



**ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ ПАМ'ЯТІ**

***ЛЕБЕДЄВА АНАТОЛІЯ ОЛЕКСІЙОВИЧА***  
***(1931 – 2012 рр.)***

*доктора технічних наук, професора, академіка Національної академії наук України, лауреата Державної премії СРСР у галузі науки і техніки, лауреата Державної премії України у галузі науки і техніки, заслуженого діяча науки і техніки України, Почесного доктора Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Почесного доктора Одеської державної академії технічного регулювання та якості.*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І  
ЗВ'ЯЗКУ



**XI Міжнародна науково-практична конференція**

**«ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, МЕТРОЛОГІЯ,  
ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ТРАНСПОРТНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ»**

**22-23 жовтня 2021 р.**

**Одеса 2021**

УДК 389:621:531:004:006.07:53.08:539.4:33:629:656.13

ББК 30  
Т 38

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради  
Факультету електроніки, автоматизації та метрології Державного університету інтелектуальних  
технологій і зв'язку (ДУІТЗ)  
Міністерства освіти і науки України від 19.10.2021 р., протокол № 3*

Головний редактор:

*А.А. Габер*, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана ЕАМ ДУІТЗ

Відповідальний за випуск:

*Т.І. Ганєва*, кандидат технічних наук, в.о. зав. кафедри ТТЛ ДУІТЗ

*Матеріали подані в авторській редакції.  
За зміст публікації несе відповідальність автор.*

Технічне регулювання, метрологія, інформаційні та транспортні технології: матеріали  
Т38 XI Міжнародної науково-практичної конференції (Одеса, 22-23 жовтня 2021 р.) /  
ред. А.А. Габер, Т.І. Ганєва. – Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2021. – 305 с.

ISBN 978-617-7829-72-9

У збірнику представлено матеріали конференції, присвяченої проблемам технічного регулювання та якості, в тому числі в освітній галузі та на транспорті, стандартизації та споживчої політики, метрології та метрологічного забезпечення, розвитку інформаційних та транспортних технологій, економіки та управління.

Розраховано на викладачів, аспірантів, наукових та інженерних працівників, які спеціалізуються в області вивчення та дослідження цих проблем.

**УДК 389:621:531:004:006.07:53.08:539.4:33:629:656.13  
ББК 30**

**ISBN 978-617-7829-72-9**

**© Державний університет  
інтелектуальних технологій  
і зв'язку, 2021**

**В конференції беруть участь науковці вищих навчальних закладів, організацій та підприємств, в числі яких:**

- Військова академія (м. Одеса), Україна;
- Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця в Кракові, Польща;
- Державне підприємство «Укрметртестстандарт», м. Київ;
- Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса;
- Державний університет «Одеська політехніка», м. Одеса;
- Інститут телекомунікацій та глобального геоінформаційного простору Національної академії наук України, Київ;
- Лодзький технічний університет, м. Лодзь, Польща;
- Льотна академія Національного авіаційного університету, м. Кропивницький;
- Науково-виробниче підприємство «ТЖК», м. Одеса;
- Одеський державний аграрний університет, м. Одеса;
- Одеський національний морський університет, Одеса;
- Одеський національний університет ім. І. Мечникова, м. Одеса;
- Український інститут науково-технічної експертизи та інформації, м. Київ;
- Український науковий центр екології моря, м. Одеса;
- Університет Північ, м. Вараждин, Республіка Хорватія;
- Харківська державна зооветеринарна академія, м. Харків;
- Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків;
- Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси

**Організатори конференції:**

- Міністерство освіти і науки України;
- Міністерство економічного розвитку і торгівлі України;
- Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця в Кракові, Польща;
- Університет у Бельсько-Бялій, Польща;
- Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника;
- Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів;
- Агентство із стандартизації, сертифікації і торгової інспекції при Уряді Республіки Таджикистан, Республіка Таджикистан;
- Білоруський державний інститут метрології, Республіка Білорусь;
- Лодзький технічний університет, Польща;
- Лодзький університет, Польща;
- Меджимурська політехніка в Чаковці, Республіка Хорватія;
- Національний авіаційний університет, Київ;
- Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;
- Таллінський технічний університет, Естонська Республіка;
- Університет Північ, Республіка Хорватія;
- Чорноморський національний університет імені Петра Могили;
- ПАТ «Одесакабель»;
- ВГО «Союз споживачів України»;
- Інженерна академія України;
- Міжнародна Академія інформаційних технологій, Республіка Білорусь;
- Міжнародна Академія Стандартизації;
- Технічний комітет стандартизації ТК 90 «Засоби вимірювання електричних і магнітних величин»;
- Технічний комітет стандартизації ТК 163 «Якість освітніх послуг».

### **Програмний комітет**

**Голова: Коломієць Леонід Володимирович**, д.т.н., проф., перший віце-президент Міжнародної Академії Стандартизації, Заслужений працівник сфери послуг України, м. Одеса.

### **Члени комітету:**

**Аніскін Алексій**, к.т.н., доцент, старший викладач кафедри цивільного будівництва, Університет Північ, м. Вараждин, Республіка Хорватія;

**Братченко Геннадій Дмитрович**, д.т.н., професор, проректор з міжнародних зв'язків, професор кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса;

**Ваганов Олександр Іванович**, д.т.н., проф., заступник начальника Науково-впроваджувального центру філії «Науково-дослідного та конструкторсько-технологічного інституту залізничного транспорту», АТ "Українська залізниця", м. Київ;

**Волков Сергій Леонідович**, д.т.н., доцент, кафедра автоматизованих систем та інформаційно-вимірювальних технологій ДУІТЗ, м. Одеса;

**Карпінський Микола Петрович**, д.т.н., проф., керівник кафедри інформатики та автоматизації Університету у Бельсько-Бялій, м. Бельсько-Бяла, Польща;

**Квасніков Володимир Павлович**, д.т.н., проф., заслужений метролог України, завідувач кафедри інформаційних технологій Національного авіаційного університету, м. Київ;

**Клопотан Ігор**, д.е.н., доцент, Меджимурська політехніка в Чаковці, Республіка Хорватія;

**Лебковський Петро**, д.т.н., проф., Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця в Кракові, м. Краків, Польща;

**Маслянка Павло**, д.т.н., проф., проф. кафедри теоретичної фізики та комп'ютерних наук Лодзького університету, м. Лодзь, Польща;

**Мирзоахмедов Фахриддин**, д.т.н., проф., професор кафедри математичного і інформаційного моделювання Фінансово-економічного інституту Таджикистану, м. Душанбе, Республіка Таджикистан;

**Мілковіч Марін**, д.т.н., проф., ректор, Університет Північ, м. Вараждин, Республіка Хорватія;

**Мільчарський Пьотр**, д.т.н., проф., начальник лабораторії мобільних систем, кафедра інформатики, Лодзький університет, м. Лодзь, Польща;

**Петришин Любомир Богданович**, д.т.н., проф., завідувач кафедри інформатики, Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця в Кракові, м. Краків, Польща;

**Попов Веселин Димитров**, д.е.н., доцент, завідувач кафедри «Бізнес-інформатика», Стопанська академія «Д. А. Ценов», м. Свищов, Болгарія;

**Рихлік Анджей**, к.т.н., старший викладач, Лодзький технічний університет, м. Лодзь, Польща;

**Солдо Божо**, д.т.н., проф., декан будівельного факультету, Університет Північ, м. Вараждин, Республіка Хорватія.

**Шишманов Красимир Тодоров**, д.е.н., проф., професор кафедри «Бізнес-інформатика», Стопанська академія «Д. А. Ценов», м. Свищов, Болгарія.

### **Оргкомітет конференції**

**Голова: Габер Антоніна Анатоліївна**, к.т.н., доцент, в.о. декана факультету електроніки, автоматизації та метрології ДУІТЗ, м. Одеса.

### **Заступники Голови:**

**Ганєва Таїсія Іванівна**, к.т.н., відповідальна за наукову роботу факультету ЕАМ, доцент кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань ДУІТЗ

### **Члени оргкомітету:**

**Банзак Оксана Вікторівна**, д.т.н., професор, в.о. завідувачки кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань ДУІТЗ

**Боряк Костянтин Федорович**, д.т.н., професор, завідувач кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки ДУІТЗ.

**Лещенко Олег Іванович**, к.т.н., доцент, в.о. завідувач кафедри електроніки та мікросистемної техніки ДУІТЗ

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ 1 ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ

ОСНОВНІ ПРИЙОМИ ВИКЛАДАННЯ НАУКОВИХ МАТЕРІАЛІВ <b>Оляш Г.І.; Билан Л.В.; Лаврова Є.О.</b> BASIC METHODS OF TEACHING SCIENTIFIC MATERIALS <b>Olyash G.I.; Bilan L.V.; Lavrova Y.O.</b>	18
ОГЛЯД ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ У ГАЛУЗІ СТАНДАРТИЗАЦІЇ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ ВІДПОВІДНОСТІ <b>Букрєєва О.С.</b> OVERVIEW OF DEVELOPMENT TRENDS IN THE FIELD OF STANDARDIZATION OF COMPLIANCE MANAGEMENT SYSTEMS <b>Bukrieieva O.S.</b>	20
ІНФОРМАЦІНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ТА ЯКОСТІ ЖИТТЯ ЛЮДЕЙ <b>Габер А.А.; Зіангірова Л.Т.; Габер В.С.</b> TECHNOLOGY INFORMATION FOR HUMAN HEALTH AND QUALITY OF LIFE <b>Haber A.A.; Ziangirova L.T.; Haber V.S.</b>	23
СТАН НОРМАТИВНОЇ БАЗИ У СФЕРІ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЯКОСТІ ВЗУТТЯ <b>Жеребцова Л.М.</b> THE STATE OF THE REGULATORY FRAMEWORK IN THE FIELD OF TECHNICAL REGULATION OF SHOE QUALITY <b>Zherebtsova L.M.</b>	26
ОСНОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ <b>Габер А.А.; Паладі О.С.</b> FUNDAMENTALS OF ENERGY AUDIT <b>Haber A.A.; Paladi O.S.</b>	29
ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОРТОВИХ СПОРУД З УРАХУВАННЯМ СТОНШЕННЯ СТІНОК КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ <b>Коломієць Л.В.; Лимаренко О.М.; Аніскін А.; Солдо Б.</b> DETERMINATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF PORT FACILITIES, TAKING INTO ACCOUNT THINNING OF WALLS OF CONSTRUCTIVE ELEMENTS <b>Kolomiets L.; Lymarenko O.; Aniskin A.; Soldo B.</b>	32
КЕРУВАННЯ РЕСУРСАМИ В МЕРЕЖІ LTE <b>Марколенко П.Ю.; Марколенко Т.Д.; Зайцев В.В.</b>	38

LTE NETWORK RESOURCE MANAGEMENT

**Markolenko P.Yu.; Markolenko T.D.; Zaitsev V.V.**

АНАЛІЗ ІНДИКАТОРІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ЖИТТЯ

**Габер А.А.; Шевельова І.О., Лясота О.А.**

ANALYSIS OF INDICATORS FOR DETERMINATION OF QUALITY OF LIFE

**Haber A.A.; Shevelova I.O., Liasota O.A.**

43

ВХІДНИЙ КОНТРОЛЬ ЯК ЕЛЕМЕНТ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ  
НА ПІДПРИЄМСТВІ

**Оляш Г.І.**

INPUT CONTROL AS AN ELEMENT OF PRODUCT QUALITY  
MANAGEMENT AT THE ENTERPRISE

**Olyash G.I.**

47

МЕТОД ОЦІНКИ СТАБІЛЬНОСТІ І ВІДТВОРЮВАНOSTІ ПРОЦЕСІВ  
ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ  
ПРОДУКЦІЇ

**Згадова Н.С.; Штовба Ю.О.**

METHOD FOR ASSESSING THE STABILITY AND REPRODUCIBILITY OF  
PHARMACEUTICAL PROCESSES FOR PRODUCT QUALITY  
MANAGEMENT

**Zgadova N.S.; Shtovba Yu.O.**

49

**СЕКЦІЯ 2 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН.  
ЕЛЕКТРОНІКА, МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНА ТЕХНІКА.  
ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ДОЗИМЕТРИЧНОГО  
КОНТРОЛЮ ДЛЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

**Банзак О.В.; Єфіменко Н.А.; Банзак Г.В.; Лалуд Д.Д.**

DEVELOPMENT OF THE INDIVIDUAL DOSIMETRIC CONTROL COMPLEX  
FOR RADIATION SAFETY

**Banzak O.V.; Yefimenko N.A.; Banzak G.V.; Lalud D.D.**

59

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ В ЕЛЕКТРОНІЦІ  
Добровольська С.В.; Оленєв М.В.; Кучеренко М.І.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MEASURING INSTRUMENTS  
IN ELECTRONICS

**Dobrovolska S.V.; Olenev N.V.; Kucherenko N.I.**

63

ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРИ З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ ДЛЯ СЕНСОРНИХ  
МЕРЕЖ «ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ»

**Горбачов В.Е.; Штепа Є.Р.**

TEMPERATURE SENSOR WITH FREQUENCY OUTPUT FOR SENSOR  
NETWORKS OF "INTERNET OF THINGS"

**Gorbachev V.E.; Shtepa E.R.**

66

- ДЕГРАДАЦІЯ СВІТЛОВИПРОМІНЮЮЧИХ ДІОДІВ НА ОСНОВІ GaAsP 69  
**Ірха В.І.; Кукулян Р.Р.; Лібрик Д.І.**  
DEGRADATION OF LIGHT EMITTING DIODES BASED ON GaAsP  
**Irkha V.I., PhD; Kukulyan R.R.; Libryk D.I.**
- АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ МІНІ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЬНОГО 71  
ТРАНСПОРТУ, СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ СПРАВНОСТІ ЛАМП  
**Лещенко О.І.; Котов Ю.А.**  
ANALYSIS OF THE USE OF MINI SYSTEMS OF MOTOR TRANSPORT,  
SYSTEMS OF LAMPS  
**O. Leshchenko; Y. Kotov**
- РОЛЬ РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЮВАННЯ В ДЕГРАДАЦІЇ 75  
БАГАТОШАРОВИХ СВІТЛОВИПРОМІНЮЮЧИХ ДІОДІВ ДЛЯ ВОСП  
**Ірха В.І.; Озімко В.І.**  
THE ROLE OF RADIATION IRRADIATION IN THE DEGRADATION OF  
MULTILAYER LIGHT-RADIATING DIODES FOR FOTS  
**Irkha V.I.; PhD; Ozimko V.I.**
- МЕТОДИ ТЕМПЕРАТУРНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ДАТЧИКІВ МАГНІТНОГО 78  
ПОЛЯ В ЦИФРОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ  
**Кононенко О. А.; Горбачов В.Е.**  
METHODS OF TEMPERATURE STABILIZATION OF MAGNETIC FIELD  
SENSORS IN DIGITAL SENSOR NETWORKS  
**Kononenko A.A.; Gorbachev V.E.**
- ТЕСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ 82  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ЕЛЕКТРОННОГО НАВАНТАЖЕННЯ  
**Любимов А.Я.; Кудряшов В.О.; Ломенко Д.С.**  
TESTING OF ELECTRONIC COMPONENTS WITH THE HELP OF  
INTELLECTUAL ELECTRONIC LOADING  
**Lyubimov A.Y.; Kudriashov V.O.; Lomenko D.S.**
- РОЛЬ ГЛИБОКИХ РІВНІВ У ДЕГРАДАЦІЇ СВІТЛОДІОДІВ 85  
**Ірха В.І.; Кукулян Р.Р.; Лібрик Д.І.; Озімко В.І.**  
THE ROLE OF DEEP LEVELS IN LED DEGRADATION  
**Irkha V.I.; Kukulyan R.R.; Libryk D.I.; Ozimko V.I.**
- ВАЛІДАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В 88  
УМОВАХ БЕЗПЕКИ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА  
**Єфіменко Н.А.; Банзак О.В.; Банзак Г.В.; Тарасенко С.Н.**  
VALIDATSIIYA OF AUTOMATED INFORMATION SYSTEMS IN DEPOSITS  
OF A PHARMACEUTICAL VIROBNITSTVA  
**Yefimenko N.A.; Banzak O.V.; Banzak G.V.; Tarasenko S.N.**



- ПРОГРАМНИЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ПОШУКУ ПРОБЛЕМНИХ МІСЦЬ У ПРОГРАМНИХ ЗАСОБАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ 92  
**Лещенко К.О.; Пригожев О.С.; Лещенко О.І.**  
SOFTWARE PRODUCT FOR LOOKING FOR PROBLEM SPACES IN SOFTWARE USING GRAPHIC INTERFACE  
**Kateryna Leshchenko; Olexander Prygozhev; Oleg Leshchenko.**
- МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕСТАЦІОНАРНОГО СИГНАЛУ 97  
**Братченко Г.Д.; Коптелов В.О.; Смаглюк Г.Г.; Мартинов М.А.**  
METHOD FOR MEASUREMENT OF PARAMETERS OF NONSTATIONARY SIGNAL  
**Bratchenko H.D.; Koptelov V.O.; Smahliuk H.H.; Martynov M.A.**
- СЕКЦІЯ 3 АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**
- УЛУЧШЕНИЕ ПРОЦЕССА ЭВАКУАЦИИ ИЗ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ ЗА СЧЕТ МОДЕЛИРОВАНИЯ И МНОГОКРАТНОГО АНАЛИЗА ФАКТОРОВ 103  
**J. Ciemcioch; M. Grotowski**  
IMPROVING THE EVACUATION PROCESS OF AN OFFICE BUILDING THROUGH SIMULATION AND MULTI-CRITERIA ANALYSIS OF FACTORS  
**J. Ciemcioch; M. Grotowski**
- АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ 108  
**Адамюк Д.С.**  
ANALYSIS OF TOOLS FOR CREATING A MOBILE APPLICATION  
**D. Adamiuk**
- АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА ВЕБ-ДОДАТКУ НА ОСНОВІ SWIFT 111  
**Болілий О.**  
ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF A WEB-APPLICATION ON SWIFT  
**Bolilyi Oleksandr**
- АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ КОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА 114  
**Бубенцова Л.В.; Тіхоміров Д.В.**  
ANALYSIS OF OPTIONS FOR CREATING INFORMATION INFRASTRUCTURE OF A COMMERCIAL ENTERPRISE  
**Bubentsova L.; Tikhomirov D.**
- ВПРОВАДЖЕННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ІНФОРМАЦІЙНУ СТРУКТУРУ БАНКУ 117  
**Варварчук В.О.**  
INTRODUCTION OF CLOUD TECHNOLOGIES IN THE INFORMATION INFRASTRUCTURE OF THE BANK  
**Varvarchuk V.O.**

- ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕДАЧІ ШД xDSL 119  
**Барба І.Б.; Васильков А.О.**  
IMPROVING THE EFFICIENCY OF xDSL BROADBAND ACCESS TECHNOLOGIES  
**Iryna Barba, Artem Vasilkov**
- ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У БАНКАХ 123  
**Варварчук В.О.**  
PROSPECTS OF USING CLOUD TECHNOLOGIES IN BANKS  
**Varvarchyk V.O.**
- АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДОСТУПОМ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВА 125  
**Дьорка І.І.**  
ANALYSIS OF OPTIONS FOR IMPLEMENTING ACCESS CONTROL SYSTEMS FOR ENTERPRISE  
**I. Dorka**
- МЕТОД ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ ШЛЯХОМ ЧАСТОТНОГО РОЗДІЛЕННЯ СМУГИ ПРОПУСКАННЯ 128  
**Єгоров С.В.; Шкварницька Т.Ю.; Шелуха О.О.**  
METHOD OF INCREASING THE BANDWIDTH OF THE COMMUNICATION CHANNEL BY FREQUENCY DIVISION OF THE BANDWIDTH  
**Serhii Yehorov; Tetiana Shkvarnytska; Oleksii Shelukha**
- АНАЛІЗ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ У СФЕРІ КОНЦЕПЦІЙ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» ТА «РОЗУМНЕ МІСТО» 131  
**Геля В. М.**  
ANALYSIS OF THE REGULATORY FRAMEWORK IN THE FIELD OF CONCEPTS "SMART HOUSE" AND "SMART CITY"  
**Vladyslav Helia**
- ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ ВІД ШКІДЛИВОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПРОГРАМ КЛАСУ RANSOMWARE 133  
**Глотенко Д.О.; Шулакова К.С.; Боднар Л.В.**  
RESEARCH OF CORPORATE NETWORKS PROTECTION TECHNOLOGIES FROM MALWARE AND RANSOMWARE CLASS PROGRAMS  
**Dmitro Hlotenko; Kateryna Shulakova; Liliia Bodnar**
- ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНИХ ТРАКТІВ ЗІ СПЕКТРАЛЬНИМ МУЛЬТИПЛЕКСУВАННЯМ КАНАЛІВ 139  
**Корнійчук В.І.; Глібко В.В.**  
RESEARCH OF THE LINE LINK WITH SPECTRAL MEULTIPLEXING CHANNELS  
**Volodymyr Korniychuk; Volodymyr Hlibko**

