те, що рішення UBA не повинні бути вузькими у застосуванні та повинні мати декілька напрямків використання.

Фахівці в галузі інформаційної безпеки виділяють такі функції, наявність яких у сучасних UBA рішеннях вітається:

1) використання вбудованих моделей поведінки; 2) оповіщення / повідомлення користувача про виявлення поведінкових відхилень; 3) наявність гнучкого пошуку щодо розслідувань; 4) формування звітності за наслідками аналізу; 5) використання часової шкали (timeline) для аналізу одержаних результатів у часі; 6) ретроспективний аналіз раніше накопичених даних виявлення поведінкових відхилень у минулому.

Гнучкість рішень UBA, що виражається в адаптивності до поступовій зміні об'єктів аналізу та наявності можливості розширення та уточнення моделей поведінки, є додатковою перевагою.

У перспективі від UBA-рішень очікується підтримка хмарних сервісів. Йдеться про наявність функціоналу CASB – систем забезпечення безпечного доступу до хмар, що виділяються в окремий клас рішень.

Також просувається концепція використання UBA-рішень для Інтернету речей (IoT).

У рамках розуміння застосування рішень UBA, що склалося, виділяють наступні напрямки використання цієї нової технології:

1. Збір та надання інформації про поведінку. Дослідження особливостей поведінки як користувачів, так і інших сутностей саме собою представляє інтерес для фахівців з безпеки. Зазвичай характер поведінки відповідає виконуваним бізнес-функцій сутності. Різка розбіжність

очікуваної та фактичної поведінки може бути ознакою загрози.

2. Моніторинг поведінки. Контроль типового і нетипового поведінки як користувачів, і інших сутностей у поступовій динаміці дозволяє відстежувати тенденції різноманітних, зокрема негативні і небезпечні.

3. Виявлення зловмисних інсайдерів. Загалом за цим ховається виявлення різноманітних порушень безпеки, джерелом яких є персонал компанії.

4. Запобігання витоку даних. Серйозні відхилення в поведінці користувачів, пов'язані з використанням, зберіганням та передачею інформації, можуть сигналізувати про спроби або факти нелегітимного переміщення значущої компанії інформації.

5. Виявлення скомпрометованих облікових записів користувачів. Виявлення різких змін у поведінці може свідчити про те, що обліковий запис співробітника використовується невідомою особою для зловмисних цілей.

6. Виявлення несанкціонованого доступу до даних. У цьому випадку фокус уваги зосереджується на аномальній поведінці осіб щодо інформаційних систем та значущих для компанії даних.

7. Виявлення цільових кібератак та загроз, проти яких ще не розроблені захисні механізми. Аналіз поведінки не тільки самих користувачів в компанії, але і всіх контактів користувача всередині і поза компанії може давати цінні результати. Причинами істотних аномалій у поведінці контактуючих об'єктів можуть бути атаки, що розгортаються на ІТ-інфраструктуру компанії або навмисні дії зовнішніх осіб. Найбільш несподівані і дивні аномалії в поведінці різних аналізованих об'єктів можуть розкривати раніше невідомі загрози.

Крім всього вищезгаданого рішення UBA мають високий потенціал у сфері виявлення ризикових областей у компанії, груп ризику з числа персоналу, співробітників, найбільш вразливих з точки зору безпеки. Тобто загалом – для оцінки ризиків та управління ними.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.

1. Shashanka, M., Shen, M.-Y., & Wang, J. (2016). User and entity behavior analytics for enterprise security. 2016 IEEE International Conference on Big Data. 2. Salitin, M. A., & Zolait, A. H. (2018). The role of User Entity Behavior Analytics to detect network attacks in real time. 2018 International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing, and Technologies. 3. Krasznay, C., & Hámornik, B. P. (2018). Analysis of Cyberattack Patterns by User Behavior Analytics. Academic and Applied Research in Military and Public Management Science, 17(3), 101–113.

ПРОТОТИПУВАННЯ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛЮДИНИ ЗА ХОДОЮ

Омельченко А.Л.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
студентський науковий гурток «Біометричні технології контролю доступу»
каф. КРiСТЗІ, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: alina.omelchenko@nure.ua

The paper provides an overview of modern methods of recognizing a person by walking, their analysis and comparison on several popular video collections. A structural diagram of the designed human recognition system is proposed. The implementation of the module for accumulating data on human movement based on the computer vision library with OpenCV open source code is proposed.

Особливу роль в системах контролю та управління доступом відіграє метод віддаленої ідентифікації, заснований на використанні систем машинного зору, оскільки, по-перше, цей метод безконтактний і людина не виконує спеціальних дій для ідентифікації; по-друге, ідентифікація непомітна для об'єкта спостереження.

Часто використовуваним методом дистанційного зондування є розпізнавання обличчя. Однак розпізнавання обличчя добре працює лише на фронтальних зображеннях та вимагає досить близького розташування людини до камери. Крім того, якість розпізнавання людини за обличчям значно зменшується за складних умов зйомки або вночі. Тому в інтелектуальних систем відеоспостереження доцільно використовувати ідентифікацію людини за ходою.

На рис. 1 наведено структуру прототипованої системи розпізнавання людини за ходою. В основі лежать два модулі – модуль ідентифікації та модуль накопичення даних. У загальному випадку алгоритм роботи системи наступний: відеозапис ходи людини записується за спеціальною методикою та відправляється оператором до бази даних, попередньо відбувається обробка відеозапису. За необхідності оператор може проаналізувати отримані дані з метою уникнення помилок. Потім, на основі отриманих даних, система ідентифікації, що використовує нейромережеві алгоритми, оновлює свої параметри і здатна ідентифікувати людину. Вхідними даними для модуля накопичення даних є відеофайли, які будуть розбиватися на кадри, а потім від статичного фону буде відокремлюватись рухомий об'єкт – людина. Вихідними даними модуля є виділені числові параметри ходи конкретної людини.

Алгоритм проведення експерименту наступний (рис. 2).

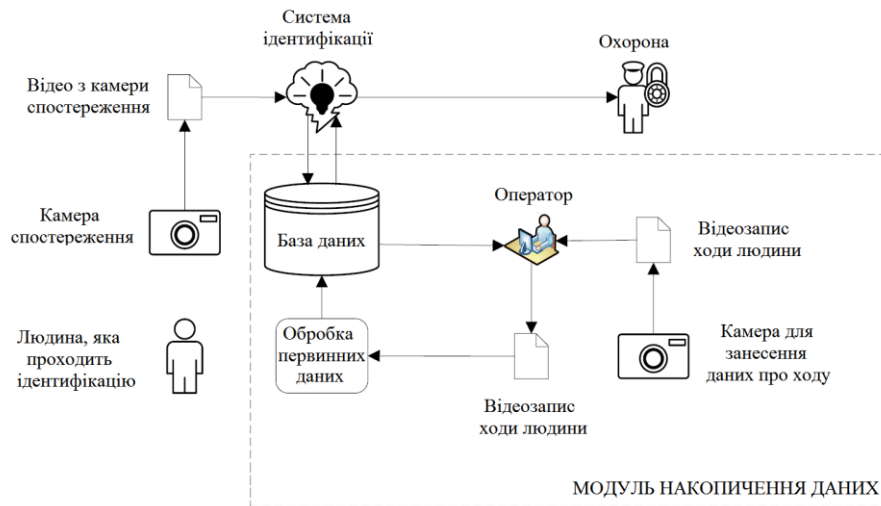


Рисунок 1

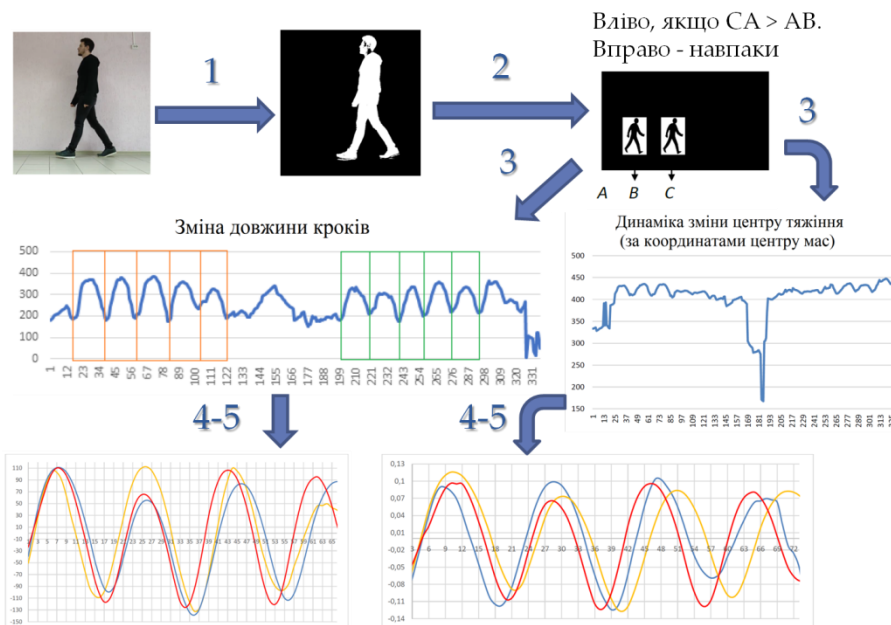


Рисунок 2

В якості вхідних даних було обрано базу даних TUM-GAID, де відео знято під кутом близьким до 90° . База не дуже велика, проте складається з повноцінних кольорових відео, що робить її застосовною для великої кількості підходів. Першим етапом є попередня обробка. Вона дозволяє отримати з відеофайлу бінарні зображення кожного кадру, які будуть основою для проведення наступного етапу експерименту. Для реалізації цього етапу було використано бібліотеку OpenCV. Другим етапом є визначення напрямку ходи. На третьому етапі визначались динаміка центру тяжіння тіла людини методом центру мас фігури та динаміка довжини кроків людини під час ходи. На четвертому етапі отримані криві згладжувались та вирівнювались, щоб тренд кривої суворо збігався з віссю абсцис, тобто кут зйомки становив би рівно 90 градусів. На п'ятому результати обробки

трьох відеозаписів одного користувача зображались на одному графіку.

За отриманими графіками досить складно дати відповідь про належність отриманих параметрів ходи одній людині. Тому було проведено розрахунки середнього періоду та середньої амплітуди кожної кривої (табл. 1). Тут T_1 – середній період динаміки центру тяжіння, T_2 – середній період динаміки зміни довжини кроків. A_1 – середня амплітуда динаміки центру тяжіння, A_2 – середня амплітуда динаміки зміни довжини кроків.

Таблиця 1

Крива	T_1	T_2	A_1	A_2
Жовта	20.4	19.5	0.089	94.3
Синя	18.5	19.1	0.085	84.3
Червона	18.4	18.7	0.089	94.2
Сіра	18.48	18.17	0.067	71.81
Синя	20.5	21.5	0.047	41.9
Помаранчева	18.55	18.27	0.068	64.9

Як можна бачити розрізнити користувачів за середньою амплітудою дуже легко. Також слід відмітити, що для кожного відеозапису відбувається одно направлена зміна періоду та амплітуди, тобто зменшення T_1 відповідає зменшенню T_2 (і навпаки) і зменшення A_1 відповідає зменшенню A_2 (і навпаки). Отже, використання параметру T дозволяє виключити помилки при оцінці параметрів ходи. Також слід зазначити, що на основі графіку розгортки ходи людини можна визначити наступні параметри ходи: кількість зроблених кроків, симетрію кроку, середню швидкість руху, довжину кроку кожною ногою.

Результати проведених експериментальних досліджень є відправною точкою для створення наборів з даними про ходу людини, на яких, згодом можна буде навчати нейронні мережі, налаштовані на ідентифікацію особистості.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ. 1. . He Y., Zhang J., Shan H., Wang L. Multitask gans for view-specific feature learning in gait recognition. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, vol. 14, no. 1, 2019, pp. 102–113. 2. Yu S., Chen H., Wang Q., Shen L., Huang Y. Invariant feature extraction for gait recognition using only one uniform model. Neurocomputing, vol. 239, 2017, pp. 81 – 93. 3. OpenCV. Режим доступу: <https://robocraft.ru/opencv>. (дата звернення 21.10.2022). 4. Hofmann M., Geiger J., Bachmann S., Schuller B., Rigoll G. The TUM Gait from Audio, Image and Depth (GAID) database: Multimodal recognition of subjects and traits. Journal of Visual Communication and Image Representation, vol. 25, no. 1, 2014, pp.195 – 206.

ДЕТЕКТОР МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ЦИФРОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Оснач А.І.

Науковий керівник – к.т.н., асистент Василенко Т.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,

м. Харків, Україна

тел. +38(099) 074-46-10, e-mail: andrii.osnach@nure.ua.

This work is devoted to the topic of detectors of mobile digital communication devices. Detectors help to examine the premises for the presence of possible leaks of information. In this work a field detector with 5 GHz frequencies is designed as this is one of the loaded frequencies at which it is difficult to detect embedded devices.

В період електротехнічного прориву захист інформації від прослуховування є однією з найважливіших задач, особливо від закладних пристроїв на частотах, що мають широкий спектр застосування.

Найскладніше радіо закладки виявити на частотах, що масово використовуються для радіозв'язку. Один з таких діапазонів є 5 ГГц, бо на цій часті працюють Wi-Fi пристрої.

Чим більше використовуваною є ділянка радіочастотного спектра, тим складніше її контролювати і аналізувати. Ця обставина часто є вирішальною під час вибору зловмисниками середовища для варіанта маскування роботи своїх засобів негласного отримання інформації, призначених для перехоплення інформації обмеженого доступу.

Для виконання контролю і дослідження приміщень на наявність можливих каналів витоку інформації (закладних пристроїв) використовується спеціальне пошукове обладнання. Одними з таких пристроїв є детектори поля.

При проектуванні детектора було вибрано структурну схему приймального тракту детектора мобільних пристроїв цифрового зв'язку з прямим перетворенням (рис.1), так як метою роботи є лише виявити факт наявності сигналу, бо ми не збираємось далі працювати і аналізувати знайдений сигнал.

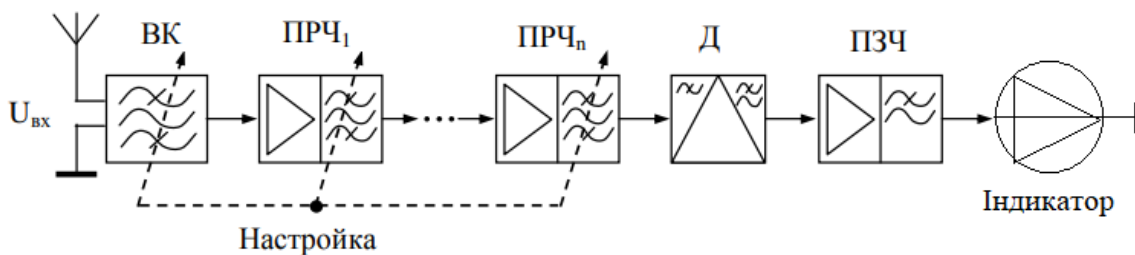


Рисунок 1 – Структурна схема детектора мобільних пристроїв цифрового зв'язку

Було спроектовано смуговий фільтр (5170 – 5825 МГц) (рис.2) з використанням матеріалу RO4003С (Відносна діелектрична проникність ϵ_r – 3,38; товщина підкладки – 0,508 мм; Тангенс кута діелектричних втрат $\tan \delta$ – 0,0027; товщина фольги – 0,035 мм).

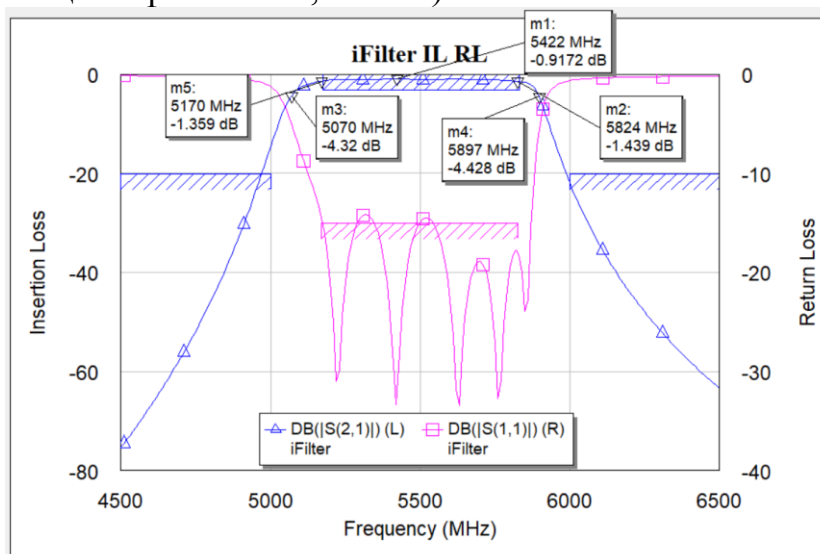


Рисунок 2 – Частотні залежності коефіцієнтів S_{21} и S_{11} після оптимізації

У смузі пропускання максимальний коефіцієнт передачі становить -0,9 дБ, на краях смуги пропускання -1,4 дБ.

Частотні залежності коефіцієнтів відбиття та передачі узгодженого транзистора BFP540 на частоті 5 ГГц показані на рис.3. Маркером показано, що коефіцієнт підсилення на робочій частоті 9,7 дБ.

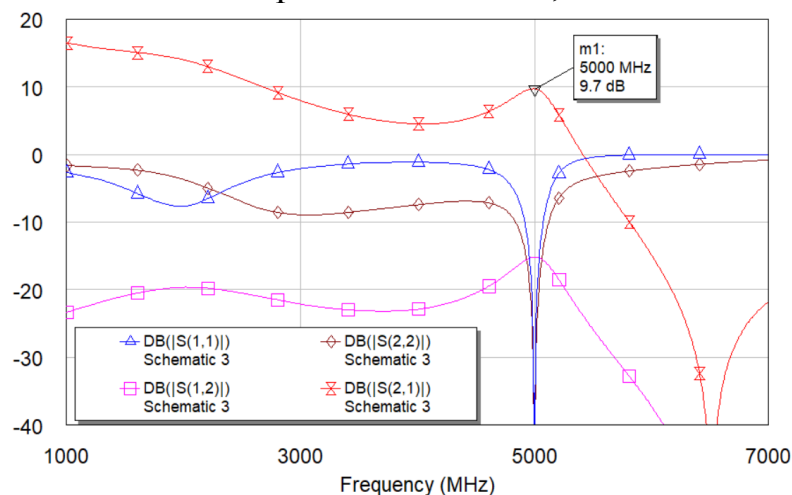


Рисунок 3 – Частотні залежності транзистора BFP540

Список використаних джерел:

1. Салабай О. В. Ескізне проектування радіоприймальних пристроїв. / Салабай О. В. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2012 – с. 76.
2. Буга Н. Н. Радиоприемные устройства. Учебник для высших учебных заведений / Н. Н. Буга, А. И. Фалько, Н.И. Чистяков // М. Радио и связь – 1986. 320 с.

**РАДІОВИЯВЛЕННЯ ТА ЛОКАЛІЗАЦІЯ
РАДІОАКУСТИЧНИХ ЗАКЛАДНИХ ПРИСТРОЇВ**

Дудник О. В.

Науковий керівник: проф. Олейніков А. М.

студентський науковий гурток «Технічний захист інформації»

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КРiСТЗІ, тел. (057)702-14-30)

e-mail: olena.dudnyk@nure.ua

The main stage in radio detection and localization of radio acoustic hidden devices is performed with the help of special hardware and software complexes. They effectively detect signals that carry danger and help in the carrying out special calculations and developing recommendations for improving the security of the premises. The «VOSTOK» hardware and software complex and methods of localizing the hidden devices were considered.

Проблема витоку інформації є актуальною, бо промислове шпигунство має велику кількість засобів знання інформації. Тому вивчення апаратно-програмних комплексів є важливим для захисту конфіденційної інформації.

Згідно з НД ТЗІ 1.5-001-2000 пристрої радіовиявлення поділяються на чотири групи (А, Б, В, Г) та десять підгруп (А1, А2, А3, Б1, Б2, Б3, В1, В2, Г1, Г2) за призначенням та сукупністю завдань що вони вирішують. Пристрої радіовиявлення виконують функцію виявлення, ідентифікації та локалізації джерел електромагнітного випромінювання.

Індикаторні пристрої (А) здійснюють виявлення сигналу котрий перевищує пороговий рівень заданий оператором. Завдяки технічним характеристикам використовується для локалізації джерела сигналу, що має найбільший рівень частот в робочому діапазоні.

Панорамні пристрої (Б) до них відносяться селективні за частотою пристрої радіовиявлення. Використовуються для пошуку, ідентифікації, локалізації джерела випромінювання та радіомоніторингу з індикацією розподілу сигналів у робочому діапазоні частот. Здатні на налаштування на задані частоти та мають роз'єм для підключення зовнішніх антен.

Вимірювальні пристрої (В) як і попередня група є селективними за частотою обладнання котрі виконують пошук та ідентифікацію випромінювання шляхом точного вимірювання енергетичних, частотних та тимчасових характеристик сигналів. Містить можливості точного вимірювання частот налаштування та рівня сигналів, керовану смугу пропускання. Аналізуючи пристрої (Г) селективні за частотою технічні засоби для пошуку, ідентифікації й радіомоніторингу випромінювання шляхом якісного та кількісного аналізу електромагнітної обстановки, частотно-часової структури та спектрального складу сигналів. Дозволяють

вимірювати частоти, рівня сигналів та характеристик спектрів.

Апаратно-програмний комплекс (ПАК) «VOSTOK» належить до групи засобів здатних проаналізувати. Комплекс розроблений для виявлення, ідентифікації та локалізації радіоакустичних закладних пристроїв (ЗП) котрі в режимі реального часу передають акустичну інформацію по радіоканалу. ПАК виконує пошук ЗП шляхом сканування діапазону частот, виділення сигналів та занесення до бази даних, також проводить ряд тестів з метою оцінки рівня небезпеки сигналу та обладнаний акустичним далекоміром (АД) для локалізації ЗП.

Принцип роботи акустичного далекоміра. Колонка видає звуковий імпульс та акустична хвиля зі сферичним фронтом поширюється приміщенням. За деякий час хвиля доходить до мікрофона ЗП котрий перевипромінює отриманий імпульс по радіоефіру. Приймач отримує цей сигнал та демодулює його в відеоімпульс. Щоб визначити відстань від ПАК до радіозакладки потрібно виміряти час від звукового імпульсу до появи відеоімпульсу на виході приймача та помножити її на швидкість руху. Точність розрахунку відстані залежить від точності виміру часу. Локалізація за допомогою ПАК виконується в тривимірному просторі. Для цього потрібно виконати виміри з трьох рознесених місць, в такому випадку радіозакладка буде знаходитись на перетині трьох сфер. Похибка виміру координат ЗП акустичним далекоміром складає приблизно 1-2 см.

Апаратна похибка вимірів зумовлена, в першу чергу, кінцевою величиною кроку дискретизації парних імпульсів кварцового генератора АД. Акустичний далекомір фіксує тимчасове положення імпульсу по передньому фронту прийнятого сигналу з використанням компаратора, котрий виконує виділення сигналу відносно першої напруги порівняння. При виявленні шуму точка фіксації тимчасового положення імпульсу флюктує, що викликає появу випадкової похибки виміру дальності. Середнє квадратичне значення звукової похибки прямо пропорційне діючому значенню шуму та обернено пропорційне імпульсу фронту в точці порівняння сигналу та порогового рівня. Визначення середньої квадратичної похибки тимчасового положення імпульсу утвореного на виході лінійного амплітудного детектора, можна виділити з формули:

$$\Delta\tau_1 = \frac{\sigma_i}{\sqrt{n}} = \frac{T_\phi}{\sqrt{2} \times q \times \sqrt{n}}$$

де q – відношення сигналу до шуму на вході детектора; n – число імпульсів; T_ϕ – тривалість фронту сигнального імпульсу.

Список використаних джерел. 1. Олейніков А.М. «Методи та засоби захисту інформації» Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів // Харків: НТМТ, 2014. – 298с. 2. НД ТЗІ 1.5-001-2000. Радіовиявляючи. Класифікація. Загальні технічні вимоги.[Чинний від 2000-06-13]. Вид. офіц. Київ, 2000. 3 с.

УДК 342:004.056

ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ТА КІБЕРБЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ

Терновий Я.І.

Науковий керівник – Олейнікова О.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРСТЗІ,
студентський науковий гурток «Основи інформаційної безпеки»

м. Харків, Україна

тел. +38(095) 443-07-01, e-mail: yaroslav.ternovyi@nure.ua.

The structure of the information legislation of Ukraine, the purpose and main provisions of regulatory legal acts in the field of ensuring information and cyber security in Ukraine are considered.

Мета правового забезпечення інформаційної безпеки - недопущення прояву загроз об'єктам інформаційної безпеки або мінімізацію негативних наслідків прояву цих загроз. Система правового регулювання інформаційної безпеки включає масив правових норм, які регулюють відносини в даній сфері, правовідносини, що виникають на основі застосування правових норм, та відповідні правозастосовчі акти [1]. Вимоги інформаційної безпеки включаються у всі рівні законодавства, в тому числі і в конституційне законодавство, основні загальні закони, закони щодо організації державної системи управління, спеціальні закони, відомчі правові акти тощо

Правову основу інформаційної безпеки становлять Конституція України, Закони «Про інформацію», «Про державну таємницю», «Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах», «Про захист персональних даних», «Про телекомунікації» та ін., міжнародні договори, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України. Вказані нормативно-правові акти регулюють питання забезпечення інформаційної безпеки, питання захисту інформації, охорони державної таємниці, забезпечення захисту конфіденційної інформації, інформаційних ресурсів.

Закон України «Про інформацію» від 2 жовтня 1999 р. є важливим нормативним актом для забезпечення інформаційної безпеки України. Цим Законом закладено правові основи інформаційної діяльності, стверджено інформаційний суверенітет України, закріплене право на інформацію та на доступ до неї, визначено систему відносин і зобов'язань у цій сфері, визначено правові форми міжнародного співробітництва в галузі інформації.