ВІДЕОАНАЛІТИКА В ГРОМАДСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ <b>Гордієнко Даніела</b> VIDEO ANALYTICS IN PUBLIC TRANSPORT <b>Daniela Hordiienko</b>	143
АНАЛІЗ РОЗВИТКУ КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНЕ МІСТО» <b>Гриценко В. Ю.</b> ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE CONCEPT «SMART CITY» <b>Hrytsenko V. Y.</b>	147
АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ ДЛЯ БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ <b>Коломійчук М. В.</b> ANALYSIS OF PECULIARITIES OF CONSTRUCTION OF THE CONTROL AND ACCESS CONTROL SYSTEM FOR BANKING INSTITUTIONS <b>Kolomiychuk M.V.</b>	150
ОПТИМІЗАЦІЯ ПАСИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ ДОСТУПУ <b>Корнійчук В.І.; Барський В.В.</b> OPTIMIZATION OF PASSIVE OPTICAL ACCESS NETWORKS <b>Volodymyr Korniychuk; Volodymyr Barsky</b>	153
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ VR У РЕЖИМІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ <b>Лебедев Б.О.; Шулакова К.С.; Боднар Л.В.</b> FEATURES OF VR TECHNOLOGY APPLICATION IN DISTANCE LEARNING MODE <b>Bohdan Lebedev; Kateryna Shulakova; Liliia Bodnar</b>	156
КЛАСИФІКАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПУНКТИВ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ <b>Лебешев Д. Д.</b> CLASSIFICATION MODEL OF TELEMEDICATION POINTS <b>Denis Lebeshev</b>	159
АНАЛІЗ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ НА ОСНОВІ БІОМЕТРИЧНИХ ІДЕНТИФІКАТОРІВ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ <b>Лісовий Р.І.</b> ANALYSIS OF ACCESS CONTROL SYSTEMS BASED ON BIOMETRIC IDENTIFIERS FOR ENTERPRISES <b>Roman Lisovyi</b>	163
ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМ ВІДЕОАНАЛІТИКИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ ТРАФІКОМ МІСТА <b>Линник Р. А</b> ASSESSMENT OF VIDEO ANALYTICS SYSTEMS OPPORTUNITIES FOR CITY TRAFFIC MANAGEMENT <b>Ruslan Lynnyk</b>	166

- ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ  
ОРТОГОНАЛЬНИМИ ГАРМОНІЧНИМИ СИГНАЛАМИ  
«УЗАГАЛЬНЕНОГО КЛАСУ» 169  
**Барба І.Б.; Мельник О.О.**  
INVESTIGATION OF ORTHOGONAL HARMONIOUS SIGNALS OF  
«GENERALIZED CLASS»  
**Iryna Barba; Oleg Melnyk**
- АРХІТЕКТУРА СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ ТРАФІКОМ НА БАЗІ  
СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ 175  
**Линник Р. А**  
ARCHITECTURE OF ROAD TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM BASED ON  
VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM  
**Ruslan Lynnyk**
- ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАФІКА В  
МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ 178  
**Барба І.Б.; Ніколаєв О.І.**  
RESEARCH OF TRAFFIC SERVICE CHARACTERISTICS IN THE MOBILE  
NETWORK  
**Iryna Barba; Oleksandr Nikolaiev**
- АЛГОРИТМ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ 180  
**Новаленко Ю. В.**  
ALGORITHM FOR SELECTING A TECHNOLOGY FOR BUILDING AN  
ACCESS NETWORK  
**Novalenko Y. V.**
- КОНТРОЛЬ ТА ПРОФІЛАКТИКА РОЗПОШИРЕННЯ ІНФЕКЦІЇ В  
ПАНДЕМІЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ 183  
**Новіков А. О.**  
CONTROL AND PREVENTION OF SPREADING INFECTION IN PANDEMIC  
USING INFORMATION SYSTEMS  
**Andrew Novikov**
- ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ СОЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З  
ВИКОРИСТАННЯМ ІНОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХІСТУ 188  
**Олександр Пахмурний; Леся Нікітюк**  
INCREASING THE SECURITY OF SOCIAL PURPOSE OBJECTS WITH THE  
USE OF INNOVATIVE PROTECTION TECHNOLOGIES  
**Oleksandr Pakhmurny; Lesya Nikityuk**
- АНАЛІЗ ЗАВАД ОПТИЧНОЇ БАГАТОХВИЛЬОВОЇ ВОСП 190  
**Паламарчук О.М.; Лісовий І.П.**  
THE INTERFERENCES ANALYSIS OF OPTICAL MULTI-WAVE FOCS  
**Palamarchuk O.M.; Lesovoy I.P.**

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ ДЛЯ ПРИВАТНИХ ОСЕЛЬ <b>Паньков І.</b> RESEARCH OF PECULIARITIES OF CONSTRUCTION OF A SMART HOUSE SYSTEM FOR PRIVATE HOUSES <b>Pankov I.</b>	193
ОЦІНКА ДОВЖИНИ РЕГЕНЕРАЦІЙНОЇ СЕКЦІЇ ВОСПІ З КАМ МОДУЛЯЦІЄЮ <b>Педяш В.В.; Конюхов П.О; Телятник Д.П.</b> ESTIMATION OF REGENERATION SECTION LENGTH OF OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM WITH QAM MODULATION <b>Pedyash V.V.; Konyuhov P.O, Telyatnik D.P.</b>	196
АНАЛІЗ СПОСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» <b>Самородов І.О.; Геля В.М.</b> ANALYSIS OF WAYS OF IMPLEMENTATION OF THE "SMART HOUSE" SYSTEM <b>Samorodov I.O.; Helia V.M.</b>	200
ВИБІР СИСТЕМИ МОНИТОРІНГУ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ІТ-ІНФРАСТРУКТУРИ МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ <b>Савицький О.М.</b> SELECTION OF THE SYSTEM OF MONITORING OF QUALITY INDICATORS OF IT-INFRASTRUCTURE OF THE TELECOMMUNICATION NETWORK <b>Savytskyi O. M.</b>	203
ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ <b>Сліпенко М. В</b> PECULIARITIES OF DESIGN OF SPECIAL PURPOSE INFORMATION NETWORKS <b>Slipenko M. V</b>	206
ПІДХІД ДО ВИБОРУ СИСТЕМИ МОНИТОРІНГУ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ <b>Савицький О. М.</b> APPROACH TO THE CHOICE OF SYSTEM OF MONITORING TELECOMMUNICATION NETWORK FUNCTIONING <b>Savytskyi O. M.</b>	208
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПІДПРИЄМСТВА <b>Соколовский П. С.</b>	212

ANALYSIS OF WAYS OF IMPLEMENTATION OF THE "SMART HOUSE" SYSTEM

**Sokolovskiy P. S**

ОЦІНКА ЗАТРИМКИ ПОВІДОМЛЕНЬ ПРОТОКОЛУ SIP В IP МЕРЕЖІ  
**Струкало М.І.; Каюков С.Л.; Слюсаренко Є.О.**

214

ESTIMATION OF SIP PROTOCOL MESSAGE DELAY  
IN THE IP NETWORK

**Strukalo M.I.; Kaukov S.L.; Slusarenko Y.O.**

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ МЕРЕЖЕВОГО ПРОГРАМНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

219

**Талько О.С.**

ANALYSIS OF METHODS OF QUALITY ASSESSMENT OF NETWORK  
SOFTWARE

**Talko O.S.**

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ  
ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ РЕКЛАМНОЇ АГЕНЦІЇ

222

**Тельпиш Віталій; Леся Нікітюк**

RESEARCH OF INFORMATION INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT  
METHODS FOR ADVERTISING AGENCY

**Telpish Vitaliy; Lesya Nikityuk**

МОДЕРНІЗОВАНИЙ АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

225

**Талько О.С.**

MODERNIZED SOFTWARE QUALITY ASSESSMENT ALGORITHM

**Talko O.S.**

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТОРГОВЕЛЬНИХ ЦЕНТРІВ  
ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

228

**Тимофєєв Дмитро; Леся Нікітюк**

IMPROVING THE EFFICIENCY OF SHOPPING CENTERS BY IMPROVING  
THE INFORMATION INFRASTRUCTURE

**Telpish Vitaliy; Lesya Nikityuk**

ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ В КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНЕ  
МІСТО»

231

**Федоритенко Б. М.; Харитоненко І.О.**

BIOMETRIC IDENTIFICATION TECHNOLOGIES IN THE CONCEPT  
«SMART CITY»

**Fedorytenko B.M.; Kharytonenko I.O.**

- ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ГОТЕЛЬНОГО ТИПУ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ 234  
**Михайло Ханк; Леся Нікітюк**  
RESEARCH OF METHODS OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF BUSINESS PROCESSES FOR HOTEL-TYPE ENTERPRISES BY IMPROVING INFORMATION INFRASTRUCTURE  
**Mykhailo Khank; Lesya Nikityuk**
- МОДЕЛЮВАННЯ ЛІНІЙНИХ ТРАКТІВ ВОСП 236  
**Барба І.Б.; Харченко Л.О.**  
SIMULATION OF LINEAR TRACTES OF FIBER-OPTICAL TRANSMISSION SYSTEMS  
**Iryna Barba; Larisa Kharchenko**
- ІНТЕГРАЦІЯ БІОМЕТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В КОНЦЕПЦІЮ «РОЗУМНЕ МІСТО» 241  
**Харитоненко І. О.**  
INTEGRATION OF BIOMETRIC TECHNOLOGIES INTO THE CONCEPT OF «SMART CITY»  
**Kharytonenko I. O.**
- ПРОБЛЕМАТИКА ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ І УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ ДЛЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ 243  
**Царьов Р. Ю.; Лаврека К. Д.; Митюк А. В.**  
PROBLEMS AND FEATURES OF DESIGN OF ACCESS CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEMS FOR EDUCATIONAL INSTITUTIONS  
**Tsaryov R. Y.; Lavreka K. D.; Mytiuk A. V.**
- АЛГОРИТМ СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИЩЕНОЇ ВЗАЄМОДІЇ 247  
**Шикута Л. О.; Яворська О. М.**  
ALGORITHM FOR CREATING AN EFFECTIVE SYSTEM OF PROTECTED INTERACTION  
**Shykuta L. O.; Yavorska O. M**
- АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СТІЛЬНИКОВИХ МЕРЕЖ РАДІОДОСТУПУ 250  
**Вакарчук А.О.; Разгон В.В.; Дикусар О.О.**  
ANALYSIS OF METHODS OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF CELLULAR RADIO ACCESS NETWORKS  
**Vakarchuk A.O.; Razgon V.V.; Dykusar O.O.**
- ПРОБЛЕМИ В VOIP ТЕЛЕФОНІЇ 252  
**Клещов М.Д.**  
PROBLEM IN VOIP TELEPHONY  
**Kleschov N.D.**

- РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СТІЛЬНИКОВОЇ МЕРЕЖІ 256  
**Вакарчук А.О.; Лівадідіс В.М.; Гречаник М.В.; Федоренко А.Ю.**  
DEVELOPMENT OF A COMPUTER MODEL FOR THE RESEARCH OF QUALITATIVE INDICATORS OF THE CELLULAR NETWORK  
**Vakarchuk A.O.; Livadidis V.M.; Hrechanik M.V.; Fedorenko A.U.**

**СЕКЦІЯ 4 МЕТРОЛОГІЯ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА, ВІЙСЬКОВОЇ СПРАВИ ТА СФЕРИ НАДАННЯ ПОСЛУГ**

- «ПІДВОДНІ КАМЕНІ» ЕКСПЛУАТАЦІЇ WIM-СИСТЕМИ ГАБАРИТНО-ВАГОВОГО КОНТРОЛЮ АВТОМОБІЛІВ 261  
**Боряк К.Ф.; Кузнєцова Л.В.; Željko Kos**  
"SPEARS" OF OPERATION OF WIM-SYSTEM OF DIMENSION-WEIGHT CONTROL OF VEHICLES  
**Boriak K.; Kuznetsova L.; Željko Kos**

- ВПЛИВ АЦИДОЗУ РУБЦЯ НА РЕЗИСТЕНТНІСТЬ КОРІВ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ 274  
**Сафонова Є. П.; Могильовський В.М.**  
IMPACT RUMEN ACIDOSIS ON COWS RESISTANCE AND PRODUCT QUALITY IN UKRAINE  
**Safonova E.; Mogilovskiy V.**

- ІЄРАРХІЧНІ МЕТОДИ WAVELET-ПЕРЕТВОРЕННЯ СІТКОВИХ ОБ'ЄКТІВ 276  
**Солодка В.І.; Патлаєнко М.О.; Калантарчук В.Р.**  
HIERARCHICAL METHODS OF WAVELET-TRANSFORMATION OF NETWORK OBJECTS  
**Solodka V.I.; Patlaienko M.O.; Kalantarchuk V.R.**

**СЕКЦІЯ 5 УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ТРАНСПОРТІ. ТЕХНОЛОГІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ**

- СТРУКТУРА ТА ПОСЛІДОВНІСТЬ ЕТАПІВ РЕЙСУ СУДНА 282  
**Коскіна Ю.О.**  
THE STRUCTURE AND SEQUENCE OF THE TRAMP VESSELS VOYAGE  
**Koskina Yu.O.**

- ФОРМУВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ У ТРАНСПОРТНІЙ ЛОГІСТИЦІ 287  
**Ганєва Т.І.; Урсуленко В.В.; Гладка Т.О.**  
FORMATION OF SOCIO-PSYCHOLOGICAL COMPETENCE OF FUTURE SPECIALISTS IN TRANSPORT LOGISTICS  
**Hanieva T.I.; Ursulenko V.V.; Hladka T.O.**



АНАЛІЗ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ 290

**Кирилюк Є.В.; Ганєва Т.І.; Щокіна О.І.**

ANALYSIS OF NEW TECHNOLOGIES AND AUTOMATION OF FREIGHT TRANSPORTATION

**Kyryliuk Ye.V.; Hanieva T.I.; Shchokina O.I.**

**СЕКЦІЯ 6 ЯКІСТЬ НАДАННЯ ПОСЛУГ. ВПЛИВ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ГУМАНІТАРНИХ ДИСЦИПЛІН НА РОЗВИТОК СФЕРИ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ**

БЕЗПЕРЕРВНІСТЬ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ПАНДЕМІЧНИХ ОБМЕЖЕНЬ 296

**Рачек М.С.; Сафонова Н.В.**

CONTINUITY OF THE EDUCATIONAL PROCESS IN CONDITIONS OF PANDEMIC RESTRICTIONS

**Rachek M.; Safonova N.**

ДИДАКТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ ВИЩІЙ МАТЕМАТИЦІ СТУДЕНТІВ ПЕРШИХ КУРСІВ ЗВО 299

**Лінкова О.В.; Гарбуз А.І.**

DIDACTIC FEATURES OF TEACHING HIGHER MATHEMATICS OF FIRST COURSES OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**Linkova O.; Harbuz A.**

СПЕЦИФІКА НЕВЕРБАЛЬНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ІНОЗЕМНИХ СТУДЕНТІВ – ЗДОБУВАЧІВ ТЕХНІЧНОЇ ВИЩОЇ ОСВІТИ 302

**Сафонова Є.П.; Сафонова Н.В.**

SPECIFICS OF NON-VERBAL SIGNALING IN THE PROCESS OF PREPARATION OF FOREIGN STUDENTS – RECIPIENTS OF TECHNICAL HIGHER EDUCATION

**Safonova E.; Safonova N.**

**СЕКЦІЯ 1**  
**ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ,**  
**СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ОЦІНКА**  
**ВІДПОВІДНОСТІ**

**SECTION 1**  
**TECHNICAL REGULATION,**  
**STANDARDIZATION AND CONFORMITY**  
**ASSESSMENT**

## ОСНОВНІ ПРИЙОМИ ВИКЛАДАННЯ НАУКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Оляш Г.І.<sup>1</sup>; Билан Л.В.<sup>2</sup>; Лаврова Є.О.<sup>3</sup>

1 – старший викладач, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна

2 – студентка, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна

3 – студентка, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна

*Анотація* – Розглядається прийоми викладання наукових матеріалів, при написанні наукових статей. Аналізуються кожний варіант з його перевагами та недоліками.

*Ключові слова* – Дослідження, наукова діяльність, навички, підведення підсумків.

## BASIC METHODS OF TEACHING SCIENTIFIC MATERIALS

Olyash G.I.<sup>1</sup>; Bilan L.V.<sup>2</sup>; Lavrova Y.O.<sup>3</sup>

1 – senior lecturer, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

2 – student of the group, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

3 – student of the group, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

*Abstract* – The methods of teaching scientific materials when writing scientific articles are considered. Each option is analyzed with its advantages and disadvantages.

*Key words* – Research, scientific activity, skills, summarizing.

В статті розглядаються прийоми викладання наукових матеріалів та аналізуються кожний варіант з його перевагами та недоліками.

Кожний дослідник має володіти навичками логічного викладу результату своїх досліджень. Автор наукової роботи має пам'ятати: те що йому зрозуміло у ході роботи поки невідомо майбутнім слухачам. Концентруючи увагу на актуальних моментах, чітко та зрозуміло пояснюючи складні елементи, застосовуючи аналогії відомими явищами і фактами автор з успіхом приверне та утримає увагу читачів до основних положень своєї роботи.

При складанні плану дій та здійснюючи виклад інформації, потрібно надати слухачам можливість самим слідкувати увесь шлях дослідження. Слід урахувати, аби хід авторських міркувань постійно знаходився у полі зору слухача. Тож кожний науковець старається донести до слухача власні міркування, точки зору, напрацювання у найбільш зрозумілому та прозорому вигляді.

Дехто вважає, що для цього вистачить коротенько описати хід дослідження та детально викласти кінцеві результати. А хтось навпаки, водить за собою слухача до своєї творчої лабораторії, без поспіху, веде його від початку дослідження до його логічного кінця, етап за етапом, детально і поступово розкриваючи методи своєї роботи, її успіхи і невдачі, всю послідовність процесу дослідження. Таким чином перед слухачем простягається увесь

нелегкий шлях пошуку науковця від творчого замислу до заключного етапу роботи – підведення підсумків, формулювання висновків і пропозицій.

У науковій діяльності передбачається декілька прийомів викладу наукових матеріалів: суворо послідовний, цілісний, вибіркоче викладення.

Недолік першого варіанту в тому, що на нього потрібно витратити більше часу, так як автор не зможе перейти до нового розділу, не завершивши попередній. А для обробки одного розділу треба іноді перевіряти по декілька варіантів, щоб знайти найкращий. В той час розділ, котрий майже не потребує виправлень, чекає своєї черги і лежить без руху.

Перевага другого варіанту полягає в тому, що на нього знадобиться майже вдвічі менше часу на підготовку кінцевого варіанта рукопису, адже спершу пишеться чорновий варіант усього твору, ніби грубими мазками, а вже потім відбувається його обробка в частинах і деталях.

Останній варіант також користується популярністю серед дослідників. По мірі готовності напрацьованого матеріалу автор обробляє інформацію у будь-якому комфортному для нього вигляді, подібно до того, як художник пише картину, – не обов'язково з верхньої або нижньої частини. Тож є можливість обрати такий прийом викладу матеріалу, який видається найбільш підходящим для перетворення так званого чорнового рукопису на проміжний або остаточний.

Після підготовки рукопису основної частини доречно виокремити такі композиційні елементи: вступ, висновки і пропозиції, бібліографічний список, додатки.

Перш ніж приступати до фінальної обробки чернетки, необхідно узгодити основні положення його змісту з науковим керівником.

Коли макет чорнового рукопису готовий, всі необхідні матеріали зібрано, зроблено необхідні узагальнення, починається детальне шліфування тексту рукопису. Перевіряються і вимогливо оцінюються кожний висновок, формула, таблиця, кожне слово, кожна буква. Дослідник остаточно перевіряє, наскільки назва його роботи та назви розділів і підрозділів відповідають їх змісту, уточнює композицію наукової роботи, послідовність розміщення матеріалів та їхню рубрикацію. Бажано ще раз перевірити аргументи на захист своїх наукових положень, на скільки вони переконливі та доречні. Потрібно поглянути на свій твір ніби «чужими очима».

Висновок. Слід зазначити, що важливе значення має поділ тексту на складові частини, які віддзеркалюють схему наукового дослідження й позначаються абзацом. Абзац, із притаманною йому цілісністю виразу, забезпечує послідовність викладу фактів, внутрішню логіку їх висвітлення. Тому правильне розбиття наукової роботи на абзаци суттєво полегшує її читання й сприйняття.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

[1] <https://osvita.ua/vnz/reports/journalism/24688/>

[2] <https://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/gornostal/vajinskii%20posibnyk.pdf>

[3] [https://pidru4niki.com/1691031161450/pedagogika/priyomi\\_vikladennya\\_naukovih\\_materialiv](https://pidru4niki.com/1691031161450/pedagogika/priyomi_vikladennya_naukovih_materialiv)

## ОГЛЯД ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ У ГАЛУЗІ СТАНДАРТИЗАЦІЇ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ ВІДПОВІДНОСТІ

Букрєєва О.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – кандидат технічних наук, доцент кафедри метрології та безпеки життєдіяльності, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

*Анотація* – У статті відзначено важливість дотримання нормативних вимог для підприємств та організацій та відмічено потребу в адекватних інструментах управління в сфері забезпечення відповідності вимогам. Розглянуто положення стандарту ISO 19600:2014, виявлено його переваги та недоліки, які були усунені новим стандартом ISO 37301:2021. Проведено порівняння їх змісту та виявлено відмінності. Проаналізовано наукові думки щодо ефективності та застосовності цих стандартів на практиці. Виділено напрямки подальшого розвитку стандартизації систем менеджменту відповідності.

*Ключові слова* – Система менеджменту, відповідність, нормативно-правові вимоги, Міжнародна організація зі стандартизації.

## OVERVIEW OF DEVELOPMENT TRENDS IN THE FIELD OF STANDARDIZATION OF COMPLIANCE MANAGEMENT SYSTEMS

Bukrieva O. S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – PhD of Engineering, Associate Professor of Metrology and Life Safety Department, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

*Abstract* – The article notes the importance of compliance with regulatory requirements for enterprises and organizations, also he notes the need for adequate management tools in the field of compliance. The provisions of the standard ISO 19600:2014 are considered, its advantages and disadvantages are revealed, which were eliminated by the new standard ISO 37301:2021. Their content is compared and differences are revealed. Scientific opinions on the effectiveness and applicability of these standards in practice are analyzed. The directions of further development of standardization of compliance management systems are allocated.

*Keywords* – Management system, compliance, regulatory requirements, International Organization for Standardization.

Дотримання нормативних вимог має життєво важливе значення для просування громадських цінностей, яким служить регулювання. Проте, багато підприємств не дотримуються деяких із застосовних до них правил, що представляє можливу небезпеку не тільки для споживачів, але і піддає їх потенційно значному ризику відповідальності за недодержання цих вимог. З іншого боку, при впровадженні нових систем управління і нормативних вимог компаніям часто доводиться змінювати і адаптувати свою операційну і організаційну структуру, що зазвичай призводить до значних грошових і ресурсних витрат. Оскільки існує безліч різних систем управління і нормативних вимог, організаціям необхідний систематичний підхід, щоб уникнути їх ізольованого впровадження на операційному рівні. Таким підходом можуть слугувати системи менеджменту відповідності, які допоможуть знизити ймовірність недотримання вимог. Тому метою роботи є огляд тенденцій в їх стандартизації.

Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) наголосила на потребі і відсутності адекватних інструментів управління в сфері забезпечення

відповідності вимогам ще в 2012 р. У зв'язку з цим, був розроблений і прийнятий стандарт ISO 19600:2014 «Система менеджменту відповідності – Керівництво» [1], спрямований на те, щоб істотно підтримати процес безперервного поліпшення принципів забезпечення відповідності та слугувати глобальним еталоном для осіб, відповідальних за забезпечення відповідності.

Багато з існуючих стандартів відповідності зосереджені на одній конкретній нормативній вимозі або тематичній області. На відміну від них, ISO 19600 спрямований на їх уніфікацію, щоб організації могли працювати в рамках єдиної структури, а не кількох різних, що фокусуються на різних стандартах. Він заснований на принципах належного управління, пропорційності, прозорості та стійкості. Цей стандарт пропонує системний підхід, що включає докладний опис основних елементів менеджменту відповідності, а також вказівки і приклади ефективного виконання рекомендованих дій. Його процеси дуже тісно пов'язані з системою управління ризиками за ISO 31000. Як і інші споріднені стандарти ISO, в ньому підкреслюється використання циклу «Плануй, роби, перевіряй, дій» (PDCA).

Цей стандарт чинив значний вплив на бізнес сферу, однак, хоч і мав гармонізовану структуру, але був типом B і не міг бути застосованим для сертифікації системи менеджменту відповідності [2]. Тому через сім років його замінив ISO 37301:2021 «Система менеджменту відповідності – Вимоги та настанови щодо застосовування» [3].

В цілому новий документ структурно не відрізняється від старого й являє собою керівництво з впровадження ефективної системи менеджменту відповідності, сформованої з кращих практик, і покликаний поліпшити управління в питанні відповідності організації як внутрішнім, так і зовнішнім вимогам. ISO 37301 не має фундаментальних змін, проте містить нові положення: комплексна перевірка перед прийомом на роботу і просуванням по службі, дисциплінарні санкції у разі порушення зобов'язання щодо відповідності; подальше посилення звітності співробітників («whistleblowing») і захист таких співробітників; короткий виклад принципів процесу розслідування невідповідності (новий пункт в стандарті 8.4. Investigation process) [3].

Загалом, ISO 37301 допомагає організаціям виявляти невідповідності і реагувати на них, включає вимоги, що стосуються компетентності, комунікації та обізнаності, вимагає і заохочує створення коротких й ефективних політик, процедур і засобів контролю, описує прагнення до дотримання вимог, що починається з того, що задає тон керівництву організації.

У науковій літературі знаковою роботою у вивченні процесу дотримання вимог є збірник праць міжнародного колективу авторів «Кембриджський довідник відповідності» [4]. На думку редакторів, сьогодні накопичено велику кількість емпіричних і практичних знань про дотримання вимог, але до сих пір не було повного розуміння того, що таке дотримання вимог і як воно впливає на різні сфери діяльності. Вони також відзначають, що академічні знання про відповідність залишалися розрізненими по різним дисциплінарним галузям, нормативним і правовим сферам, а також механізмам і втручанням. Але

зазначений довідник усуває ці недоліки і надає перший комплексний огляд відповідності та управління нею.

Так, автори [5] аналізують доступні емпіричні дослідження, пов'язані з системами менеджменту відповідності, щоб зрозуміти, як вони працюють, приділяючи особливу увагу тому, чи допомагають вони фірмам виконувати нормативні та законодавчі вимоги. В цілому автори знаходять докази того, що підприємства з певними типами систем менеджменту відповідності стикаються з меншою кількістю порушень нормативно-правових вимог і демонструють поліпшення в управлінні ризиками. Однак, дослідники [5] вважають ці ефекти досить скромними. На їхню думку, дотримання нормативних вимог у великих організаціях зазвичай вимагає більшого, ніж просто системи менеджменту відповідності. Воно також вимагає відповідного управлінського ставлення, організаційної культури й інформаційних технологій, що виходять за рамки систематичних процесів контрольного списку, характерних для систем менеджменту відповідності.

Таким чином, можна зробити висновок, що стандарти на систему менеджменту відповідності – це наступний крок в нормуванні управлінських рішень для впровадження в бізнес кращих практик, уникнення суттєвих штрафів і збитків для репутації. Також, є підстави вважати, що знайдені авторами [5] недоліки пропонованої системи менеджменту відповідності [1] були усунені в новому документі [3].

Подальші напрямки розвитку у галузі систем менеджменту відповідності малюються на основі останніх публікацій досліджень з усього світу: застосування систем менеджменту відповідності не тільки у конкретних організаціях, а й для систем та господарських об'єктів в цілому [6]; розроблення та стандартизація інтегрованих систем менеджменту, дослідження їх синергізму [7]; застосування систем менеджменту відповідності для горизонтальних бізнес-процесів [8]. Тобто передбачається розвиток за загальною класифікацією об'єктів стандартизації.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1]ISO 19600:2014. Compliance management systems – Guidelines. [Published 2014-12-15, revised by ISO 37301:2021]. Of. pub. Geneve: ISO, 2014. 36 p.
- [2]Букреева О. С. Дослідження процесів розробки міжнародних стандартів систем менеджменту. Збірник наукових праць ОДАТРЯ. 2020. № 2 (17). С. 6-12. DOI: <https://doi.org/10.32684/2412-5288-2020-2-17-6-12>
- [3]ISO 37301:2021. Compliance management systems – Requirements with guidance for use. [Published 2021-04-13]. Of. pub. Geneve: ISO, 2021. 40 p.
- [4]Van Rooij B., Sokol D. (eds.). The Cambridge Handbook of Compliance (Cambridge Law Handbooks). Cambridge : Cambridge University Press, 2021. P. 1019. <https://doi.org/10.1017/9781108759458>
- [5]Coglianese C., Nash J. Compliance Management Systems: Do They Make a Difference? Cambridge Handbook of Compliance / Sokol D. D., van Rooij B. (eds). Cambridge : Cambridge University Press, 2021. Pp. 571-593. <https://doi.org/10.1017/9781108759458.039>
- [6]Luosong J., Chang H., Xiangyang W., Miao W., Lu Zh. The effectiveness evaluation of system construction for compliance management in the electricity market. 6th International Conference on Advances in Energy Resources and Environment Engineering: Proceedings, Chongqing, China, 20-22 November 2020. P. 647. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/647/1/012024>

- [7] Rittelmeyer J. D., Timm F., Sandkuhl K. Synergising Management Systems: Framework and Application in Regulative Compliance. The Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS 2021): Proceedings, Dubai, 12th to 14th July, 2021. P. 113. URL: <https://aisel.aisnet.org/pacis2021/113>
- [8] Hashmi M., Governatori, G. Norms modeling constructs of business process compliance management frameworks: a conceptual evaluation. *Artif Intell Law*. 2018. № 26. Pp. 251–305. <https://doi.org/10.1007/s10506-017-9215-8>

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ТА ЯКОСТІ ЖИТТЯ ЛЮДЕЙ

Габер А.А.<sup>1</sup>; Зіангірова Л.Т.<sup>2</sup>; Габер В.С.<sup>3</sup>

- 1 – к.т.н., доцент, доцент кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна  
2 – к.т.н., доцент, доцент кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна  
3 – аспірант, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна

*Анотація* – Стаття присвячена питанням впливу інформаційних технологій на здоров'я та якість життя людей. За допомогою дослідження інформаційних технологій можна поліпшити здоров'я і якість життя людей. Інформаційні технології у використанні продуктів, послуг або процесів підвищує особисте благополуччя і якість життя нашого суспільства.

*Ключові слова* – Інформаційні технології, якість життя.

## TECHNOLOGY INFORMATION FOR HUMAN HEALTH AND QUALITY OF LIFE

Haber A.A.<sup>1</sup>; Ziangirova L.T.<sup>2</sup>; Haber V.S.<sup>3</sup>

- 1 – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Standardization, Conformity Assessment and Educational Measurements, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine  
2 – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Standardization, Conformity Assessment and Educational Measurements, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine  
3 – Graduate student, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

*Abstract.* – The article is devoted to the impact of information technology on human health and quality of life. Information technology can improve people's health and quality of life. Information technology in the use of products, services or processes increases the personal well-being and quality of life of our society.

*Keywords:* – Information technologies, quality of life.

В сучасних умовах розвитку соціально-економічних систем інформаційні технології проникають, практично, в кожен з сфер людської діяльності. Вони, надзвичайно швидко перетворившись у життєво важливий стимул розвитку світової економіки, дали можливість приватним особам, фірмам і співтовариствам, що займаються підприємницькою діяльністю, ефективніше і творчо розв'язувати економічні й соціальні проблеми. [1]



В ході дослідженні було визначено, що мало уваги приділено тому, як інформаційні технології впливають на якість життя людей.

У нашому цифровому світі інформаційні технології утворюють інтерфейс між людьми і технологіями. Інформаційність потрібно сприймати як взаємне дію людей і технологій, що відкриває великі можливості для поліпшення якості нашого повсякденного життя.

«Якість життя - це суб'єктивне сприйняття людини його життєвого становища по відношенню до культури і системи цінностей, в яких він живе, і з точки зору його цілей, очікувань і проблем. [2]

За допомогою досліджень інформаційних технологій ми хочемо поліпшити здоров'я і якість життя. Інноваційні рішення, які використовують інформаційні технології у використанні продуктів, послуг або процесів підвищує особисте благополуччя і якість життя нашого суспільства в середовищі, в якій хочеться жити.

Дослідження інформаційних технологій носять колективний і міждисциплінарний характер: дозволяючи формувати нові технології з самого початку. Колективні аспекти та висновки враховуються при розробці технологій, що може привести до гарантовано нової технології. Основою для цього є постійний і прозорий діалог між дослідниками, наукою, а також розробниками продукту в компанії з одного боку, а з іншого боку - користувачі технологій. Отримана велика база знань допомагає розробці зручних рішень, придатних для повсякденного використання.

В таблиці 1 наведено вплив інформаційних технологій на здоров'я та якість життя людей.

Таблиця 1 - Інформаційні технології для здоров'я та якості життя

Дослідження інформаційних технологій для здоров'я і якості життя		
Свідомо проектувати технології	Зміцнювати соціальну єдність	Досягати тематичних цілей
незалежне життя з технологіями	застосування результатів на практиці	поліпшення охорони здоров'я
робить життя більш безпечним, гнучким і незалежним	досягання технологічного суверенітету	створення доданої вартості для людей і спільноти
зміцнює спільну творчість і використання знань багатьох	робить наше суспільство придатним для майбутнього за допомогою оцифровки та сталого розвитку	Розширює базу для інновацій

Інформаційні технології впливають на якість життя, особливо на сферу здоров'я. Прагнення до здоров'я - одна з основних потреб людини. Тому що здоров'я сприяє активній і самостійного життя. Система охорони здоров'я впливає на наше повсякденне життя, що особливо показала пандемічна криза 2020 року.

Координоване, комплексне і якісне медичне обслуговування, високі навички всіх, хто працює в системі охорони здоров'я, а також тут важливу роль відіграє інформування населення і функціональність системи медичної інформації та раннього попередження.

Інформаційні технології можуть допомогти підвищенню якості системи охорони здоров'я. Для цього необхідні технічні новинки для зв'язку з соціальними інноваціями. Цифрові додатки в охороні здоров'я майбутнього включають, наприклад, пристрої що носяться, телемедичні і роботизовані додатки або допоміжні системи на основі штучного інтелекту. Для використання реєструється велика кількість даних про особисте здоров'я і хвороби.

Щоб інформаційні технології знайшли визнання і широко використовувалися, люди повинні взаємодіяти з технологіями і отримувати підтримку. Користувачі повинні бути наділені повноваженнями і розуміти процеси додатків і пристроїв цифрового охорони здоров'я.

Комунікації в охороні здоров'я надзвичайно впливають на своєчасність та ефективність прийняття рішень на всіх рівнях державного управління в системі охорони здоров'я, відношення населення до особистого здоров'я так і до системи надання медичної допомоги, показники діяльності закладів охорони здоров'я. [3]

Житлова площа, сільський або міський простір часто це є вирішальним фактором при виборі центру нашого життя. Тут відбувається наше особисте життя - життя людини у відповідному суспільстві, але також і життя всіх разом на соціальному рівні. Мати інформаційні технології - потенціал для створення простору, в якому варто жити. Вони роблять життя комфортнішим, безпечнішим і відкривають більше незалежності, без заміни людей технологіями.

Суб'єктивне сприйняття поліпшується за рахунок більш широкої участі, наприклад, за допомогою інформаційних пропозицій власна якість проживання і, отже, якість життя. В цілому це впливає на всю спільноту. Різні вікові і соціальні групи ведуть різний спосіб життя і мають найрізноманітніші потреби в інформації і спілкуванні.

Займаючись повсякденними справами можна координувати зустрічі, отримувати нагадування про важливі події, підтримку в прийнятті рішень або допомоги розумних роботів для вирішення навіть невеликих завдань для нас, наприклад, домашніх справ. Такі розумні товариші можуть таким чином поліпшити особисте благополуччя. Фізичні або роботизовані системи повинні вміти правильно справлятися з ситуаціями, визначити та діяти відповідним чином.

Основні технологічні проблеми - це інтерфейси, звідси місця або дії, за допомогою яких людина зі своїм віртуальним помічником проводить взаємодію. Це впливає на особисту і міжособистісну взаємодію як вдома, так і поза домом. Розумний віртуальний або роботизований супутник майбутнього також покладається на штучний інтелект: за допомогою рішень штучного інтелекту може розуміти і природно спілкуватися з людьми, збирати і обробляти дані в реальному часі з огляду на вимоги користувачів.

Так само інформаційні технології допоможуть зробити можливою роботу, не залежно від місця розташування, оптимізувати отримання знань і навичок незалежно від місця розташування. Життя - це спосіб нашого власної участі в

суспільстві і високу якість життя включає в себе професійне середовище і отримання знань і навичок. Віртуальні рішення скорочують витрати і час, необхідні для ділових поїздок, освітніх поїздок або для отримання муніципальних послуг і, таким чином, посилюють екологічність.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Шевчук А.В. Інформаційні технології в забезпеченні соціально-економічного розвитку регіону. 173 с. Львів, 2007.
- [2] World Health Organization. Division of Mental Health and Prevention of Substance Abuse. (1997). WHOQOL : measuring quality of life. World Health Organization.
- [3] Кривенко Е.М., Дячук Д.Д., Знаменська М.А. Розвиток інформаційного забезпечення сфери охорони здоров'я. Міжгалузева комплексна програма «Здоров'я нації» 2002-2011 рр. За редакцією Р.О. Моїсеєнко, Г.О. Слабкого. Київ, 2013, сс. 248-254

## СТАН НОРМАТИВНОЇ БАЗИ У СФЕРІ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЯКОСТІ ВЗУТТЯ

Жеребцова Л.М.<sup>1</sup>

1 – старший викладач Державного університету інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса, Україна

*Анотація* – Розглянуто Технічний регламент засобів індивідуального захисту та Технічний регламент маркування матеріалів, що використовуються для виготовлення основних складових взуття, яке надходить для продажу споживачу. Наведено перелік національних стандартів, які в разі добровільного застосування є доказом відповідності продукції. Розвиток міжнародної торгівлі вимагає єдиного підходу до оцінки якості продукції. Тому для того щоб вітчизняне взуття було конкурентоспроможне необхідно удосконалити параметри технологічного процесу, привести нормативну документацію на взуття до рівня міжнародних стандартів, покращити контроль та випробування взуття.

*Ключові слова* – Технічний регламент, засоби індивідуального захисту, взуття, маркування.

## THE STATE OF THE REGULATORY FRAMEWORK IN THE FIELD OF TECHNICAL REGULATION OF SHOE QUALITY

Zherebtsova L.M.<sup>1</sup>

1 - Senior Lecturer of the State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

*Abstract* - The Technical regulations of personal protective equipment and the Technical regulations of marking of the materials used for production of the basic components of footwear which arrives for sale to the consumer are considered. The list of national standards which in case of voluntary application are the proof of conformity of production is resulted. The development of international trade requires a unified approach to assessing product quality. Therefore, in order for domestic footwear to be competitive, it is necessary to improve the parameters of the technological process, bring the regulatory documentation for footwear to the level of international standards, improve control and testing of footwear.

*Keywords* - Technical regulations, personal protective equipment, shoes, markings.

З кожним роком вимоги сучасного ринку до якості продукції стають більш жорсткими. Задоволення потреб населенню, стабілізація і розвиток міжнародних зв'язків вимагають більш високої якості продукції. Взуттєві

підприємства, які хочуть щоб їх продукція була конкурентоспроможною повинні не тільки підвищувати вимоги до якості продукції але і вдосконалювати нормативні документи та виробничі процеси.

Згідно з ДСТУ 2157 - 93 взуття класифікується за призначенням, за матеріалом, за методами кріплення деталей низу до заготовки верху, за видами, за конструкцією заготовки верху, за віком і статтю споживача. За призначенням взуття поділяється на групи: повсякденне, модельне, домашнє, пляжне, для активного відпочинку, національне, цілосезонне, літнє, зимове, весняно-осіннє, для людей літнього віку, спортивне, спеціальне, виробниче, ортопедичне, профілактичне, дитяче та військове. [1]

У зв'язку зі вступом до СОТ та інтеграцією в ЄС Україна активно впроваджує в практику міжнародні нормативно-правові документи, які регламентують: методики проведення випробувань, вимоги до випробувального обладнання, вимоги до оціночних показників. У 2021 р. набрала чинності Постанова Кабінету Міністрів України № 771 «Про затвердження Технічного регламенту засобів індивідуального захисту». Даний технічний регламент розроблений до вимог Директиви Європейського Парламенту і Ради (ЄС) 216/425 від 9 березня 2016 року про засоби індивідуального захисту і скасування Директиви Ради 89/686/ЄЕС. Цей Технічний регламент визначає вимоги щодо безпеки та охорони здоров'я, яким мають відповідати засоби індивідуального захисту; обов'язків до виробників, уповноважених представників, імпортерів, розповсюджувачів засобів індивідуального захисту; спеціальні вимоги до призначених органів з оцінки відповідності; процедури оцінювання відповідності вимогам Технічного регламенту; маркування відповідності та здійснення державного ринкового нагляду щодо надання на ринку та вільного обігу засобів індивідуального захисту, тощо [2]. Даний документ допомагає привести національне законодавство до європейських вимог, ще дасть змогу усунути технічні бар'єри у торгівлі та спростити доступ вітчизняних засобів індивідуального захисту на світовий та європейський ринки.

Для реалізації вимог Технічного регламенту засобів індивідуального захисту Мінекономрозвитком України було затверджено перелік національних стандартів, які в разі добровільного застосування є доказом відповідності продукції [3]. До цього переліку відносяться наступні стандарти:

- ДСТУ EN 13832-2:2016 Взуття захисне від хімікатів. Частина 2. Вимоги до взуття, тривкого до впливу хімікатів у лабораторних умовах;
- ДСТУ EN 13832-3:2014 Взуття захисне від хімікатів. Частина 3. Вимоги до взуття підвищеної тривкості до впливу хімікатів у лабораторних умовах;
- ДСТУ EN 15090:2012 Взуття для пожежників;
- ДСТУ EN 17249:2017 Взуття захисне, стійке до розрізання ланцюговою пилкою;

- ДСТУ EN ISO 20344:2016 Засоби індивідуального захисту. Методи випробування взуття;
- ДСТУ EN ISO 20345:2016 Засоби індивідуального захисту. Взуття бепечне;
- ДСТУ EN ISO 20346:2018 Засоби індивідуального захисту. Взуття захисне;
- ДСТУ EN ISO 20347:2015 Засоби індивідуального захисту. Взуття робоче.