Важливим законодавчим актом, що регулює інформаційну діяльність у сфері державної таємниці, є Закон України «Про державну таємницю» від 21 січня 1994 р. Зокрема, цей Закон регулює суспільні відносини, пов'язані з віднесенням інформації до державної таємниці, засекречуванням, розсекречуванням її матеріальних носіїв та охороною державної

таємниці з метою захисту національної безпеки України.

Закон України «Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах» встановлює вимоги до захисту інформації від несанкціонованого доступу, зміни, знищення, копіювання та розповсюдження, визначає порядок реєстрації інформаційних систем, які містять конфіденційну інформацію, а також встановлює правила взаємодії з іноземними державами в галузі захисту інформації.

У структурі нормативно-правової бази забезпечення інформаційної безпеки в Україні особливе місце посідають укази та розпорядження Президента України, а також акти (постанови, декрети) Кабінету Міністрів України. Ці нормативні акти є підзаконними та видаються з метою конкретизації та підвищення якості вирішення завдань забезпечення інформаційної безпеки.

Міністерства й відомства України в межах визначеної законами компетенції та відповідальності на основі чинного законодавства, а також згідно з рішеннями Президента та Кабінету Міністрів України розробляють відомчі накази, інструкції, положення, які спрямовані на реалізацію програм захисту життєво важливих інтересів людини, суспільства, держави в сфері інформаційної безпеки.

Виклики та загрози національній безпеці України в кіберпросторі призвели до створення Стратегії кібербезпеки України, що була впроваджена указом Президента України від 15 березня 2016 року, а реалізація її положень призвела до прийняття Закону України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України». Закон «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України» визначає правові та організаційні основи забезпечення захисту життєво важливих інтересів людини і громадянина, суспільства та держави, національних інтересів України у кіберпросторі, основні цілі, напрями та принципи державної політики у сфері кібербезпеки, повноваження державних органів, підприємств, установ, організацій, осіб та громадян у цій сфері, основні засади координації їхньої діяльності із забезпечення кібербезпеки [2]. Правове забезпечення кібербезпеки України включає законодавчі акти та нормативно-правові документи, які регулюють захист інформації та кіберпростору від зловживань, злочинного використання та загроз національній безпеці.

Список використаних джерел:

1. Нормативно-правове забезпечення інформаційної безпеки в Україні. Взято 7 квітня 2023 з http://pravoisuspilstvo.org.ua/archive/2012/3_2012/28.
2. Правове забезпечення кібербезпеки в Україні. Взято 8 квітня 2023 з <http://pgp-journal.kiev.ua/archive/2019/9/18.pdf>

УДК 621.396:004.056

КОМПЛЕКС ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ОБ'ЄКТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Алфьорова М.О.

Науковий керівник –проф. Олейніков А.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна

тел. +38(095) 537-29-07, e-mail: mariia.alforova@nure.ua.

This work is devoted to the consideration of the structure of the construction of a complex of technical protection of information at the object of information activity, in order to reduce risks for information security

Комплекс ТЗІ – сукупність заходів та засобів, призначених для реалізації технічного захисту інформації в інформаційній системі або на об'єкті інформаційної діяльності. Створення комплексів ТЗІ на ОІД є однією з найголовніших частин для забезпечення безпеки інформації, тому дуже важливо звертати увагу на правильність їх побудови та деталі.

В першу чергу відповідний підрозділ-заявник (структурний відділ установи-замовника, в інтересах якого створюватиметься комплекс ТЗІ), повинен обґрунтувати необхідність і заявити про створення комплексу ТЗІ. В обґрунтування необхідно включити детальний аналіз моделі загроз для ОІД і рентабельність відносно цінності інформації, яка потребує захисту.

Успішність побудови комплексу ТЗІ ґрунтується на деталях які з'ясовуються в першу чергу після категорювання ОІД згідно з нормативними документами. Після огляду ОІД, а саме складання ситуаційного та генерального планів ОІД з детальним описом, схем розташування ОТЗС та ДТЗС, а також розгляд усіх можливих каналів витоку інформації, на їх основі розробляється технічне завдання на створення комплексу ТЗІ, від детальності якого прямопропорційно залежить результат виконаних робіт. Важливо врахувати, що при створенні системи захисту мовної інформації, необхідно провести спеціальні дослідження ОІД, що передбачає собою комплекс аналітичних, експериментальних та вимірювальних робіт.

На основі обґрунтування необхідності, підрозділ ТЗІ, створює проект (згідно з урахуванням вимог ДБН А.2.2-2-96 та ДБН А.2.2-3-2004) і план робіт з створення комплексу ТЗІ враховуючи:

- модель загроз для ОІД, неведеним підрозділом-замовника;
- пропозиції від заявника щодо організації створення комплексу захисту;
- відомості про ОІД та вже існуючі в установі комплекси ТЗІ, враховуючи всі існуючі структурні кабельні системи;
- вимоги до будівельних конструкцій режимних об'єктів;
- необхідність впровадження системи контролю доступу, врахувавши його вид та можливості підключення;

- технічні та економічні можливості установи щодо впровадження інженерно-технічних заходів з ТЗІ.

Обов'язковим при створенні комплексу ТЗІ є ведення проектно-кошторисної документації, згідно з вимогами ДБН А.2.2-2 і ДБН А.2.2-3, та створення можливості удосконалення і розвитку інших комплексів ТЗІ установи. Також повинно враховуватись всі ситуації, які можуть вплинути на працездатність комплексу, щоб мінімізувати їх наслідки (вимкнення електроживлення, пожежа, затоплення і т.д.).

Згідно проекту виконавець робіт повинен упровадити комплекс ТЗІ, врахувавши усі деталі на ОІД, які можуть вплинути на рівень безпеки інформаційної діяльності, і повідомивши про них підрозділ ТЗІ та підрозділ-замовника.

Для створення комплексу ТЗІ необхідно використовувати лише сертифіковані засоби, або які мають експертний висновок у сфері ТЗІ, що підтверджують їх відповідність. Якісні та кількісні характеристики засобів залежатимуть від розробленого проекту. Обов'язковим етапом в упровадженні комплексу є правильний монтаж та налаштування всіх засобів ТЗІ згідно вимог проекту. Заключним етапом упровадження є розробка технічної та експлуатаційної документації на комплекс ТЗІ та ознайомлення з ним відповідальних осіб з підрозділу-заявника.

Запуск комплексу ТЗІ і завершення робіт по створенню можливе лише при атестації виконаних робіт виконавцем атестації з відповідною ліцензією, а саме:

- здійснення інструментального контролю захищеності інформації;
- проведення перевірки повноти виконаних дій відповідно до проекту;
- оформлення, затвердження та організація Акту атестації комплексу ТЗІ.

Таким чином для побудови якісного комплексу ТЗІ, який зменшує ризики витоку інформації, необхідно строго дотримуватися вимог ТЗІ на кожному етапі, починаючи від інформації наданої установою-замовника до атестації комплексу ТЗІ.

Список використаних джерел:

1. Положення про технічний захист інформації в Україні. Затверджено Указом Президента України від 27 вересня 1999 року №1229.
2. Технічні канали витоку інформації. Порядок створення комплексів технічного захисту інформації. Навч. посібник / С. Іванченко та ін. Київ : ІСЗІ НТУУ «КПІ», 2016. 104 с.
3. Носов В., Манжай О. . Організація та забезпечення безпеки інформації. Навч. посібник. Харків : ХНУВС, 2007. 155 с.

УДК 004.056.54:621.36

**ЗАХИСТ АКУСТООПТИЧНОГО КАНАЛУ ВИТОКУ
ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЗЛОВМИСНИКОМ
ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО МІКРОФОНА**

Гребенчук М.В.

Науковий керівник – доц. Ликов Ю.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРiСТЗi,
м. Харків, Україна

тел. (098) 807-52-53, e-mail: maksym.hrebenchuk@nure.ua.

This work is devoted to the issues of successful remote listening for obtaining reconnaissance acoustic data. Below are some of the most popular options based on research by modern scientists. Since the threat of terrorist acts, wars and attacks among various countries has increased significantly in 2022, it is necessary to take countermeasures and use all possible means of intelligence to save the lives of civilians. As practice shows, it is sometimes possible to prevent such events and learn about the enemy's plans with the help of acoustic intelligence.

Лазерну систему акустичної розвідки (ЛСАР) винайшов у Радянському Союзі Леон Термен наприкінці 1940-х років [1]. Використовуючи тоді нелазерне джерело інфрачервоного світла, система могла вилучати звук із приміщення, вловлюючи слабкі вібрації на скляній поверхні вікна. Пізніше цей пристрій використовували для шпигування за посольствами Великобританії, Франції та США.

Зараз універсальним засобом акустичної розвідки прийнято вважати ЛСАР, що включає в себе лазер, фотоприймач, демодулятор та засіб для запису демодульованого сигналу. Саме таку систему вважають інструментом, використаним для пошуку Усами бен Ладена в 2011 році [2]. Технологія ЛСАР розширила можливості зловмисників, завдяки тому, що дозволяє прослуховувати розмови знаходячись ззовні будівель без будь яких підготовчих монтажних та інших операцій всередині виділеного приміщення.

Проте зловмиснику часто буває складно підібрати розташування пункту спостереження під зручним кутом для прослуховування, адже найпростіший організаційно варіант це забезпечення прямого кута між променем лазера та поверхністю скла, що вимагає наявності одного приміщення з вільним доступом зловмисника до нього для розміщення в ньому спостережного пункту. В інших випадках для кутів відмінних від прямого зловмиснику необхідно отримати доступ вже до пари приміщень.

Альтернативним варіантом може бути використання зловмисником малогабаритного оптичного мікрофону (до 10мм^3), що не містить металевих елементів. Оптичні (волоконно-оптичні) мікрофони [3] використовують принцип модуляції інтенсивності лазерного світлового променя:

промінь світла від лазерного джерела прямує оптоволоконном і фокусується на мембрану мікрофона де відбувається його відбиття. При коливанні мембрани світловий потік модулюється (за інтенсивністю) і йде другим оптоволоконном на фотодіод, який перетворює сигнал в змінний струм. При такому принципі не використовується перетворення коливань мембрани безпосередньо на електричний сигнал, як у звичайних мікрофонах. Мембрана може взагалі розміщуватися на відстані декількох десятків метрів від джерела світла і фотодіода через низькі втрати при передачі сигналу по оптоволоконку (втрати сигнал/шум становлять менше 2 дБ на 1 км оптоволоконка).

Волоконно-оптичний мікрофон не створює ніяких електромагнітних випромінювань (ні за рахунок капсуля, де в інших типах мікрофонів зазвичай розміщений підсилювач, ні за рахунок кабелів) і сам нечутливий до електромагнітних полів. Через малі розміри може бути розміщений у будь-якому важкодоступному місці (при цьому його складно виявити відомими методами, у тому числі пошуковими приладами - нелінійними локаторами) і може працювати в сильних магнітних, електричних або радіополях, в умовах високої вологості та підвищеної температури.

Виявити проходження (закладання) трас оптичних мікрофонів можливо тільки за допомогою ретельного дослідження ділянок предметів інтер'єру, будівельних конструкцій радіолокаторами.

Але і в цьому варіанті у зловмисника виникають труднощі, адже такого роду пристрій необхідно вмонтувати всередині приміщення. Тобто вимагає безпосереднього доступу до виділеного приміщення

Таким чином, зловмисник може використати принаймні два методи акустичної розвідки в акустооптичному каналі витоку інформації, які мають мінімум одну організаційну складність у використанні:

- ЛСАР потребує вирішення проблеми розміщення спостережного пункту.

- Волоконно-оптичний мікрофон потребує вирішення проблеми непомітного проникнення у відділене приміщення для встановлення і прокладання оптоволоконних трас.

В докладі будуть розглянуті питання виявлення акустооптичного каналу витоку та його захисту.

Список використаних джерел:

1. URL: <https://www.instructables.com/Laser-Beam-Microphone/> (Дата звернення:10.04.2023.)
2. Чарльз Артур, «Лазерне шпигунство: чи справді це практично?», The Guardian, 22 серпня 2013 р. (Дата звернення:10.04.2023.)
3. Otto Kroymann «The optical microphones. Introduction of a new technology», 2005. (Дата звернення:10.04.2023.)

УДК 621.396:004.056.54

ПАСИВНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ АКУСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ У ВИДІЛЕНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Санжарова А.К.

Науковий керівник – ст. викладач Олейнікова О.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
студентський науковий гурток «Основи інформаційної безпеки»

м. Харків, Україна

e-mail: alina.sanzharova@nure.ua .

The main methods of passive protection of acoustic information in dedicated rooms are considered, with the help of which it is possible to achieve the appropriate levels of sound and vibration insulation and lower the levels of dangerous signals arising due to acoustoelectric transformations, which, in turn, can significantly reduce, and in some cases even completely abandon from the use of active methods of noise.

Захист мовних даних від можливого витоку технічними каналами є одним із найважливіших завдань забезпечення інформаційної безпеки як у державних, так і у комерційних структурах. Пасивні методи захисту акустичної інформації спрямовані на ослаблення акустичних сигналів на межі контрольованої зони до величин, що забезпечують неможливість їхнього виділення технічним засобом розвідки на тлі природних шумів.

Основним пасивним методом захисту акустичної інформації від можливості прослуховування є звукоізоляція (віброізоляція) приміщень. Звукоізоляція приміщень спрямована на локалізацію джерел акустичних сигналів усередині них і проводиться з метою виключення перехоплення акустичної інформації по прямому акустичному (через щілини, вікна, двері, технологічні отвори, вентиляційні канали тощо) та віброакустичному (через огорожувальні конструкції) труби водо-, тепло- та газопостачання, каналізації і т.д.) каналам. Одними з найбільш слабких звукоізолюючих елементів огорожувальних конструкцій виділених приміщень є двері і вікна. Для виділених приміщень застосовується комбінація пасивних методів, що полягають у поліпшенні звукоізоляції дверей використанням досить товстих (з монолітного дерева) дверних полотен, а також м'яких ущільнювачів по контуру їх прилягання, влаштуванню порогів. Збільшення звукоізолюючої здатності дверей досягається виконанням дверних полотен багатошаровими, із включенням звуко- та вібропоглинаючих шарів. При обробці тамбурів використовуються звуко- та вібропоглинаючі матеріали. Дверні отвори, виконані таким чином, дозволяють отримати звукопоглинання не менше 60-70 дБ, що відповідає високим вимогам захищеності [1].

Вікна у приміщенні об'єкта бажано використовувати з підвищеною звукоізоляцією. Наприклад, металопластикові або дерев'яні з склопакета-

ми, які мають не менше ніж дві камери (три скла).

Для облицювання поверхонь стін та стель широко використовуються спеціальні герметичні акустичні панелі, що виготовляються зі скловати високої щільності та різної товщини (від 12 до 50 мм). Такі панелі забезпечують виключення чи ослаблення неконтрольованого розповсюдження звукових полів безпосередньо у будівельних конструкціях у вигляді структурного звуку. Підлогу бажано робити багат шарову із звукопоглинаючим матеріалом усередині, яка побудована за принципом „плаваючої підлоги”. При захисті приміщення використовуються засоби звукоізоляції (огорожі, екрани, кожухи, кабінки).

У приміщеннях, де циркулює інформація обмеженого доступу, широко застосовуються дисипативні конструкції, що зменшують інтенсивність звукових хвиль або амплітуд вібрацій за рахунок перетворення звукової енергії на теплову. Як звукоізоляційні поглинаючі найчастіше застосовуються пористі і волокнисті матеріали, а також резонансні поглиначі звуку. Властивість хорошої звукоізоляції таких матеріалів, як вата, ворсисті килими, пінобетон, пориста суха штукатурка і т.п. пов'язано з тим, що в них дуже багато поверхонь поділу між повітрям та твердим тілом. Проходячи через кожен з таких поверхонь, звук багаторазово відбивається та поглинається.

Для захисту акустичної інформації від витоку каналами вентиляції застосовуються акустичні фільтри, що забезпечують отримання загасання порядку 40-50 дБ .

Проводячи перераховані вище роботи, вдається досягти відповідних рівнів звуко- і віброізоляції та зниження рівнів небезпечних сигналів, що виникають за рахунок акустоелектричних перетворень, що, у свою чергу, дозволяє істотно знизити, а в деяких випадках і взагалі відмовитися від застосування активних методів захисту.

Безперечними плюсами пасивних методів захисту є:

- відсутність паразитних акустичних шумів у приміщенні, що захищається;
- висока тимчасова надійність та стабільність параметрів звуко- та вібропоглинання;
- повна скритність застосованих заходів захисту;
- захищеність приміщення не залежить від наявності енергопостачання;
- постійна захищеність приміщення протягом певного часу [2].

Список використаних джерел:

1. Захист інформації від витоку технічними каналами. Взято 9 квітня 2023 з <https://tzi.com.ua/zaxist-nformacz-vd-vitoku-texnchnimi-kanalami.html>
2. Компромисс активных и пассивных методов виброакустической защиты информации. Взято 8 квітня 2023 з <http://lib.secuteck.ru/articles2/Inf>

УДК 621.396:004.056.53

ЗАХИСТ ПРИМІЩЕНЬ ВІД ВИТОКУ МОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМ ВІБРОАКУСТИЧНОГО ЗАШУМЛЕННЯ

Патлан Є.О.

Науковий керівник – ст. викладач Олейнікова О.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
студентський науковий гурток «Основи інформаційної безпеки»

м. Харків, Україна

тел. +38(099) 090-68-67, e-mail: yehor.patlan@nure.ua

The ways of active protection of premises from the leakage of speech information with the help of vibroacoustic noise systems, as well as issues related to the optimal placement of vibration emitters are considered.

Захист мовної інформації від можливого витоку технічними каналами є однією з найбільш пріоритетних завдань забезпечення інформаційної безпеки. Віброакустичне зашумлення використовується для ефективного захисту мовної інформації від витоку по прямому акустичному, віброакустичному і оптико-електронному каналах витоку інформації.

Для захисту приміщень застосовують генератори білого або рожевого шуму та системи вібраційного зашумлення, укомплектовані, як правило, електромагнітними та п'єзоелектричними віброперетворювачами. Якість цих систем оцінюють перевищенням інтенсивності маскуючого впливу над рівнем акустичних сигналів у повітряному або твердому середовищах. Найкращі результати дає застосування коливань, що маскують, близьких за спектральним складом інформаційного сигналу. Шум не є таким сигналом, крім того, розвиток способів зниження рівня шуму у деяких випадках дозволяє відновлювати розбірливість мови до прийняттого рівня при значному (20 дБ і від) перевищенні шумової завади над сигналом. Отже, для ефективного маскування завада повинна мати структуру мовного повідомлення [1].

Акустичні вібратори або вібраційні системи встановлюються в місцях можливого розташування електронних закладних пристроїв, які, як правило, розміщують у віконних рамах, вентиляційних каналах, дверних ручках та замках, електричних розетках тощо. Іноді такі пристрої вмуровують у залізобетонні стіни приміщення.

Ефективність систем і пристроїв віброакустичного зашумлення визначається властивостями електроакустичних перетворювачів (вібродатчиків), що застосовуються. Вони трансформують електричні коливання в пружні коливання (вібрації) твердих середовищ. Якість перетворення залежить від реалізованого фізичного принципу, конструктивно-технологічного рішення та умов узгодження вібродатчика із середовищем.

Оптимальна кількість акустичних і вібраційних випромінювачів для кожного приміщення визначається такими факторами, як його розміри,

конструкція, матеріали огорожувальних поверхонь, розташування приміщення, рівень шумового фону і т. п. Ефективність системи віброакустичного маскування багато в чому визначається правильним вибором місць установки і способів кріплення вібровипромінювача. Необхідна кількість вібровипромінювачів визначається виходячи з місць їх розташування, конструкції і матеріалів огорожувальних поверхонь, віконних прорізів і інженерних комунікацій, а також ефективного радіуса придушення на відповідних поверхнях.

Зазвичай при установці вібровипромінювачів користуються наступними рекомендаціями: для зашумлення стін вібровипромінювачі встановлюються на середній лінії між підлогою та стелею; вібровипромінювачі доцільно встановлювати якомога ближче до місць можливого встановлення датчиків засобів розвідки. Якщо при установці потрібно тільки один вібровипромінювач, то він, як правило, встановлюється по центру стіни.

При зашумленні стелі або підлоги необхідна кількість вібровипромінювачів N вибирається з умови [2]:

$$N \geq 0,32S/r^2,$$

де S – площа зашумлюючого перекриття (підлоги, стелі), м^2 ;

r – ефективний радіус придушення вібровипромінювача на відповідному типі поверхні.

Відстань між випромінювачами не повинна перевищувати $2r$.

При зашумленні вікон вібровипромінювачі кріпляться або по центру віконної рами, або поодиночі на кожному елементі скління вікна, або на віконній рамі.

При зашумленні інженерних комунікацій вібровипромінювачі встановлюються на кожен вхідну /вихідну трубу. Визначення необхідної кількості акустичних випромінювачів виробляється з розрахунку – по одному випромінювачу на кожен вентиляційний канал або дверний тамбур або $25\text{--}30 \text{ м}^2$ підвісної стелі.

Система віброакустичного захисту дозволяє запобігти можливому прослуховуванню з використанням дротових мікрофонів, звукозаписної апаратури, радіомікрофонів і електронних стетоскопів, лазерного знімання акустичної інформації з шибок.

Список використаних джерел:

1. Бузов Г. А., Калинин С. В., Кондратьев А. В. (2005). Защита от утечки информации по техническим каналам. М.: Горячая линия-Телеком.
2. Системи віброакустического зашумлення. Взято 5 квітня 2023 з http://ni.biz.ua/5/5_8/5_853_sistemi-vibroakusticheskogo-zashumleniya.html.

**EXAMINING THE INFLUENCE OF STATIC APPLICATION
SECURITY TESTING ON THE OVERALL SECURITY
OF WEB APPLICATIONS**

Еленгаупт В.В.

Scientific supervisor – Dr. Sci., Prof.. Antipov I. E.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Dep КРиСТЗи

+380-63-625-01-09, vitalii.elenhaupt@nure.ua

With the exponential growth of the internet and the rising reliance on web applications, ensuring their security has become a critical concern for organizations and individuals alike. Web applications are often vulnerable to a range of cyber threats, including data breaches, unauthorized access, and other malicious activities. In this context, Static Application Security Testing (SAST) has emerged as a crucial technique for strengthening web application security by identifying and mitigating potential vulnerabilities during the development stage.

The primary aim of this diploma thesis is to explore the impact of Static Application Security Testing on the overall security of web applications. To achieve this aim, the study sets the following objectives:

- understand the fundamental principles and methodologies underlying SAST.
- identify the common vulnerabilities in web applications that SAST can effectively detect and prevent.
- explore the relationship between SAST and other application security testing approaches, such as Dynamic Application Security Testing (DAST) and Interactive Application Security Testing (IAST).
- provide practical recommendations for organizations looking to integrate SAST into their web application development processes.

This research is significant for several reasons. First, it contributes to the existing body of knowledge on application security testing by shedding light on the effectiveness of SAST in safeguarding web applications. Second, the study offers insights into the practical aspects of implementing SAST, enabling organizations to make informed decisions about adopting this technique. Finally, by identifying potential areas for improvement in SAST methodologies, this research can help guide future advancements in the field of web application security.

By examining the impact of Static Application Security Testing on web application security, it is important to list and understand the terms[2], problem and most commonly used approaches to addressing web application vulnerabilities. Here is a brief overview of these key concepts and approaches.

1. Web application security refers to the measures, practices, and technologies employed to protect web applications from potential threats, vulnerabili-

ties, and attacks. The Open Web Application Security Project (OWASP) has identified[1] the most prevalent security risks in web applications, including injection attacks, broken authentication, sensitive data exposure, and cross-site scripting, among others.

2. Static Application Security Testing is a method of analyzing source code, bytecode, or binary code of a web application to detect security vulnerabilities during the development stage, without executing the application. SAST works by scanning the application code, checking for code patterns that may indicate potential vulnerabilities, and providing remediation recommendations.

3. Dynamic Application Security Testing is a complementary approach to SAST that involves testing a running web application for security vulnerabilities by simulating external attacks. Unlike SAST, which examines the application code, DAST focuses on identifying vulnerabilities that are exposed through the application's runtime behavior.

4. Interactive Application Security Testing combines elements of both SAST and DAST by analyzing an application's source code and runtime behavior simultaneously. IAST uses instrumentation to monitor the application's execution, collecting data about the interactions between the application and its environment. This enables IAST to identify vulnerabilities with high accuracy, offering more comprehensive coverage than either SAST or DAST alone.

5. Comparing SAST, DAST, and IAST[3]. Each of these application security testing approaches has its advantages and limitations.

By examining the impact of Static Application Security Testing on web application security, this diploma thesis has provided valuable insights into the benefits, limitations, and practical aspects of implementing SAST in an organization's software development lifecycle. The study has also highlighted the complementary roles of SAST, DAST, and IAST in offering comprehensive web application security. Through the practical recommendations provided, organizations can make informed decisions about adopting SAST and enhancing their application security posture, leading to a safer and more secure digital world.

List of sources used:

1. OWASP. (2021). OWASP Top Ten Project. Retrieved from <https://owasp.org/www-project-top-ten>
2. Chess, B., & West, J. (2007). Secure Programming with Static Analysis.
3. Zalewski, M. (2011). The Tangled Web: A Guide to Securing Modern Web Applications.

ЗАХИСТ КОНФІДЕНЦІЙНОСТІ РОЗМОВ ПО МОБІЛЬНОМУ ТЕЛЕФОНУ

Катрич О.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Юрій Ликов

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна

тел. +38(066) 785-14-91, e-mail: oleksandra.katrych@nure.ua

Current level of technology and cryptography development implies a wide range of special approaches of getting an unauthorized access to different devices and data they contain, including mobile phones. Confidentiality of phone conversations is highly threatened by spy software, attacks on cellular networks, unreliable messengers, means of acoustic data retrieval etc. However, there is a list of measures that prevent mobiles from illegal access and losing privacy. Digital and hardware scrambling, high-secured messengers, detection means of acoustic intelligence devices and cryptophones are certain ways to tackle the problem.