У зв'язку з введенням в дію Технічного регламенту засоби індивідуального захисту, зокрема спеціальне взуття, було виключено з Переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні (Наказ Державного комітету України з питань технічного комітету та споживчої політики № 425 від 22.09.2010 р.). Всі інші групи взуття державою не регулюються і якість взуття залежить від відповідальності виробника, але щоб хоч якось захистити споживача від неякісного товару в 2011 році постановою Кабінету Міністрів України був затверджений Технічний регламент маркування матеріалів, що використовуються для виготовлення основних складових взуття, яке надходить для продажу. А з 2014 р. даний Технічний регламент зобов'язує вітчизняних та закордонних виробників інформувати споживачів про сировину і матеріали з яких виготовлене взуття. В 2019 році дана постанова Кабінету Міністрів України втратила чинність у зв'язку з введенням в дію Закону України "Про технічні регламенти та оцінку відповідності".

У зв'язку з цим виникла необхідність приведення Технічного регламенту у повну відповідність із законодавством України. В 2020 набрав чинності новий Технічний регламент маркування матеріалів, що використовуються для виготовлення основних складових взуття, яке надходить для продажу споживачу, затверджений наказом Мінекономрозвику України. [4]

На маркуванні повинна зазначатись інформація про матеріал, з якого виготовлені основні складові взуття (Рис 1).



Рис. 1. Значки і текстові позначення матеріалів

Отже, державою регулюється тільки якість спецвзуття, а якість і безпека інших видів взуття залежить від відповідальності й добросовісності виробника. А це означає що більшість нормативних документів з виготовлення та оцінки якості взуття залишилися ще з Радянських часів, тому вітчизняне взуття не

може конкурувати на європейських ринках. Необхідно провести перегляд дійсних стандартів, удосконалити нормативну документацію на взуття, привести рівень вітчизняних вимог у відповідність до рівня міжнародних та європейських норм.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] ДСТУ 2157 - 93 Взуття. Терміни та визначення
- [2] Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Технічного регламенту засобів індивідуального захисту» від 21.08.2019 № 771.
- [3] Наказ Мінекономрозвитку України від 10.12.2013 р. № 1462 Перелік національних стандартів, добровільне застосування яких може сприйматися як доказ відповідності засобів захисту вимогам Технічного регламенту засобів індивідуального захисту
- [4] Наказ Мінекономрозвитку України від 06.03.2019 р. № 358 « Про затвердження Технічного регламенту маркування матеріалів, що використовуються для виготовлення основних складових взуття, яке надходить для продажу споживачу».

## ОСНОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

Габер А.А.<sup>1</sup>; Паладі О.С.<sup>2</sup>

- 1 – к.т.н., доцент, доцент кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна  
2 – студентка 606 іа групи, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна

*Анотація* – енергетичний аудит є важливим інструментом для визначення заходів щодо підвищення енергоефективності та зменшення витрат на енергію. Визначаючи, скільки енергії використовується в яких сферах діяльності компанії, можна визначити, де є потенціал для економії.

*Ключові слова* – енергоресурси, енергоаудит, аналіз, виробництво, оцінка.

## FUNDAMENTALS OF ENERGY AUDIT

Haber A.A.<sup>1</sup>; Paladi O.S.<sup>2</sup>

- 1 – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Standardization, Conformity Assessment and Educational Measurements, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine  
2 – student of the 606th group, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

*Abstract.* – Energy audit is an important tool for identifying measures to improve energy efficiency and reduce energy costs. By determining how much energy is used in which areas of the company, you can determine where there is potential for savings.

*Keywords:* – energy resources, energy audit, analysis, production, evaluation.

Предметом енергетичного аудиту є аналіз споживання палива й енергії та видавання рекомендацій з приводу ефективного застосування енергоресурсів.

Об'єктом енергетичного аудиту може бути підприємство, організація, енергетичне устаткування, який виробляє, перетворює, передає або споживає енергію.

Головна мета енергетичного аудиту це пошук шляхів надання допомоги суб'єктам господарювання для формулювання напрямів ефективного енерговикористання.

Енергетичний аудит за суб'єктами можливо поділити на внутрішній та зовнішній. Під час проведення внутрішнього енергоаудиту всі питання, що виникають та перешкоджають його проведенню, можна приймати рішення оперативно (оскільки взаємовідносини серед підрозділами підприємства напрацьовані роками) та директивно (шляхом видання наказів по підприємству). Під час проведення зовнішнього енергоаудиту вирішення всіх цих питань залежить від скоординованої роботи двох сторін-учасників: підприємства-замовника енергетичного аудиту (Замовника) та енергоаудиторської компанії (Виконавця). Досвід свідчить про те, що уникнути зародження питань, які перешкоджають проведенню зовнішнього енергоаудиту, достатньо важко. [1]

Енергетичний аудит для МСП:

Заохочення енергоємних компаній

Надання підтримки впровадження

Надання низькопроцентного капіталу для інвестицій у рекомендаціях

Створення єдиного вікна та залучення ключових установ  
Енергоменеджмент для МСП:

Поетапна підтримка впровадження

Поради та перша підтримка сертифікації

Керівництво для різних галузей

Механізми обміну для МСП:

Регулярний спільний обмін та подальші дії для МСП (наприклад, конференції, майстер -класи, служби підтримки тощо)

Забезпечення інституційної підтримки (Співпраця з ключовими установами)

Використання комбінації підходів

В основі ISO 50001 лежить модель безперервного вдосконалення системи управління, також використовується при розробці інших відомих стандартів, таких як ISO 9001 або ISO 14001. Даний механізм спрощує інтеграцію заходів енергоефективності при управлінні якістю, а також моніторингу навколишнього середовища. ISO 50001: 2018 містить ряд вимог, що пред'являються організаціям:

необхідність розроблення політики, що стосується більш ефективного застосування енергії;

коригування цілей і завдань відповідно до розробленої політиці;

застосування даних для більш ефективного прийняття рішень щодо застосування енергії;

визначення результатів;

перегляд політичної концепції;

безперервне сприяння підвищенню енергоефективності.[2]

ISO 50001 встановлює вимоги до типів споживачів енергії і витраті енергії, включаючи вимірювання, документацію і звітність, проектування і практику закупівель обладнання, систем, процесів і залучення персоналу, пов'язаного з енергорезультативністю.

Стандарт застосовуємо до всіх типів організацій незалежно від їх розміру та галузевої належності, він не містить заздалегідь встановлених критеріїв енергоефективності. Він лише рекомендує, що необхідно робити в рамках реалізації заходів енергоменеджменту, а не як це робити. Метод виконання положень стандарту організація визначає сама. Стандарт ISO 50001 має високу ступінь сумісності з такими загальновизнаними стандартами, як ISO 9001 (Системи менеджменту якості), ISO / IEC 27001 (Інформаційна безпека), ISO 14001 (Екологічний менеджмент), ISO 31000: 2009 (Ризик-менеджмент) і т.д. Таким чином, сертифікована система енергоменеджменту може бути інтегрована з іншими управлінськими системами підприємства.[3]

Згідно з міжнародним стандартом ISO 50002 «Енергетичні аудити. Вимоги з інструкцією щодо застосування» (ISO 50002:2014 Energy audits – Requirements with guidance for use), процес енергоаудиту складається з наступних стадій:

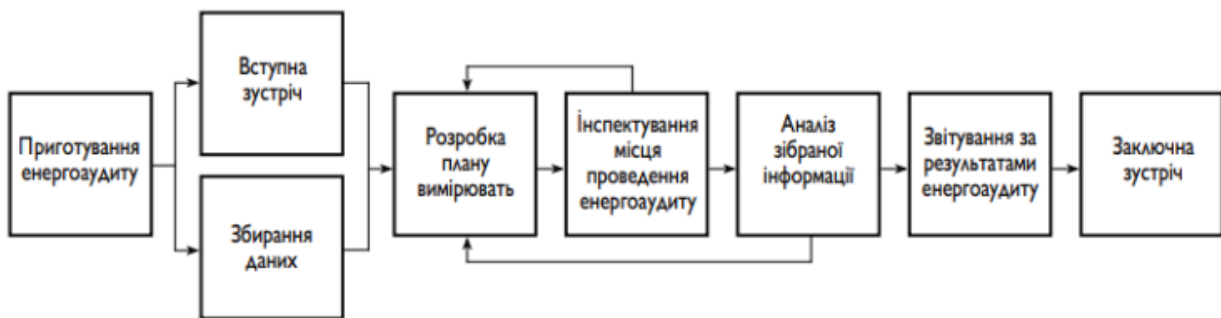


Рисунок 1 – Стадії енергетичного аудиту

Звіт за результатами проведення енергетичного аудиту формує енергоаудиторська група під керівництвом керівника групи. При цьому кожний енергоаудитор формує частковий звіт про стан тих об'єктів, на яких він проводив енергетичний аудит. Зведений звіт підписують усі члени енергоаудиторської групи і затверджує керівник виконавця.

Всі вимоги до звіту з енергетичного аудиту, що визначені в ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT) «Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення», можна умовно розділити на:

- загальні вимоги;
- вимоги до оформлення результатів вимірювань, виконання аналізу енергоспоживання та енергетичної ефективності;
- вимоги до розроблення та подання заходів з енергоефективності, рекомендацій щодо зниження енергоспоживання.[4]

Для того, щоб визначити доцільні для впровадження енергоефективні заходи, які б впливали на конкурентоспроможність виробництва, необхідно проводити всебічний аналіз енергоспоживання підприємства. Енергетичний



аудит є одним з ефективних інструментів, що дозволяє менеджерам підприємств чітко зрозуміти, яким чином енергія використовується на їхньому виробництві та де саме відбувається її перевитрата. Застосування міжнародного стандарту ISO 50002, енергетичний аудит як послуга для промислових підприємств вийде на новий рівень свого якісного розвитку. [5]

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Д43 “Енергетичний менеджмент” / Ю.В. Дзядичевич, М.В. Буряк, Р.І. Розум – Тернопіль: Економічна думка, 2010. – 295 с.
- [2] <https://www.iso.org/ru/iso-50001-energy-management.html>
- [3] <https://iso-management.com/standarty-iso/iso-50001/>
- [4] [https://saee.gov.ua/sites/default/files/2021\\_04\\_02\\_Practical\\_Energy\\_Audit\\_Guidebook.pdf?fbclid=IwAR3aJedcPZ6mxiqQtel-E2K6KP6rCRYyV9VL9ACIv5hACo9N3YXkRd1-Oas](https://saee.gov.ua/sites/default/files/2021_04_02_Practical_Energy_Audit_Guidebook.pdf?fbclid=IwAR3aJedcPZ6mxiqQtel-E2K6KP6rCRYyV9VL9ACIv5hACo9N3YXkRd1-Oas)
- [5] За загальною редакцією Наталії Усенко та Анатолія Чернявського Практичний посібник з енергетичного аудиту промислових підприємств / Проект «Консультавання підприємств щодо енергоефективності» / Київ, 2020, 258 с.

## ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОРТОВИХ СПОРУД З УРАХУВАННЯМ СТОНИШЕННЯ СТІНОК КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

**Коломієць Л.В.<sup>1</sup>; Лимаренко О.М.<sup>2</sup>; Аніскін А.<sup>3</sup>; Солдо Б.<sup>4</sup>**

- 1 – д.т.н., професор, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна
- 2 – к.т.н., доцент, зав. кафедри, Державний університет «Одеська політехніка», Одеса, Україна
- 3 – к.т.н., доцент будівельного факультету, Університет Північ, м. Варадждин, Республіка Хорватія
- 4 – доктор філософії, професор, декан будівельного факультету, Університет Північ, м. Варадждин, Республіка Хорватія

*Анотація* Портові споруди експлуатуються в умовах, складного просторового навантаження різної інтенсивності, а також в умовах, коли в несучій системі об'єкту відбувається стоншення стінок конструктивних елементів. В роботі розглянута актуальна науково-технічна проблема врахування впливу агресивного середовища на напружено-деформований стан металокопункцій портових споруд (на прикладі порталного крана). Відзначено, що при корозії відбувається істотне стоншення стінок конструктивних елементів. Запропоновано використовувати для цього сучасні числові сформовані розрахункові схеми нижніх балок і конструкції крана в цілому. Наведено точні моделі деформування елементів крана при поперечному вигині і стиснутому крученні. Зроблено висновки про вплив стоншення стінок металокопункцій на величини нормальних і дотичних напружень.

*Ключові слова:* дослідження, портові об'єкти, підйомний кран, числові методи, напружено-деформований стан, Matlab, Ansys

## DETERMINATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF PORT FACILITIES, TAKING INTO ACCOUNT THINNING OF WALLS OF CONSTRUCTIVE ELEMENTS

**L. Kolomiets<sup>1</sup>, O. Lymarenko<sup>2</sup>; A. Aniskin<sup>3</sup>; B. Soldo<sup>4</sup>**

- 1 – Doctor of Technical Sciences, Professor, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

- 2 – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head. Department, State University "Odessa Polytechnic", Odessa, Ukraine
- 3 – PhD, Associate Professor, Department of Civil Engineering, University North, Varaždin, Republic of Croatia
- 4 – DSc, Professor, Dean, Department of Civil Engineering, University North, Varaždin, Republic of Croatia

**Annotation.** *Port facilities are operated under conditions of complex spatial loads of varying intensity, as well as under conditions when the walls of structural elements are thinning in the load-bearing system of the facility. The paper deals with the actual scientific and technical problem of accounting for the influence of an aggressive environment on the stress-strain state of the metal structures of port facilities (for example, a portal crane). It is noted that during corrosion there is a significant thinning of the walls of structural elements. It is proposed to use for this modern numerical Formed calculation schemes of the lower beams and the crane structure as a whole. Exact models of deformation of crane elements during transverse bending and compressed twisted are given. Conclusions are made about the influence of the thinning of the walls of metal structures on the values of normal and tangential stresses.*

**Keywords:** *research, port facilities, crane, numerical methods, stress-strain state, Matlab, Ansys*

Сучасні портові споруди, зокрема порталні крани є обов'язковим елементом транспортного підприємства. Портова перевантажувальна техніка експлуатується в умовах, складного просторового навантаження, а також в умовах, коли в несучій системі конструкції відбувається зменшення товщини стінок елементів. В про цесі експлуатації об'єктів портової інфраструктури, на елементи несучої системи крім зовнішнього навантаження діють агресивні середовища, що призводить до різних видів зносу: корозійного, абразивного і механічного. Як показують дослідження [1, 2] зовнішні шари металоконструкції втрачають механічні властивості і при цьому залишаються в якості деградууючого компонента або видаляються. Застосування числових методів для визначення напружено-деформованого стану конструктивних елементів з урахуванням стоншування стінок є актуальною науковою задачею. Серед наявних числових методів обрані метод скінченних елементів який реалізований в пакеті Ansys і метод граничних елементів реалізований в середовищі програмування Matlab, що є актуальним при дослідженні складних технічних систем.

Питанням дослідження конструктивних елементів несучої системи крана з урахуванням зменшення товщини стінок в результаті деградації матеріалу присвячена робота [1]. Але до числового аналізу не залучалися альтернативні методи визначення напружено-деформованого стану, якими є різновиди методу граничних елементів. В роботі [2] запропоновано підхід, який передбачає обчислення чутливості компонентів напружено-деформованого стану з використанням скінченно-різницевих співвідношень, але верифікація результатів відмінним по «архітектурі» методом розрахунку не проводилася. У дослідженні [3] використані метод скінченних елементів і натурний експериментальний, розглянуті питання наявності дефектів на поверхні, проте не розглянуті питання зміни геометрії значних ділянок конструкції. Комп'ютерного моделювання та розрахунку на міцність портових об'єктів присвячена робота [4]. Слід зазначити, що в роботі [4] для дослідження міцності конструктивних елементів підйомно-транспортних машин не

враховували зменшення товщини стінок конструктивних елементів. Застосування методу скінченних елементів (МСЕ) до розрахунку металокопструкцій розглянуто в роботі [5], однак для дослідження використаний лише один метод. В роботі [6] проведено розрахунок напруженого і деформованого стану металокопструкції стенду механізму підйому вантажу за граничним станом. Показано, що у всіх розрахункових зонах діють напруження, які не призводять до накопичення ушкоджень і їх елементи мають необмежену довговічність при цьому до дослідження не залучались альтернативні методи досліджень і не враховувалось зменшення товщини стінок конструктивних елементів.

Метою роботи є дослідження найбільш точних математичних моделей деформування як окремих, найбільш простих елементів кранових копструкцій, так і всього об'єкту в цілому з використанням технології сучасних числових методів. Для виконання цієї мети вирішуються такі завдання:

1. Формування розрахункові схеми нижніх балок порталу крану і всієї копструкції перевантажувача в алгоритмі МГЕ.

2. Визначення найбільш небезпечних видів опору елементів крана і формування математичних моделей крайових задач статички копструктивних елементів крану.

3. Виконання розрахунків напружень і деформацій копструкцій балок порталу крану по МГЕ.

4. Моделювання розрахункових схем в пакеті МСЕ Ansys і виконання відповідних розрахунків напружень і деформацій копструкцій.

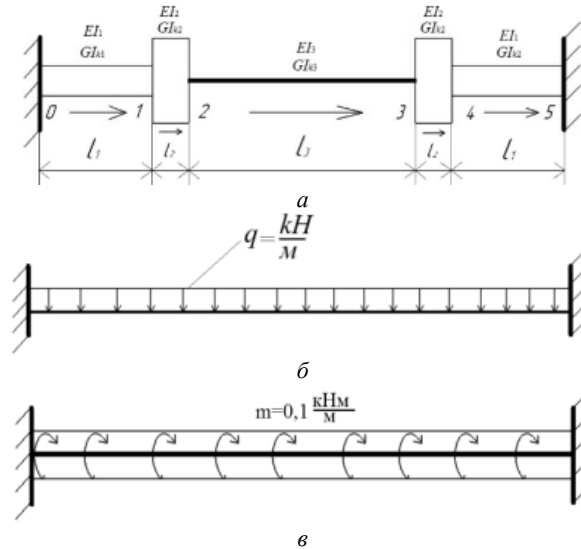
5. Порівняння результатів розрахунків кранових копструкцій по МГЕ і МСЕ. Визначення небезпечних місць металокопструкцій крану. Формулювання висновків про стан кранової копструкції з урахуванням стоншування стінок.

В роботі розглядається підйомний кран ПКП-30,5У1. Стан металокопструкції визначався експериментально, за допомогою спеціальних приборів для визначення дефектів і зменшення товщини металу. Обстеження металокопструкції показало, що в цілому елементи несучої системи крана знаходяться в задовільному стані за винятком виявлених ділянок із зменшеною товщиною в балках порталу. Виявлені зміни товщини викликають збільшення як напружень так і деформацій. В таких умовах не може бути забезпечена нормальна робота крана, а значить існує небезпека для робочого процесу. Процес математичних перетворень виявляється настільки складною, що втрачається будь-який доцільність цього рішення. У цих випадках використовують дані експериментальних досліджень і числові методи визначення напружень і деформацій. Більшість комп'ютерних програм засновано на використанні методу скінченних елементів (МСЕ). Як вказано в роботі [7] показано, що застосування МСЕ має ряд недоліків і може призводити до спотворених результатів навіть у разі простих завдань.

Найбільш ефективним, серед альтернативних методів, є метод граничних елементів (МГЕ). В роботах [7-8] запропонована і розроблена модифікація МГЕ – чисельно-аналітичний варіант методу граничних елементів. Виходячи з

розглянутих існуючих методів визначення напружень і деформацій конструкцій, скористаємося МСЕ і МГЕ.

Відзначимо, що елементи порталних кранів мають небезпечні види опору поперечний вигин і стиснуте крутіння, а зрушенням і розтягуванням можна знехтувати. Внаслідок цього балки порталу, підкріплені ребрами жорсткості, можуть бути представлені наступною розрахунковою схемою (рис. 1) і зовнішнім розподіленням навантаженням.



*а* - ділянки з стоншенням; *б* - розподілене згинальне навантаження; *в* - розподілене крутильне навантаження

Рис. 1. Розрахункова схема нижньої балки порталу

Таким чином, моделювання процесу стоншення стінок зводиться до розрахункових схем балки з різними ділянками жорсткості з навантаженням згину і крутіння.

В табл. 1 і 2 представлені результати розрахунків напружень і деформацій розглянутої ділянки нижньої балки порталного крана. На рис. 2, 3 представлені чисельна модель перевантажувача і нижньої балки з пошкодженою ділянкою. Розглянуто випадок стоншення стінок середньої секції нижньої балки перевантажувача. У розрахунковій схемі навантаження симетричне. В реальних умовах роботи всі компоненти навантаження на перевантажувач є змінними під впливом різних факторів. Як наводилося вище, для досліджуваної розрахункової схеми розглянуті найбільш характерні типи навантажень – вигин у вертикальній площині і кручення.



Рис. 2. Числова модель контейнерного перевантажувача



Рис. 3. Числова модель нижньої балки з пошкодженням

Таблиця 1

Результати дослідження нижньої балки без стоншення стінок секції МСЕ

Ділянка дослідження		Напруження МПа	Переміщення мм
Секція без пошкоджень	Верхня поперечна стінка	67,3461	0,0764
	Нижня поперечна стінка	81,922	0,0923
	Вертикальна стінка	58,675	0,0564

Отримані результати пояснюються коректною постановою припущень при моделюванні і розробці розрахункових схем металоконструкцій об'єктів портової інфраструктури на прикладі причального перевантажувача. Особливість запропонованого підходу полягає в застосуванні двох різних методів розрахунку напружень і деформацій (МСЕ і МГЕ), що дозволило довести достовірність результатів розрахунку на відміну від існуючих результатів отриманих іншими методами.

Таблиця 2

Результати дослідження нижньої балки із стоншенням стінок секції МСЕ

Ділянка дослідження		Напруження МПа	Переміщення мм
Секція із стоншенням стінки	Верхня стінка	80,81532	0,0843
	Нижня стінка	98,3064	0,1047
	Бокова стінка	69,438	0,0672

Висновок

1. Побудовано розрахункові схеми нижніх балок порталу (рис. 1-3). Складені матричні рівняння МГЕ. Результати виконаних розрахунків представлені в табл. 1 і 2.

2. Аналіз діючих навантажень на металоконструкції показав, що найнебезпечнішими видами опору є поперечне згинання і стиснуте крутіння.

3. Сформовані математичні моделі балок порталу і всієї конструкції в цілому, застосовуючи середу програмування Matlab, отримані результати дослідження напружень і деформацій за алгоритмом МГЕ.

4. За допомогою пакета MCE Ansys в графічному редакторі створено скінченно-елементну модель нижніх балок і всієї металоконструкції в цілому з урахуванням стоншування окремих ділянок.

ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Танченко А.Ю. Напряженно-деформированное состояние пространственных тонкостенных конструкций с учетом утонения стенок несущих элементов / А.Ю. Танченко, Н.А. Ткачук, Ю.Б. Гусев // Вісник СевНТУ : Механіка, енергетика, екологія. – Севастополь : СевНТУ. – 2011. – Вип. 120. – С.35-40.
- [2] Танченко А.Ю. Методи прогнозування ресурсу високонавантажених тонкостінних елементів машин з урахуванням стоншування / Ю.Б. Гусев, А.Ю. Танченко // 10-й Міжнар. симпозиум укр. інж.- механіків у Львові : тези доп. міжнар. симпозиуму 25-27 травня 2011 р. – Львів : КІНПАТРИ ЛТД, 2011. – с. 34-35.
- [3] Pettit J. R., Walker A. E., Lowe M. J. S. Improved detection of rough defects for ultrasonic nondestructive evaluation inspections based on finite element modeling of elastic wave scattering // IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control. 2015. Vol. 62, Issue 10. P. 1797–1808. doi: <https://doi.org/10.1109/tuffc.2015.007140>
- [4] Лагереv, И.А. Моделирование напряженно-деформированного состояния краноманипулятора машины для сварки трубопроводов / И.А. Лагереv // Изв. высш. учеб. заведений. Машиностроение. – 2011. – №4. – С. 29-36.
- [5] Ворона О.І. Комп'ютерне моделювання та розрахунок несучих конструкцій конвеєрів / О.І. Ворона, В.М. Гелетій, Я.М. Новицький., Вісник Національного університету «Львівська політехніка» – 2009. – № 641 стр. 17-21
- [6] Губський С. О., Дослідження напружено-деформованого стану металоконструкції стану металоконструкції стелю механізму підйому вантажу / С.О. Губський, М.В. Цебенко, А. О. Окунь // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технології 50 в машинобудуванні, № 6 (1282) 2018 с. 50-54
- [7] Orobey V. Mathematical modeling of the stressed-deformed state of circular arches of specialized cranes[Text] / V. Orobey, O. Daschenko, L. Kolomiets, O. Lymarenko, Y. Ovcharov // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – 5/8 (89). – p. 4-11.
- [8] Orobey V. Stability of structural elements of special lifting mechanisms in the form of circular arches[Text] / V. Orobey, O. Daschenko, L. Kolomiets, O. Lymarenko // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – 2/7 (92). – p. 4-10.
- [9] Krueger R., O'Brien K. A shell/3D modeling technique for the analysis of deaminated composite laminates// AIAA Journal.2000. — Vol. 37, №6. — P.25-44.
- [10] Лазарева Д.В. Конечно-элементный анализ несущей рамы контейнеровоза / Д.В. Лазарева // Холодильн. техника і технологія. ОДАХ. – Одеса, 2007. – № 3(107). – С. 77–78.

## КЕРУВАННЯ РЕСУРСАМИ В МЕРЕЖІ LTE

Марколенко П.Ю.<sup>1</sup>, Марколенко Т.Д.<sup>2</sup>, Зайцев В.В.<sup>3</sup>

1 – к.т.н, доцент, доцент каф. ПФтаНМ, ДУІТЗ, Одеса, Україна

2 – ст. викладач каф. АКІТ, ДУІТЗ, Одеса, Україна

3 – студент, освітнього ступеню магістр, ДУІТЗ, Одеса, Україна

*Анотація* – В роботі проаналізовані відомі алгоритми зниження внутрішньосистемних завад в гомогенних і гетерогенних мережах стандарту LTE і розроблений модифікований алгоритм eICIC (enhanced Inter-Cell Interference Coordination) із застосуванням ABS (Almost Blank Subframes). В результаті досліджень з використанням програмних засобів фірми MathWorks і вільного програмного забезпечення інституту INRIA ns-3 розроблені комп'ютерна модель алгоритму eICIC і модель гетерогенної мережі LTE для перевірки його працездатності.

*Ключові слова* – Агрегація частотних смуг, внутрішньосистемна завада, субкадр, питома швидкість передачі інформації, фемтостільник, макростільник.

## LTE NETWORK RESOURCE MANAGEMENT

Markolenko P.Yu.<sup>1</sup>, Markolenko T.D.<sup>2</sup>, Zaitsev V.V.<sup>3</sup>

1 – Ph.D., Associate Professor, SU of Intelligent Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

2 – Senior Lecturer, SU of Intelligent Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

3 – student, master's degree, SU of Intelligent Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

*Abstract* – The paper analyzes the known algorithms for reducing intra-system interference in homogeneous and heterogeneous networks of the LTE standard and developed a modified algorithm eICIC (enhanced Inter-Cell Interference Coordination) using ABS (Almost Blank Subframes). As a result of research using MathWorks software and free software of the INRIA ns-3 institute, a computer model of the eICIC algorithm and a model of a heterogeneous LTE network were developed to test its operability.

*Keywords* – Bandwidth aggregation, intra-system interference, subframe, specific data rate, femtocell, macrocell.

Мета роботи полягає в підвищенні питомої швидкості передачі інформації на межі фемтостільників в мережах LTE за рахунок зниження внутрішньосистемних завад.

Рішення завдання забезпечення необхідної питомої швидкості передачі інформації в місцях з незадовільним [1] рівнем сигналу вимагає наявності в цих локаціях гетерогенних мереж, до складу яких входять фемтостільники.

Розгортання таких мереж необхідно проводити із застосуванням методів зниження внутрішньосистемних завад, що наводяться макростільниками в каналах передачі даних і управління фемтостільниками. При цьому важливо здійснювати балансування навантаження, підключаючи абонентів з перенавантажених макростільників до недовикористовуваних фемтостільників. Підключення проводиться до тієї БС, від якої отримано максимальний рівень *RSRP* (Reference signal received power). У гетерогенних мережах застосовується метод *CRE* (Cell Range Expansion), ідея якого полягає в тому, що значення *RSRP*, отримане від фемтостільника, штучно збільшується на деяке значення. Це дозволяє абонентам підключатися до фемтостільників, незважаючи на те,

що від неї отримано не максимальне значення  $RSRP$ . Але штучно підключені до фемтостільників користувачі виявляються на межі зони розширення і найбільш схильні до внутрішньосистемних завад. Отже, підвищення питомої швидкості передачі інформації на межі стільнику є важливим науково-технічним завданням.

У мережах LTE існує можливість знизити рівень внутрішньосистемних завад і підвищити пропускну здатність на межах стільників за рахунок динамічного розподілу спектральних ресурсів в частотній області  $ICIC$  (*Inter-Cell Interference Coordination*, Координація міжстільникової інтерференції) *Release 8*. Однак технологія  $ICIC$  в частотній області орієнтована на гомогенні мережі і ефективна при захисті від внутрішньосистемних завад тільки фізичних каналів даних, а не каналів управління ( $PDCCH$ ,  $PCFICH$  та  $PHICH$ ).

Для усунення недоліку  $ICIC$  в  $3GPP Release 10$  була впроваджена технологія  $eICIC$ , в якій для зниження внутрішньосистемних завад в частотній області використовується агрегація частотних смуг (*Carrier aggregation*,  $CA$ ), а в часовій – передача даних в кадрах з наявністю тільки опорних символів  $ABS$  (*Almost Blank Subframes*) [2,3].

Альтернативна технологія придушення завад в часовій області ґрунтується на передачі  $BC$  – агресором (в даному випадку макростільником) субкадрів зі зниженою потужністю, з відсутністю даних і керуючої інформації. У ці періоди часу обслуговуються користувачі фемтостільників на межі стільників.

Практично у всіх відомих роботах з опису алгоритмів із застосуванням  $ABS$  субкадрів, відсутній критерій вибору точного числа цих кадрів, а також тих користувачів, які повинні бути обслужені в даних субкадрах. Без цих знань стає неможливим одночасне забезпечення максимальної пропускнуєї спроможності в центрі і на межі стільника. Надмірна кількість  $ABS$  субкадрів в загальному переданому потоці зменшує час передачі для макростільника, а забирає час передачі для фемтостільника. Така невизначеність знижує загальну продуктивність системи [4 - 6].

Зазвичай для визначення кількості  $ABS$  субкадрів використовуються емпіричні методи або наближені аналітичні формули, які не дозволяють досягти оптимального результату. У статті [7] процентний вміст  $ABS$  субкадрів в загальній кількості виражено коефіцієнтом  $\alpha_{opt}$ :

$$\alpha_{opt} \approx \frac{1}{1 + \frac{N_m}{N_{re\_total}}} \quad (1)$$

Коефіцієнт  $\alpha_{opt}$  наближається до 0 зі збільшенням кількості користувачів, що обслуговуються макростільниками, і до 1 зі зростанням числа користувачів, що знаходяться в зоні розширеної дальності після застосування  $CRE$ . Недоліком такого методу є ряд спрощень, які були прийняті для полегшення моделювання (немає обліку пропускнуєї спроможностей користувачів в центральній області фемтостільника, не враховується залежність



внутрішньосистемних завад від числа фемтостільників в мережі, не визначаються «постраждали» користувачі).

Таким чином, необхідний алгоритм, що обчислює точну кількість кадрів *ABS* в залежності від числа «постраждалих» користувачів в мережі. Це завдання виконує запропонований метод *eICIC*, модифікований в часовій області.

Основна концепція методу на першому етапі передбачає максимізацію цільової функції «нормальних» і «постраждалих» користувачів для всіх можливих значень  $\alpha$  на кожному фемтостільнику. Одночасно кожен фемтостільник має проводити розрахунок числа своїх «постраждалих» користувачів із застосуванням динамічного програмування [8].

На другому етапі макростільники проводять максимізацію власних цільових функцій, що залежать від кількості підключених до них користувачів і визначених для всіх можливих значень  $\alpha$ .

На заключному етапі, в результаті складання максимізованих цільових функцій, отриманих для певного  $\alpha$ , для фемтостільників і макростільників, формується загальна цільова функція, що відповідає заданому  $\alpha$ . Формується масив, що складається із загальних цільових функцій, отриманих для різних допустимих значень  $\alpha$ . Коефіцієнт  $\alpha_{opt}$  відповідає загальній цільовій функції, обраної з даного масиву максимізацією.

Обробка даних за методом *eICIC*, модифікованому в часовій області, може проводитися в реальному часі. Обчислення загальної цільової функції вимагає обміну даними між усіма базовими станціями мережі. При цьому по інтерфейсу *X2* передається мінімальна кількість інформації – значення максимізованої цільової функції для даної базової станції для заданого  $\alpha$ .

Застосування динамічного програмування знижує обчислювальну складність алгоритму пошуку «постраждалих» користувачів з  $O(2^K)$  до  $O(K^2)$ , де 2 відповідає двом наборам користувачів («нормальним» і «потерпілим»), а  $K$  – загальна кількість користувачів фемтостільника, що беруть участь у відборі.

Обслуговуючій стільник вибирається на основі максимального значення *RSRP*, використовується *CRE* віртуальне розширення зони покриття фемтостільника за рахунок збільшення отриманого від нього рівня *RSRP* на довільну величину (6 та 15 дБ для кожного фемтостільника). Користувачі (*UE*) фемтостільника діляться на дві групи: «нормальні» і «постраждалі». Макростільниками передають субкадри, частина з яких є *ABS* субкадри. У спрощеному випадку *ABS* субкадри використовуються тільки для обслуговування «постраждалих», а користувачі макростільників не обслуговуються в *ABS* субкадрах.

Вторинний відбір проводиться за допомогою *DP*-алгоритму (*Dynamic Programming*), який за суттю є оптимізаційним. В даному алгоритмі цільова функція обчислюється рекурсивно (рис. 1).

В роботі була розглянута система з одним макростільником і одним фемтостільником, та змодельовані два сценарії абонентського навантаження: обидва стільники перенавантажені; перенавантажений тільки фемтостільник.

Для оцінки кількості абонентів, яких можуть обслужити макростільник і фемтостільник, були використані параметри моделі Клейнрока [10].

Проведене моделювання показало підвищення питомої швидкості передачі інформації в частотних каналах абонентів фемтостільників.

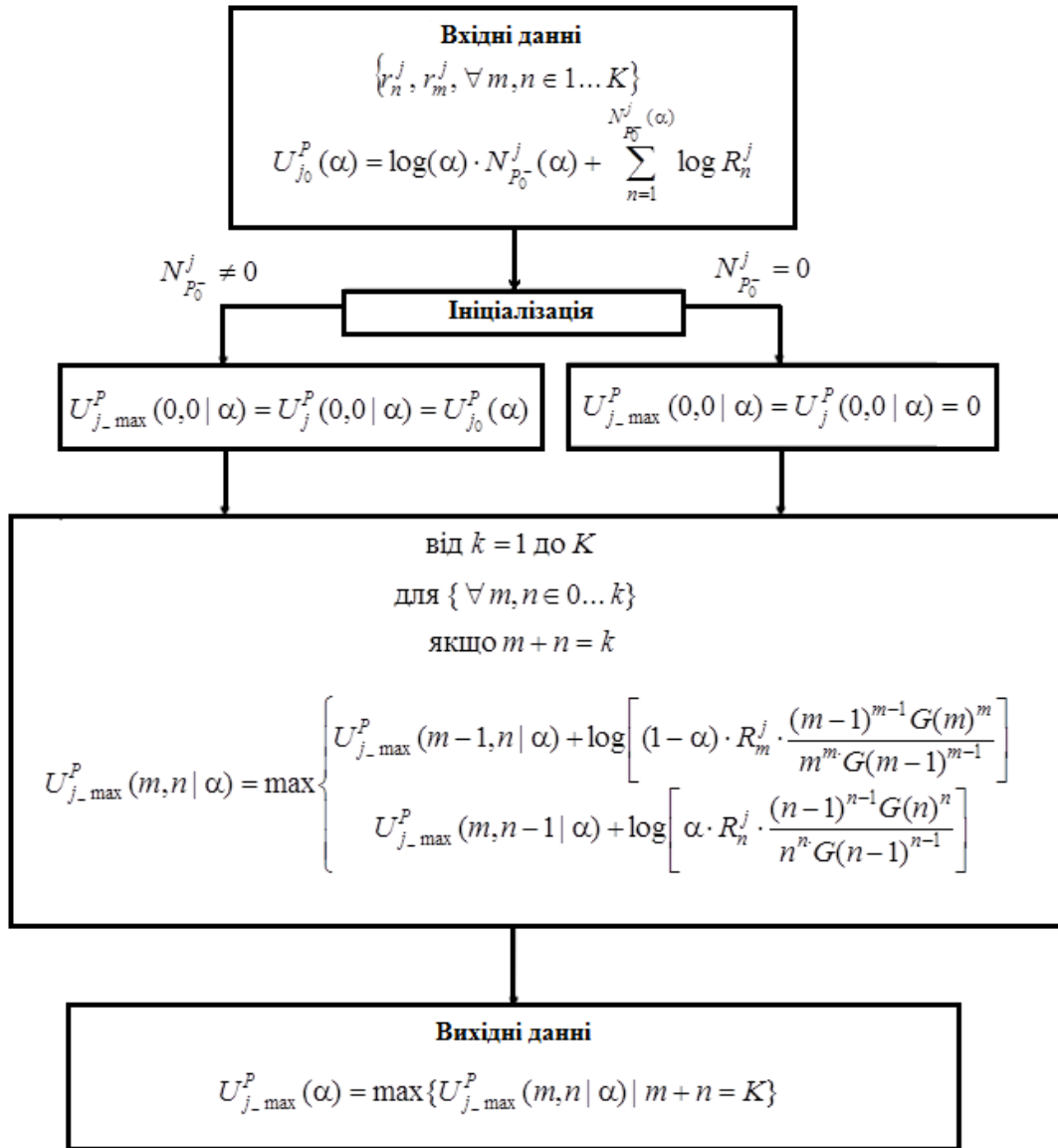


Рисунок 1 – DP-алгоритм. Вторинний вибір «постраждалих» користувачів для заданого значення  $\alpha$  в фемтостільнику  $j$

Для будь-якого заданого  $\alpha$  фемтостільник може максимізувати цільову функцію та отримати відповідну кількість «постраждалих» користувачів. Аналогічно, кожен макростільник може розрахувати свою цільову функцію  $U_i^M(\alpha)$  для заданого  $\alpha$ . Оптимальне значення  $\alpha$  виходить після підсумовування цільових функцій для всіх значень  $\alpha$ .

Оскільки в моделі мережі LTE частота несучої в напрямку зниження дорівнює 1220 МГц, обрана модель втрат для даної частоти, що розроблена сектором радіокомунікацій міжнародного союзу електрозв'язку [9].

Імітаційна модель мережі *LTE* розроблена в імітаторі *ns-3*. Імітатор *ns-3* дозволяє створювати моделі мереж *LTE*, реалізовувати різні сценарії і тестувати на отриманій моделі будь-які алгоритми.

Коли обидва стільники перенавантажені, після застосування алгоритму мережева питома швидкість передачі в частотних каналах абонентів фемтостільників збільшується в 1,69 раз, для абонентів макростільників – зменшується в 3,81 рази. Середня питома швидкість передачі в частотних каналах абонентів фемтостільників збільшується в 1,77 раз, для абонентів макростільників – зменшується в 2,41 рази (коефіцієнт  $\alpha = 0,4$ ). Оскільки надмірна кількість *ABS*-субкадрів в загальному переданому потоці зменшує час обслуговування абонентів макростільників, їх питома швидкість передачі зменшується.

Коли перенавантажений фемтостільник, після застосування алгоритму мережева питома швидкість передачі в частотних каналах абонентів фемтостільників збільшується в 6,95 рази, а абонентів макростільників – зменшується 1,13 рази. Середня питома швидкість передачі в частотних каналах абонентів фемтостільників збільшилася в 6,816 разів, абонентів макростільниками – зменшується в 1,19 раз (коефіцієнт  $\alpha = 0,6$ ). Зменшення питомої швидкості передачі для абонентів макростільника в даному випадку не так помітно через низьку щільність макроабонентів в стільнику.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Олифер Н. А., Олифер В. Г. Проблемы взаимодействия операционных систем в гетерогенных сетях [електронний ресурс], Режим доступу: [http://citforum.ru/operating\\_systems/sos/glava\\_16.shtml](http://citforum.ru/operating_systems/sos/glava_16.shtml).
- [2] Daeinabi A., Sandrasegaran K. A Proposal for an Enhanced Inter-Cell Interference Coordination Scheme with Cell Range Expansion in LTE-A heterogeneous Networks, Centre for Realtime Information Networks, Faculty of Engineering and Information Technology, University of Technology Sydney, Australia, Last modified: 22.08.2013 [Електронний ресурс], Режим доступу: <https://pdfs.semanticscholar.org/75c5/b9f81759a9142e3ccc914c642ec70a7fc740.pdf>
- [3] Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Высочин В.П., Агрегация спектра при формировании частотных каналов в сетях LTE – Advanced, ISSN 0013-5771. Электросвязь, 2010, № 9. 1–5 с.
- [4] Wang Y., Pederson K.I., Time and Power Domain Interference Management for LTE Networks with Macro-Cells and HeNBs, IEEE Proc. Vehic. Tech. Conf. Sept, 2011
- [5] 3GPP R1 – 112331 Performance evaluation in heterogeneous networks, Aug. 2011.
- [6] 3GPP R1 – 112411 Scenarios for further enhanced non ca-based ICIC for LTE, Aug.2011.
- [7] Hisham el Shaer, Interference Management in LTE-Advanced Heterogeneous Networks Using Almost Blank Subframes, Master's Degree Project Stockholm, Sweden, XR\_EE\_SB 2012:006
- [8] Rahman, M., Yanikomeroğlu, H., Wong W. Interference avoidance with dynamic Inter-Cell Coordination for Downlink LTE system, Wireless Communications and Networking Conference, WCNC 2009. IEEE, 2009
- [9] Recommendation ITU-R P.1411-6, Propagation data and prediction methods for the planning of short-range outdoor radiocommunication systems and radio local area networks in the frequency range 300 MHz to 100 GHz, 2012
- [10] UMTS. Стандарт сотовой связи третьего поколения / А.Н.Волков, А.Е. Рыжков, М.А. Сиверс. – СПб. : Линк, 2008.–131с.