Питання конфіденційності телефонних розмов нині особливо актуальне, оскільки у телефонному режимі часто вирішуються важливі ділові питання та озвучується конфіденційна інформація.

Основна мета роботи – проаналізувавши існуючі загрози конфіденційності розмов по мобільному телефону та наявні методи протидії їм сформулювати оригінальний метод захисту. Існує безліч способів перехоплення телефонних розмов і несанкціонованого доступу до мовної інформації, що передається:

1. Шпигунське програмне забезпечення, яке встановлюється на телефон, надає можливість скопіювати або знищити дані, які там зберігаються, у тому числі й отримати доступ до телефонних дзвінків. Приклади: Pegasus, троян FinFisher.

2. Різні способи атак на стільникові мережі, а саме прослуховування через оператора (підключення до комутатора зв'язку), мобільні комплекси перехоплення, підроблені базові станції, підключення до оптоволокна, перехоплення на рівні сигнальної мережі протоколи SS7.

3. Вразливість сучасних месенджерів. Telegram – збирає метадані (IP-адреса користувача, розмови), за замовчуванням розмови та чати не зашифровані, відсутнє наскрізне шифрування, повна історія чатів зберігається у хмарі. Viber і WhatsApp вважаються безпечнішими, бо вони оснащені наскрізним шифруванням, але також збирають метадані.

4. Засоби акустичного зйому інформації, радіоакустичні закладки (РЗП) та ЛСАР, які дозволяють перехоплювати мовну інформацію, навіть без необхідності доступу до телефону або використання програмних засобів.

Сучасні апаратні та програмні засоби дозволяють частково протидіяти переліченим вище загрозам. Методи захисту телефонних розмов:

1. Скремблювання – різновид кодування інформації, передачі по каналах зв'язи. Може бути програмне або апаратне.

2. Використання безпечних месенджерів - Signal, Threema, Wire, Wickr. Головна їхня перевага - наскрізне шифрування (алгоритм AES з 256-бітним ключем), навіть розробники не можуть отримати доступ до даних користувачів, а також не зберігають історію чатів у своїх серверах. Приклад захищеного за багатьма параметрами месенджера -4xSecure. Безпека забезпечується за рахунок []:

- End-2-End шифрування, сервер тільки для транспорту;
- Повідомлення шифруються за допомогою протоколу OTR;
- транспорт захищений за допомогою протоколу TLS.

3. Захист інформації від витоку по акустичному, вібро-акустичному, акусто-оптичному каналам - використання генераторів зашумлення, оснащення приміщень для переговорів (ЕМ екранування стін, звукоізоляція, перевірка на наявність закладних засобів акустичної розвідки, радіомоніторинг РЗП).

4. Криптофони - смартфони, оснащені особливими системами шифрування, які роблять їх потенційно захищеними від перехоплення. Розроблено у Нідерландах. Безпека базується на ОС із системами захисту від несанкціонованого доступу, спеціальних програмах з надійним шифруванням та підключенням пристроїв до мережі захищених серверів.

Ще один перспективний метод захисту конфіденційності розмов по телефону (при використанні месенджерів) - програмний прошарок між мікрофоном та месенджером.

Альтернативне рішення – зробити Bluetooth гарнітуру з другого телефону, який виконував би функцію цифрового скремблювання.

Описані два останні методи перебувають у стані розробки та будуть представлені на конференції.

Список використаних джерел:

1. Ю. А. Тарнавський (2018). Технології захисту інформації. КПІ ім. Ігоря Сікорського.

2. Способи захисту розмов по мобільному телефону від «прослушки» (2017, 25 липня) https://bastion.tv/tri-sposobi-zahistu-rozmov-po-mobilnomu-telefonu-vid-proslushki_n25843

3. Судаков, А. Н. Защита речевой информации на объекте [Текст] // А.Н. Судаков // Защита информации. Конфидент. – 2003. -N4. – С. 46-49с.

УДК 004.056:004.89

МЕТОД АТРИБУЦІЇ КІБЕРАТАК НА ОСНОВІ ІНДИКАТОРІВ КОМПРОМЕТАЦІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Сторожко А.В.

Науковий керівник – к.т.н., ст. викл. Адамов О.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. АПОТ,
м.Харків, Україна

тел. +38(099)-931-65-35, e-mail: andrii.storozhko@nure.ua

This work is devoted to the method of attribution of cyberattacks. It is based on the use of compromising indicators of existing Russian hacker groups and the possibility of attributing attacks using artificial intelligence. Thanks to artificial intelligence, attack indicators are compared and, in the future, the involvement of a particular group of hackers is determined. Gathering data on a cyberattack will also allow the identification of new, previously unknown groups of hackers. Determining the totality of attack factors allows us to further diagnose a cyber attack and improve the security of the system.

Вступ. У сучасному світі кіберпростір став невід’ємною частиною буття. Багато людей спілкуються, розважаються та працюють завдяки віртуальному середовищу. Підприємства (у тому числі і державні) Використовують мережу як для керування різними системами так і для збереження важливих даних.

На жаль мережа не так захищена від хакерських атак як хотілось би, та і самі хакери з часом стають куди кмітливіше та винахідливіше. Важливо не тільки запобігати кібер атакам але і знати які самі групи хакерів здійснюють напад. У цьому допомагають компрометуючі індикатори за якими розпізнається та чи інша кібер група.

Мета дослідження – визначення належності груп хакерів до кібератаки за допомогою індикаторів компрометації. Розроблення штучного інтелекту для визначення кібер груп за допомогою порівняння існуючих індикаторів.

Завдання – створення штучного інтелекту, функція якого буде виконувати порівняння хешів, файлів та інших індикаторів кібер атак з існуючими індикаторами хакерських угруповань.

Зміст дослідження. Атрибуція - це частина великого процесу під назвою Threat Intelligence і буде виглядати так:

- визначення того, ЩО на вас напало – робота з індикаторами компрометації;
- визначення того, ЯК це сталося - визначення тактик, технік та процедур зловмисників;
- визначення того, ВИПАДКОВО це сталося чи є частиною цілої КАМПАНІЇ;

- визначення того, хто стоїть за атакою і ЧОМУ хтось нас атакує.

Також розглянуто модель «Cyber Kill Chain» (ланцюг кібервоторгнень). Базова версія моделі включає (передбачає) сім етапів, необхідних для реалізації успішної кібератаки:

- 1) розвідка;
- 2) озброєння;
- 3) доставка;
- 4) експлуатація;
- 5) встановлення;
- 6) командування та контроль;
- 7) виконання дій.

Зловмисник виконує розвідку, вторгнення, використання вразливостей. Далі слідує отримання та підвищення привілеїв, переміщення для доступу до більш цінних активів. На фінальній стадії робиться спроба приховування своєї активності, і проводиться ексфільтрація (приховане вивантаження) необхідних даних за межі цільового середовища.

Domain	ID	Name	Use
Enterprise	T1134	.001 Access Token Manipulation: Token Impersonation/Theft	APT28 has used CVE-2015-1701 to access the SYSTEM token and copy it into the current process as part of privilege escalation. ^[25]
Enterprise	T1098	.002 Account Manipulation: Additional Email Delegate Permissions	APT28 has used a Powershell cmdlet to grant the <code>ApplicationImpersonation</code> role to a compromised account. ^[2]
Enterprise	T1583	.001 Acquire Infrastructure: Domains	APT28 registered domains imitating NATO, OSCE security websites, Caucasus information resources, and other organizations. ^{[6][14][26]}
		.006 Acquire Infrastructure: Web Services	APT28 has used newly-created Blogspot pages for credential harvesting operations. ^[26]
Enterprise	T1595	.002 Active Scanning: Vulnerability Scanning	APT28 has performed large-scale scans in an attempt to find vulnerable servers. ^[27]
Enterprise	T1071	.001 Application Layer Protocol: Web Protocols	Later implants used by APT28, such as CHOPSTICK, use a blend of HTTP, HTTPS, and other legitimate channels for C2, depending on module configuration. ^{[6][2]}
		.003 Application Layer Protocol: Mail Protocols	APT28 has used IMAP, POP3, and SMTP for a communication channel in various implants, including using self-registered Google Mail accounts and later

Приклад 1 – використані техніки групи Російських хакерів APT28.

Висновки: Наукова новизна визначається у використанні моделей машинного навчання за для вирішення задач атрибуції кібер атак, що у подальшому може використовуватися для перешкоджання повторних нападів.

Список використаних джерел. 1. Фленов М.В., «Web-сервер глазами хакера»: 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 320с. 2. Peter Szor., «Art of Computer Virus Research and Defense», Addison-Wesley Professional (February 3, 2005). 3. «Hacking the art of exploitation», Jon Erickson. 4. Інтернет ресурс - <https://attack.mitre.org>.

ВИЯВЛЕННЯ ЗАКЛАДНИХ ПРИСТРОЇВ НА ОБ'ЄКТАХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Духанін Г.А.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Олейніков А.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна

тел. +38(050) 325-75-00, e-mail: hlib.dukhanin@nure.ua.

This work is devoted to the detection of embedded devices at the objects of information activities. Embedded devices are detected in the course of complex special checks at the objects of information activity. Comprehensive special checks are divided into three main stages. The first stage of the verification will be the preparatory stage. At the second stage, a direct check is carried out at the facility. The end of the test is the final stage.

Для добування інформації використовуються різні методи, що включають розкрадання носіїв інформації, її копіювання, підслуховування, перехоплення інформаційних ПЕМВН, перехоплення інформації, що передається за системами зв'язку, та ін. Значну роль серед них займає знімання інформації за допомогою підключених до засобів обробки інформації або каналів зв'язку закладних пристроїв (далі – ЗП).

Займатися нейтралізацією впроваджених ЗП – є одним з найважливіших напрямів ТЗІ на будь-якому підприємстві. Завданням проведення комплексу спеціалізованих дій з перевірки об'єктів інформаційної діяльності (далі – ОІД) – є припинення отримання зловмисником інформації, що охороняється на ОІД за допомогою використання ЗП. Такі дії направлені на запобігання збиткам власника інформації. Але варто звернути увагу на те, що проведення перевірок на ОІД не дозволяє захистити повною мірою конфіденційні відомості від усіх видів загроз. Всесвітній досвід у захисті інформації вказує на те, що найефективнішим і надійнішим може бути лише комплексний захист, який поєднує в собі правове, організаційне та технічне спрямування. Враховуючи вищезазначене, такі перевірки приміщень можна розглядати лише як один з етапів підсистеми захисту інформації від витоку технічних каналів у складі цілого комплексу захисту інформації на ОІД.

Світовий досвід з виявлення ЗП дає зрозуміти, що при підготовці до проведення перевірок ОІД дії доцільно розділити на три умовні етапи, а саме: підготовчий; безпосереднього проведення перевірки ОІД; заключний.

Для забезпечення надійності результатів перевірки слід серйозно поставитися до виконання підготовчого етапу. Одним із аспектів робіт на даному етапі – є участь у них керівника підприємства, на якому проводиться перевірка. Отже рівень взаєморозуміння між керівництвом підприємства та

виконавцем робіт безпосередньо позначиться на ефективності всіх робіт із виявлення ЗП.

Безпосереднє проведення на ОІД запланованих пошукових заходів та досліджень є змістом другого етапу робіт з комплексної спеціальної перевірки приміщень. Насамперед, ще до початку прямого виконання пошукових робіт, рекомендовано обстежити прилеглі до підприємства вулиці, а також прилеглу територію. Існує ймовірність, що противник міг розгорнути пости прийому інформації з приміщень, що підлягають перевірці. Під час перевірки приміщення радиться закрити двері, вікна, жалюзі та штори для запобігання зоровому контакту з боку вулиці або сусідніх приміщень. З метою приховати шум, що супроводжує ведення пошуку, доречно включити звуковідтворюючу апаратуру. Розгортання пошукової та дослідницької апаратури та ведення запланованих робіт має здійснюватися безшумно, з виконанням демонстраційних дій, передбачених легендою прикриття робіт.

Завершальний етап перевірки охоплює роботи, які, зазвичай, виконуються в офісі організації, яка проводила перевірку. Заключні роботи кінцевого етапу включають роботу з оформлення підсумкових та звітних документів, планування заключної зустрічі з керівництвом підприємства і надання керівнику фірми створених за результатами перевірки документів для узгодження.

У доповіді також розглянуто питання класифікації засобів виявлення, локалізації і нейтралізації ЗП, особливості технічних характеристик радіоакустичних ЗП, знакова структура радіоакустичних ЗП, основні вимоги до структури і параметрів засобів радіомоніторингу та особливості застосування апаратно-програмного комплексу "VOSTOK" для виявлення ЗП.

Метою даної роботи є – звернення уваги на важливість ретельного підходу до організаційних та методичних питань виконання складних спеціальних перевірок приміщень.

Список використаних джерел:

1. Болдырев А.И. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОИСКУ И НЕЙТРАЛИЗАЦИИ СРЕДСТВ НЕГЛАСНОГО СЪЕМА ИНФОРМАЦИИ / А.И. Болдырев, И.В. Василевский, С.Е. Сталенков. – Москва, 2001. – 138 с. – (ЗАО НПЦ Фирма «НЕЛК»).

2. Олейніков А.М. «Методи та засоби захисту інформації» Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (з грифом МОН України)// Харків: НТМТ, 2014. – 298с ;

3. І.Є. Антіпов, А.М. Олейніков, Ю.В. Ликов, В.Д. Кукуш, І.О. Милютченко. Засоби та системи технічного захисту інформації: Навчальний посібник для студентів ЗВО / Харків: ХНУРЕ, 2019. – 216 с.

ГОМОМОРФНЕ ШИФРУВАННЯ

Марчук І.Ю.

Науковий керівник – В'юхін Даніїл Олександрович
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф.БІТ,

Харків, Україна

тел.+38(067)-526-12-40, e-mail ivan.marchuk@nure.ua

This work contains information about the benefits and operation of Homomorphic Encryption. This type of encryption has prospects and ways of integration into life. The use of this encryption can ensure the confidentiality of information, which is very important nowadays due to the large number of threats on the network. The use of this type of encryption can be used in voting, petitions, elections and other areas where user privacy is important. The implementation of this type of encryption began in the last century, but specialists from IBM were able to achieve success and high-quality integration. This type of encryption can be modernized in different ways depending on the field of application.

Ця робота містить інформацію про переваги та роботу гомоморфного шифрування. Цей вид шифрування має перспективи і різні шляхи інтеграції в життя. Використання цього шифрування може забезпечити конфіденційність інформації, що дуже важливо в наш час через велику кількість загроз в мережі. Використання цього типу шифрування може використовуватися під час голосування, петицій, виборів та інших сфер, де конфіденційність користувачів важлива. Впровадження такого типу шифрування почалося ще в минулому столітті, але досягли фахівці з IBM перші змогли досягти успіху і якісної інтеграції цього шифрування. Цей тип шифрування можна модернізувати різними способами залежно від сфери застосування.

Гомоморфне шифрування має велике значення та область застосування, основна мета доповіді створення шифрування що забезпечить захист приватних даних та хмарних ресурсів, контроль конфіденційності даних при їх передачі або зберіганні, аутентифікації джерела даних. Розроблений продукт має ціль виконувати ряд функцій, що задовільнили б потреби користувача а саме організація процедури введення даних для шифрування, контроль вхідної інформації, генерування криптографічного ключа з заданими параметрами, організація процедури шифрування та виведення зашифрованих даних. Варто також врахувати основні вимоги що були поставлені до шифру розробником, а саме безпека, забезпечення конфіденційності, швидкості виконання простота реалізації на недорогому обладнанні.

Криптографічний захист може бути здійснений програмний апаратний, програмним або ж комбінованим способом. Програмна реалізація криптографічного захисту менш затратна та легша в реалізації, проте

криптоаналітик може перехопити криптографічні ключі під час роботи програмного забезпечення, а іноді і після завершення, тому, потрібно вжити заходів для забезпечення повного очищення пам'яті від криптографічних ключів, які були використані в процесі роботи. Апаратна реалізація більш затратна через свою технологію експлуатації. Інформація для апаратних засобів передається в електронній формі через порт обчислювальної машини в середину апаратури де відбувається шифрування даних. Перехоплення або підrobка інформації під час передавання для апаратури можливо лише при спеціально створених вірусах. Тому потрібно пам'ятати, що вибираючи апаратні засоби для зберігання криптографічних ключів, треба забезпечити захист від перехоплення ключів під час їх зчитування з носія та використання в програмному сегменті. Цей вид захисту має значно більшу швидкість оскільки в надійному програмному алгоритмі виконується значне число складних математичних операцій що сповільнює процес обрахування, до того ж апаратний захист надійніший від зовнішнього проникнення та універсальний оскільки апаратура більш проста в установці та важче піддається розумінню звичайним користувачем без глибоких знань, що потрібно при роботі з програмним захистом, його оновленням та модифікуванням. Щоб отримати цього результату за допомогою програмних засобів, шифрування повинне бути сховане в ядро операційної системи.

Проаналізувавши різного роду статті на тему програмного на апаратного шифрування даних можна прийти до висновку, що наразі відомо вже багато різних способів шифрування, проте технології розвиваються тому та система, яка буда надійною декілька років тому, можливо вже завтра стане ненадійною, хтось може підібрати ключ до її взлому або ж створить програмне забезпечення який швидко підбере пароль.

При створенні алгоритму варто врахувати вимоги до продукти та потреби користувачів, а значить алгоритм має забезпечити безпеку, збереження конфіденційності, швидку швидкість виконання та простота виконання на недорогому обладнанні. Перша вдала спроба створення повністю гоморфного шифрування належить Крейгу Джентрі який запропонував використовувати даний тип шифрування з використанням операцій додавання та множення. Створення даного шифрування було взяте за основу та враховуючи уязвимості данного шифрування дозволило б зробити його модифікації та виправити недоліки.

Отже, враховуючи всі роботи по даній темі варто забезпечити шифрування яке б використовувало повний набір математичних функцій, точність і швидкість мають бути однаковими на всіх етапах обчислення, а кортеж ключів має бути настільки великим щоб унеможливити атаку повним перебором, при цьому розмір зашифрованих даних та довжина ключа не має значно впливати на продуктивність системи.

Список використаних джерел:

1. Т.Г. Білова, В.О. Ярута, В.В. Побіженко Харківська державна академія культури, Харків, УДК 004.738.5 Кібернетика та системний аналіз (2015р.) <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/9fc60515-57ba-40a8-a281-d8cd27e1b3b1/content>
2. Іванов Р.Є., д.т.н., проф. Писаренко Л.Д. КПІ ім. Ігоря Сікорського, УДК 003.26 Використання криптографічних методів для захисту даниху ПК(2018р.) <https://ed.kpi.ua/wp-content/uploads/conferences/2018/2018-065-069.pdf>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ

EDR TA XDR, частина 1

Серов І.О., Олефір О.О.

Науковий керівник – ст. викладач Медведєв Є.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРiCTЗІ, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: oleksandr.olefir@nure.ua

The purpose of the study is to analyze modern information security technologies (EDR and XDR) for solving the problems of protecting information in the corporate net infrastructure.

Протягом багатьох років головним бар'єром для шкідливого програмного забезпечення були антивірусні програми. Вони перевіряли файли, які відкривав, копіював чи запускав користувач, на наявність характерної для вірусів послідовності байт – сигнатури. Бази сигнатур регулярно поповнювалися з сайту розробника антивірусу, удосконалювалися методи поведінкового аналізу програм, що запускалися, впроваджувалися евристичні методи для виявлення невідомих загроз, проте все це стосувалося виключно локального комп'ютера.

Для великих мереж впроваджувалися антивірусні комплекси із централізованою консоллю. Локальні антивіруси отримували налаштування від центру управління і відправляли туди всі попередження про виявлені погрози, виконуючи вказані в налаштуваннях дії (переміщали до карантину, видаляли файли або дозволяли роботу з ними).

З розвитком технологій та кіберзагроз можливостей традиційних антивірусів, що захищають кінцеві пристрої (Endpoint Protection Suite, EPP), перестало вистачати, оскільки для атак тепер використовуються цілком легітимні утиліти, наприклад, reg, wmic та powershell.

Самі атаки стали багатоетапними, і в цьому випадку кожна окрема шкідлива дія не викликає питань з боку антивірусу.

Отже, з'явилася гостра необхідність у рішеннях, які можуть не тільки відреагувати на загрозу відповідно до заданих правил, але й діяти проактивно, тобто не просто повідомити про інцидент, а заблокувати потенційно шкідливі операції, а також зібрати інформацію, необхідну для аналізу кібератаки. Такі рішення стосуються класу EDR – Endpoint Detection and Response, системи виявлення та реагування на загрози кінцевих пристроїв.

Системи EDR розширюють функціональність традиційних антивірусів модулем детального збирання даних. Це дозволяє аналітикам SOC (Security Operations Center – центр забезпечення інформаційної безпеки) у разі інциденту відповісти на такі запитання:

1) який пристрій став "нульовим пацієнтом", допустивши виконання шкідливої програми;

2) яким сином хакеру вдалося проникнути в систему і закріпитися в ній;

3) у якому файлі містився шкідливий код;

4) скільки систем було вражено;

5) які дані викрадено;

6) скільки часу зайняла атака;

7) які дії необхідно вжити.

Велика кількість інформації, що збирається EDR, призводить до того, що навіть у компанії середнього розміру команда SOC виявляється перевантаженою попередженнями, через що:

1) стає складно виявити кореляції між різними подіями;

2) витрачається багато часу на виявлення атак;

3) реакція відбувається надто пізно та в недостатньому обсязі;

4) розслідування інциденту не дає повної картини того, що сталося, оскільки якісь деталі залишаються нерозглянутими.

За даними дослідження Verizon 2019 Data Breach Investigations Report, середній час виявлення інцидентів становить 197 днів. В сучасних умовах це неприпустимо довгий термін: за півроку зловмисники встигнуть не тільки викрасти дані, що їх цікавлять, а й глибоко проникнути в мережу, детально вивчивши все, що відбувається в ній.

Логічним рішенням цієї проблеми є спільне застосування систем SIEM (Security Information and Event Management – системи управління інформацією та подіями безпеки) та EDR, що дозволить виявляти інциденти та реагувати на них оперативніше, проте це не так. SIEM системи збирають оповіщення від усіх пристроїв, підключених до мережі, але ці оповіщення, як і в EDR, ізольовані один від одного. Налаштування правил кореляції вирішує цю проблему лише частково, оскільки критично важливі повідомлення можуть загубитися серед інших повідомлень. Щоб виявити атаку за допомогою SIEM, потрібно виконати багато ручної роботи навіть за настроєних кореляцій, адже одна атака може бути представлена кількома тисячами подій.

EDR-рішення мають ще один істотний в контексті сучасних загроз недолік: вони працюють виключно з "кінцевими точками" – комп'ютерами, серверами та мобільними пристроями. Однак у мережі будь-якої організації є й інші компоненти, наприклад, принтери, маршрутизатори, пристрої IoT та PoT, мережеве обладнання та компоненти хмарної інфраструктури (контейнери та віртуальні машини). З точки зору EDR їх не існує, хоча захоплений зловмисниками мережевий принтер чи маршрутизатор можуть стати серйозною загрозою для компанії.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ

EDR ТА XDR, частина 2

Серов І. О., Олефір О.О.

Науковий керівник – ст. викладач Медведєв Є.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. КРiСТЗІ, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: oleksandr.olefir@nure.ua

The purpose of the study is to analyze modern information security technologies (EDR and XDR) for solving the problems of protecting information in the corporate net infrastructure.

Наступним кроком у розвитку захисту корпоративних мереж стали рішення класу XDR, які охоплюють не тільки кінцеві точки, а й інші елементи типової мережної інфраструктури.

XDR поєднує в собі вже знайому по EDR функціональність виявлення та реагування на загрози кінцевих точок з можливостями виявлення сучасних кібератак, які виконуються через мережу, пошту чи хмарну інфраструктуру.

Нові джерела отримання відомостей про загрози – важлива відмінність XDR від рішень попереднього покоління, проте його головна перевага – у потужній системі збирання та обробки інформації.

Деталі реалізації XDR-систем можуть відрізнятися у різних вендорів, проте наступні модулі є базовими:

- 1) Deep Discovery Inspector – виконує глибокий аналіз мережевого трафіку та виявлення аномалій;
- 2) Cloud App Security – перевіряє поштові скриньки користувачів на предмет шкідливих листів та посилань;
- 3) Apex One SaaS – для захисту кінцевих точок;
- 4) Cloud One Workload Security – для перевірки контейнерів та компонентів хмарної інфраструктури.

Вся інформація про події, що надходить, збирається в єдиному сховищі, після чого виконується її обробка та аналіз за допомогою штучного інтелекту та інших технологій.

Вбудована в XDR система аналітики виявляє атаки як багатокomпонентні процеси, поєднуючи тисячі подій у кілька попереджень.

Система дозволяє візуалізувати атаку та подивитися, звідки прийшла загроза, як вона поширювалася по мережі та контейнерах у хмарах, кого заразила, як відбувалося переміщення між пристроями, які команди при цьому виконувались, і все це у вигляді таймлайну, який можна пройти покроково.

У XDR не використовується сигнатурний аналіз та правила кореляції, подібні до SIEM-систем. Натомість тут працюють поведінкові моделі, роз-

роблені аналітиками вендора на базі вивчення сотень тисяч виявлених атак. XDR автоматично об'єднує серії малозначимих дій у єдину значущу подію та розподіляє за пріоритетом відповідні оповіщення.

Завдяки зіставленню знайдених загроз по всій організації, вичерпній інформації про них, штучному інтелекту та аналітиці великих даних, при використанні XDR-аналітики SOC отримуватимуть лише значні сповіщення, відсортовані за рівнем серйозності.

У свою чергу, аналіз контексту незначних загроз від різних джерел дозволяє визначити значущі індикатори компрометації, що дозволяє проводити корисні дослідження, створювати єдину картину загроз, оперативно виявляти їх і блокувати. Автоматично аналізуючи величезні масиви даних, XDR усуває необхідність ручного втручання, дозволяючи фахівцям безпеки швидко відтворити розвиток атаки.

Таким чином, XDR системи безпеки дозволяють підвищити ефективність роботи аналітиків SOC та суттєво підвищити рівень захисту компанії від кіберзагроз.

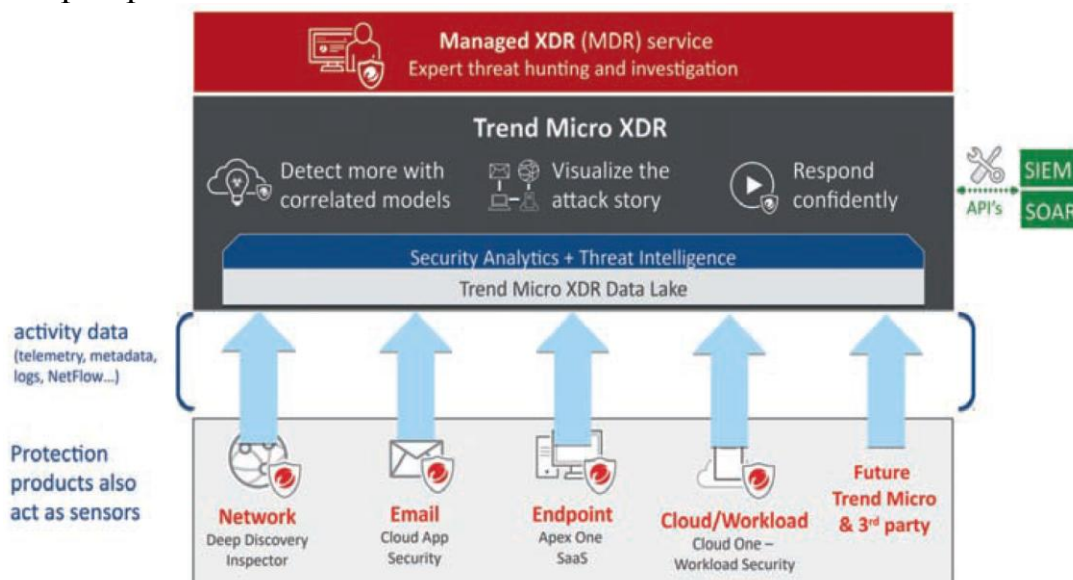


Рисунок 1 – Структура взаємодії компонентів XDR системи

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.

1. EDR, XDR And MDR: Understanding The Differences Behind The Acronyms. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://towerwall.com/wp-content/uploads/2021/05/Towerwall-EDR_XDR_MDR_Whitepaper-JD.pdf. Дата звернення: 15.03.2023.

2. From Endpoint Detection and Response to Proactive Cyber Defense with XDR. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://fidelissecurity.com/wp-content/uploads/2021/10/MITRE-WhitePaper_F-1021.pdf. Дата звернення: 15.03.2023.

РОЛЬ VPN У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ В ІНТЕРНЕТІ.

Канарик А. В.

Науковий керівник – ст. викладач Медведєв Є.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки,

каф. КРiСТЗi, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: artem.kanaryk@nure.ua

This report emphasizes the significance of safeguarding sensitive information transmitted over the internet, especially in the face of growing computer usage and internet accessibility, which has resulted in more sophisticated security risks. To combat hackers and ensure the security of devices and data, the use of a Virtual Private Network (VPN) is an effective solution.

Захист мережі є важливим аспектом у сучасному світі передачі даних. Інтернет пропонує безліч зручностей у багатьох галузях, включаючи онлайн-банківські послуги, онлайн-шопінг, комунікації та бізнес. Однак зростаюча кількість комп'ютерів та доступ до Інтернету призводить до більш складних загроз безпеці та приватності. Тому захист конфіденційних даних, які зберігаються або передаються через Інтернет, є надзвичайно важливим.

В доповіді обговорюється віртуальна приватна мережа (VPN) як ефективний спосіб захисту пристроїв та інформації від хакерів.

Віртуальна приватна мережа (VPN) є мережевою структурою, яка діє через публічну мережу з метою забезпечення безпеки конфіденційної інформації, яка передається по цій мережі. VPN не надає жодної іншої зовнішньої служби між ними і не дозволяє жодному іншому з'єднанню перешкоджати їм. Віртуальні приватні мережі (VPN) є найбільш корисною частиною будь-якого ІТ-бізнесу, оскільки вони економлять величезні витрати на інфраструктуру, використовуючи відкритий Інтернет для створення високо захищеного комунікаційного середовища від корпоративного офісу до віддалених місць та користувачів.

VPN працює, створюючи безпечне і зашифроване з'єднання між пристроєм користувача та сервером, що обслуговується провайдером VPN. Це з'єднання встановлюється через публічний інтернет, але, звідки шифруванню, будь-які дані, передані між пристроєм користувача та сервером VPN, залишаються приватними та захищеними від підслуховування чи втручання несанкціонованих сторін.

Коли користувач підключається до сервера VPN, весь його інтернет-трафік маршрутизується через цей сервер, що дозволяє з'являтися користувачеві в мережі Інтернет з місцезнаходження сервера VPN, а не з його власного фізичного місця знаходження. Це може бути корисним для отримання доступу до географічно обмеженого контенту або для приховування справжнього місцезнаходження користувача з метою захисту

приватності чи безпеки.

В цілому, VPN забезпечує безпечне та приватне з'єднання для користувача, захищаючи його онлайн-активності від підслуховування та потенційних хакерських атак.

Переваги використання VPN :

1.Безпека: VPN захищає дані від несанкціонованого доступу, оскільки всі дані передаються у зашифрованому вигляді. Це особливо важливо при використанні відкритих або небезпечних мереж, таких як громадські Wi-Fi точки.

2.Анонімність: VPN приховує ваш реальний IP-адресу та місцезнаходження, що дозволяє зберігати анонімність в Інтернеті.

3.Розблокування обмеженого контенту: VPN може дозволити доступ до контенту, обмеженого в деяких країнах або регіонах, оскільки з'єднання з Інтернетом відбувається через віддалений сервер, який може знаходитися в іншій країні.

4.Віддалений доступ: VPN дозволяє віддаленим співробітникам або користувачам отримувати доступ до мережі компанії або ресурсів з будь-якого місця в світі, де є доступ до Інтернету.

Протоколи віртуальної приватної мережі (VPN) - це набір правил, що регулюють спосіб передачі даних через з'єднання VPN. Існує кілька протоколів VPN з їхніми перевагами та недоліками, і вибір протоколу залежить від конкретних потреб користувача. Деякі з найбільш поширених протоколів VPN розглянемо більш детально:

- PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol)
- L2TP/IPsec (Layer 2 Tunneling Protocol/Internet Protocol Security)
- OpenVPN
- SSTP
- WireGuard

Висновки

VPN є важливим інструментом для гарантовано безпечного та конфіденційного зв'язку як для фізичних осіб, так і для бізнесу через загальнодоступний інтернет. Використання VPN дозволяє мінімізувати географічні обмеження, підвищити захист онлайн-приватності та захист від кіберзагроз.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.

1.Kanuga Karuna Jyothi, Dr. B. Indira Reddy “Study on Virtual Private Network (VPN), VPN’s Protocols And Security”, Int © 2018 IJSRCSEIT | Volume 3 | Issue 5.

2. Komalpreet Kaur, Arshdeep Kaur “A Survey of Working on Virtual Private Network” © 2019 IRJET | Volume 6 | Issue 9.

УДК 004.056

УДК 621.396:004.056

ЗАСОБИ ВИЯВЛЕННЯ НЕАКТИВОВАНИХ ЗАКЛАДНИХ ПРИСТРОЇВ

Горецький О.В.

Науковий керівник – ст. викладач Олейнікова О.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ,
м. Харків, Україна

тел. (057) 702-14-30, e-mail: oleksii.horetskyi@nure.ua.

The main means of identifying non-activated embedded devices for protecting information from leaks through technical channels in dedicated premises, as well as the principle of their operation are considered.

Підвищення рівня захищеності об'єктів інформаційної діяльності в Україні шляхом запобігання впровадженню потай встановлених технічних засобів негласного отримання інформації, які створюють загрозу її витоку, захист об'єктів інформаційної діяльності від впровадження закладних пристроїв (ЗП) є сьогодні актуальним завданням як підприємств різних форм власності, так і суспільства загалом. Спеціальні обстеження виділених приміщень проводяться з метою виявлення можливо впроваджених електронних засобів знімання інформації в огорожувальних конструкціях, предметах меблів та інтер'єру. Виявлення електронних пристроїв перехоплення інформації, так само, як і для будь-яких інших об'єктів, проводиться за їх демаскуючими ознаками. Для пошуку ЗП, що дистанційно керуються, передають інформацію по проводах використовуються демаскуючі ознаки матеріалу конструкції та елементів схеми закладного пристрою, а також ознаки сигналів, що розповсюджуються по дротах. З метою виявлення та локалізації таких ЗП застосовується апаратура контролю провідних ліній, виявники порожнин, апаратура виявлення елементів закладок (нелінійні локатори, металошукачі, рентгенівські установки).

Апаратура для контролю провідних ліній призначена для виявлення в них небезпечних сигналів та їх джерел, у тому числі впроваджених електронних засобів. Так як основними напрямними лініями, якими передаються від закладок електричні сигнали з інформацією, є телефонні лінії та кола електроживлення, то відповідні засоби контролю включають прилади контролю телефонних ліній та ліній електроживлення.

Велику групу утворюють засоби виявлення чи локалізації ЗП за фізичними властивостями елементів електричної схеми чи конструкції. Такими елементами є: напівпровідникові прилади, що застосовуються у будь-яких ЗП, металеві деталі конструкції, елементи, що поглинають рентгенівські промені. З цих засобів надійніші результати забезпечують засоби для виявлення напівпровідникових елементів за їх нелінійними властивостями — нелінійні радіолокатори. Принципи роботи нелінійних радіолокаторів полягає в тому, що перевипромінюваний від об'єкта, що містить еле-

ктронні компоненти, сигнал надходить на вхід приймального пристрою локатора, налаштованого на частоти гармонік 2-го або 3-го порядку. За наявності в спектрі сигналу вищих гармонік частоти власного передавача встановлюється факт присутності в зоні зондування будь-якого радіоелектронного пристрою незалежно від того, включено воно або вимкнено [1].

Для виявлення ЗП перехоплення інформації як об'єктів, що мають певні фізичні властивості (габарити, масу, структуру тощо) застосовують доглядові технічні засоби. Металошукачі дозволяють виявляти закладні пристрої в нейтральному або слабо-провідному середовищі за наявності в них металевих елементів конструкцій, насамперед металевих корпусів або інших металевих елементів конструкцій. Принцип дії металошукачів типу "передача-прийм" полягає в реєстрації відбитого сигналу. Таким чином, має у своєму складі як мінімум дві котушки, одна з яких є передавальною, а інша, приймальна. Принцип дії металошукача на биттях полягає в реєстрації різниці частот від двох генераторів, один з яких є стабільним по частоті, а інший містить датчик. Прилад налаштовується таким чином, щоб за відсутності металу поблизу датчика частоти двох генераторів збігалися або були дуже близькі за значенням. Наявність металу поблизу датчика призводить до зміни його параметрів і, як наслідок, до зміни частоти відповідного генератора [2].

Переносні рентгенівські комплекси застосовуються для виявлення камуфльованих ЗП або ЗП, призначення яких не вдається виявити без їх розбирання, насамперед тоді, коли розбирання неможливе без руйнування знайденого об'єкта.

Виявляти можливі місця встановлення закладних пристроїв в порожнинах стін або інших дерев'яних або цегляних конструкціях дозволяють виявлювачі пустот.

Тепловізійні прилади застосовують для виявлення засобів знімання інформації, встановлених в огорожувальних конструкціях приміщень, і навіть визначення параметрів і часу появи теплових слідів, тобто, створення термографічних зображень.

Достовірне виявлення ЗП можливе при комплексному застосуванні апаратури, що виявляє прямі та непрямі демаскуючі ознаки: радіовипромінювання, порожнечі в стіні, металеві та нелінійні елементи.

Список використаних джерел:

1. Бузов Г. А., Калинин С. В., & Кондратьев А. В. (2005). Защита от утечки информации по техническим каналам. М.: Горячая линия-Телеком.
2. Загальна класифікація засобів негласного отримання інформації та методик їх виявлення. Взято 10 квітня 2023 з <https://www.researchgate.net/publication/349666745>.

**ПРИСТРОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ
СИСТЕМ**

SUPERAPP AS AN EVOLUTION OF IOMT SOLUTIONS

Seliutin D.A.

Scientific supervisor - PhD, Associated Professor Yashina O. S.

National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»

dept. Computer science and information technologies

Kharkiv city, Ukraine

tel. +38(066) 867-81-30, e-mail: denis.selutin.ds@gmail.com

This work provides an in-depth analysis of SupperApp as an evolution of IoMT solutions. It highlights the unique features and benefits of SupperApp, including its user-friendly interface, advanced analytics capabilities, and ability to provide personalized treatment plans. It explores existing IoMT solutions and their impact on modern therapy approaches in treatment of various diseases: from a diabetic to a cancer. This work describes the key features and benefits of IoMT as a SupperApp, and their potential impact on healthcare delivery, and its role in the evolution of IoMT solutions.

In the last few years, a lot of IoT (Internet of Things) solutions are being used in the medical field. These solutions are now called IoMT (Internet of Medical Things). IoMT came up with a way for healthcare providers to give care, let patients be monitored from afar, and improve patient outcomes. In order to better care for patients and cut costs, healthcare providers can now collect data in real-time with the help of various services and technologies.

All these different devices, systems, and services make the IoMT ecosystem. They collaborate together to deliver the best medical care. Such collaboration is not perfect, however, such systems grow and start engaging more services.

These systems are always in development, though, and new innovations are constantly being made to improve solutions. Such improvements are the path of evolving IoMT into SuperApps.

The comparison and analysis of existing IoMT solutions as an evolution into SupperApps and definition of basic concepts has been chosen as a research topic.

Various IoMT domains like wearable devices, remote patient monitoring tools, smart ingallers, medication dispenser, digital health platforms, surgical robots have been analyzed during the research.

Each of the domains has been analyzed based on the real examples along with medical research in each of the fields and a common IoMT solution evolution approach has been identified. It is based on understanding and the necessity of adding new sensors, creating new services, and making integrations between different applications.

This leads to extending IoMT solutions and as a result creating IoMT ecosystem that is working around some domain. Further domain combination and integration will transform IoMT into a SupperApp.

The work identifies fragments that are missed on the evolution way. Some of the fragments are described in detail: payments, user identification like IDs, medicine delivery and ordering. Based on the missed fragment created a common evolution approach that can be used as a high level roadmap of the IoMT solution improvements in a meter of creation new services, features, integration with other applications.

The roadmap includes basic concerts in various areas:

- Software architecture considerations for integrating IoMT solutions into SupperApp, such as data ingestion, storage, processing, scalability, modularity, and flexibility.
- Best practices for designing and implementing a scalable and fault-tolerant architecture for SupperApp's IoMT platform.
- Security and privacy considerations for SupperApp's IoMT platform, such as authentication, authorization, and data encryption.
- Integration with other healthcare systems and platforms, such as electronic health records (EHRs) and health information exchanges (HIEs).
- Performance and optimization considerations for SupperApp's IoMT platform, such as real-time data processing and analytics, edge computing and AI.

References:

1. Dejun S., Tzeyu L. M., Paul E., Robert J. S., Leslie A. E., Geri H., Mary D., Donglan Z., Yan L., José A. P., Mohammad Si. (2019). Diabetes Management Through Remote Patient Monitoring: The Importance of Patient Activation and Engagement with the Technology. *Telemedicine and e-Health*, Oct 2019, 952-959.
2. Vikram P., Raghvendra K., Dac N. L., Sandeep S. J., Nidhi S. (2020). Chapter 11 - BioSenHealth 2.0 - a low-cost, energy-efficient Internet of Things - based blood glucose monitoring system. In Valentina E. B., Vijender K. S., Raghvendra K. (Eds.), *Emergence of Pharmaceutical Industry Growth with Industrial IoT Approach* (pp. 305-324). Academic Press.
3. Arun K. S., Neda F., Ashish T., K.K. Singh, Pushpa C., Prem C. V. (2020). Chapter 7 - Internet of Things: from hype to reality. In Valentina E. B., Vijender K. S., Raghvendra K. (Eds.), *An Industrial IoT Approach for Pharmaceutical Industry Growth* (pp. 191-230). Academic Press.
4. Kevin S. (2022). *The First Superapp: Inside China's WeChat and the new digital revolution*. Earnshaw Books.

УДК 004.9:636.084.7

РОЗРОБКА АВТО-КОРМУШКИ ДЛЯ ДОМАШНІХ ТВАРИН

Щиговська О.О.

Науковий керівник – старший викладач Мерзлікін А.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. РТІКС)

тел. +38(093) 413-80-95, e-mail: oryna.shchykovska@nure.ua

The functionality of this tool is intended to make life easier for cat owners who have difficulty feeding their pets when they are not at home. This cat feeding tool will work automatically, after writing a program with the task of feeding time and dosage, it uses a stepper motor to open the food containers according to the predetermined time. Such a tool can be especially useful for cat owners who have erratic schedules or travel on weekends and holidays. An added advantage is that it can be set up for multiple feedings per day, ensuring enough food for cats throughout the day. This tool can also be a helpful solution for cats who require a special diet, as it allows for precise control over the amount and timing of their meals.

Автоматична годівниця для годування - це інтелектуальна машина для годування, яка автоматично розподіляє корм для ваших домашніх улюбленців.

Автоматична годівниця для кота з таймером є зразком доступності та простоти. Для запропонованого проекту потрібно мати лише ARDUINO NANO та MicroServo.

ARDUINO NANO - це мініатюрний мікроконтролер, який дозволяє програмувати функціонал автоматичної годівниці для котів. Він забезпечує надійну і точну роботу пристрою і дозволяє виконувати функції, такі як контроль рівня корму та відстеження режиму годування. MicroServo - це невеликий пристрій, який керує рухом годівниці для відкривання та закривання кришок. Він забезпечує точний та плавний рух, що є важливим для точного вимірювання кількості корму [1]. На рисунку 1 показана схема підключення.

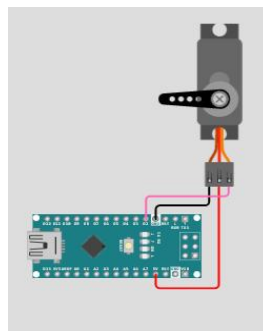


Рисунок 1 – схема підключення Servo до Arduino NANO

Крім того, з використанням технологій ARDUINO NANO та MicroServo можна легко вдосконалювати та модифікувати автоматичну годівницю для котів, додавати нові функції та підтримувати її роботу на високому рівні.

Ця автоматична годівниця для котів може бути програмована для розподілення точної кількості корму на кожен годину дня, що дозволяє забезпечити необхідний раціон кормів для вашого kota і підтримувати його здоров'я. Крім того, даний проєкт можна легко змінити для годівлі інших домашніх тварин, таких як собаки або птахи.

Принцип роботи полягає в наступному: серво двигун кріпиться до кришки з діркою яку закриває пластикова пластина. В задані проміжки часу серво двигун здвигає цю пластину на декілька секунд щоб висипався корм, після цього закриває її. Приклад розташування на кришці показано на рисунку 2.

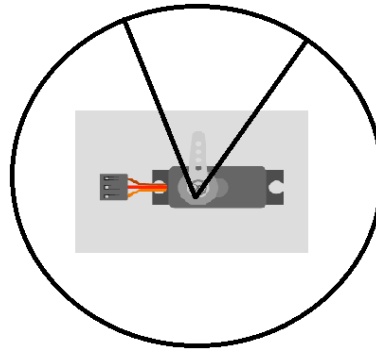


Рисунок 2 – Приклад монтування Servo у кришку

Нижче написаний код програми для виконання. Ми виставили час видавання корму раз в 12 годин.

```
#include <Servo.h>
#define servoPin 2
Servo myservo;
void setup()
{
  myservo.attach(servoPin);
}
void loop()
{
  myservo.write(0);
  delay(300);
  myservo.write(160);
  delay(4320000); //затримка на виконання
}
```

Список використаних джерел:

1. Arduino в Україні. (б. д.). Arduino Придбати в Києві, Україна. <http://arduino.ua>

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛУ НА ОСНОВІ NFC МІТОК

Богун З.О.

Науковий керівник – старший викладач Мерзлікін А.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. РТІКС)
e-mail: zakhar.bohun@nure.ua

NFC technology is interesting and widespread, which creates unlimited opportunities for new ideas. Our project aims to create a low-cost automated system for recording student attendance, using the following main elements: an NFC tag (similar to a credit card or metro card), a teacher's phone, a messaging app (Telegram), and a database (Google Sheets). The algorithm works as follows: the RFID tag is scanned by the phone, which sends a message to the messaging app. The information is then transmitted to a Telegram-bot, which enters the data into Google Sheets.

Радіочастотна ідентифікація (RFID) стала звичним явищем і більшість з нас стикається з RFID-мітками принаймні кілька разів на тиждень, але ніколи не замислюється про те, що можна зробити за допомогою цієї технології. На стандартах RFID базуються стандарти технології комунікації ближнього поля (NFC), яка і стала однією з основ нашого проєкту. Почнемо.

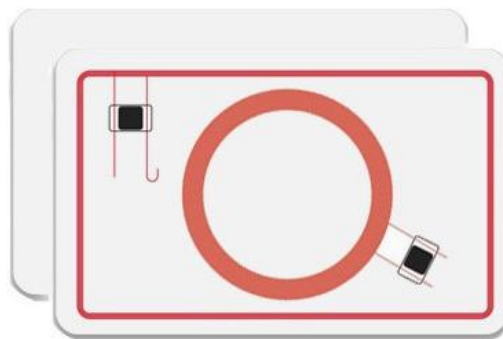


Рисунок 1.1 – RFID картка

Для початку нам необхідно «zareєstrувати» картки учнів в застосунку «Команди» – це дефолтна програма iPhone, яку можна знайти в папці Extras. Налаштовуємо програму таким чином, щоб при контакті з карткою студента вона відправляла в чат викладача з деканатом прізвище студента.

Наступний крок – створення телеграм-бота. Це робиться за допомогою BotFather, який видасть токен нашого новоствореного бота (його ми використаємо в коді).

Далі необхідно буде написати невелику програму за допомогою мови Python і трьох бібліотек (telethon, gspread та datetime).

Програма виконуватиме одразу декілька задач: відправлятиме в Google Sheets поточну дату при натисканні кнопки «Нова пара», ретранс-

люватиме прізвища з чату викладача та деканату в чат з ботом, переносить ці прізвища в Google Sheets. Важливо: кожен рядок має починатися з дати, після якої йдуть прізвища (Рисунок 1.2).

Залишився останній крок – зробити додатковий лист, який буде перетворювати отримані дані в більш зручний формат. В цьому нам допоможе наступна формула: `=IF(COUNTIF(Vidmitka!B1:L1; «Богун»)>0;«+»;«»)`. Поясню: якщо на першому листі напроти визначеної дати є прізвище "Богун", то в комірці з'являється "+", якщо немає, то комірка залишається порожньою.

	A	B	C	D	E
1	15.05	Богун	Гедзюк	Михальчук	Щиковська
2	16.05	Капінос	Коршенко	Рулик	Павлиш
3	17.05	Бордовський	Павлиш	Богун	Гедзюк
4	18.05	Богун	Гедзюк	Михальчук	Щиковська
5	19.05	Щиковська	Коршенко	Рулик	Михальчук
6	20.05	Богун	Гедзюк	Капінос	Щиковська

Рисунок 1.2 – Лист 1

	A	B	C	D	E	F	G
1		15.05	16.05	17.05	18.05	19.05	20.05
2	Богун	+		+	+		+
3	Бордовський			+			
4	Гедзюк	+		+	+		+
5	Капінос		+				+
6	Коршенко		+			+	
7	Кращенко						
8	Михальчук	+			+	+	
9	Павлиш		+	+			
10	Рулик		+			+	
11	Хомяков						
12	Щиковська	+			+	+	+

Рисунок 1.3 – Лист 2

Список використаних джерел:

1. "Information technology - Telecommunications and information exchange between systems — Near Field Communication — Interface and Protocol (NFCIP-1)", ISO/IEC 18092, First Edition, 2004-04-01.
2. laus Finkenzeller, "RFID Handbuch", Hanser Verlag, 2002

УДК 621.396:004.738.5

ПОРІВНЯННЯ ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ МНОЖИННОГО ДОСТУПУ OFDMA ТА SC-FDMA У МЕРЕЖАХ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Соловйов П.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Москалець М.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра ІКІ ім В.В. Поповського, м. Харків, Україна
тел. +38(099) 084-10-75, e-mail: pavlo.soloviov@nure.ua

Addressing the trade-offs between spectrum efficiency and implementation complexity in OFDMA and SC-FDMA technologies, mitigating the impact of high PAPR on signal quality and energy consumption, adapting modulation and coding schemes for optimal radio spectrum utilization, and coordinating multiple access management in mobile communication networks.

У світі, де мобільний зв'язок став невід'ємною частиною нашого повсякденного життя, існує низка проблем та викликів, які необхідно вирішити для забезпечення ефективного та надійного сервісу. З кожним поколінням мобільних мереж виникають нові проблеми, такі як перевантаженість мережі, високе енергоспоживання та погіршення якості сигналу через інтерференцію.

Саме тут на допомогу приходять дві інноваційні технології множинного доступу: OFDMA та SC-FDMA. Вони пропонують рішення для покращення ефективності використання радіочастотного спектру, оптимізації енергоспоживання та зниження інтерференції.