## АНАЛІЗ ІНДИКАТОРІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ЖИТТЯ

Габер А.А.<sup>1</sup>; Шевельова І.О.<sup>2</sup>, Лясота О.А.<sup>3</sup>

- 1 – к.т.н., доцент, доцент кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна  
2 – старший викладач кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна  
3 – студент, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна

*Анотація* – стаття присвячена аналізу існуючих індикаторів визначення якості життя людей. Якість життя можна визначити, як комплексний показник того, наскільки добре люди живуть, наскільки вони матеріально спроможні в якому суспільстві, культурі і навколишньому середовищі вони перебувають.

*Ключові слова* – індикатори якості, якість життя, індекс кращого життя, індекс якості життя.

## ANALYSIS OF INDICATORS FOR DETERMINATION OF QUALITY OF LIFE

Haber A.A.<sup>1</sup>; Shevelova I.O.<sup>2</sup>, Liasota O.A.<sup>3</sup>

- 1 – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Standardization, Conformity Assessment and Educational Measurements, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine  
2 – senior lecturer at the Department of Standardization, Conformity Assessment and Educational Measurements, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine  
3 – student, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

*Abstract.* – The article is devoted to the analysis of existing indicators for determining the quality of life of people. Quality of life can be defined as a comprehensive indicator of how well people live, how well-off they are in what society, culture and environment they are in.

*Keywords:* – quality indicators, quality of life, index of better life, index of quality of life.

Якість життя виступає складним, багатокомпонентним явищем, що залежить як від об'єктивних факторів (насамперед, можливості задоволення людських потреб та інтересів у даних соціально-економічних умовах), так і від різноманітних суб'єктивних факторів (соціально-психологічних, соціокультурних та інших).[1]

За результатами дослідження World Happiness Report 2020 року, яке представило підрозділ Організації Об'єднаних Націй з пошуку рішень збалансованого розвитку, «найщасливішими країнами» світу стали країни з високим рівнем добробуту, зокрема ряд скандинавських країн. [2]

Країни можуть домогтися швидкого прогресу завдяки економічному зростанню, але якщо судити за показниками якості життя, то чи залишиться якість життя на високому рівні? Якість життя залежить від того, наскільки добре громадяни суспільства або люди країни є людьми. Як індикатор того, чи ведете ви життя, поліпшення якості життя означає виживання, безпеку і матеріальні цінності. Це означає допомагати людям жити життям, гідного людини, не тільки в достатку, а й в розумовому відношенні.

Якість життя можна виміряти за допомогою індикаторів, показаних в «Індексі кращого життя» Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР).

Україна посіла п'яте місце серед країн з найменшим «індексом щастя». У 2020 році цей показник склав 14% - це більш ніж в два рази менше, ніж в 2019 році. Про це свідчать результати опитування Gallup International, проведеного в Україні фондом «Демократичні ініціативи» та Київським міжнародним інститутом соціології. [2]

Якість важко досягти без матеріального достатку, а й важко досягти без душевного щастя. Необхідно приділити увагу на більш нематеріальні умови і поліпшити їх. Наприклад, наука і техніка повинна сприяти підвищенню якості життя крім коштів економічного зростання.

Можна виділити основні проблеми, з якими ми стикаємося і які впливають на якість життя: демографічна ситуація, проблема нерівності, нестабільність в житті майбутніх поколінь, відсутність гарантій зайнятості, питання безпеки і кіберзлочинність, виснаження енергії і ресурсів, зміна клімату та стихійні лиха.

Якість життя можна визначити, як показник того, наскільки добре люди живуть, наскільки вони матеріально спроможні і психічно щасливі. Це комплексний показник того, чи живете ви в різних аспектах, таких як економіка, суспільство, культура і навколишнє середовище. Тому підвищення якості життя означає не тільки виживання, безпека, матеріальний достаток, а й психічне здоров'я.

Чисте суспільство з точки зору навколишнього середовища і енергії, безпечно від ризику злочинності та стихійних лих, напевно, немає розбіжностей в тому, що суспільство стає важливим критерієм гарантії якості життя.

Рівень життя людей не може бути в достатній мірі відображений тільки економічними показниками, і тому якість життя і визнання того, що це слід вимірювати за допомогою різних індикаторів і методів, поширюється по всьому світу. Наприклад, типовий приклад - «Індекс кращого життя», індикатори якого наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Індекс кращого життя ОЕСР

Категорія	Індикатори	Галузь	Визначення індикаторів
МАТЕРІАЛЬНИЙ СЕКТОР	Дохід і багатство	чистий наявний дохід	заробітна плата, капітал, за винятком прямих податків, відрахувань на соціальне страхування та амортизації
		фінансові активи	фінансові активи (грошові кошти, облігації та акції) на чистій основі за мінусом фінансових зобов'язань
	Робота і зарібок	рівень зайнятості	зайнятість на оплачуваній роботі серед працездатного населення
		безпека роботи	очікувана втрата доходу, пов'язана з безробіттям
		рівень довготривалого безробіття	серед населення, які не мають роботи не менше одного року (охочих працювати і шукають роботу)
		тягар роботи	високі вимоги до роботи (наприклад, нестача

			часу, фізичний ризик для здоров'я) і низькі вимоги до роботи
	Житло	кількість кімнат на людину	розраховується шляхом ділення кількості кімнат у будинку на кількість жителів
		витрати на житло	сума витрат на кінцеве споживання і витрат на ремонт і технічне обслуговування домашніх господарств, пов'язаних з житлом
НЕМАТЕРІАЛЬНИЙ СЕКТОР	Баланс робота-життя	відсоток постійних робочих	частка найманих робітників, які працювали 50 і більше годин на тиждень
		дозвілля і особистий час	дозвілля і особистий догляд (сон і харчування) працюючим в звичайні дні, час, витрачений на відпочинок
	Здоров'я	тривалість життя	середня тривалість життя на основі поточних показників смертності
		суб'єктивний стан здоров'я	дайте відповідь на питання «Як ваше загальний стан здоров'я?» (Відсоток респондентів, які сказали, що мені це дуже добре)
	Освіта	рівень успішності	частка дорослих з атестатом про повну загальну середню освіту або вище
		математичні навички студентів	оціночні бали з читання, математики та природничих наук за міжнародною програмою оцінки учнів (PISA)
	Спільнота	мережу соціальної підтримки	наявність родича, друга або сусіда, до якого ви можете звернутися за допомогою, коли у вас виникнуть проблеми. (Відсоток людей, які відповіли так)
	Залучення громадянського суспільства	участь в розробці політики	частка населення, що взяв участь у виборах (по відношенню до населення, зареєстрованого для участі у виборах)
	Ставлення до навколишнього середовища	ступінь задоволеності якістю води	частка респондентів, задоволених якістю води в своєму районі
		Забруднення повітря	населення з річною концентрацією твердих частинок діаметром менше 2,5 мікрон (PM <sub>2,5</sub> ) в атмосфері
	Безпека	рівень вбивств	число жертв на 100 000 населення
		безпеку нічний ходьби	відсоток респондентів, які сказали, що гуляти вночі на самоті безпечно
Суб'єктивне благополуччя	задоволення життям	Загальна задоволеність життям (10: дуже задоволений, 0: дуже незадоволений) середнє значення індивідуальних оцінок «задоволений»	

Цей «Індекс кращого життя» націлений на країни-члени ОЕСР в 11 областях: дохід, зайнятість, житло, баланс між роботою та особистим життям, здоров'я, освіту, співтовариство, громадянське участь, навколишнє середовище, безпеку і суб'єктивне задоволення. Це індекс, який досліджує докладні показники, щоб зрозуміти і порівняти якість життя в кожній країні.

Це потужний індикатор. Крім того, на відміну від Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРООН), Індекс людського розвитку (ІЛР)

розроблені для країн усього світу: здорове довголіття (тривалість життя), знання (рівень освіти), правильне життя.

Міжнародний порівняльний звіт, який всебічно оцінює якість життя за трьома параметрами (рівень життя), публікується щороку. Global Well-Being Index (GWI) - це американська компанія з опитування громадської думки Gallup і консалтингова компанія Hellor. Healthways опублікував опитування Gallup World, проведений в більш ніж 160 країнах світу.

Це опитування, який оцінює рейтинг якості життя з використанням 5 показників оцінки (життєва мета, соціальні відносини, фінанси, спільнота, здоров'я) (таблиця 2).

Таблиця 2 - Індикатори оцінки Глобального індексу благополуччя (GWI)

Індикатор	Огляд
Мета життя	Тобі подобається те, що ти робиш кожен день. Подобається дізнаватися щось цікаве кожен день
Соціальні відношення	Хтось у вашому житті закликає вас завжди залишатися здоровим. Ваші друзі і сім'я дарують вам позитивну енергію кожен день
Фінанси	У вас достатньо грошей, щоб займатися тим, чим ви хочете
Спільнота	Місто або регіон, в якому ви живете, - найкраще місце для вас. Визнайте, що за останні 12 місяців ви допомогли поліпшити місто або регіон, в якому живете
Здоров'я	Останні 7 днів ви відчували себе активними і продуктивними кожен день. Ваше фізичне здоров'я майже ідеальне

Gallup·Healthways (2017), State of Global Well-Being

Індекс якості життя (англ. Quality-of-life index), розроблений компанією Economist Intelligence Unit, ґрунтується на методології, яка пов'язує результати досліджень, за суб'єктивною оцінкою, життя в країнах з об'єктивними детермінантами якості життя в цих країнах. [3]

Дослідження якості життя проводяться в основному за двома напрямками: на базі об'єктивних умов життя та на основі вивчення ступеня задоволеності життям самим населенням. Домінуючі позиції посідає модель «відчутної якості життя», оскільки складний характер взаємозв'язків об'єктивних і суб'єктивних умов життя не підтверджує положення про те, що люди в кращих матеріальних умовах життя більш задоволені ним, ніж ті, що перебувають у відносно гірших умовах. [4]

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Інститут демографії та соціальних досліджень імені М.В. Птухи НАН України, Програма Розвитку ООН, Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 2013.
- [2] <https://hromadske.ua/ru/posts/ukraina-voshla-v-pyaterku-samyh-neschastnyh-stran-mira-za-god-indeks-schastya-upal-bolee-chem-v-dva-raza-opros>
- [3] [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81\\_%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0\\_%D0%B6%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B8](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81_%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0_%D0%B6%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B8)
- [4] Н. П. Сітнікова. Досвід вимірювання якості життя міжнародними організаціями для врахування у процесах моніторингу та планування розвитку. Ефективна економіка № 8, 2012

## ВХІДНИЙ КОНТРОЛЬ ЯК ЕЛЕМЕНТ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Оляш Г.І.<sup>1</sup>

1- старший викладач, ДУІТЗ, Одеса, Україна

*Анотація* Розглядається вхідний контроль, як елемент вдосконалення системи управління якістю продукції на підприємстві. Аналізуються проблеми контролю якості вхідної продукції та пропонується до застосування оновлених настанов, щодо вхідного контролю продукції.

*Ключові слова:* вхідний контроль, контроль якості, настанова, системи управління якістю.

## INPUT CONTROL AS AN ELEMENT OF PRODUCT QUALITY MANAGEMENT AT THE ENTERPRISE

Olyash G.I.<sup>1</sup>

1- senior lecturer, SUIT, Odessa, Ukraine

*Abstract* Incoming control is considered as an element of improving the product quality management system at the enterprise. Problems of quality control of input products and application of the updated instruction on input control of products at the enterprises are analyzed.

*Keywords:* input control, quality control, guidelines, quality management systems.

В статті розглядаються елементи вхідного контролю як один з найбільш важливих і обов'язкових елементів управління якістю продукції на сучасних підприємствах.

Постановка проблеми. В сучасних умовах українські підприємства ще недостатньо повно використовують сучасні методи управління якістю, що обумовлено як об'єктивними, так і суб'єктивними причинами. Вхідний контроль як елемент управління якістю продукції на підприємстві є темою даної статті.

Метою даної статті з'ясувати як можна за допомогою оновлених стандартів покращити вимоги до вхідного контролю на підприємстві и як це може відобразитись на кінцеву продукцію.

Хочу зазначити, що одним з найбільш важливих і обов'язкових етапів управління якістю продукції є вхідний контроль продукції. Він проводиться з метою запобігання запуску у виробництво продукції, що не відповідає вимогам сучасних стандартів.

Основними методами та засобами управління якістю продукції є способи впливу апарату управління (менеджменту підприємства) на елементи виробничого процесу з метою забезпечення досягнення і підтримки запланованих стану і рівня якості продукції. Серед них доцільно відокремити організаційно-розпорядчі методи, здійснювані за допомогою обов'язкових для виконання наказів, вказівок керівників.

До елементів організації вхідного контролю можна віднести розробку технологічної документації, яка виконується конструкторсько-технологічним відділом підприємства, що включає в себе перелік контрольованих параметрів продукції з зазначенням допусків на ці параметри, методів, засобів та порядку



проведення вхідного контролю, виду маркування[3]. Здійснення контролю проводиться інженером з якості відділу технічного контролю із залученням інших фахівців організації. Термін здійснення вхідного контролю обумовлюється розпорядженням керівництва підприємства, але не пізніше закінчення гарантійних термінів, зазначених у супроводжувальній документації комплектуючих і матеріалів[4].

Незважаючи на все, ключова мета організації вхідного контролю якості, визначальна його суть і місце у виробничому процесі. У коло першочергових завдань підрозділів вхідного контролю входять [4]:

- кваліфікований контроль якості усієї продукції, що отримується підприємством правильне заповнення і оформлення необхідних документів по результатам вхідного контролю;
- удосконалення форм організації, методів проведення вхідного контролю, методів регулювання номенклатури і кількості контрольованих ознак продукції залежно від його вхідної якості; впровадження високопродуктивних технічних засобів контролю якості сировини, матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих виробів;
- ізоляція і відповідне маркування забракованих партій сировини, матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих виробів; організація участі постачальників у вирішенні спірних питань при вибракуванні отриманих від них великих партій матеріалів і напівфабрикатів;
- контроль дотримання встановленого порядку маркування, складування, зберігання і видачі підрозділам свого підприємства продукції, отриманої від постачальників і, які пройшли вхідний контроль;
- систематизація і облік даних про роботу постачальників за тривалий проміжок часу і в результаті цього виробіток рекомендацій з поліпшення якості постачань, зменшення кількості недоброякісних постачань.

Головними завданнями управління якістю на підприємствах України є контроль за станом та якісним складом сировинної бази, дотриманням технологічних правил переробки, обробки з метою запобігання фальсифікації продукції. На всіх етапах технологічного циклу повинен проводитися суворий контроль якості застосовуваних продуктів і використовуваних процесів. Заходи проведення вхідного контролю до цього здійснювалися згідно рекомендацій і вимог ГОСТ 24297-87 «Вхідний контроль продукції», але з 1 січня 2021 набрав чинності новий стандарт ДСТУ 9027:2020 «Системи управління якістю. Настанова щодо вхідного контролю продукції», який пропонує більш гнучку настанову щодо планування, розроблення, функціонування, підтримання та поліпшування процесу вхідного контролю продукції на підприємствах[1].

Хочу зробити висновок, що вхідний контроль є необхідним елементом вдосконалення системи управління якістю продукції на підприємстві. Провідні фахівці в галузі якості давно встановили, що якість продукції на 95% залежить від якості організації процесів діяльності, і тільки на 5% залежить від інших причин [3]. Тому більшість провідних компаній в світі концентрують свої зусилля на підвищенні якості продукції через якісну організацію процесів діяльності та застосування оновлених нормативних настанов, міжнародних

стандартів.

Успішна діяльність будь-якої кампанії можлива лише в тому випадку, коли вироблені нею продукція або послуги: відповідають чітко визначеним потребам та настановам. Можна зазначити, що послідовні переробки процесу контролю якості вхідної продукції та впровадження його в управління якістю усього виробництва підприємства дозволять посилити конкурентоспроможність продукції на внутрішньому і зовнішніх ринках.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] ДСТУ 9027:2020 «Системи управління якістю. Настанова щодо вхідного контролю продукції»
- [2] ГОСТ 24297-87 «Входной контроль продукции. Основные положения»
- [3] Ансофф И. Стратегическое управление / Пер. с англ. и пред. Л.И. Евенко. –М.: Экономика, 1989. –519 с.
- [4] Глічев А.В. Повна схема механізму управління якістю продукції // Стандарти і якість. – 2002. –С.53 –54.

## МЕТОД ОЦІНКИ СТАБІЛЬНОСТІ І ВІДТВОРЮВАНOSTІ ПРОЦЕСІВ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ

Згадова Н.С.<sup>1</sup>, Штовба Ю.О.<sup>2</sup>

1 – К.е.н., доцент, доцент кафедри економічної безпеки ОНАХТ, Одеса, Україна;

2 - Методист навчально-методичного відділу, ДУІТЗ, Одеса, Україна.

*Анотація* - У статті представлені результати аналізу існуючих статистичних методів оцінки стабільності і відтворюваності процесів виробництва.

За результатами порівняльного аналізу удосконалено існуючі статистичні методи оцінки стабільності і відтворюваності процесів виробництва та адаптовано їх для можливого застосування на виробництві лікарських засобів.

Розроблені практичні рекомендації щодо застосування на практиці методів статистичної оцінки можливостей процесів на фармацевтичному виробництві.

Виконана апробація методу оцінки стабільності і відтворюваності процесів виробництва із застосуванням контрольних карт, їх використовують для безперервної реєстрації характеристик якості по мірі роботи процесу, ретельний аналіз веде до поліпшення розуміння процесів і сприяння виявлення шляхів для цінних поліпшень.

*Ключові слова* - статистичні методи оцінки, контрольні карти, система якості, оцінка стабільності і відтворюваності.

## METHOD FOR ASSESSING THE STABILITY AND REPRODUCIBILITY OF PHARMACEUTICAL PROCESSES FOR PRODUCT QUALITY MANAGEMENT

Zgadova N.S.<sup>1</sup>, Shtovba Yu.O.<sup>2</sup>

1 – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economic Security ONAHT, Odessa, Ukraine;

2 - Methodist of the educational and methodical department, DUITZ, Odessa, Ukraine.

**Abstract** – *This statistic presents the results of the analysis of basic statistical methods for assessing the stability and performance of processes.*

*Based on the results of the porous analysis, such a clear statistical method for assessing the stability and performance of the processes of pharmaceutical production of pharmaceutical companies was confirmed, and it was adapted for the flexible storage of pharmaceutical products.*

*The statistic has broken down practical recommendations on the basis of practical methods of statistical assessment of the possibilities of processes in pharmaceutical production.*

*Approbation of the method of assessing the stability and reproducibility of processes in the current pharmaceutical production of drugs using control cards, Control cards can also be used for continuous registration of quality characteristics as the process. In addition, control charts help to identify unusual patterns of data variation that occur in repetitive processes, and provide criteria for detecting loss of statistical control. The use of control charts and their careful analysis lead to improved understanding of processes and often help identify ways to make valuable improvements.*

**Keywords** - *statistical assessment methods, control charts, enterprise quality system, assessment of stability and reproducibility indicators.*

## **Вступ**

Традиційне уявлення про виробництво, незалежно від виду продукції, охоплює виготовлення і контроль якості продукції, в тому числі перевірку готової продукції на відповідність встановленим вимогам і відбраковування невідповідних одиниць продукції. Така стратегія часто призводить до зайвих витрат і не є економічною, оскільки побудована на перевірці готової продукції, коли невідповідні одиниці продукції вже виготовлені. Більш ефективною є стратегія попередження втрат, що дозволяє, перш за все, уникнути виробництва невідповідної продукції. Така стратегія передбачає збір інформації про процес, її аналіз і проведення своєчасних заходів щодо поліпшення власне процесу [1].

Статистичне управління процесом є методологією встановлення і підтримання процесу на прийнятному і стабільному рівні, що забезпечує відповідність продукції і послуг встановленим вимогам. Головним статистичним інструментом управління процесом є контрольна карта, тобто графічний спосіб представлення і зіставлення інформації, заснованої на аналізі даних послідовних вибірок, що відображають поточний стан процесу, з межами, встановленими на основі властивої процесу внутрішньої мінливості [2]. Метод контрольних карт, перш за все, допомагає оцінити, чи досяг процес керованого стану або він продовжує знаходитися в цьому стані. Якщо процес керований, то вважається, що він стабільний і передбачуваний, і тоді далі йде аналіз здатності процесу задовольняти вимогам споживача.

Контрольні карти також можуть використовуватися для безперервної реєстрації характеристик якості протікання процесу. Крім цього, контрольні карти допомагають виявляти незвичайні варіації структури даних, що виникають в повторюваних процесах, і забезпечують критерії виявлення втрати статистичної керованості. Використання і ретельний аналіз контрольних карт ведуть до поліпшення розуміння процесів і часто сприяють виявленню шляхів їх удосконалення [3].