OFDMA (Ортогональний частотний поділ множинного доступу) – це технологія, яка розбиває радіочастотний спектр на безліч ортогональних частот, що дозволяє одночасно підключати безліч користувачів без взаємного впливу.. Це призводить до значного покращення пропускної спроможності та зменшення інтерференції між користувачами. Однак, OFDMA стикається з проблемою високого пікового-середнього співвідношення потужності (PAPR), що може призводити до нелінійних спотворень та погіршення якості сигналу.

SC-FDMA (Однокористувацький частотний поділ множинного доступу) - це технологія, розроблена спеціально для висхідного зв'язку в мережах 4G (LTE). Вона поєднує в собі принципи OFDMA і Однокористувацької частотної обробки (SC-FDE), що забезпечує ортогональність і переваги частотного розділення множинного доступу. В результаті, SC-FDMA дозволяє досягти низького PAPR, що знижує енергоспоживання пристроїв та забезпечує кращу продуктивність. Однак, SC-FDMA може надавати меншу пропускну здатність та ефективність, ніж OFDMA, особливо при високій кількості одночасно підключених користувачів.

Використання OFDMA та SC-FDMA у сучасних мережах мобільного зв'язку дозволяє подолати низку проблем та покращити якість послуг. Вони дозволяють мережам адаптуватися до умов і вимог користувачів, що змінюються, забезпечуючи оптимальне використання радіочастотного спектру і більш ефективну передачу даних.

OFDMA використовується в низхідному зв'язку, щоб забезпечити високу пропускну здатність і зменшення інтерференції між пристроями користувача. Це дозволяє мережам підтримувати велику кількість одночасних підключень, задовольняючи зростаючий попит на мобільний інтернет та відео-стрімінг.

З іншого боку, SC-FDMA застосовується у висхідному зв'язку для зниження енергоспоживання пристроїв та підвищення якості сигналу. Це особливо важливо для смартфонів та інших портативних пристроїв, оскільки вони обмежені розміром батареї та вимагають оптимальної роботи передавача для підтримки високої якості зв'язку.

Нижче, на рисунку 1, можна побачити спрощену архітектуру LTE, пояснюючи візуально відмінності від технологій OFDMA та SC-FDMA:

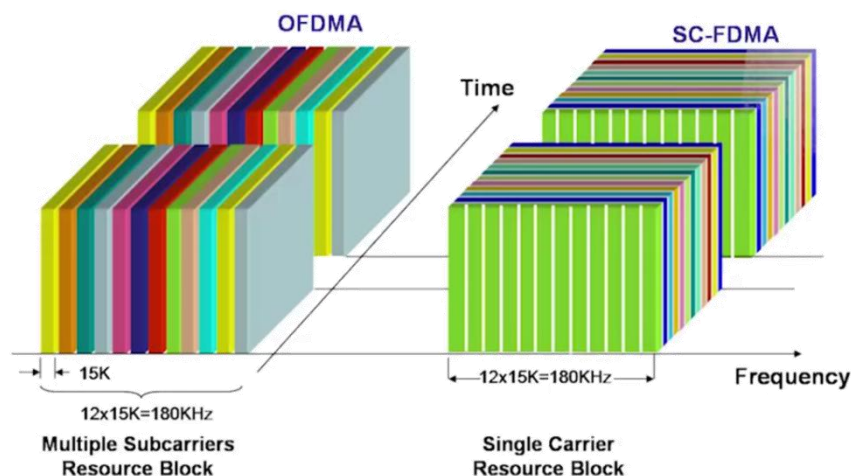


Рисунок 1 – Архітектура Elastic Stack для Unix-подібних систем

Технології OFDMA і SC-FDMA є ключовими компонентами мереж мобільного зв'язку 4G і 5G, дозволяючи їм забезпечити високу якість послуг та ефективне використання радіочастотного спектру. Хоча кожна з цих технологій має свої переваги та недоліки, їх поєднання дозволяє мережам подолати виклики сучасного мобільного зв'язку та задовольнити потреби користувачів.

УДК 004.89:311.21

**МОЖЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ СТВОРЕННЯ ІНСТРУМЕНТІВ
ДЛЯ СОЦІОЛОГІЧНИХ ОПИТУВАНЬ**

Михальчук Р.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Сайківська Л.Ф.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС
м. Харків, Україна

тел. +38(067) 602-60-45, email: rostyslav.mykhachuk@nure.ua.

Here we consider the need for opinion polls among people and the need to create a website for the convenience of choosing a survey and passing it not on paper, but in a convenient online mode. Consider the possibility of using artificial intelligence ChatGPT for advice in creating a website and its capabilities in this matter, its advantages and disadvantages over other artificial intelligence.

Соціологічні опитування є важливим інструментом в сучасному світі, що дозволяє отримати інформацію про різноманітні аспекти життя людини. Такі опитування проводяться з метою дослідження соціальних явищ, зокрема взаємин між людьми, поведінки, думок та переконань. Їх використовують у різних сферах діяльності людини, у бізнесі, медицині, навіть у освіті. Одним з головних завдань соціологічних опитувань є збір інформації про соціальні проблеми, які впливають на життя людей. [1,2]

Іншим важливим завданням соціологічних опитувань є виявлення тенденцій і закономірностей, що сприяє розумінню причин та наслідків соціальних явищ. Крім того, соціологічні опитування дають можливість виявляти потреби індивідів та груп населення. Це дозволяє урізноманітнювати і покращувати послуги, які надаються, забезпечувати високу якість життя та задоволення потреб людей.

Отже, соціологічні опитування є важливим інструментом, що дозволяє отримувати інформацію про соціальні явища, розуміти потреби людей та сприяти вирішенню проблем у різних галузях.

Соціологічні опитування раніше частіше всього реалізовувалися шляхом звичайного опитування при спілкуванні, наприклад, на вулиці чи у закладі, або заповнення паперових анкет. Але з поширенням використання інформаційних технологій та в умовах карантинних обмежень та обмежень військового стану для фахівців актуально мати інформаційних ресурс, за допомогою якого була б можливість проводити такі опитування у режимі он-лайн та не мати часових обмежень і обмежень відстані. Крім того, він може зберігати велику кількість тестів та виконувати ще й функції обробки та систематизації результатів опитувань. Зазвичай створення таких ресурсів є клопітним, потребує великого досвіду виконавців та коштує досить не мало. Тому невеликі компанії, які мають такі потреби, не можуть собі це дозволити.

Для автоматизації створення такого інформаційного ресурсу можна використати можливості штучного інтелекту, а саме ChatGPT. Він отримує інформацію з різних джерел, таких як бази даних, веб-сторінки, електронні книги, наукові статті, новини та інші джерела знань, використовує складні алгоритми і методи для аналізу та розуміння запитань користувачів, і потім шукає відповіді, які найкраще задовольняють запити користувачів на основі цих знань та даних. З його допомогою можна написати код, знайти баги, перевести код з однієї мови програмування на іншу, тощо [3].

ChatGPT має ряд переваг, завдяки яким він так стрімко поширився світом. До них відносяться [4]:

- розуміння мови: він може розуміти та генерувати тексти на багатьох мовах, що дає можливість спілкуватися з ним на різних мовах світу;
- здатність до узагальнення: він навчений на великій кількості текстів та може виявляти закономірності, та здатний до узагальнень на основі вхідних даних;
- гнучкість: він може бути використаний для багатьох завдань, включаючи відповіді на запитання, генерацію текстів, розпізнавання мови та багато іншого;
- здатність до навчання: він може навчатися на нових даних та вдосконалюватися з часом, що дозволяє йому стати ще більш ефективним і корисним для користувачів.

Таким чином, він може дати певні рекомендації щодо створення сайту з соціологічними опитуваннями, ідеї для його створення та оформлення, а у подальшому, рекомендації щодо змін для його вдосконалення, навіть згенерувати код сайту. Звісно ж, що отриманий результат буде неідеальним і його необхідно буде доопрацювати. Але використання технології штучного інтелекту ChatGPT може зберегти розробнику час та дозволяє автоматизувати «стандартизовані» процеси створення сайтів.

Список використаних джерел:

1. Соціологічні та маркетингові дослідження в Україні – завжди будьте в курсі подій. https://ukrsocstandart.com/uk/posluhy/research/sociological_research/
2. Ткаченко, І.В. (2021). Результати емпіричного вивчення особистісної зрілості у студентів технічних спеціальностей. Харківський осінній марафон психотехнологій. С. 199-202.
3. Що таке ChatGPT, які його особливості та як він працює? <https://rozkrutka.site/chatgpt/>
4. Introducing ChatGPT. <https://openai.com/blog/chatgpt>

**СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПРИСТРОЇВ
НА МІКРОПРОЦЕСОРАХ,
МІКРОКОНТРОЛЕРАХ ТА ПЛІС**

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ФІЛЬТРІВ В МУЛЬТИМЕДІЙНОМУ КОНТЕНТІ

Чепенко Д.Р.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна

тел. +38(057)702-02-29, e-mail: diana.chepenko@nure.ua.

This research paper deals with the application of digital filters in multimedia technology. The paper discusses the basic principles and types of digital filters and their application in image and sound processing. The main purpose of the study is to evaluate the effectiveness of digital filters in improving the quality of multimedia content and to understand the full value of digital filters. This paper also examines the pros of using digital filters and how they affect the information presentation of different types of media content files.

KIX- та БІХ-фільтри є важливими інструментами обробки сигналів і часто використовуються в аудіо, обробці зображень та інших сферах. У цій роботі розглянемо роботу KIX- та БІХ-фільтрів на прикладах задачах [1-3].

Фільтри KIX і БІХ є двома основними класами цифрових фільтрів. KIX фільтри мають кінцеву імпульсну характеристику і, за певних умов можуть забезпечувати лінійну фазову характеристику з точністю до стрибка на π . БІХ фільтри мають безкінечну імпульсну характеристику і мають аналогові прототипи, що значно спрощує процес розробки фільтру.

Основними характеристиками цифрового фільтру є: амплітудно-частотна характеристика (АЧХ), імпульсна характеристика (ІХ) і фазочастотна характеристика (ФЧХ).

Для дослідження KIX та БІХ фільтрів можна використати програмне забезпечення MATLAB або Octave [4, 5]. Розглянемо приклад фільтрації сигналу електрокардіограми (ЕКГ).

Спочатку створимо випадковий сигнал ЕКГ зі збуренням. Цей сигнал змодельємо з двох синусоїд із частотами 60 і 100 Гц і додаванням випадкового шуму:

% Створення випадкового сигналу ЕКГ

Fs = 1000; % частота дискретизації

t = 0:1/Fs:2; % час

x = sin(2*pi*60*t) + sin(2*pi*100*t) + randn(size(t));

Далі розглянемо фільтрацію сигналу з використанням KIX і БІХ фільтрів. Для цього використаємо функцію fir1 для створення KIX фільтра і функцію butter для створення БІХ фільтру. Пропонується використати KIX фільтр із порядком 100 і частотою зрізу 80 Гц за допомогою функції fir1. Цей фільтр застосовується до вхідного сигналу x за допомогою функції

filter, потім зберігаємо результат у змінну y1 (див. Лістинг програми синтезу КІХ і БІХ фільтрів).

Для створення БІХ фільтра використовуємо функції butter і buttord. Задаємо частоту зрізу fpass 80 Гц і частоту зупинки fstop 100 Гц. Використовуємо функцію buttord, щоб обчислити порядок фільтра n і відповідні коефіцієнти Wn. За отриманими значеннями створюємо БІХ фільтр за допомогою функції butter, і застосовуємо його до вхідного сигналу x за допомогою функції filter. Результат зберігається у змінній y2.

Лістинг синтезу КІХ і БІХ фільтрів:

<pre>% Фільтрація сигналу з викорис- танням КІХ фільтру order = 100; % порядок фільтру fc = 80; % частота зрізу b = fir1(order, fc/(Fs/2)); y1 = filter(b, 1, x);</pre>	<pre>% Фільтрація сигналу з використанням БІХ фільтру fpass = 80; % частота зрізу fstop = 100; % частота зупинки Wp = fpass/(Fs/2); Ws = fstop/(Fs/2); [n, Wn] = buttord(Wp, Ws, 3, 40); [b2, a2] = butter(n, Wn); y2 = filter(b2, a2, x);</pre>

Проведемо візуалізацію вихідні сигнали і порівняємо їх із вхідним сигналом (див. Лістинг візуалізації сигналів).

Лістинг візуалізації сигналів:

<pre>% Візуалізація вхідного та вихідних сигналів figure; subplot(3,1,1); plot(t, x); xlabel('Time (s)'); ylabel('Amplitude');</pre>	<pre>title('Input Signal'); subplot(3,1,2); plot(t, y1); xlabel('Time (s)'); ylabel('Amplitude'); title('Output Signal (FIR)');</pre>	<pre>subplot(3,1,3); plot(t, y2); xlabel('Time (s)'); ylabel('Amplitude'); title('Output Signal (IIR)');</pre>

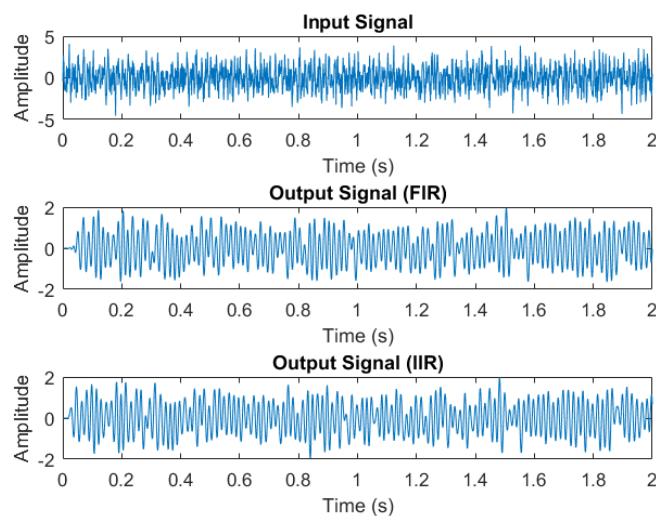


Рисунок 1.1 – Графіки сигналів

Можна побачити, що в обох випадках фільтрація працює добре, тому що вихідні сигнали мають менше шуму і менше високочастотних компонентів, ніж вхідний сигнал (рис. 1.1). Однак можна побачити, що БІХ фільтр має меншу затримку, ніж КІХ фільтр. Це може бути важливо за деяких умов, де низька затримка є критичним фактором.

Список використаних джерел:

1. І.І. Обод, І.В. Свид, І.В. Рубан, Г.Е. Заволодько. (2019). Математичне моделювання інформаційних систем: навчальний посібник. За ред. проф. І.І. Обода. Харків: Друкарня Мадрид. 270 с.
2. Серіков А.О., Свид І.В. (2022) Моделювання радіолокаційних систем у Matlab. Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології, 168-171.
3. Vorgul, O., Svyd, I., & Zubkov, O. (2021). Neuron networks design in Matlab and Vivado. 2021 III International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs, 29-31. <https://doi.org/10.35598/mcfpga.2021.010>
4. Лазарєв Ю. Ф. (2013). Довідник з MATLAB. Електронний навчальний посібник з курсового і дипломного проектування. К.: НТУУ "КПІ", 132 с.
5. Гоблик Н.М., Гоблик В.В. (2011). MATLAB в інженерних розрахунках. Комп'ютерний практикум: навч. посіб. Нац. ун-т "Львівська політехніка", 2-е вид, доп. Львів : Вид-во Львівської політехніки. 130 с.

УДК 004.94:616.728

МОДЕЛЮВАННЯ КОЛІННОГО СУГЛОБА В MATLAB

Катасонов Д.О.

Научный руководитель – ас. Чумак В.С.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. МТС, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: denys.katasonov@nure.ua

Collinear joints are one of the most common types of joints in mechanical systems and are widely used in a variety of applications. In this report, we will discuss the process of modeling a collinear joint in MATLAB, a powerful tool for numerical simulation and analysis. In MATLAB, we can use the SimMechanics toolbox to model and simulate a collinear joint. The toolbox provides a graphical interface that makes it easy to build and modify mechanical models. To model a collinear joint, we first create a new SimMechanics model and then add the two bodies that are connected by the joint. Next, we add the joint constraint between the two bodies, defining the axis of rotation and the pivot point.

Колінний суглоб є одним з найбільш важливих суглобів в нашому тілі, який відповідає за перенос важкого вантажу з ног на спину та допомагає в веденні рухів. З метою вивчення його функціонування та відповідності його структури навантаженням раціонально використовувати методи комп'ютерного моделювання.

В MATLAB можна використовувати функції, такі як "fmincon" та "ode45", для моделювання кінематичних параметрів та вирішення диференціальних рівнянь, відповідно.

При моделюванні суглоба, необхідно враховувати його структурні та механічні властивості, такі як геометрія суглобу, матеріальні властивості тіла, сили та моменти, які діють на нього. Після того, як ці дані будуть визначені та введені в систему, MATLAB може використовувати ці дані для проведення симуляції та відомлення результатів, таких як деформація та напруження в суглобі при різних умовах навантаження.

Щоб змоделювати колінний суглоб в MATLAB, може знадобитися використати об'єкт SerialLink в Robotics System Toolbox.

Щоб змоделювати колінний суглоб, необхідно визначити його кінематичні параметри, такі як довжина суглобу, маса суглобу та його момент інерції. Можна використовувати функцію SerialLink для створення об'єкту, який відображає колінний суглоб, та використовувати методи, такі як fkinе та ikinе, щоб виконати перетворення координат та врахувати положення суглобу.

В заключенні, моделювання колінного суглоба в MATLAB може допомогти у вивченні та аналізі функціонування цього важливого суглобу, а також може бути корисним для використання у телемедичних комплексах,

для вирішення проблем здоров'я спортсменів та людей у періоді реабілітації с ураженнями колінного суглоба у комплексі з аналізом м'язових сигналів [1-4].

Приклад моделювання колінеарного з'єднання мовою C++:

```
>> #include <iostream>
#include <math.h>
class CollinearJoint{
public:
CollinearJoint(double length, double
angle, double velocity, double accel-
eration) {
this->length = length;
this->angle = angle;
this->velocity = velocity;
this->acceleration = acceleration; }
void simulate(double timeStep) {
velocity = velocity + acceleration *
timeStep;
angle = angle + velocity * timeStep;
x = length * cos(angle);
y = length * sin(angle); }
void setAcceleration(double acceler-
ation) {
this->acceleration = acceleration; }
double getX(){
return x;
}
double getY()
{
return y;
}
private:
double length;
double angle;
double velocity;
double acceleration;
double x;
double y; };
int main(){
CollinearJoint joint(10.0, 0.0, 0.0,
9.8);
for (int i = 0; i < 10; i++){
joint.simulate(0.1);
std::cout << "x: " << joint.getX() <<
", y: " << joint.getY() << std::endl;
}
return 0;
}
```

Список використаних джерел:

1. V. Semenets, V. Chumak, I. Svyd, O. Zubkov, O. Vorgul, N.a Boiko. Designing the Structure of a General-Purpose Telemedicine Complex. // III International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2021, pp. 47-48, doi: 10.35598/mcfpga.2021.016.

2. Анализ электромиографического сигнала для контроля усталости мышц в режиме реального времени / В. С. Чумак, Е. А. Чугуй, Т. В. Носова, Т. В. Жемчужкина // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 243 – 244

3. Аналіз принципів побудови телемедицини комплексів широкого призначення / В. С. Чумак, О. Г. Аврунін, Є. А.Чугуй, І. В. Свид // АСУ та прилади автоматики. 2021. № 177. С. 80-85.

УДК 621.396.96

РОЗПОДІЛЕНА ОБРОБКА РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ МЕРЕЖІ ОГЛЯДОВИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Старокожев С.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Обод І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна

тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

Information support of the airspace control and air traffic control system is carried out by primary and secondary radar systems. The presented work shows that the use of distributed processing of radar information in a synchronous network of primary and secondary radars, taking into account the possibility of using an equivalent factor for detecting and measuring the coordinates of an air object by two radars, is more appropriate than the existing structure of information support for an airspace control system.

Відомо, що контроль повітряного простору (ПП) є однією з найважливіших інформаційних задач усіх країн світу, як кожної окремо – з точки зору забезпечення їх національної безпеки та оборони, так і усіх разом – з точки зору забезпечення безпеки польотів цивільної авіації [1-5]. Досвід провідних країн світу свідчить, що в них вже досить тривалий термін існують національні єдині системи контролю ПП військової і цивільної авіації. При цьому слід зазначити, що розширення можливостей використання ПП для польотів повітряних об'єктів (ПО) можливо шляхом підвищення ступеня технічної оснащеності сучасними засобами радіолокаційного спостереження та автоматизації управління, які відповідають вимогам глобальної експлуатаційної концепції організації повітряного руху Міжнародної організації цивільної авіації [6] при отриманні, обробці, збереженні та передачі радіолокаційної інформації (РЛІ). Підвищення якості інформаційного забезпечення системи контролю ПП можливо досягти зміною як алгоритмів обробки РЛІ, так і структури обробки РЛІ системи спостереження (СС) за рахунок оптимізації обробки РЛІ. Інформаційне забезпечення системи використання ПП здійснюється радіолокаційними СС [7, 8], до яких відносяться первинні та вторинні радіолокаційні СС. При цьому слід зазначити, що зазначені радіолокаційні СС створюють синхронну мережу СС, що розглядаються. Формуляр ПО, який видається споживачам РЛІ мережею радіолокаційних СС включає [9]: просторові координати ПО, польотні дані ПО та дані про ідентифікацію ПО за ознакою «свій-чужий».

В представленій роботі показано, що використання розподіленої обробки РЛІ у зазначеній синхронній мережі СС з урахуванням можливості використання рівноцінності факту виявлення ПО первинною та вторинною

СС більш доцільно у порівнянні з існуючою структурою інформаційного забезпечення системи контролю повітряного простору.

Слід зазначити, що оглядове радіолокаційне спостереження визначається, як спосіб своєчасного виявлення ПО та визначення їхнього місцезнаходження [10] (а за потреби й отримання додаткової інформації, що стосується ПО) та своєчасного надання цієї радіолокаційної інформації користувачам для того щоб забезпечити підтримку безпечного управління, виходячи з визначеної сфери інтересів.

Список використаних джерел:

1. Теоретичні основи побудови заводозахищених систем інформаційного моніторингу повітряного простору. (2004). В.В. Ткачев, Ю.Г. Даник, С.А. Жуков, І.І. Обод, І.О. Романенко. Київ: МОУ. 271 с.
2. Комплексне інформаційне забезпечення систем управління польотами авіації та протиповітряної оборони. (2004). Ткачев В.В., Даник Ю.Г., Жуков С.А., Обод І.І., Романенко І.О. Київ: МОУ. 342 с.
3. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Харків: Друкарня Мадрид. 254 с.
4. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро : ЛІРА ЛТД. 224 с.
5. Обод І.І., Стрельницький О.О., Андрусевич В.А. (2015). Інформаційна мережа систем спостереження повітряного простору. Харків: ХНУРЕ. 270 с.
6. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Харків: Друкарня Мадрид. 255 с.
7. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. (2014). Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору. Харків: ХНУРЕ. 312 с.
8. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. Data-Centric Business and Applications, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12
9. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>
10. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H.T.S. (2022). Evaluation of the interference's impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE), 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>

ФУНКЦІОНАЛЬНА АРХІТЕКТУРА РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Даценко О.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна,
тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

Radar surveillance of the airspace plays a significant role in the information provision of air traffic safety. It is defined as a method of timely detection of aerial objects, determination of their location and timely provision of this radar information to users to support the safe management of aerial objects taking into account a certain area of interest.

Функціональна архітектура радіолокаційного спостереження повітряного простору описує інтероперабельну інформаційну систему, яка могла б також слугувати основою для досягнення необхідних фізичних рівнів характеристик і задоволення вимог до безпеки, визначених необхідними характеристиками спостереження [1-6].

До основних інформаційних потоків взаємодії функції радіолокаційного спостереження з операційним середовищем відносяться:

а) інформація, яка передається каналами повітря-земля: запити від наземних засобів радіолокаційного спостереження та дані про повітряну обстановку; відповіді від повітряних об'єктів (ПО) на запити з землі та беззапитальні повідомлення від ПО;

б) інформація, яка передається каналами земля-земля: дані від датчика та від ПО; дані, що формуються на борту ПО; картина повітряної обстановки; стан функції радіолокаційного спостереження; польотні дані та обміни з іншими функціями, пов'язаними із радіолокаційним спостереженням.

Слід зазначити, що головним об'єктом функції радіолокаційного спостереження є ПО та їх наступні атрибути: чотиривимірне (4D) місцеположення ПО; 4D-вектор швидкості ПО; тип ПО, радіолокаційна ідентифікація за ознакою «свій-чужий» та інші атрибути, що вважаються операційно суттєвими. До категорії користувачів функції радіолокаційного спостереження належать: центри організації повітряного руху; органи організації повітряного руху у термінальних диспетчерських районах/зонах підходу та в аеропортах; центри протиповітряної оборони; центри управління польотами повітряних об'єктів авіакомпаній; системи обробки даних; функції, пов'язані із спостереженням (приміром, інтерфейс з військовою мережею даних спостереження) [7-10].

Радіолокаційне спостереження повітряного простору відіграє значну роль в інформаційному забезпеченні безпеки повітряного руху. Та

визначається як спосіб своєчасного виявлення повітряних об'єктів, визначення їх місцезнаходження (а також отримання додаткової бортової інформації щодо повітряних об'єктів) та своєчасного надання цієї радіолокаційної інформації користувачам для підтримки безпечного управління повітряними об'єктами з урахуванням певної сфери інтересів.

Список використаних джерел:

1. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Харків: Друкарня Мадрид. 254 с.
2. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро : ЛІРА ЛТД. 224 с.
3. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Харків: Друкарня Мадрид. 255 с.
4. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. (2014). Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору. Харків: ХНУРЕ. 312 с.
5. Обод І.І., Стрельницький О.О., Андрусевич В.А. (2015). Інформаційна мережа систем спостереження повітряного простору. Харків: ХНУРЕ. 270 с.
6. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. *Data-Centric Business and Applications*, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12
7. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>.
8. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H.T.S. (2022). Evaluation of the interference's impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE)*, 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>.
9. Черних О.П., Обод І.І., Свид І.В. (2011). Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, том 2, вип. 9 (50), 23-25. doi: 10.15587/1729-4061.2011.
10. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Starokozhev, S. (2020). The effect of masking interference on the quality of request signal detection in aircraft responders of the identification friend or Foe Systems. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467955>.