Особливу роль показники можливостей мають в системах якості підприємств. Сучасні технологічні процеси повинні забезпечувати високу однорідність якості продукції та малу частку невідповідних одиниць продукції

(часто не більше декількох десятків одиниць на мільйон виробів). Одним з методів оцінки очікуваної якості продукції, прийнятним для широкого спектра рівнів невідповідностей, є оцінка показників можливостей процесів.

### **Аналіз публікацій та досліджень**

Серед відомих наукових праць, що стосуються застосування контрольних карт, статистичних методів обробки даних і надання результату вимірювання слід відмітити [4-8].

Задля зниження виробничих витрат і підвищення якості продукції у фармацевтичне виробництво впроваджують методи оцінки стабільності і відтворюваності процесів. Метод повинен ґрунтуватись на положеннях стандартів ДСТУ ISO 7870-2:2016 і серії стандартів ДСТУ ISO 22514-2:2016 [3, 9-12], але його потрібно додатково адаптувати до специфіки фармацевтичного виробництва.

Зазвичай показники можливостей процесів такі, як стабільність та відтворюваність, розраховують статистичними методами на основі аналізу результатів лабораторних досліджень виготовленого продукту за критичними показниками якості.

Процедура оцінки стабільності і відтворюваності процесів на фармацевтичному виробництві застосовується при внесенні змін в технологічні параметри з метою модернізації, при проведенні планової періодичної валідації процесу або при проведенні постійної верифікації процесу. В той же час відомі методи статистичної обробки результатів лабораторних досліджень потребують адаптації до специфіки фармацевтичного виробництва.

### **Постановка завдання**

Метою дослідження є удосконалення статистичних методів оцінювання стабільності і відтворюваності процесів виробництва.

Для її досягнення потрібно провести аналіз відомих статистичних методів оцінки стабільності і відтворюваності процесів фармацевтичного виробництва як способу управління якістю продукції. За результатами аналізу запропонувати удосконалені статистичні методи оцінювання стабільності і відтворюваності процесів виробництва. Адаптувати удосконалені статистичні методи оцінювання для можливого застосування на виробництві лікарських засобів.

### **Результати досліджень**

Впроваджуваний метод оцінки стабільності і відтворюваності процесу виробництва був апробований при виробництві лікарського засобу «АМІНАЛОН», таблетки, вкриті оболонкою, масою 250 мг, на стадії виробництва «Нанесення плівкового покриття на таблетки-ядра».

Необхідність у проведенні оцінки стабільності і відтворюваності стадії «Нанесення оболонки на таблетки-ядра» виникла у зв'язку зі змінами технологічних параметрів у процесі виробництва стадії покриття таблеток-ядер, а саме зміни температурних режимів продукту в процесі нанесення покриття.

Оцінка стабільності і відтворюваності процесу виробництва проводилась по результатам проведених лабораторних випробувань таблеток покритих оболонкою, отриманих на стадії «Нанесення оболонки на таблетки-ядра». Для

цього, по закінченню стадії виробництва «Нанесення плівкового покриття на таблетки-ядра», для кожної з трьох серій препарату, проводився відбір проб таблеток вкритих оболонкою з трьох технологічних ємкостей. Відібрані проби направлялись у фізико-хімічну лабораторію відділу контролю якості підприємства для проведення випробувань.

Кожна відібрана проба контролювалась за наступними показниками якості:

- «Маса окремих таблеток»;
- «Розчинення»;
- «Кількісне визначення аміналону».

Результати отриманих лабораторних випробувань були застосовані для проведення статистичної оцінки стабільності і відтворюваності стадії виробництва.

Наведемо оцінки стабільності і відтворюваності процедури «Нанесення плівкового покриття на таблетки-ядра» за показником якості «Маса окремих таблеток» (див. рис. 1, рис. 2).

Оцінка стабільності процедури.

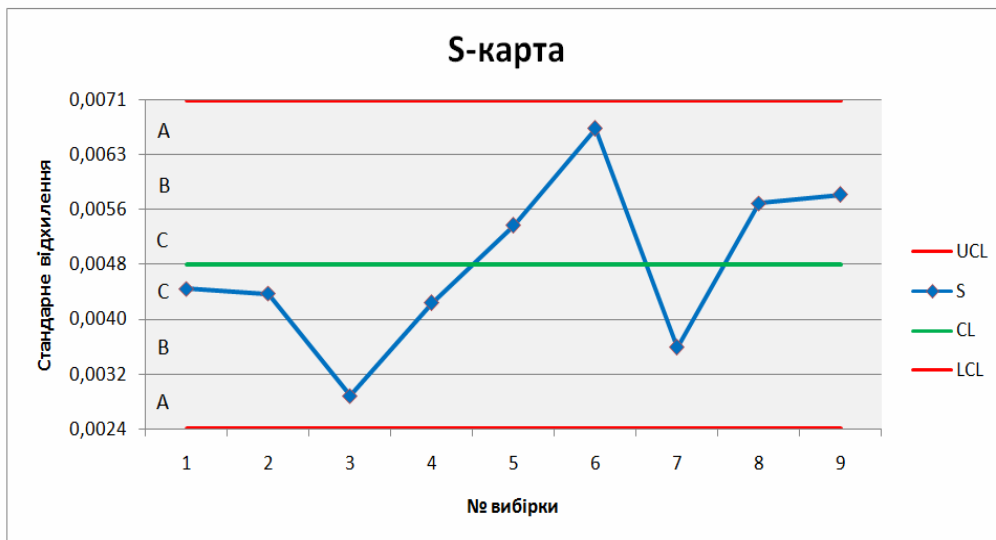


Рисунок 1 – S-карта за показником якості «Маса окремих таблеток»

#### Аналіз S-карти (рис. 1):

- точки розташовані навколо центральної лінії випадковим чином;
- точки розташовані всередині контрольних меж UCL (верхня межа управління на контрольній діаграмі) і LCL (нижня межа управління), відсутність точок поза зоною A;
- відсутність серій з семи або більше послідовних точок розташованих з одного боку від центральної лінії;
- відсутність трендів з семи або більше точок, значення яких послідовно зростають або убивають;
- відсутність структур і ділянок з явно не випадковими змінами значень.

Процес стабільний за розкидом, оскільки отримані результати S-карти відповідають встановленим критеріям прийнятності.

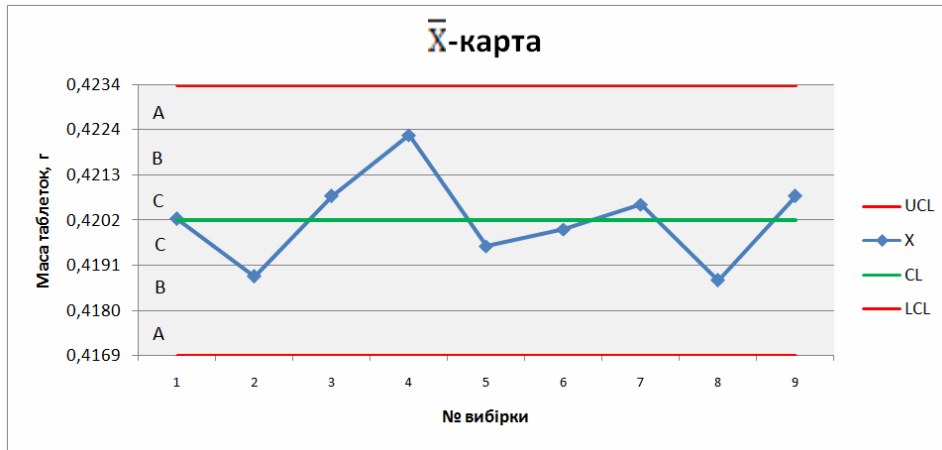


Рисунок 2 –  $\bar{X}$ -карта за показником якості «Маса окремих таблеток»

**Аналіз  $\bar{X}$ -карти (рис. 2):**

- точки розташовані навколо центральної лінії випадковим чином;
- точки розташовані всередині контрольних меж UCL і LCL, відсутність точок поза зоною A;
- відсутність серій з семи або більше послідовних точок розташованих по одну сторону від центральної лінії;
- відсутність трендів з семи або більше послідовно зростаючих або убиваючих точок;
- відсутність структур і ділянок з явно не випадковими змінами значень.

Процес стабільний щодо положення середнього арифметичного, оскільки отримані результати  $\bar{X}$ -карти відповідають встановленим критеріям прийнятності.

Оцінка відтворюваності процесу.

Розраховані індекси становлять  $C_p = 1,31$ ,  $C_{pk} = 1,30$ .

При  $C_p = 1,31$  і  $C_{pk} = 1,30$  – максимальний очікуваний рівень невідповідностей продукції на виході технологічного процесу складає 0,0096 %.

Дані результати підтверджують повну відтворюваність процесу за показником якості «Маса окремих таблеток».

Наведемо оцінки стабільності і відтворюваності процедури «Нанесення плівкового покриття на таблетки-ядра» за показником якості «Кількісне визначення аміналону» (див. рис. 3, рис. 4).

Оцінка стабільності процедури.

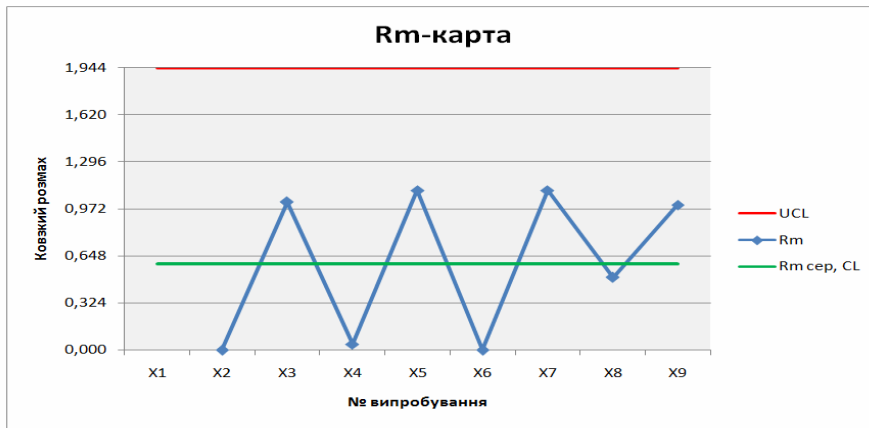


Рисунок 3 – Rm-карта за показником якості «Кількісне визначення аміналону»

**Аналіз Rm-карти (рис. 3):**

- точки розташовані навколо центральної лінії випадковим чином;
- точки розташовані всередині контрольної межі UCL;
- відсутність серій з семи або більше послідовних точок розташованих з одного боку від центральної лінії;
- відсутність трендів з семи або більше точок, значення яких послідовно зростають або убивають;
- відсутність структур і ділянок з явно не випадковими змінами значень.

Процес стабільний за розкидом, оскільки отримані результати Rm-карти відповідають встановленим критеріям прийнятності.



Рисунок 4 – X-карта за показником якості «Кількісне визначення аміналону»

**Аналіз X-карти (рис. 4):**

- точки розташовані навколо центральної лінії випадковим чином;
- точки розташовані всередині контрольних меж UCL і LCL, відсутність точок поза зоною A;
- відсутність серій з семи або більше послідовних точок розташованих з одного боку від центральної лінії;
- відсутність трендів з семи або більше послідовно зростаючих або убиваючих точок;
- відсутність структур і ділянок з явно не випадковими змінами значень.

Процес стабільний відносно положення середнього арифметичного, оскільки результати отримані з X-карти відповідають встановленим критеріям прийнятності.

Оцінка відтворюваності процесу.

Розраховані індекси становлять  $C_p = 18,3$ ,  $C_{pk} = 18,2$ .

При  $C_p \geq 1,33$  і  $C_{pk} \geq 1,33$  – максимальний очікуваний рівень невідповідностей продукції на виході технологічного процесу складає менше 0,0066 %.

Дані результати підтверджують повну відтворюваність процесу за показником якості «Кількісне визначення аміналону».

Наведемо оцінки стабільності і відтворюваності процедури «Нанесення плівкового покриття на таблетки-ядра» за показником якості «Розчинення» (див. рис. 5, рис. 6).

Оцінка стабільності процедури.

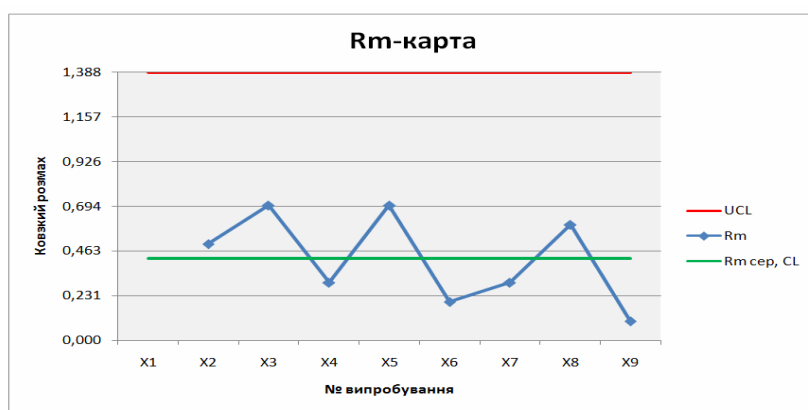


Рисунок 5 – Rm-карта за показником якості «Розчинення»

**Аналіз Rm-карти (рис. 5):**

- Точки розташовані навколо центральної лінії випадковим чином;
- Точки розташовані всередині контрольної межі UCL;
- Відсутність серій з семи або більше послідовних точок розташованих по одну сторону від центральної лінії;



- Відсутність трендів з семи або більше послідовно зростаючих або убиваючих точок;
- Відсутність структур і ділянок з явно не випадковими змінами значень.

Процес стабільний по розкиду, так як отримані результати Rm-карти відповідають встановленим критеріям прийнятності.

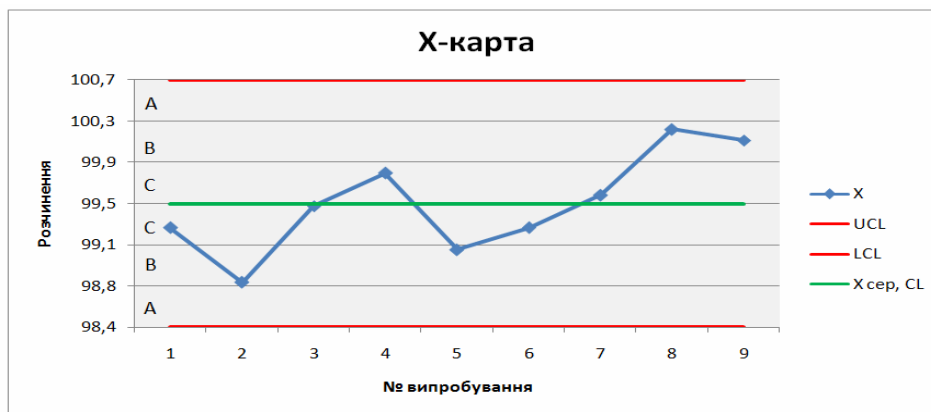


Рисунок 6 – X-карта карта за показником якості «Розчинення»

#### Аналіз X-карти (рис. 6):

- точки розташовані навколо центральної лінії випадковим чином;
- точки розташовані всередині контрольних меж UCL і LCL, відсутність точок поза зоною A;
- відсутність серій з семи або більше послідовних точок розташованих по одну сторону від центральної лінії;
- відсутність трендів з семи або більше послідовно зростаючих або убиваючих точок;
- відсутність структур і ділянок з явно не випадковими змінами значень.

Процес стабільний щодо положення середнього арифметичного, оскільки результати отримані з X-карти відповідають встановленим критеріям прийнятності.

Оцінка відтворюваності процесу

Розрахований індекс становить  $C_{pk} = 45,5$ .

При  $C_{pk} \geq 1,33$  – максимальний очікуваний рівень невідповідностей продукції на виході технологічного процесу складає менше 0,0066 %.

Дані результати підтверджують повну відтворюваність процесу за показником якості «Розчинення».

#### Висновки

На підставі проведених випробувань підтверджено, що внесені зміни у стадію виробництва «Нанесення оболонки на таблетки-ядра», а саме зміна температурних режимів продукту в процесі нанесення покриття, призводить до

отримання напівпродукту «Таблетки, вкриті оболонкою, не розфасовані» відповідного за всіма показниками якості: «Маса окремих таблеток»; «Розчинення»; «Кількісне визначення аміналону».

Підтверджена стабільність, відтворюваність, і статистична керованість процесу, тому що розраховані статистичні характеристики для даних показників відповідають встановленим критеріям прийнятності.

В наведеному прикладі показано як за допомогою статистичних розрахунків результатів лабораторних випробувань можна довести стабільність і відтворюваність стадії виробництва після проведених змін у технологічних параметрах. Доведено, що після внесених змін у процес виробництва, він буде повністю гарантувати виробництво продукту з відповідними показниками якості і з допустимим ймовірним відсотком браку.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] ДСТУ ISO 8258-2001. Статистичний контроль контрольні карти Шухарта. Вступ.
- [2] Velichko O.M., Kolomiets L.V., Gordienko T.B. Metrology, technical regulation and quality assurance. Volume 5: Application of statistical methods: Textbook. Odessa: VMV, 2014. 464 p. s. 102.
- [3] ДСТУ ISO 7870-2:2016 Статистический контроль. Карты контрольные. Часть 2. Карты Шухарта (ISO 7870-2:2013, IDT).
- [4] Klein M. Two Alternatives to the Shewhart X Control Chart. Journal of Quality Technology. 2000, 32 pp. 427–431.
- [5] Nishina K., Kuzuya K., Ishi N. Reconsideration of Control Charts in Japan. Frontiers in Statistical Quality Control. 2005, P. 136–150.
- [6] Ціделко В. Д. Невизначеність вимірювання. Обробка даних і надання результату вимірювання: [монографія] / В. Д. Ціделко, Н. А. Яремчук. – К. : Політехніка, 2002. – 176 с.
- [7] Величко О.М., Коломієць Л.В., Гордієнко Т.Б. Метрологія, технічне регулювання та забезпечення якості. Том 5: Застосування статистичних методів : Підручник. Одеса: ВМВ, 2014. 464 с. С. 102–126.
- [8] Володарський Є. Т. Статистична обробка даних : [навчальний посібник] / Є. Т. Володарський, Л. О. Кошева. – К. : НАУ, 2008. – 307 с.
- [9] ДСТУ ISO 22514-2:2016 Статистические методы управления процессом. Мощность и функционирования.
- [10] ISO 5479, Statistical interpretation of data - Tests for departure from the normal distribution (Статистическая обработка данных. Критерии отклонения от нормального распределения).
- [11] ISO 22514-1:2014, Statistical methods in process management - Capability and performance - Part 1: General principles and concepts (Статистические методы в управлении процессами. Воспроизводимость и пригодность. Часть 1. Общие принципы и понятия).
- [12] ISO 16269-4, Statistical interpretation of data – Part 4: Detection and treatment of outliers (Статистическое представление данных. Часть 4. Выявление и обработка выбросов).

**СЕКЦІЯ 2**  
**МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ**  
**ВЕЛИЧИН. ЕЛЕКТРОНІКА, МІКРО- ТА**  
**НАНОСИСТЕМНА ТЕХНІКА.**  
**ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

**SECTION 2**  
**METHODS FOR PHYSICAL QUANTITIES**  
**MEASURING. ELECTRONICS, MICRO- AND**  
**NANO-SYSTEM TECHNOLOGY.**  
**INSTRUMENTATION ENGINEERING**

## РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ДОЗИМЕТРИЧНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Банзак О.В.<sup>1</sup>; Єфіменко Н.А.<sup>2</sup>; Банзак Г.В.<sup>3</sup>; Лалуд Д.Д.<sup>4</sup>

1 – д. т. н., професор, завідувач кафедри Стандартизації та оцінки відповідності, Державний університет інтелектуальних технологій та зв'язку, Одеса, Україна

2 – д. е. н., професор, професор кафедри Якості, стандартизації та управління проектами, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси, Україна

3 – к.т.н., доцент, доцент кафедри Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки, Державний університет інтелектуальних технологій та зв'язку, Одеса, Україна

4 – студент, 306 групи, Державний університет інтелектуальних технологій та зв'язку, Одеса, Україна

***Анотація*** – Розробка сучасних блоків детектування, призначених для контролю стану захисних бар'єрів шляхом вимірювання потужності дози гамма-випромінювання в повітрі, в складі систем радіаційного контролю АЕС є важливим і актуальним завданням. Знаходяться в даний час в експлуатації блоки детектування системи АКРБ-03 виробили свій ресурс (АКРБ - апаратура контролю радіаційної безпеки) [1, 2]. Сама система, розроблена більше 20-ти років тому, не тільки виробила свій ресурс, але і морально застаріла [1]. Очевидно, що нові блоки детектування повинні володіти більш високими метрологічними і експлуатаційними показниками. Істотне поліпшення метрологічних та експлуатаційних характеристик детекторів, може бути отримано тільки на основі застосування нових матеріалів, зокрема, широкозонних напівпровідників, таких як CdZnTe [2]. У даній роботі вперше розроблений комплекс індивідуального дозиметричного контролю. Комплекс складається з індивідуального електронного прямопоказуючим дозиметра (ІД) і блоку розширення (БР) з ВД, розміщеними в осередках.