УДК 621.396.96

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЗАПИТАЛЬНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ СПОСОТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Дацько С.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Обод І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна,

тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

In the presented work, an assessment of the place and role of requesting radar systems for monitoring airspace in the system for monitoring the use of airspace is made. It is shown that increasing the noise immunity of the information means under consideration can be achieved by increasing the availability factor of aircraft transponders by changing the principles of construction, maintenance of request signals and organization of the network of the considered information systems.

Значну роль у інформаційному забезпеченні системи контролю повітряного простору відіграють запитальні радіолокаційні системи (ЗРС), до яких можливо віднести вторинні оглядові радіолокатори [1, 2] та запитальні системи ідентифікації за ознакою «свій-чужий» [3-5]. ЗРС спостереження, як правило, мають незадовільну завадостійкість та завадозахищеність [6-8], які обумовлені принципом побудови та принципом обслуговування сигналів запиту (СЗ). Ця обставина обумовила потребу виміру координат повітряного об'єкту (ПО) на запитувачі, яка здійснюється на основі обробки пачки сигналів відповіді (СВ), що важко забезпечується в умовах складної завадової обстановки. При цьому слід зазначити, що координати ПО з значно більшою точністю визначаються на борту ПО і можуть бути передані на запитувач за каналом відповіді.

Таким чином, ЗРС, які мають канал запиту та канал відповіді, більш відносяться до систем обміну інформацією між наземним пунктом управління та бортом ПО і можуть характеризуватися, як запитальні системи передачі інформації, за допомогою яких можливо здійснити передачу координат з борту ПО. Це може змінити підхід до цих систем і, як наслідок, запропонувати нові методи підвищення їхніх показників якості. Тому необхідно розробити модель функціонування запитальних систем передачі інформації з урахуванням наведених факторів та на її основі удосконалити методику розрахунку завадостійкості цих систем. У доповіді наводиться статистична модель ЗРС у якій враховано вплив ненавмисних та навмисних завад, як у каналі передачі сигналів запиту, так і у каналі передачі сигналів відповіді. Показано, що є необхідність обліку на запитувачі якості роботи відповідача, а на відповідачеві - функції цін для ЗРС в цілому. Це є специфічною особливістю, оптимальною за Байєсовим критерієм для запитальних систем передачі інформації.

Наведене дослідження показало, що підвищення завадостійкості запитальних систем передачі інформації можна досягти шляхом підвищення коефіцієнта готовності відповідача за рахунок зміни: принципу побудови, принципу обслуговування заявок, або принципу організації мережі систем, що розглядаються.

Список використаних джерел:

1. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Харків: Друкарня Мадрид. 254 с.
2. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро : ЛІРА ЛТД. 224 с.
3. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Харків: Друкарня Мадрид. 255 с.
4. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. (2014). Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору. Харків: ХНУРЕ. 312 с.
5. Обод І.І., Стрельницький О.О., Андрусевич В.А. (2015). Інформаційна мережа систем спостереження повітряного простору. Харків: ХНУРЕ. 270 с.
6. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. *Data-Centric Business and Applications*, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12
7. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>.
8. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H. T. S. (2022). Evaluation of the interference's impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE)*, 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>.
9. Черних О.П., Обод І.І., Свид І.В. (2011). Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, том 2, вип. 9 (50), 23-25. doi: 10.15587/1729-4061.2011.
10. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Starokozhev, S. (2020). The effect of masking interference on the quality of request signal detection in aircraft responders of the identification friend or Foe Systems. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467955>.

УДК 621.396.96

ОЦІНКА ТОЧНОСТІ МІСЦЕПОЛОЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ У СИНХРОННИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

Мачоніс Т.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Обод І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна,

тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

The presented work considers the problems of assessing the impact of errors in the topological binding of receiving points of distributed airspace surveillance radar systems and the accuracy of the formation of time scales at the receiving points of the radar information synchronous system on the assessment of the coordinates of aerial objects.

Мережева (багатопозиційна) побудова радіолокаційних систем спостереження (РСС) [1-5] є одним із ефективних способів підвищення якості інформаційного забезпечення споживачів у системі контролю повітряного простору. Практична реалізація щодо створення мережевих інформаційних засобів була стримана відсутністю засобів організації високоточного координато-часового забезпечення. Однак поява високоточних систем єдиного координато-часового забезпечення дозволяє розглядати розосереджені РСС, як єдину інформаційну мережу, яка має можливість управління, як моментом і місцем випромінювання зондувального сигналу, так і узгодженим прийомом приймальних сигналів, а також і сигналів відповіді усіма приймальними пунктами, що входять до єдиної синхронної інформаційної мережі. (СІС). Як показано у [6-8] створення СІС РСС, на основі єдиного координато-часового забезпечення дозволяє спростити процес узгодженого огляду простору, отримання, передачі та обробки радіолокаційної інформації.

Метою роботи є оцінка впливу помилок у визначенні координат розташування приймальних пунктів радіолокаційної системи та формуванні шкал часу (ШЧ) у СІС на точність визначення координат повітряних об'єктів. В роботі показано, що помилки в оцінці розташування пунктів прийому СІС практично однаково впливають на оцінку місцезнаходження повітряного об'єкту, що спостерігається. Проведена оцінка цього впливу та на основі та на основі цього розроблено вимоги до стабільності формування ШЧ систем СІС, реалізованих на засадах синхронної мережі. Зроблено оцінку помилок визначення місця розташування повітряного об'єкта в СІС, коли відомі коваріаційні матриці помилок вимірювання параметра, що спостерігається, вимірювання власних координат пунктів системи і є неузгодження ШЧ пунктів СІС.

За вектором спостережуваних параметрів, що включає полярні складові, оцінюється місцезнаходження повітряного об'єкту, яке

характеризується вектором стану, що зазвичай включає декартові складові. Вектор спостережуваних параметрів пов'язаний у загальному випадку з вектором стану детермінованою та нелінійною залежністю, в якій вектор власних координат приймальних пунктів СІС вимірюється з відомою похибкою. Коли помилки вимірювання власних координат досить малі, вираз для вектору спостережуваних параметрів пов'язаний у загальному випадку з вектором стану детермінованою та нелінійною залежністю, та його можливо представити усіченим рядом Тейлора в наближенні оцінки координат приймального пункту. У цьому разі зв'язок коваріаційних матриць помилок набуває вигляду, що дозволяє перерахувати помилки вимірювання власних координат приймальних пунктів СІС в помилки параметра, що спостерігається. Отримані розрахунки дозволяють оцінити вплив помилок в оцінці розташування приймальних пунктів та формування шкал часу пунктів прийому синхронної інформаційної мережі на точність оцінки координат виявлених повітряних об'єктів.

Список використаних джерел. 1. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро : ЛІРА ЛТД. 224 с. 2. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. (2014). Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору. Харків: ХНУРЕ. 312 с. 3. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Харків: Друкарня Мадрид. 254 с. 4. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Друкарня Мадрид. 255 с. 5. Svyd, I., Obod, I., Maltsev, O., Vorgul, O., Shevtsov, I., & Bilotserkivets, O. (2022). Optimizing the request signals detection of aircraft secondary radar system transponders. 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). <https://doi.org/10.1109/elnano54667.2022.9926991>. 6. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Starokozhev, S. (2020). The effect of masking interference on the quality of request signal detection in aircraft responders of the identification friend or foe systems. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467955>. 7. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. Data-Centric Business and Applications, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12. 8. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>. 9. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H.T.S. (2022). Evaluation of the interference's impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE), 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>. 10. Черних О.П., Обод І.І., Свид І.В. (2011). Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, том 2, вип. 9 (50), 23-25. doi: 10.15587/1729-4061.2011.

**ІНТЕГРАЛЬНИЙ ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ЗАХИСТУ
ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ
ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ**

Коротіч О.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна, тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

The paper substantiates an integral indicator of the quality of information protection in an information system created on the basis of a network of radar systems for monitoring airspace. Which allows you to bring the information support of consumers to the level of modern requirements, by integrating the information resources of its subsystems. It is shown that the probability of information support can be an integral indicator of the quality of information protection in the specified information system.

Інформаційна безпека має велике значення для забезпечення життєво важливих інтересів будь-якої держави. Все це стосується і системи контролю повітряного простору (КПП) основними задачами якої є аналіз повітряної обстановки та прийняття рішень. Рішення приймає особа на основі аналізу, відповідним чином підготовленої інформації, про стан повітряної обстановки. Правильне рішення може бути прийнято лише тоді, коли є досить повна, точна, достовірна й безперервна інформація про повітряну обстановку в зоні управління [1-4]. У зв'язку з цим, процеси отримання, обробки, зберігання, розподілу, сприйняття радіолокаційної інформації та прийняття управлінських рішень в процесі КПП проходить в умовах гострого інформаційного протистояння і небезпечних дестабілізуючих впливів. Найбільш серйозними задачами в області захисту радіолокаційної інформації в системі КПП, як показано в [5-7], є захист інформації від несанкціонованого доступу до неї як в процесі отримання, так і в процесі розповсюдження та від навмисних програмно-технічних впливів на інформацію з метою її руйнування, знищення або спотворення. Дійсно, інформаційним ресурсом системи КПП є радіолокаційні системи спостереження (РСС) [8-9]. Це зобов'язує захист інформації починати з моменту її отримання. Дійсно, як показано в [10] в інформаційних ресурсах системи КПП на етапі отримання інформації може бути здійснено несанкціоноване використання інформації, що призводить до зниження якості інформаційного забезпечення, а також перекручування інформації, яке призводить до жахливих наслідків. При оцінці систем захисту інформації (СЗІ) інформаційних систем (ИС) фахівці стикаються з низкою труднощів, пов'язаних з проблемами формалізації предметної області та використанням статистичної інформації. Це обумовлено неоднорідністю вибірки статистичної інформації, яка виникає через різноманітність

інформаційних технологій, програмного забезпечення і технічних засобів, що використовуються при створенні ІС. У зв'язку з цим, в більшості випадків, для оцінки СЗІ ІС застосовуються експертні оцінки якісних характеристик з використанням слів професійної мови, що вносить нечіткість в підсумкові дані і є причиною складнощів, що виникають при їх обробці. Метою роботи є обґрунтування інтегрального показника якості захисту інформації в інформаційній мережі РСС ПП. Запропонований ІПЯ ІЗ споживачів дозволяє сумістити критерії ефективності обробки радіолокаційної інформації та захисту інформації в РСС повітряного простору. При порівнянні та поєднанні радіолокаційної інформації, що потрібно для автоматичного складання формуляру ПО, критерієм є якість виміру координатної інформації, через імовірності цих дій до яких належать: ймовірність втрат правильної РІ; ймовірність спотворення РІ; ймовірність об'єднання КІ і РІ вторинної РСС; ймовірність порівняння КІ первинної та ідентифікаційної РСС; ймовірність об'єднання КІ і РІ у вторинній РСС.

Список використаних джерел. 1. Обод І.І., Стрельницький О.О., Андрусевич В.А. (2015). Інформаційна мережа систем спостереження повітряного простору. Харків: ХНУРЕ. 270 с. 2. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Харків: Друкарня Мадрид. 254 с. 3. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро : ЛІРА ЛТД. 224 с. 4. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Харків: Друкарня Мадрид. 255 с. 5. Svyd, I., Obod, I., Maltsev, O., Vorgul, O., Vorgul, I., & Shevtsov, I. (2022). Method for increasing the interference immunity of the channel for measuring of the short-range navigation radio system. 2022 IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET). <https://doi.org/10.1109/tcset55632.2022.9767069>. 6. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. Data-Centric Business and Applications, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12. 7. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>. 8. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H.T.S. (2022). Evaluation of the interference's impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE), 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>. 9. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Starokozhev, S. (2020). The effect of masking interference on the quality of request signal detection in aircraft responders of the identification friend or Foe Systems. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467955>. 10. Черних О.П., Обод І.І., Свид І.В. (2011). Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, том 2, вип. 9 (50), 23-25. doi: 10.15587/1729-4061.2011.

ПЛАТИ СЕРІЇ TINYFPGA ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОЧАТКІВЦІВ

Білоцерківець О.Г.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,

м. Харків, Україна

тел. +38(050) 702-02-29, e-mail: oleksii.bilotserkivets@nure.ua.

Quite often, users start learning and working with FPGAs after mastering microcontrollers. One of the obstacles to quickly start working with FPGAs is their price, usually compared to microcontrollers, the price is several times higher, since FPGAs provide a higher level of customization, FPGAs are more expensive and more difficult to program. In contrast, microcontrollers are cost-effective but much less adaptable. But analyzing the market, it is possible to find interesting and relatively inexpensive solutions for a beginner. One such solution is the TinyFPGA series.

Досить часто користувачі розпочинають вивчення та роботу з ПЛІС після опанування мікроконтролерів. ПЛІС (FPGA) і мікроконтролер мають певні схожі риси, але вони не однакові. По суті, ПЛІС є інтегральними схемами, вбудованими в інші пристрої та продукти. Користувачі можуть програмувати апаратне забезпечення ПЛІС після виготовлення, роблячи їх «програмованими в полі», тоді як мікроконтролери можна налаштовувати лише на більш поверхневому рівні. Крім того, ПЛІС можуть обробляти паралельні входи, тоді як мікроконтролери читають один рядок коду за раз тобто виконують команди послідовно.

Однією з перешкод для швидкого старту роботи з ПЛІС це їхня ціна, зазвичай в порівнянні з мікроконтролерами ціна в декілька разів вище, оскільки ПЛІС забезпечують вищий рівень персоналізації[1], FPGA є дорожчими та складнішими для програмування. Навпаки, мікроконтролери є економічно ефективними, але набагато менш адаптованими. Але аналізуючи ринок можливо знайти цікаві та відносно недорогі рішення для початківця. Одним з таких рішень є серія TinyFPGA .

Серія TinyFPGA зараз налічує чотири варіанти для продажу, всі вони засновані на малих FPGA від Lattice Semiconductor. TinyFPGA A1 пропонує XO2-256, що містить 256 логічних елементів; A2 має XO2-1200 із 1200 логічними елементами, а B2 на чіпі ICE40LP8K із 7680 логічними елементами, також найновіша це EX яка включає в себе 24288 логічних елементів, що досить багато для такої відносно маленької та недорогої плати .

Для A1 і A2 потрібен програматор Luke TinyFPGA, тоді як для B2 та EX програмується через USB і не потребує окремого програматора. Завантажувач у B2 та EX реалізовано всередині FPGA-матриці, таким чином зберігається малий розмір друкованої плати та низька вартість.

Реалізуючи проекти з деякими дуже потужними платами розробки FPGA, наприклад на базі мікросхем Xilinx, стає зрозуміло, що для початківця буде цілком достатньо 256 логічних елементів плати TinyFPGA A1. Даної кількості логічних елементів цілком вистачить щоб освоїти апаратні та програмні принципи роботи з ПЛІС.

FPGA на платах A1 і A2 можуть використовувати інструменти та програмне забезпечення Lattice Diamond, тоді як FPGA B2 та EX використовує інструменти програмне забезпечення Lattice ICE. Обидва ці варіанта доступні з безкоштовною ліцензією. На веб-сайті TinyFPGA є досить хороший набір документації з інструкціями та посиланнями, що допоможе початківцю швидко та легко з усім розібратися. Плати TinyFPGA серії A не мають вбудованого регулятора, а також не приймають живлення 3,3 В від програматора. Це лише невелика незручність під час роботи саме з цією ПЛІС. Для реального використання тримати джерела живлення окремо має сенс, оскільки це дозволяє зменшити розміри й знизити ціну.

Одна з цікавих речей, це те, що плати серії TinyFPGA A мають лише одну мікросхему та кілька пасивних компонентів на борді. FLASH знаходиться всередині FPGA. Для порівняння, плати серії B та EX мають на борді вже кілька додаткових чіпів для підключення живлення, FLASH і USB. Плати TinyFPGA B-Series продовжують філософію плат A1 і A2, але з більшими ресурсами FPGA та інтегрованими функціями на платі. На відміну від серії A, серія B містить тактовий сигнал 16 МГц, регулятори напруги, флеш-пам'ять SPI 4 Мбіт і програмування через USB. Наявність вбудованого програматора в даній серії створює переваги зручності при використанні початківцями.

Виробник при створенні даних плат намагався дотримуватися принципів «компактно», «доступно» та «просто». Компактність допомагає знизити вартість і спрощує адаптацію та вбудовування плати вже до реалізованих проектів. Низька вартість дає змогу випробувати плату FPGA в більшому колі користувачів, а комусь і розпочати роботу з ПЛІС. Саме дані принципи виробника дають можливість вивчення та роботи з ПЛІС початківцям. А вже в міру того, як вони освоюють головні принципи по роботі з ПЛІС, вони зможуть спробувати складніші проекти та більш потужні FPGA.

Список використаних джерел:

1. Білоцерківець О.Г., Воргуль О.В. Програмовані логічні інтегральні схеми—на службу суспільству. Молодь у світі сучасних технологій за тематикою: Використання інформаційних та комунікаційних технологій в сучасному цифровому суспільстві : матеріали міжнар. наук.-практ. конф, м. Херсон. 2020. С. 30–31.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ МЕРЕЖ РАДІОДОСТУПУ

Ткач М.Г.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна, тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

The paper gives a classification of methods for increasing the throughput of radio access networks. It is shown that the use of adaptive optimization of access parameters to the data transmission medium makes it possible to increase the throughput of the radio access network. When using spatial multiple access methods, it is advisable to use a combined method based on spatial and random methods, which can significantly reduce the number of spatial channels.

Необхідність підвищення швидкості передачі інформації в системах зв'язку існувала завжди. Однак, незважаючи на зростаючий попит на високошвидкісне обслуговування, зробити це, особливо в бездротових системах рухомого зв'язку, дуже складно. При використанні традиційних технологій передачі й прийому сигналів таке збільшення швидкості передачі даних може вимагати надмірно високою випромінюваної потужності або занадто великої смуги частот, що не завжди досяжно. Крім того, розширення спектру сигналу спричиняє підвищення несійної частоти, що за відсутності прямої видимості може призвести до істотного зниження дальності зв'язку.

Оптимізації пропускної спроможності каналів радіодоступу націлена на адаптивну настройку каналу [1-5]. Зміна одного окремо взятого параметра – зазвичай не кращий спосіб адаптації бездротового пристрою до постійних змін складно влаштованого середовища [6-10]. Адаптивний алгоритм управління МАС-рівнем намагається знайти набір параметрів, який забезпечив би оптимальну загальну пропускну здатність бездротового пристрою. Алгоритми адаптації дозволяють бездротовому пристрою динамічно оптимізувати відразу кілька параметрів доступу до середовища передачі у відповідь на зміни середовища, в якому працює пристрій. Це означає, що пристрій сам змінює свої параметри, вибираючи найбільш підходящий вузол доступу, мінімізує вплив завад і покращує умови роботи користувачів.

Метою роботи є порівняльний аналіз комбінованих методів множинного доступу на основі методу просторового доступу.

Адаптивний алгоритм управління МАС-рівнем намагається знайти оптимальні настройки для конкретного середовища та враховує: швидкість передачі, яка визначається цільовим значенням частоти хибних тривог при заданому відношенні сигнал-шум та поріг фрагментації, який визначає розмір МАС-кадрів (з яких складаються пакети).

ти), переданих по радіоканалу. Якщо поріг занадто малий, накладні витрати, пов'язані з заголовками МАС і фізичного рівнів, знижують загальну пропускну здатність, доступну клієнтського пристрою. Якщо поріг занадто великий, МАС-кадри стають вразливими для завад.

Виходячи з вищевикладеного можна стверджувати, що підвищення пропускну спроможності каналів радіодоступу можливо досягти за рахунок: оптимізації параметрів модуляції; оптимізації швидкості кодування; оптимізації параметрів кодування та оптимізації довжини інформаційного пакету передачі. В якості критерію оптимальності, як правило, приймають коефіцієнт використання пропускну здатності каналу. Оптимізації пропускну спроможності каналів радіодоступу націлена на адаптивну настрійку каналу.

Список використаних джерел.

1. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. (2014). Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору. Харків: ХНУРЕ. 312 с.
2. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро : ЛІРА ЛТД. 224 с.
3. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Харків: Друкарня Мадрид. 255 с.
4. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Харків: Друкарня Мадрид. 254 с.
5. Ткач М.Г., Свид І.В., Воргуль О.В., Старокожев С.В., Мальцев О.С., Глущенко А.О. (2022). Оцінка відносної пропускну здатності запитальних систем спостереження повітряного простору. Радіотехніка. Вип. 208. С. 28-37.
6. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. *Data-Centric Business and Applications*, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12.
7. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>.
8. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H.T.S. (2022). Evaluation of the interference's impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE)*, 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>.
9. Черних О.П., Обод І.І., Свид І.В. (2011). Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, том 2, вип. 9 (50), 23-25. doi: 10.15587/1729-4061.2011.
10. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Starokozhev, S. (2020). The effect of masking interference on the quality of request signal detection in aircraft responders of the identification friend or Foe Systems. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467955>.

СТАТИСТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ

Головатенко С.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна, тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

A significant role in the information support of the airspace control and air traffic control system is played by radar systems for identifying detected objects by the sign of "friend or foe". In the presented work, a statistical model of identification systems for the evaluation of "friend or foe" is considered. And the influence of unintentional and intentional interference in the request channel and in the response channel is taken into account.

Головну роль в інформаційному забезпечення системи контролю повітряного простору безперечно відіграють радіолокаційні системи первинної радіолокації [1-4] та системи ідентифікації за ознакою «свій-чужий» [5-8]. Слід зазначити, що радіолокаційне спостереження визначається – як спосіб своєчасного виявлення повітряних об'єктів та визначення їхнього місцезнаходження (а за потреби й отримання додаткової інформації, що стосується повітряного об'єкта). І своєчасного надання цієї інформації користувачам, для забезпечення підтримки безпечного управління. У більшості випадків ідентифікаційні системи спостереження дають користувачеві інформацію про те, «хто» знаходиться «де» і «коли». Ідентифікаційні системи спостереження вирішують інформаційну задачу «хто» знаходиться у повітряному просторі. Однак ідентифікаційні системи спостереження, як доводить практика їхнього використання, мають незадовільну завадостійкість, яка обумовлена принципом побудови системи (несинхронна мережа) та принципом обслуговування сигналів запиту (одноканальна система масового обслуговування з відмовами). Ця обставина зумовлює потребу виміру координат повітряного об'єкта на запитувачі, яка здійснюється на основі обробки пачки сигналів відповіді, що важко в умовах складної заводої обстановки. Відомо, що координати повітряного об'єкта з значно більшою точністю визначаються на борту повітряного об'єкта, і можуть бути передані на запитувач по каналу відповіді. Тобто, запитальні системи спостереження відносяться до систем обміну інформацією між наземним пунктом управління та бортом повітряного об'єкта, і можуть характеризуватися запитальні системи передачі інформації.

У докладі наводиться статистична модель системи ідентифікації за ознакою «свій-чужий», у якій враховано вплив ненавмисних та навмисних завод у каналах передачі сигналів запиту і відповіді. Продемонстровано необхідність обліку якості роботи відповідача на запитувачі, а в

відповідачеві – функції цін для запитальних систем передачі інформації. Наведене дослідження показало, що підвищення завадостійкості ідентифікаційних систем спостереження за ознакою «свій-чужий» можна досягти шляхом підвищення коефіцієнта готовності відповідача, для чого потрібно здійснити зміну принципу побудови та принципу обслуговування сигналів запиту у літаковому відповідачі та зміну принципу організації мережі інформаційних систем.

Список використаних джерел.

1. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. (2014). Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору. Харків: ХНУРЕ. 312 с.
2. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Харків: Друкарня Мадрид. 254 с.
3. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро : ЛІРА ЛТД. 224 с.
4. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Харків: Друкарня Мадрид. 255 с.
5. Svyd, I., Obod, I., Maltsev, O., Vorgul, O., Vorgul, I., & Shevtsov, I. (2022). Method for increasing the interference immunity of the channel for measuring of the short-range navigation radio system. 2022 IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET). <https://doi.org/10.1109/tcset55632.2022.9767069>.
6. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. Data-Centric Business and Applications, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12.
7. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>.
8. Черних О.П., Обод І.І., Свид І.В. (2011). Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, том 2, вип. 9 (50), 23-25. doi: 10.15587/1729-4061.2011.
9. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H.T.S. (2022). Evaluation of the interference's impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE), 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>.
10. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Starokozhev, S. (2020). The effect of masking interference on the quality of request signal detection in aircraft responders of the identification friend or Foe Systems. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467955>.

ЗАХИСТ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Білоцерківець О.Г.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна, тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

In the presented work, the quality of protection of radar information in airspace surveillance systems is assessed. It is shown that the unauthorized use of the information resources of the airspace control system, on the one hand, is a way of disclosing or compromising radar information, and on the other hand, it allows for unauthorized long-range detection and assessment of the coordinates of air objects.

Відомо [1-4], що до основних елементів процедури контролю повітряного простору відносяться: аналіз повітряної обстановки та прийняття рішень. Рішення приймає особа на основі аналізу відповідним чином підготовленої радіолокаційної інформації (РЛІ) про стан повітряної обстановки. Правильне рішення може бути прийнято лише тоді, коли є досить повна, точна, достовірна та безперервна РЛІ про повітряну обстановку в зоні управління. Таким чином, якість прийняття рішень визначаються складом та достовірністю РЛІ, на основі якої особа приймає рішення. Це передбачає що РЛІ, яка циркулює в системі контролю повітряного простору, повинна бути всебічно захищена.

Дійсно, це пов'язано з тим що процеси отримання, обробки, зберігання, розподілу, подання, використання РЛІ та прийняття управлінських рішень в процесі контролю повітряного простору проходить в умовах гострого інформаційного протиборства та небезпечних дестабілізуючих (випадкових і навмисних) впливів. Це призводить до того, що недооцінка питань інформаційної безпеки може привести до непередбачуваних наслідків. Відомо, що під загрозою безпеки розуміється дія або подія, яка може привести до руйнування, спотворення чи несанкціонованого використання інформаційних ресурсів [5-7].

Компрометація РЛІ, як правило, реалізується за допомогою внесення несанкціонованих змін до бази даних. В системі контролю повітряного простору зацікавлена сторона може, впливаючи на запитальну радіолокаційну систему ідентифікації за ознакою «свій-чужий», виключити можливість достовірної ідентифікації повітряних об'єктів, що призведе до жаклих результатів [8, 9]. Таким чином, у разі використання скомпрометованої РЛІ споживач наражається на небезпеку прийняття неправильних рішень з усіма наступними наслідками. Несанкціоноване використання інформаційних ресурсів, за рахунок постановки навмисних корельованих завад запитальній радіолокаційній системі в системі контролю

повітряного простору, з одного боку є засобом розкриття або компрометації РЛП, а з іншого – дозволяє здійснити дальнє виявлення та оцінку координат повітряних об’єктів за рахунок несанкціонованого використання літакових відповідачів. В докладі наводяться методи захисту РЛП в інформаційній мережі радіолокаційних систем спостереження [7-10], які базуються на виключені можливості несанкціонованого використання інформаційних ресурсів систем контролю повітряного простору зацікавленою стороною.

Список використаних джерел.

1. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Харків: Друкарня Мадрид. 254 с.
2. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. (2014). Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору. Харків: ХНУРЕ. 312 с.
3. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро : ЛІРА ЛТД. 224 с.
4. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Харків: Друкарня Мадрид. 255 с.
5. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. *Data-Centric Business and Applications*, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12.
6. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>.
7. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H.T.S. (2022). Evaluation of the interference’s impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE)*, 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>.
8. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Starokozhev, S. (2020). The effect of masking interference on the quality of request signal detection in aircraft responders of the identification friend or Foe Systems. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467955>.
9. Svyd, I., Obod, I., Maltsev, O., Vorgul, O., Shevtsov, I., & Bilotserkivets, O. (2022). Optimizing the request signals detection of aircraft secondary radar system transponders. 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). <https://doi.org/10.1109/elnano54667.2022.9926991>.
10. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Bakumenko, B. (2020). Comparative analysis of noise immunity systems identification friend or foe. 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). <https://doi.org/10.1109/elnano50318.2020.9088856>.

УДК 621.396.967.2

ОЦІНКА СПЕКТРАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПИТАЛЬНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Сухоруков Д.О.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Обод І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна, тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

In the presented work, the frequency efficiency of interrogating radar systems for monitoring airspace is evaluated. It is shown that the unauthorized use of the information resources of the airspace control system, on the one hand, is a way of disclosing or compromising radar information, and on the other hand, it allows for unauthorized long-range detection and assessment of the coordinates of air objects.

Запитальні радіолокаційні системи спостереження (РСС), як доводить практика їхнього використання, та показано в значній кількості робіт [1-5], мають незадовільну як завадостійкість, так і завадозахищеність, що зумовлено принципом побудови (несинхронна мережа) та принципом обслуговування сигналів запиту (одноканальна система масового обслуговування з відмовами). При цьому слід зазначити, що запитальні РСС, які мають канал запиту та канал відповіді, більш відносяться до систем обміну інформацією між наземним пунктом управління та бортом повітряного об'єкта (ПО) і можуть бути характеризовані як запитальні системи передачі інформації (ЗСПІ), за допомогою яких можливо здійснити передачу координат з борту ПО. Це може змінити підхід до цих систем і запропонувати нові методи підвищення їхніх показників якості.

Метою роботи є порівняльний аналіз частотної ефективності запитальних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору.

До ЗСПІ системи контролю повітряного простору можливо віднести канали передачі радіосистем ближньої навігації (РСБН) та запитальних РСС. У ЗСПІ використовуються інтервально-часові коди, частото-часові коди та позиційні коди [6-10].

На теперішній час у світі широко використовуються дві ЗСПІ:

- поєднана, у якій задачі передачі польотної інформації та ідентифікації ПО вирішуються за наявності різних режимів (RBS);
- роз'єднана, у якій передача польотної інформації вирішується однією системою, а ідентифікація ПО – іншою.

В роботі проведені розрахунки частотної ефективності розглянутих ЗСПІ, які дорівнюють: РСБН - $3 \cdot 10^{-5}$ для каналу виміру дальності і $1,5 \cdot 10^{-6}$ для каналу індикації; ЗСС для режиму УПР: 0,0027 та 0,0078 та режиму RBS: 0,0084 та 0,0084 відповідно.

Проведенні дослідження показали вкрай низку інформаційну ємність існуючих запитальних ЗСПІ, яка обумовлена, як принципом побудови системи взагалі та принципом обслуговування сигналів запиту, так і модуляцією сигналів у каналі передачі. Підвищення якості передачі інформації у ЗСПІ можливо досягнути тільки за рахунок зміни модуляції сигналів та принципів побудови та обслуговування.

Список використаних джерел:

1. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. ЛІРА ЛТД. 224 с.
2. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. (2014). Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору. ХНУРЕ. 312 с.
3. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Друкарня Мадрид. 254 с.
4. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Друкарня Мадрид. 255 с.
5. Svyd, I., Obod, I., Maltsev, O., Vorgul, O., Shevtsov, I., & Bilotserkivets, O. (2022). Optimizing the request signals detection of aircraft secondary radar system transponders. 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). <https://doi.org/10.1109/elnano54667.2022.9926991>.
6. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Starokozhev, S. (2020). The effect of masking interference on the quality of request signal detection in aircraft responders of the identification friend or Foe Systems. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467955>.
7. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. Data-Centric Business and Applications, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12
8. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>.
9. Черних О.П., Обод І.І., Свид І.В. (2011). Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, том 2, вип. 9 (50), 23-25. doi: 10.15587/1729-4061.2011.
10. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H.T.S. (2022). Evaluation of the interference's impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE), 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>.

**ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ
МІСЦЕПОЛОЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ
В СИНХРОННІЙ РАДІОЛОКАЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ**

Серіков А.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна, тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

In the presented work, the accuracy of the location of airborne objects in synchronous radar networks as part of primary and secondary airspace observation radars is assessed. An assessment was made of the influence of errors in determining the location of the receiving points of primary and secondary radars, as well as in the formation of time scales in a synchronous radar network, on the accuracy of determining the coordinates of airborne objects.

Одним з ефективних способів підвищення якості інформаційного забезпечення споживачів системи контролю повітряного простору є спадкоємний перехід до мережевої (багатопозиційної) побудови радіолокаційних систем спостереження (РСС) [1-4]. Мережева побудова інформаційних засобів довела свою корисність під час вирішення завдань різного призначення. Практична реалізація зі створення мережевих інформаційних засобів була стримана відсутністю засобів організації високоточного координато-часового забезпечення. Поява високоточних систем єдиного координато-часового забезпечення дозволяє розглядати розосереджені РСС, як єдину інформаційну мережу, яка має можливість управління, як моментом, так і місцем випромінювання зондувального сигналу, та узгодженим прийому ехо-сигналів та сигналів у відповідь усіма приймальними пунктами, що входять у зазначену синхронну інформаційну мережу (СІМ) радіолокаторів. При цьому слід зазначити, що створення СІМ розосереджених РСС, на основі єдиного координато-часового забезпечення, дозволяє спростити процес узгодженого огляду повітряного простору, отримання, передачі та обробки радіолокаційної інформації. Крім того, в [5-7] показано, що синхронна мережа систем вторинної радіолокації [8-10] вирішує проблему завадозахищеності зазначених радіолокаційних систем. Це підкреслює актуальність робіт, що проводяться в даному напрямку. Мета роботи - оцінка впливу помилок у визначенні розташування приймальних пунктів та формуванні шкал часу у СІМ на точність визначення координат повітряних об'єктів, що спостерігаються.

В роботі показано, що до СІМ повинні входити радіолокаційні системи спостереження різного призначення, зокрема, системи первинної та вторинної радіолокації. Помилки в оцінці місця розташування пунктів прийому зазначених інформаційних радіолокаційних систем, що розглядаються, практично однаково впливають на оцінку місцеположення

повітряних об'єктів, які виявлені зазначеними інформаційними засобами. В роботі проведена оцінка впливу помилок, оцінка місцеположення інформаційних засобів та на основі цього розроблено вимоги до стабільності формування шкал часу систем вторинної радіолокації, реалізованих на засадах синхронної мережі. Проведена оцінка помилок позиціонування повітряних об'єктів в СІМ, коли відомі коваріаційні матриці помилок вимірювання спостережуваного параметра, вимірювання власних координат пунктів радіолокаційної системи і є неузгодження шкал часу пунктів СІМ.

Наведені в роботі розрахунки дозволяють оцінити вплив помилок в оцінці розташування та формування шкал часу пунктів прийому синхронній інформаційній мережі на точність оцінки координат повітряних об'єктів.

Список використаних джерел. 1. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Харків: Друкарня Мадрид. 254 с. 2. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. (2014). Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору. Харків: ХНУРЕ. 312 с. 3. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро: ЛІРА ЛТД. 224 с. 4. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Харків: Друкарня Мадрид. 255 с. 5. Svyd, I., Obod, I., Maltsev, O., Vorgul, O., Chumak, V., & Sierikov, A. (2021). Analysis of the impact of interference on the time position of signals in requesting Airspace Observation Systems. 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst54195.2021.9772138>. 6. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. Data-Centric Business and Applications, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12. 7. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>. 8. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H.T.S. (2022). Evaluation of the interference's impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE), 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>. 9. Черних О.П., Обод І.І., Свид І.В. (2011). Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, том 2, вип. 9 (50), 23-25. doi: 10.15587/1729-4061.2011. 10. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Starokozhev, S. (2020). The effect of masking interference on the quality of request signal detection in aircraft responders of the identification friend or Foe Systems. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467955>.

**АНАЛІЗ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СПОСОБУ
ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ У ЗАПИТАЛЬНИХ
РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ**

Шевцов І.О.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Обод І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна, тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

In the presented work, the noise immunity of the existing and proposed method for transmitting flight information from an airborne object through the channel of interrogation radar systems for monitoring airspace is assessed, taking into account the impact of intentional chaotic (correlated and uncorrelated) impulse noise and fluctuation noise.

Як відомо запитальні радіолокаційні системи спостереження [1-4] знаходять широке застосування в системах управління повітряним рухом та системах радіолокаційної ідентифікації повітряних об'єктів, і є основним засобом отримання польотної інформації з борта повітряного об'єкта (ПО). Можливість отримання координатної інформації ПО, точність якої більш ніж на порядок перевищує точність координатної інформації цього ПО, отримувану наземними засобами первинних систем спостереження, стала основним критерієм широкого використання систем запитальних систем [5-7] у системах спостереження повітряного простору.

Існуючі методи передавання польотної інформації використовують позиційний код і, отже, вимагають високих енергетичних витрат і характеризуються низькою завадостійкістю та використовують 12-розрядний код. Це дозволяє отримувати 12-розрядів інформації при одному запиті. Актуальним є розгляд питань підвищення кількості розрядів інформації, яка може передаватися при одному запиті [8-10].

Метою роботи є аналіз завадостійкості способу передавання польотної інформації при збільшенні розрядності повідомлення в одному циклі передачі. У представлений роботі проведемо аналіз завадостійкості існуючого і запропонованого способів передавання польотної інформації з урахуванням дії в інформаційному радіоканалі, як хаотичної імпульсної завади, так і флуктуаційної завади. При цьому розрахунки завадостійкості зроблено для випадку, коли літаковий відповідач випромінює в кожному періоді запиту N імпульсний позиційний код. Це дозволяє розглянути метод передавання польотної інформації режиму RBS ($N = 12$), а також і перспективний метод, де N значно більше 12.

При розгляді цього питання вважається, що завади у каналі відповіді діють на окремі імпульси кодової посилки незалежно й для даного радіоканалу відомі ймовірності появи хибних імпульсів та ймовірності подавлення окремих імпульсів повідомлення, що передається [1]. При

декодуванні сигналів польотної інформації, що передаються каналом відповіді запитальних радіолокаційних систем спостереження. В роботі досліджується наступна логіка обробки інформації: після декодування будь-якого сигналу координатної оцінки здійснюється паралельне зчитування інформації із заданих часових позицій. Як сигнал координатної оцінки використовується сигнал, аналогічний режиму RBS, тільки збільшено кількість розрядів, що передається.

Наведені розрахунки показують, що при модернізації запитальних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору можливо збільшити розрядність передавання польотної інформації з борта повітряного об'єкта на наземні пункти управління.

Список використаних джерел.

1. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. ЛІРА ЛТД. 224 с.
2. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. (2014). Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору. ХНУРЕ. 312 с.
3. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Друкарня Мадрид. 254 с.
4. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Друкарня Мадрид. 255 с.
5. Svyd, I., Obod, I., Maltsev, O., Vorgul, O., Shevtsov, I., & Bilotserkivets, O. (2022). Optimizing the request signals detection of aircraft secondary radar system transponders. 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). <https://doi.org/10.1109/elnano54667.2022.9926991>.
6. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Starokozhev, S. (2020). The effect of masking interference on the quality of request signal detection in aircraft responders of the identification friend or foe systems. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467955>.
7. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. Data-Centric Business and Applications, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12.
8. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>.
9. Черних О.П., Обод І.І., Свид І.В. (2011). Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, том 2, вип. 9 (50), 23-25. doi: 10.15587/1729-4061.2011.
10. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H.T.S. (2022). Evaluation of the interference's impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE), 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>.

**ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТОРА СИГНАЛУ DDS/PPL
ДЛЯ СТВОРЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО АНАЛІЗАТОРА
РАДІОСИГНАЛІВ ТА ІНШИХ ПРИСТРОЇВ**

Даценко О.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна, тел. +38(057)702-0229,
e-mail: oleksandr.datsenko@nure.ua

By using a DDS or PPL signal generator, it is possible to tune the intermediate frequency of a superheterodyne receiver to any desired frequency, which enables the receiver to become a powerful tool for analyzing radio signals. With this setup, one can analyze the frequency spectrum of a signal, demodulate the signal, or even decode digital signals. Additionally, by using specialized software and hardware, this device can also be used as a UAV detector or direction finder. Its versatility and potential for customization make it a valuable tool for both hobbyists and professionals in the field of radio frequency engineering.

За допомогою генератора сигналів DDS або PPL можна значно розширити функціональність супергетеродинного приймача і перетворити його в універсальний аналізатор радіосигналів. Цей пристрій дає можливість проводити аналіз спектру частот, демодуляцію сигналів, вимірювати рівень сигналу та інші типи аналізу радіочастотних сигналів.

Основні переваги супергетеродинного приймача полягають у високій чутливості та вибірковості прийому, що дозволяє здійснювати прийом радіосигналів на великих відстанях та у складних умовах радіоелектричного середовища [1-3].

Одним з важливих застосувань аналізатора радіосигналів є його використання як детектора БПЛА або пеленгатора. Це дає можливість визначати місцезнаходження радіосигналів і виявляти потенційно небезпечні джерела радіочастотних сигналів [4-6].

Існують різні можливості для модернізації аналізатора радіосигналів. Наприклад, можна додати можливість збереження даних та проводити аналіз сигналів в режимі реального часу. Також можна розширити функціональність пристрою, додавши до нього можливість аналізувати різні аспекти радіоелектроніки.

На рисунку 1 зображено один з можливих варіантів блок-схеми апаратної реалізації використання супергетеродинного приймача та генератора в ролі аналізатора радіохвиль. Генератор створює сигнал, який надходить на приймач та змішується з вхідним сигналом, і формується проміжна частота, яка далі проходить через фільтр і потім може бути проаналізована для вимірювання рівня сигналу, аналізу спектру та демодуляції сигналу.

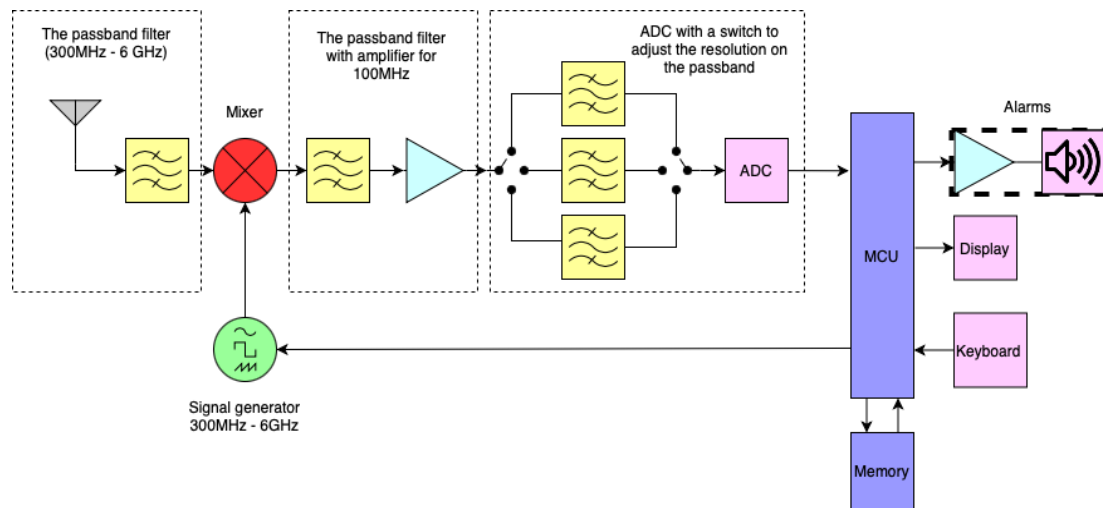


Рисунок 1 - Блок-схема апаратної реалізації аналізатора радіосигналу

Селективний аналізатор радіосигналів є дуже потужним інструментом для проведення досліджень в галузі радіоелектроніки. Його можна використовувати для розв'язання різних задач, наприклад, для побудови антен, вимірювання параметрів елементів радіоелектронних пристроїв та інших досліджень. Використання генератора сигналів дозволяє створити потужний та універсальний пристрій, який забезпечує точний та швидкий аналіз радіочастотних сигналів.

Список використаних джерел:

1. Кравченко М.М., Лобуренко І.В., Рахманов О.І. (2015). Методи та засоби формування та обробки радіосигналів у сучасних системах телекомунікацій. Київ, Україна. 300 с.
2. F.M. Gardner. Phaselock Techniques. (2005). Hoboken, NJ, USA. 480 p.
3. R. Ludwig, P. Baxley. (2000). RF Circuit Design: Theory and Applications. Upper Saddle River, NJ, USA. 720 p.
4. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>.
5. Starokozhev, S., Tkach, M., Hlushchenko, A., Datsenko, O., Chernyshov, M., & Chumak, V. (2021). Frequency Efficiency Evaluation of Query Airspace Surveillance Systems. 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst54195.2021.9772190>.
6. Starokozhev, S., Tkach, M., Hlushchenko, A., Datsenko, O., Chernyshov, M., & Chumak, V. (2021). Optimization of the probability of transmission of flight data in the response channel of Secondary Radar Systems. 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst54195.2021.9772199>.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ПЛІС І МІКРОКОНТРОЛЕРІВ В СИСТЕМАХ РАДІОЛОКАЦІЇ

Серіков А.О., Пугач К.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна, тел. +38(057)702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

This report will compare FPGAs and microcontrollers for their performance in radar systems, describing their characteristics and properties. The purpose of the report is to establish which of these components are more effective in radar systems and to determine their optimal field of use.

Радіолокаційні системи використовуються для визначення відстаней до об'єктів та їх рухів [1, 2]. При цьому, для реалізації функцій таких систем застосовуються різні електронні компоненти, серед яких особливе місце займають програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС) та мікроконтролери (МК) [3, 4]. Обидва типи компонентів відіграють важливу роль в розробці радіолокаційних систем, проте мають свої переваги та недоліки (табл.1).

Таблиця 1 – Порівняння ПЛІС та МК

Характеристика	ПЛІС	МК
Складність проектування	Потребує великої кількості програмування та налагодження	Проектування зводиться до вибору певних компонентів і з'єднання їх на платі
Витрата енергії	Менша витрата енергії, що дозволяє використовувати батареї меншого розміру	Більша витрата енергії, що може потребувати використання більших батарей
Переналаштування	Потребує перепрограмування для зміни функціональності	Можлива зміна функціональності шляхом заміни деяких компонентів
Швидкість обробки	Може обробляти дані в режимі реального часу з високою швидкістю	Обробка даних потребує більшого часу
Надійність	Менша надійність через можливість виникнення програмних помилок	Більша надійність через відсутність програмних помилок

Для радіолокаційних систем зазвичай вимагається висока швидкість обробки даних у реальному часі, що може бути складно досягнути з використанням мікроконтролерів. Це пов'язано з тим, що мікроконтролери зазвичай мають меншу швидкість обробки даних та обмежену кількість ресурсів. У порівнянні з цим, ПЛІС мають велику кількість ресурсів та можуть працювати з дуже високими швидкостями. Це дозволяє їм обробляти дані в реальному часі та забезпечувати високу швидкість роботи радіолокаційних систем. Однак, ПЛІС можуть бути дорогими та

складнішими у програмуванні, оскільки вони використовуються для створення спеціалізованих схем. Мікроконтролери же зазвичай є більш доступними та простішими у програмуванні, оскільки вони використовуються для загального призначення. Крім того, для великих систем, можливо, що найбільш оптимальною буде комбінація ПЛІС та мікроконтролерів. Наприклад, ПЛІС може використовуватися для швидкої обробки даних у реальному часі, а мікроконтролер може використовуватися для керування загальною логікою системи.

Звичайно, з радіолокаційними системами пов'язані великі обсяги даних, які потрібно обробити в реальному часі. У цьому контексті, ПЛІС має перевагу перед мікроконтролерами, оскільки вони здатні працювати на вищій швидкості завдяки паралельним операціям та оптимізації алгоритмів обробки даних. Проте, мікроконтролери також широко використовуються в радіолокаційних системах, зокрема у портативних радарх та системах управління траєкторією руху літаків. Основна перевага мікроконтролерів полягає у тому, що вони забезпечують більш простий та зручний інтерфейс програмування, що є важливим фактором для розробки прототипів та маломасштабних проектів.

Прикладом успішного використання ПЛІС у радіолокаційних системах може служити програмований логічний інтегральний схемний комплекс Xilinx Kintex-7, який використовується в різних радіолокаційних проектах. З іншого боку, мікроконтролери часто використовуються в системах автоматичного контролю за рухом повітряних суден та керування повітряним трафіком. Наприклад, в системі Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) мікроконтролери використовуються для збору даних та передачі їх на земну станцію.

Обидві технології мають свої переваги та недоліки, вибір між ними повинен бути зроблений на основі конкретних вимог та обмежень проекту. Також можна зазначити, що ПЛІС та мікроконтролери є важливими складовими радіолокаційних систем та їх використання може покращити їх ефективність та надійність.

Список використаних джерел. 1. Svyd, I., Obod, I., Maltsev, O., Vorgul, O., Chumak, V., & Sierikov, A. (2021). Analysis of the impact of interference on the time position of signals in requesting Airspace Observation Systems. 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst54195.2021.9772138>. 2. Shevtsov, I., Starokozhev, S., Sierikov, A., Datsko, S., Sukhorukov, D., Machonis, T., Korotich, O., Chumak, V., & Bilotserkivets, O. (2022). A method for increasing the capacity of radio systems of short-range navigation. 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (UkrMW). <https://doi.org/10.1109/ukrmw58013.2022.10037138>. 3. Обод І.І., Свид І.В., Рубан І.В., Заволодько Г.Е. (2019). Математичне моделювання інформаційних систем: навчальний посібник. Друкарня Мадрид, 270 с. 4. Зубков О.В., Свид І.В., Воргуль О.В., Семенець В.В. (2022). Програмування мікроконтролерів STM32 в середовищі STM32CubeIDE в прикладах і задачах: Навч. посіб. Дніпро : ЛІРА ЛТД. 144 с.

УДК 621.3

РІШЕННЯ PYNQ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПЛІС

Білоцерківець О.Г.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,

м. Харків, Україна

тел. +38(050) 702-02-29, e-mail: oleksii.bilotserkivets@nure.ua.

The main mission of PYNQ is to make it easier for embedded system developers to take advantage of the unique advantages of Xilinx devices in their applications. In particular, PYNQ allows Zynq devices to be used without the use of ASIC-style design tools to design programmable logic circuits. PYNQ is a development tool for Xilinx FPGA programmers who want to use a new framework in which FPGAs can be configured using the Python programming language. Using the Python language and libraries, developers can take advantage of programmable logic and microprocessors to create more powerful and versatile electronic systems.

Xilinx виготовляє пристрої Zynq та Zynq Ultrascale+ клас програмованих систем на чіпі (SoC), які інтегрують багатоядерний процесор (двоядерний ARM® Cortex-A9 або чотирьох ядерний ARM Cortex®-A53) і ПЛІС (FPGA) в одну інтегральну схему. FPGA і мікропроцесори являються компонентами технічних рішень для вбудованих систем, але кожна з даних галузей відповідає певним вимогам до вбудованих систем, та виконує свої завдання які не може виконувати інша система [1]. Тому для поєднання цих двох галузей та для зручності реалізації проектів які включають в себе ПЛІС та мікропроцесори було створено проект із відкритим кодом PYNQ (Python Productivity for Zynq).

Основна мета PYNQ, полягає в тому, щоб розробникам вбудованих систем було легше використовувати унікальні переваги пристроїв Xilinx у своїх програмах. Зокрема, PYNQ дозволяє архітекторам, інженерам і програмістам, які розробляють вбудовані системи, використовувати пристрої Zynq без використання інструментів проектування в стилі ASIC для розробки програмованих логічних схем. Програмовані логічні схеми представлені у вигляді апаратних бібліотек, які називаються оверлеями. Ці оверлеї аналогічні бібліотекам програмного забезпечення. Інженер-програміст може вибрати оверлей, котрий найкраще відповідає його застосуванню. Доступ до оверлею можна отримати через інтерфейс прикладного програмування (API). Для створення нового оверлею все ще потрібні інженери з досвідом розробки програмованих логічних схем. Однак ключовою відмінністю є парадигма «створити один раз, повторно використовувати багато разів». Оверлеї, як і бібліотеки програмного забезпечення, розроблені таким чином, щоб їх можна було конфігурувати та використовувати якомога частіше в багатьох різних програмах.

Це знайомий підхід, який запозичено з найкращих практик у спільноті програмного забезпечення. Кожен день ядро Linux використовують сотні тисяч дизайнерів вбудованих систем. Масове повторне використання роботи відносно невеликої кількості дуже талановитих інженерів дає можливість набагато більшій кількості інженерів програмного забезпечення працювати на вищих рівнях абстракції. Апаратні бібліотеки або оверлеї успішно використано в моделі ядра Linux у абстрагуванні багатьох деталей апаратно-залежного програмного забезпечення.

PYNQ використовує Python для програмування як вбудованих процесорів, так і оверлеїв. Python - це мова «продуктивного рівня». На сьогоднішній день C або C++ є найпоширенішими вбудованими мовами програмування. Python підвищує рівень абстракції програмування та продуктивності програміста. PYNQ використовує CPython, який написаний на C, і інтегрує тисячі бібліотек C і може бути розширений за допомогою оптимізованого коду, написаного на C. Усюди, де це практично та доцільно, слід використовувати більш продуктивне середовище Python, а якщо це вимагає ефективності, можна використовувати код C нижчого рівня. Використовуючи мову та бібліотеки Python, розробники можуть користуватися переваги програмованої логіки та мікропроцесорів для створення більш потужних та багатофункціональних електронних систем.

PYNQ - це проект із відкритим кодом, який працює на будь-якій обчислювальній платформі та операційній системі. Ця мета досягається шляхом прийняття веб-архітектури, яка також не залежить від браузера. Для роботи використовується інфраструктура Jupyter з відкритим кодом для запуску ядра Interactive Python (IPython) і веб-сервера безпосередньо на процесорі ARM пристрою Zynq. Веб-сервер забезпечує доступ до ядра через набір інструментів на основі браузера, які забезпечують інформаційну панель, термінал bash, редактори коду та дані Jupyter. Інструменти браузера реалізовані за допомогою комбінації JavaScript, HTML і CSS і працюють у будь-якому сучасному браузері.

PYNQ є першим проектом, який поєднує вищезазначені елементи для спрощення та вдосконалення дизайну APSoc. PYNQ є гарним інструментом розробки для програмістів Xilinx FPGA, які бажають використовувати нову структуру, за допомогою якої мова програмування Python може використовуватися для конфігурації FPGA.

Список використаних джерел:

1. Свид І., Білоцерківець О., Литвиненко О. (2019). Особливості проектування цифрових пристроїв на базі FPGA XILINX в САПР VIVADO HLx DESIGN SUITE. Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології : матеріали форуму, м. Харків, 27 лют. 2019 р. Харків, С. 43–44.

ОПТИМІЗАЦІЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Глущенко А.О.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Обод І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна, тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

Radar airspace surveillance systems are the basis of information support for the airspace control and air traffic control system. The presented work presents the main indicators of the quality of detection and evaluation of the parameters of signals and radar information at each of the above stages of processing radar information. It is shown that during the passage of radar information through these stages, a gradual resolution of useful and interfering signals occurs as a result of a phased decision-making process. When processing radar information, it is consistently reduced to a form that facilitates the decision maker to make responsible decisions.

Основними елементами процедури контролю повітряного простору є: аналіз повітряної обстановки й прийняття рішень. Рішення приймає особа на основі аналізу відповідним чином підготовленої радіолокаційної інформації про стан повітряної обстановки [1-4]. Правильне рішення при цьому може бути прийнято лише тоді, коли є досить повна, точна, достовірна й безперервна інформація про повітряну обстановку в зоні управління. Отже, якість прийняття рішень визначаються якістю й складом радіолокаційної інформації, на основі якої особа приймає рішення [5-7].

В роботі зазначено, що в інформаційних системах радіолокаційного спостереження має місце чітка послідовність обробки радіолокаційної інформації за етапами. Кожен етап має свій масштаб реального часу обробки радіолокаційної інформації, що дозволяє здійснювати їх автономну реалізацію. До головних етапів обробки радіолокаційної інформації, автономними за реалізацією, відносяться наступні етапи: обробки радіолокаційних сигналів; первинної обробки радіолокаційної інформації; вторинної обробки радіолокаційної інформації; третинної обробки радіолокаційної інформації [8-10].

В представленій роботі наводяться основні показники якості виявлення та оцінки параметрів сигналів та радіолокаційної інформації на кожному з зазначених вище етапів обробки радіолокаційної інформації. Показано, що при проходженні радіолокаційної інформації через зазначені етапи відбувається поступове розрізнення корисних і заважаючих сигналів в результаті поетапного процесу прийняття рішень. При обробці радіолокаційної інформації послідовно приводиться до вигляду, що полегшує особі, що приймає рішення, прийняття відповідальних рішень. Так, необроблений відеосигнал містить багато хибних складових, обумовлених відбитка-

ми. Пристрій виділення даних локалізує повітряний об'єкт, а процесор даних розпізнає об'єкт, визначає швидкість повітряного об'єкту та інші параметри.

Показано, що сумісна оптимізація етапів обробки радіолокаційної інформації радіолокаційних систем спостереження повітряного простору можливе тільки при розподіленій обробці радіолокаційної інформації. Для реалізації процесу міжетапної оптимізації обробки радіолокаційної інформації обираються чотири пороги виявлення: радіолокаційного сигналу, повітряного об'єкту, траси повітряного об'єкту та об'єднання трас повітряних об'єктів. При цьому слід зазначити, що величина аналогового порогу виявлення сигналів використовується в якості головного параметру при сумісній оптимізації обробки даних радіолокаційного спостереження на етапах обробки радіолокаційної інформації.

Список використаних джерел:

1. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Друкарня Мадрид. 254 с.
2. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. (2014). Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору. ХНУРЕ. 312 с.
3. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. ЛІРА ЛТД. 224 с.
4. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Друкарня Мадрид. 255 с.
5. Svyd, I., Obod, I., Maltsev, O., Vorgul, O., Shevtsov, I., & Bilotserkivets, O. (2022). Optimizing the request signals detection of aircraft secondary radar system transponders. 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). <https://doi.org/10.1109/elnano54667.2022.9926991>.
6. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Starokozhev, S. (2020). The effect of masking interference on the quality of request signal detection in aircraft responders of the identification friend or foe systems. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467955>.
7. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. Data-Centric Business and Applications, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12
8. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>.
9. Черних О.П., Обод І.І., Свид І.В. (2011). Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, том 2, вип. 9 (50), 23-25. doi: 10.15587/1729-4061.2011.
10. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H.T.S. (2022). Evaluation of the interference's impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE), 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>.

**ОЦІНКА ВПЛИВ ПОМИЛОК ВИЗНАЧЕННЯ
МІСЦЕПОЛОЖЕННЯ РЛС НА ТОЧНІСТЬ ОЦІНКИ
КООРДИНАТ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Гетьман К.Р.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Обод І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна, тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

Networks construction of airspace surveillance radar systems is one of the effective ways to improve the quality of information support for consumers in the airspace control system. The presented work shows that the emergence of high-precision systems of a single coordinate-time support allows us to consider dispersed radar systems as a single information network.

Відомо, що мережева (багатопозиційна) побудова радіолокаційних систем спостереження (РСС) [1-5] є одним із ефективних способів підвищення якості інформаційного забезпечення споживачів у системі контролю повітряного простору. З появою високоточного координато-часового забезпечення стала можлива реалізація створення мережових інформаційних засобів РСС. Це дозволило розглядати розосереджені РСС, як єдину інформаційну мережу, яка має можливість управління моментом і місцем випромінювання зондувального сигналу, та узгодженим прийомом приймальних сигналів, а також і сигналів відповіді усіма приймальними пунктами, що входять до єдиної синхронної інформаційної мережі (СІМ). В [6-8] показано, що створення СІМ РСС, на основі єдиного координато-часового забезпечення, може спростити процес узгодженого огляду простору, отримання, передачі та обробки радіолокаційної інформації.

В роботі проведена оцінка впливу помилок у визначенні розташування приймальних пунктів та формуванні шкал часу (ШЧ) у СІМ на точність визначення координат повітряного об'єкта (ПО). Та на основі цього розроблені вимоги до стабільності формування ШЧ радіолокаційних систем, реалізованих на засадах синхронної мережі [9, 10]. Отримана оцінка помилок позиціонування ПО в СІМ, при відомих коваріаційних матрицях помилок вимірювання спостерігаємих параметрів вимірювання власних координат пунктів мережевої радіолокаційної системи. Показано, що є неузгодження ШЧ пунктів СІМ. Використовуючи умову, яка полягає в тому, що точність вимірювання дальності в СІС не повинна бути нижчою за точність вимірювання дальності в існуючих радіолокаційних системах, отримуємо необхідну точність формування ШЧ. Використовуючи вирази для розрахунків складових помилок вимірювання дальності для існуючих первинних радіолокаторів і систем вторинної радіолокації, отримуємо вимоги до точності зв'язки ШЧ. За результатами розрахунків отримано залежність необхідної точності формування ШЧ в синхронних мережах систем вторинної

радіолокації, при якій точність вимірювання дальності в них не поступаються точності вимірювання дальності існуючих систем ВРЛ. Як видно з поданого дослідження, існуючі засоби єдиного координато-часового забезпечення дозволяють організувати зв'язку ШЧ з потрібною точністю.

За результатами роботи можна дати оцінку впливу помилок у визначенні розташування приймальних пунктів та формуванні шкал часу в синхронній інформаційній мережі на точність визначення координат повітряного об'єкта.

Список використаних джерел:

1. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. (2021). Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Друкарня Мадрид. 255 с.
2. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. (2014). Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору. ХНУРЕ. 312 с.
3. Свид І.В., Обод І.І. (2021). Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Друкарня Мадрид. 254 с.
4. Свид І.В. (2022). Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. ЛІРА ЛТД. 224 с.
5. Obod, I., Svyd, I., Maltsev, O., & Starokozhev, S. (2020). The effect of masking interference on the quality of request signal detection in aircraft responders of the identification friend or foe systems. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467955>.
6. Svyd, I., Obod, I., Maltsev, O., Vorgul, O., Shevtsov, I., & Bilotserkivets, O. (2022). Optimizing the request signals detection of aircraft secondary radar system transponders. 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). <https://doi.org/10.1109/elnano54667.2022.9926991>.
7. Obod, I., Svyd, I., Vorgul, O., Maltsev, O., Datsenko, O., & Boiko, N. (2021). Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. <https://doi.org/10.1109/ukrcon53503.2021.9575286>.
8. Черних О.П., Обод І.І., Свид І.В. (2011). Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, том 2, вип. 9 (50), 23-25. doi: 10.15587/1729-4061.2011.
9. K. Abdul-Hussein, M., Strelnytskyi, O., Obod, I., Svyd, I., & Alrikabi, H.T.S. (2022). Evaluation of the interference's impact of cooperative surveillance systems signals processing for healthcare. International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE), 18(03), 43–59. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.28015>.
10. Svyd, I., Obod, I., & Maltsev, O. (2021). Interference Immunity Assessment Identification Friend or foe systems. Data-Centric Business and Applications, 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71892-3_12.

**ВИБІР МІКРОКОНТРОЛЕРУ ДЛЯ ОЦІНКИ
МЕТРОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У МЕДИЧНІЙ ГАЛУЗІ**

Шугай В.В.

Научный руководитель – ас. Чумак В.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МТС, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: valeriii.shuhai@nure.ua

This work is devoted to assessing microcontroller in the medical field. Microcontroller controls the measurement and processing process biomedical signal, carries out basic signal processing, manages the interface of memory and peripheral devices, visualization processes and data transmission to a PC or mobile device. It performs the main functions and is the basis for the development of portable medical meters. The selection of a microcontroller is considered in the paper STM32 and its advantages over other microcontrollers when used in medicine.

Стрімке поширення портативної медичної вимірювальної техніки і інтегрування нових приладів, наприклад, мікроконтролерів у медичні прилади допоможе детально слідкувати за біомедичними показниками. Так, цифрові пристрої для вимірювання, наприклад, рівня глюкози, газів крові, частоти серцевих скорочень, тиску чи температури тіла, мають системні блоки, які є однаковими за виконуваними функціями: блок датчиків, блок керування живленням, блок керування та обробки даних, блок підсилення, дисплей, блок зберігання інформації, блоки візуалізації та передавання біомедичної інформації. В залежності від виду параметра, який контролюється, змінюються і типи датчиків. Біосигнали мають дуже малу амплітуду, для подальшої обробки необхідне попереднє підсилення. Наступним етапом є аналого-цифрове перетворення, яке виконується окремо або в інтегрованому АЦП в мікроконтролері.

В якості блоку керування та обробки даних найчастіше можна використовувати мікроконтролер. Він контролює процес вимірювання та обробки біомедичного сигналу, проводить основну обробку сигналу, керує інтерфейсом пам'яті та периферійних пристроїв, процесами візуалізації та передавання даних на ПК чи до мобільного пристрою. Він виконує основні функції і є основою для розробки портативних медичних вимірювачів.

Більшість функцій, таких як обробка, збереження, управління, аналого-цифрове та цифро-аналогове перетворення, бере на себе мікроконтролер. Тому його вибір має важливе значення.

Розглянемо мікроконтролер STM32. Контролер периферійного інтерфейсу (PIC) - це серія мікроконтролерів, розроблена компанією Microchip. Мікроконтролер PIC швидше і простіше реалізує програми у порівнянні з деякими іншими (наприклад, 8051). Простота програмування і

простота взаємодії з іншими периферійними пристроями робить PIC більш успішним мікроконтролером. Мікроконтролери PIC мають RISC-архітектуру. RISC - скорочений набір команд, використовується також в процесорах для мобільних пристроїв. Мікроконтролери цієї серії мають скорочену систему команд. Тобто, якщо звичайні мікроконтролери мають кілька сотень команд, то мікроконтролери серії PIC – кілька десятків [1].

Мікроконтролери STM32 виконані на базі ядра ARM Cortex. На відміну від інших мікроконтролерів, в STM32 передбачений модуль DMA - прямий доступ до пам'яті, кожен канал даного модуля може бути використаний для передачі даних між регістрами будь-якого з ПБВ і запам'ятовуючими пристроями [2]. Здатні працювати лише від 2В-ого джерела живлення на тактовій частоті 72МГц і споживати в активному стані всього лише 36мА, якщо ж використовувати підтримувані ядром Cortex економні режими роботи, то можна знизити енергоспоживання до незначних 2мА [1]. За безпеку в даному типі мікроконтролерів відповідають два сторожевих таймери (watchdog), які дозволяють в разі помилки виконання програми перезавантажити мікроконтролер автоматично і продовжити виконання. Отже, можемо говорити про такі переваги мікроконтролерів STM32 [3], як:

Низька вартість; зручність використання; великий вибір середовищ розробки; взаємозамінність чіпів (якщо не вистачає ресурсів одного мікроконтролера, його можна замінити на більш потужний, не змінюючи самої схеми і плати); висока продуктивність; зручна відладка мікроконтролера.

Список використаних джерел:

1. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

2. Суловець Р. І. Розробка системи вимірювання параметрів літієвої батареї електромобіля на базі мікроконтролера stm32 / Р. І. Суловець, наук. керівник: Чумак В. С., Воргуль О.В. // Авіація, промисловість, суспільство: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Кременчук, 12 трав. 2022 р.) / МВС України, Харків. нац. ун-т внутр. справ, Кременчуц. льотний коледж., Наук.парк «Наука та безпека». – Харків : ХНУВС, 2022. – С. 133-135

3. Факас О. В. Переваги використання AVR мікроконтролерів / О. В. Факас, В. С. Чумак // Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології : матеріали IV форуму, 24–25 листопада 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – С. 36-37.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

К		Г	
Khizhnyak P.P.	196	Гаєвий М.С.	134, 138
О		Гармаш О.Ф.	19, 21, 23
Ovcharenko D.R.	196, 198	Гетьман К.Р.	321
	200	Гілімханов Р.Р.	19, 21, 23
Ovcharenko K.S.	7	Гісцев А.Ю.	142
С		Глущенко А.О.	319
Seliutin D.A.	273	Головатенко С.В.	303
Solyanyk I.A.	200	Горецький О.В.	270
З		Горошко А.І.	61
Zakhanskaya V.E.	198	Грабар М.В.	204
А		Гребенчук М.В.	247
Алфьорова М.О.	245	Греков Д.Ю.	100
Анур'єва К.С.	181	Грицаков І.В.	82
Б		Грицаненко Я.Ю.	233
Бабак К.В.	57	Гришко А.Д.	90
Бабич А.О.	171, 191	Д	
Багаєва М.А.	53	Даценко О.О.	291, 313
Білоцерківець О.Г.	299, 305	Дацько С.В.	293
	317	Дем'яненко А.І.	183
Бірюков А.І.	163	Демиденко І.Ю.	131
Богун З.О.	277	Дзябенко А.Ю.	175, 177
Бодін К.І.	63	Довбенко А.Д.	114
Бондар Б.О.	112	Доля В.В.	77
Боюка М.Є.	98, 102	Донець Д.О.	175
Брацило О.О.	73	Дорофєєв Д.О.	125
В		Драчко Є.О.	71, 88
Варейчук В.Е.	36	Дробатюк Д.Е.	40
Василенко Д.І.	26	Дудник О. В.	241
Василенко К.С.	80	Духанін Г.А.	259
Верягін В.В.	44	Е (Є)	
Винокуров Д.М.	187	Еленгаупт В. В.	253
Вяткіна В.О.	136	Єзерський І.П.	69
		Єрмола О.В.	84
		Ж	
		Желанов О.О.	28, 30
		Жерновніков О.О.	222
		Жовнович А.В.	19, 21, 23

З

Забрянська М.О.	183
Завгородній А.С.	34
Залізовський В.А.	75
Здор О.В.	161

К

Канарик А.В.	268
Карташов О.В.	144
Каспар'янц А.В.	119, 121
	123
Катасонов Д.О.	287
Катрич О.О.	255
Козак Д.О.	69
Козловець С.О.	98, 102
	153
Коротіч О.В.	297
Костень Т.Б.	49
Костромцов М.М.	106
Кость П.І.	51
Крайник К.І.	59
Красношапка Т.Ю.	140
Кулько П.О.	218
Курдиш В.В.	129
Кучеренко О.В.	108

Л

Леонов Л.О.	96
Леушина А.А.	227, 230
Лисенко Б.С.	116
Луб'янко А.О.	46

М

Максименко М.С.	75
Мартинець А.С.	191
Марчук І.Ю.	261
Матвієнко М.О.	173
Мачоніс Т.С.	295
Михальчук Р.С.	281

Н

Невдачин М.М.	165
Ніколенко О.С.	169

О

Овчаренко Р.Р.	159
Олефір О.О.	264, 266
Олещенко В.Б.	102, 153
Омельченко А.Л.	208, 225
	236
Оснач А. І.	216, 239

П

Пабат Д.Д.	86
Павленко Я.С.	206
Патлан Є.О.	251
Печенов М.А.	119, 121
	123, 149
Пилипович О.М.	151
Плетяний Б.Р.	9
Початовський А.Д.	167
Прокопенко Д.О.	151
Пугач К.О.	315
Пупловський Д.С.	157

Р

Репечінський О.В.	11
Рижкова Є. М.	98, 102
	153
Рогинський С.В.	134, 138
Румянцева О.В.	210

С

Савенко С.О.	38
Сайгак Р.В.	40
Сало С.С.	77
Санжарова А.К.	249
Свірідок М.С.	104
Сербіненко В.Ю.	127
Сердюк С.Л.	17
Серіков А.О.	309, 315
Серов І.О.	264, 266
Скаун Л. Г.	110
Скорий Р.Г.	42
Сливар У.М.	202
Соловійов П.В.	279
Старокожев С.В.	289

Сторожко А.В.	257
Сухоруков Д.О.	307

Т

Терновий Я.І.	243
Ткач М.Г.	301
Троїцький М.І.	189
Турчин А.А.	94

Ф

Фесенко А.В.	13
Фещенко М.Ю.	65
Філоненко Я.С.	214

Х

Халезев М.С.	92
Храмцов П.В.	193

Ц

Цикура М.О.	171

Ч

Часовська А.О.	155
Чепенко Д.Р.	284
Чередніченко О.Р.	5
Чернов М.М.	146
Черновол Д.В.	55
Чигірьов І.М.	15
Чорненький О.В.	185

Ш

Шевцов І.О.	311
Школьник В.А.	212
Штонда М.Ю.	32
Шугай В.В.	323

Щ

Щиковська О.О.	275
Щічко О.О.	119, 121 123

Я

Якимович М.В.	220
Яценко В.С.	179

ЗМІСТ

Електродинамічні системи, радіотехнічні пристрої та засоби радіозв'язку.....	4
Інформаційні радіоелектронні системи	48
Технічний захист інформації	195
Пристрої та технології інформаційно-комунікаційних систем	272
Системи та технології пристроїв на мікропроцесорах, мікроконтролерах та ПЛІС	283
Алфавітний покажчик	325
Зміст	328

«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ В ХХІ СТОЛІТТІ»

Матеріали 27-го Міжнародного молодіжного форуму

Відповідальні за випуск:

Сергій САКАЛО
(голова конференції)
Денис ГОРЕЛОВ
(вчений секретар)

Комп'ютерна верстка

Денис ГОРЕЛОВ

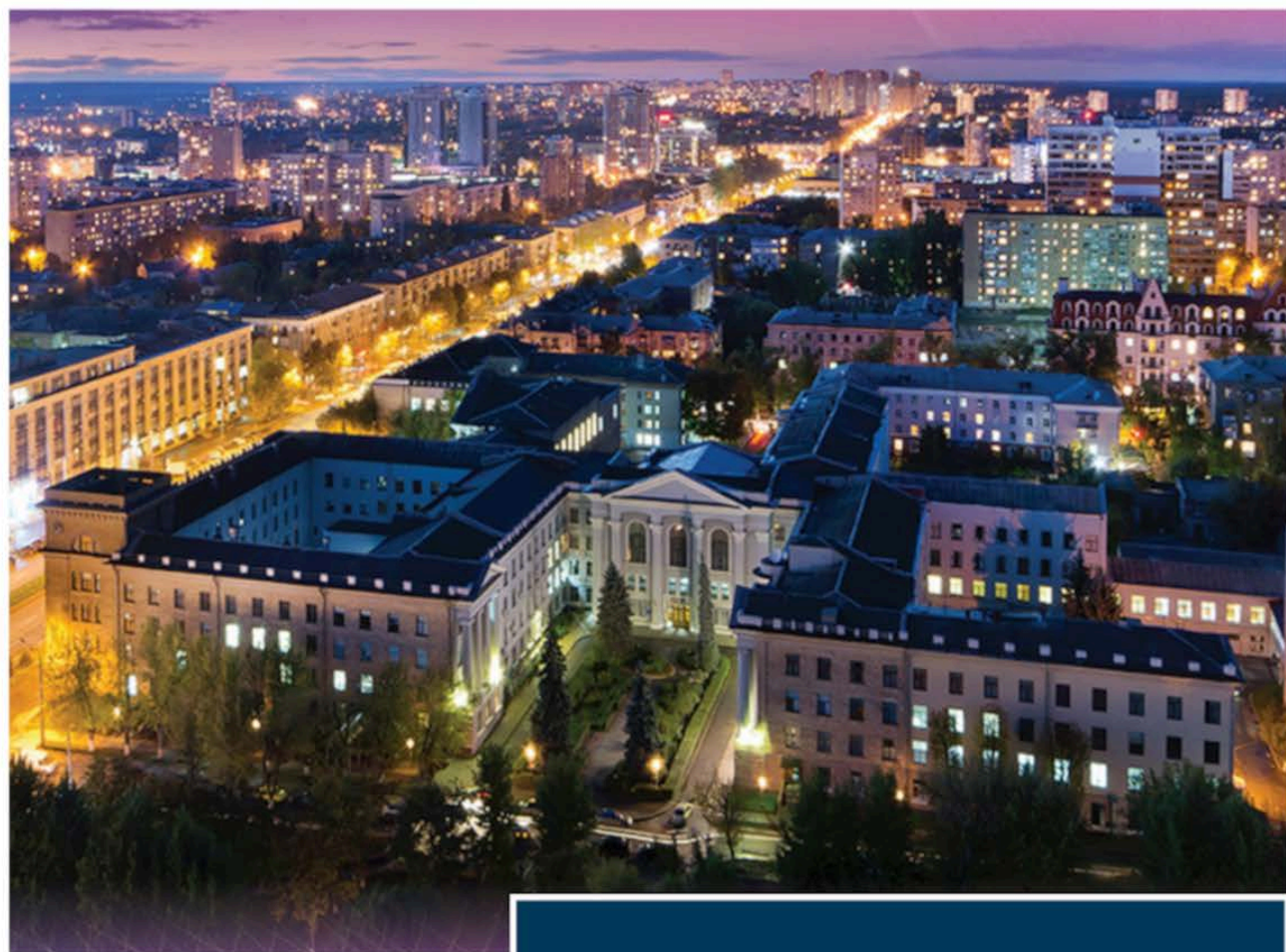
Матеріали збірника публікуються в авторському варіанті
без редагування

ХНУРЕ. Україна. 61166, Харків, просп. Науки, 14



NURE

Харківський національний
університет радіоелектроніки



XXVII Міжнародний
молодіжний форум

"Радіоелектроніка та
молодь у XXI столітті"