***Ключові слова*** – блоки детектування, радіаційна безпека, широкозонні напівпровідники, метрологічні показники

## DEVELOPMENT OF THE INDIVIDUAL DOSIMETRIC CONTROL COMPLEX FOR RADIATION SAFETY

Banzak O.V. <sup>1</sup>; Yefimenko N.A. <sup>2</sup>; Banzak G.V. <sup>3</sup>; Lalud D.D. <sup>3</sup>

1 – DocTec.Sci, professor, head of department of Standardization and conformity assessment, State university of intellectual technologies and communications, Odessa, Ukraine

2 - DocEconomical.Sci, professor, professor of department Quality, standardization and project management, Cherkasy national university by Bohdan Khmelnytsky, Cherkasy, Ukraine

3 – Cand.Tec.Sci., associate professor, associate professor of the department of metrology and information technology, State university of Intellectual technologies and communication, Odessa, Ukraine

4 - student, 306 groups, State university of intellectual technologies and communications, Odessa, Ukraine

***Abstract*** – The development of modern detection units designed to monitor the state of protective barriers by measuring the dose rate of gamma radiation in the air, as part of the radiation monitoring systems of nuclear power plants is an important and urgent task. Currently in operation detection units of ACRS-03 system have developed their resource (ACRS - radiation safety monitoring equipment) [1, 2]. The system itself, developed more than 20 years ago, has not only developed its resource, but is also obsolete [1]. Obviously, the new detection units must have higher metrological and operational performance. Significant improvement of metrological and operational characteristics of detectors can be obtained only on the basis of use of new materials, in particular, wide-gap semiconductors, such as CdZnTe [2]. In this work the complex of individual dosimetric control is developed for the first time. The complex consists of an individual electronic direct-acting dosimeter (DD) and an expansion unit (EU) with DD placed in the cells.

***Keywords*** - detection units, radiation safety, wideband semiconductors, metrological indicators.

У більшості випадків використання CdZnTe-датчиків є кращим у порівнянні з традиційними газорозрядними і новими напівпровідниковими кремнієвими детекторами. Застосування CdZnTe дозволяє реєструвати без охолодження багато меншу енергію – близько 10 кеВ, на відміну детекторів на основі Si, що вимірюють потужність дози для енергії більше 50...60 кеВ. Іншою перевагою CdZnTe-датчиків є істотно більш висока ефективність реєстрації гамма-випромінювання, обумовлена високим атомним номером.

Як показано раніше, основним недоліком широкозонних напівпровідникових матеріалів при використанні їх в якості детекторного матеріалу є порівняно малі і сильно відрізняються один від одного значення транспортних характеристик електронів  $(\mu\tau)_e$  і дірок  $(\mu\tau)_h$ : рухливості електронів і дірок відрізняються в  $\sim 10...100$  разів, в залежності від технології, що застосовується при вирощуванні кристалів. Це обумовлює великі втрати заряду в процесі його збору і, як наслідок, малий (у порівнянні з теоретично досяжним) енергетичний дозвіл детекторів, особливо в високоенергетичної області.

Розробка вдосконалених CdZnTe-датчиків залежить від наявності високоякісних вихідних кристалів CdZnTe, вивченості їх властивостей, конструкції контактів і електродів, розуміння питань розподілу електричного поля і накопичення заряду в обсязі, ефективності електроніки, яка повинна забезпечувати роботу при малому обсязі і низькому енергоспоживанні. Робота проектується детекторів повинна бути добре вивчена і документована. Тільки так можна планувати їх ефективне використання. Крім того, необхідна розробка і адаптація програмного забезпечення для обробки спектра, що дозволить отримувати необхідну інформацію по гамма-випромінювання, вимірюваного CdZnTe-детектором [3].

При нормуванні доз опромінення персоналу відповідно до міжнародних рекомендацій і правил гостро постало питання щодо зниження дозових витрат персоналу, і, в першу чергу, ремонтного, так як основний внесок в колективну дозу опромінення персоналу АЕС вносять роботи з технічного обслуговування і ремонту. На початковому етапі знижувати дози опромінення вдавалося, в основному, за рахунок виконання організаційних заходів адміністративного підвищення вимог до якості підготовки та проведення робіт в зоні контрольованого доступу. Подальше зниження дозових навантажень персоналу може бути забезпечено за рахунок впровадження в практику експлуатації АЕС принципу ALARA [3]. Для цього необхідне створення такої системи контролю радіаційної обстановки та персональної дозиметрії, яка могла б забезпечити виявлення ділянок з підвищеною радіоактивністю і вимірювати повний набір їх параметрів (як мінімум, дозу, потужність дози, координати, момент часу, номер персонального дозиметра) в реальному масштабі часу без участі носія персонального дозиметра, т. е. в рамках його нормальної життєдіяльності і без його відома, якщо потужність дози не перевищує гранично допустимого рівня. При перевищенні цього рівня носій персонального дозиметра повинен попереджуватися про те, що йому загрожує небезпека, щоб взяти участь в діях

по її подоланню, але не в якості посередника в процесі вищезазначених вимірювань.

На основі такої концепції в даній роботі запропоновано комплекс, який складається з основного блоку - індивідуального електронного дозиметра, який прямопоказує (ІД) і блоку розширення - «касетниці» з індивідуальними дозиметрами, вкладеними в відсіки-осередки. Кратність підключення ІД в касетниціх дорівнює 256 ІД. Загальна кількість касетниць, що обслуговуються обмежується тільки потужністю модуля зарядки акумуляторів індивідуальних дозиметрів.

Функції основного блоку наступні:

- подання інтерфейсу індивідуальним дозиметрам;
- прийом інформації від індивідуального дозиметра (табельний номер, маршрут прямування, доза, час, помилки, температура і ін.);
- запис в індивідуальний дозиметр службової інформації (час, межа дозового навантаження);
- підзарядка акумулятора індивідуального дозиметра під час перебування його в осередку.

Блок розширення (БР) – «касетниця» служить проміжною ланкою між керуючою ЕОМ і індивідуальним дозиметром. Зберігання всіх записів, їх обробка відбувається в ЕОМ. БР представляє інтерфейс ЕОМ для зв'язку з дозиметром. Керуюча ЕОМ взаємодіє з БР по послідовному інтерфейсу RS-232 або RS-485.

Індивідуальний електронний дозиметр виконаний відповідно до вимог «Єдиних вимог індивідуального дозиметричного контролю ЕТ ІДК» та інших нормативних документів, тому що працює на базі блоку детектування БДМГ-CZT.

Чутливий елемент дозиметра виконаний на основі кристала CdZnTe і є закінченим елементом детектора. В дозиметрі застосований алгоритм програмної корекції «ходу жорсткості» реєстрованого випромінювання, розглянутий раніше.

Функціонально індивідуальний дозиметр складається з наступних вузлів:

- детектування (детектор, попередній підсилювач, нормалізатор імпульсів);
- живлення детектора (програмно керована подача напруги на детектор);
- вимірювання температури (корекція вимірювання дози реалізовано на DS18B20);
- годин реального часу (для розрахунку потужності дози DS1302);
- індикації та оповіщення (індикація часу, навколишньої температури, потужності дози, дози, порогів установки дозового навантаження, розряд акумулятора і т.п., індикатор від телефону NOKIA);
- журнальної пам'яті (для збереження проміжних результатів вимірювання дози на шляху проходження персоналу і на робочому місці AT24C512);
- бездротового інтерфейсу (для отримання міток контролю проходу певних зон, а також присутності на робочому місці);

- однопровідного інтерфейсу (для передачі даних через основний блок в ЕОМ);
- контролю живлення (для контролю зарядки акумулятора);
- мікроконтролера (для загальної організації роботи управління пристроєм ATMEGA8).

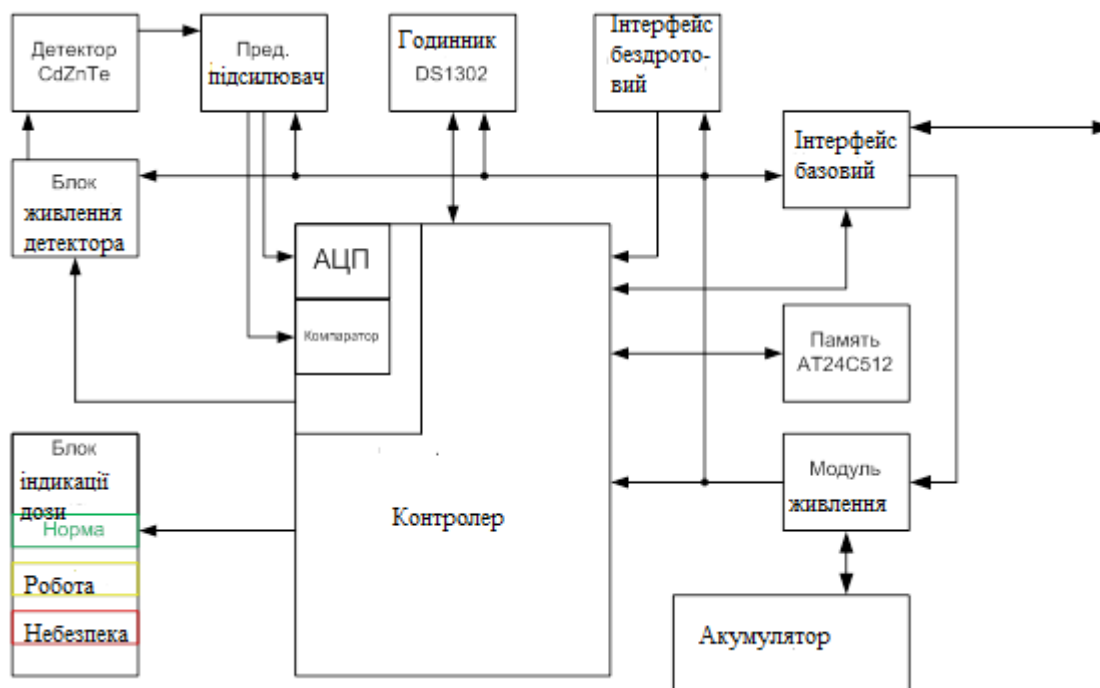


Рисунок 1 – Структурна схема індивідуального дозиметра (функції блоків в тексті)

Висновки. Вперше розроблено комплекс індивідуального дозиметричного контролю. Комплекс складається з індивідуального електронного дозиметра, що прямо показує (ІД) і блоку розширення (БР) з ІД, розміщеними в осередках.

Застосування такого комплексу дозволить вперше створити систему контролю радіаційної обстановки та персональної дозиметрії, здатну виявляти ділянки з підвищеною радіоактивністю, вимірювати повний набір їх параметрів в реальному часі, дозу опромінення носія ІД і т.д. і забезпечить впровадження в практику роботи АЕС принцип ALARA.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1]. Гаркавенко А.С. Радиационная модификация физических свойств широкозонных полупроводников и создание на их основе лазеров большой мощности / Львов: ЗУКЦ, 2012. – 258 с.
- [2]. Банзак О.В. Полупроводниковые детекторы нового поколения для радиационного контроля и дозиметрии ионизирующих излучений / О.В. Банзак, О.В. Маслов, В.А. Мокрицкий: Под ред. В.А. Мокрицкого, О.В. Маслова. – Монография. – Одесса, 2013. – Изд-во «ВМВ». – 220 с.
- [3]. Lytvynenko N. Development of Geoinformation Technology for Monitoring Events on the Basis of Data from Unstructured Web Resource Text / N. Lytvynenko, S. Lienkov, O. Lytvynenko, O. Banzak, H. Banzak / International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-9 Issue-5, March 2020. P. 1160-1165.

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ В ЕЛЕКТРОНІЦІ

Добровольська С.В.<sup>1</sup>; Оленєв М.В.<sup>2</sup>; Кучеренко М.І.<sup>3</sup>

1 – старший викладач кафедри електроніки та мікросистемної техніки, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна

2 – к.т.н., доцент, доцент кафедри електроніки та мікросистемної техніки, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна

3 – здобувач вищої освіти другого рівня, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна

*Анотація* – В роботі проведений аналіз розвитку електроніки та радіоелектронних засобів вимірювальної техніки. Названі шляхи підвищення точності та розширення діапазонів вимірювання електронних засобів вимірювання. Визначені проблеми, що стоять перед електронікою, та запропоновані шляхи їх вирішення.

*Ключові слова* – Електроніка; радіоелектронні засоби вимірювальної техніки; інтегральні мікросхеми; перетворення, реєстрація (відображення) і зберігання вимірювальної інформації; шляхи підвищення точності електронних засобів вимірювання.

## PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MEASURING INSTRUMENTS IN ELECTRONICS

Dobrovolska S.V.<sup>1</sup>; Olenев N.V.<sup>2</sup>; Kucherenko N.I.<sup>3</sup>

1 - Senior Lecturer, Department of Electronics and Microsystems Engineering, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

2 - Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of Electronics and Microsystems Engineering, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

3 - applicant for higher education of the second level, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

*Abstract* - The analysis of the development of electronics and electronic means of measuring equipment is carried out in the work. Ways to increase the accuracy and expand the measuring ranges of electronic measuring instruments are named. The problems facing electronics are identified and ways to solve them are suggested.

*Keywords* - Electronics; radio electronic means of measuring equipment; integrated circuits; conversion, registration (display) and storage of measuring information; ways to increase the accuracy of electronic measuring instruments.

Якщо проаналізувати етапи розвитку електроніки, то можна зазначити, що результати, які досягла сучасна електроніка, значною мірою пов'язані з радіотехнікою. Обидві ці галузі розвивалися взаємопов'язано. Навіть, напрям електроніки, який пов'язаний з радіотехнікою, радіотехнічними засобами вимірювання, телебаченням та радіоуправлінням називається радіоелектронікою.

В сучасному світі засоби вимірювань, які використовуються в електроніці, досягли значного рівня розвитку. Такі засоби вимірювань мають незначну похибку в порівнянні із засобами вимірювань інших фізичних величин – електричних, механічних, теплових тощо. Крім того, засоби вимірювання неелектричних величин за останні роки значно наблизилися за принципами, конструкцією і технологією виробництва до радіовимірювальних приладів: неелектрична величина за допомогою вимірювальних датчиків перетворюється в електричну (іноді в широкому діапазоні частот). Процес перетворення, реєстрації (відобра-



ження), передачі і зберігання вимірювальної інформації заснований на принципах та методах роботи радіоелектронних засобів вимірювання [1].

Цей напрям електроніки набуває широкого розповсюдження, оскільки дозволяє автоматизувати процеси вимірювання, уніфікувати та стандартизувати різні види засобів вимірювання, забезпечити метрологічну, конструктивну, інформаційну, енергетичну та експлуатаційну сумісність засобів вимірювання між собою та об'єктами вимірювання.

Рівень розвитку засобів вимірювання в електроніці зумовлює можливість або неможливість розробки та впровадження у виробництво нових технологічних процесів, створення електронних пристроїв і систем. Іноді і механічне виробництво залежить від точності вимірювань фізичних величин, які дозволяють оцінити процеси в радіоелектронних пристроях. Наприклад, без високоточних цифрових вольтметрів неможливо досягти прецизійних точностей обробки деталей на автоматизованих металорізальних верстатах [2].

У зв'язку з цим відбувається безперервне підвищення точності та розширення діапазонів вимірювання електронних засобів вимірювання. Напівпровідникові електронні прилади є основними елементами радіотехнічних пристроїв, які і визначають найважливіші технічні та метрологічні показники радіоапаратури.

Електронні пристрої широко використовуються у телебаченні, радіозв'язку, запису і відтворенні звуку, військовій радіолокації та інших галузях радіоелектроніки. У той же час, без них неможливе сучасні прилади і системи в промисловості, автоматиці, атомній та ракетній техніці, сільському господарстві, вимірювальній техніці, медицині тощо.

Електроніка стала могутнім засобом автоматизації та контролю виробничих процесів підприємств всього світу. Велику роль відіграє вона і при створенні роботизованих комплексів, що сприяють зменшенню ручної праці у виробництві та підвищенню якості продукції, що випускається.

Таким чином, тенденція розвитку техніки сьогодні така, що кількість електронних вузлів в інформаційних пристроях автоматички постійно зростає. Значно підвищився інтерес до оптоелектроніки, де, крім електричних сигналів, використовуються і світлові. Тепер багато пристроїв, створення яких за допомогою суто засобів електроніки викликає значні труднощі, відносно просто реалізуються за допомогою засобів оптоелектроніки [3].

Обсяги інформації, які обробляються електронними пристроями і системами, дуже великі та постійно зростають. Зростають і вимоги до якості такої інформації. Одночасно вимагається зменшення габаритів, собівартості та споживаної енергії таких електронних систем і пристроїв. І це є проблемою.

Як вирішити цю проблему? Пропонуються такі шляхи:

- ✓ удосконалення технологій проектування та виробництва електронних пристроїв і систем;
- ✓ використання в інтегральних схемах оптоелектронних перетворювачів, надпровідників та пристроїв оптичного зв'язку;
- ✓ створення електронних приладів, які працюють в діапазоні міліметрових і субміліметрових хвиль, для широкосмугових (ефективніших) систем передачі інформації;

- ✓ використання напівпровідникових інтегральних схем, що забезпечують швидкий час перемикання (до 10-11 сек);
- ✓ збільшення інтеграції транзисторів на одному кристалі до мільйона і більше на основі використання нанотехнологій і в перспективі – молекулярної електроніки;
- ✓ розробка запам'ятовуючих пристроїв ємністю кілька гігабайт на одному кристалі;
- ✓ розширення функціональних можливостей інтегральних схем (наприклад, перехід від мікропроцесора до міні-ЕОМ на одному кристалі);
- ✓ розробка та реалізація принципів і засобів стереоскопічного телебачення, що володіє більшою інформативністю в порівнянні зі звичайною;
- ✓ розробка потужних, з високим ККД, приладів НВЧ і лазерів для енергетичного впливу на речовину і направленої передачі енергії (наприклад, з космосу).

Одна з задач електроніки – проникнення її методів і засобів в медицину і фармацевтику. Це особливо важливо в часи сучасної пандемії, коли віруси швидко мутують і з ними необхідно боротися всіма засобами.

Останнім часом, для перевірки працездатності (діагностування) об'єкта вимірювань за допомогою електронних засобів вимірювання, все частіше використовуються математичні моделі об'єктів вимірювання. Такі моделі є математичним відображенням реального об'єкту вимірювань, яке дозволяє при апаратному порівнянні показників об'єкта вимірювань з показниками математичної моделі визначити адекватність показників моделі і об'єкта вимірювань. Це дозволяє дійти висновку про справність об'єкту вимірювань або, навпаки, визначити деяку неадекватність та отримати інформацію про елемент об'єкта вимірювань, який має відхилення, тобто виявити відмову елемента об'єкта. Такий спосіб вимірювання наділений ідентифіцируванням – можливістю визначення відповідності математичної моделі реальному об'єкту за вхідними і вихідними сигналами (процесами); керованістю – можливістю об'єкта вимірювань «реагувати» на вимірювання вхідних сигналів відповідними вимірюваннями параметрів; наглядністю – можливістю по вихідному сигналу отримати необхідну інформацію про внутрішні процеси і параметри об'єкта вимірювань.

Швидкий науково-технічний прогрес спонукає розвиток зручних для практичного використання сучасних електронних приладів у взаємозв'язку з комп'ютерно-інтегрованими технологіями. На цьому шляху вирішуватимуться складні задачі використання засобів вимірювання в електроніці.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Любимов А.Я., Кудряшов В.О., Грабовський О.В. та ін. Електроніка: Навчальний посібник – Одеса: ТОВ Плутон, 2015
- [2] Величко О.М., Коломієць Л.В., Гордієнко Т.Б. Метрологія, технічне регулювання та забезпечення якості: у п'яти томах. Том 1: Метрологія. Підручник. – Одеса: ВМВ, 2014  
Основи електроніки на базі програми схмотехнічного моделювання «MULTISIM». Навчальний посібник / Медведенко Б.І., Коломієць Л.В., Квасніков В.П., Грабовський О.В. – Одеса: Бондаренко М.О., 2015

## ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРИ З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ ДЛЯ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ «ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ»

Горбачов В.Е.<sup>1</sup>; Штепа Є.Р.<sup>2</sup>

1 – к.т.н., доцент кафедри ПФ та НМ, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса, Україна

2 – здобувач вищої освіти другого рівня, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса, Україна

*Анотація* – Експериментально досліджується методи підвищення ефективності релаксаційного генератора на одноперехідному транзисторі в якості датчика температури з частотним виходом для цифрових сенсорних мереж "Інтернету речей". Така конструкція датчика температури має мінімальну кількість елементів, тому споживає незначну енергію. Експериментально підтверджується, що для усунення нелінійного характеру вихідної характеристики можна включити в коло емітера датчика МОН чутливий до температури польовий транзистор. Збільшити чутливість датчика можна шляхом включення в коло бази чутливий до температури польовий транзистор з р-п-переходом.

*Ключові слова* – Температурний сенсор, датчик з частотним виходом, чутливість.

## TEMPERATURE SENSOR WITH FREQUENCY OUTPUT FOR SENSOR NETWORKS OF "INTERNET OF THINGS"

Gorbachev V.E.<sup>1</sup>, Shtepa E.R.<sup>2</sup>

1 – PhD, Docent, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

2 – Master's student, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

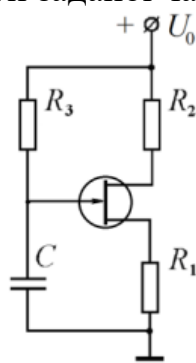
*Abstract* – Methods of increasing the efficiency of a relaxation generator on a unijunction transistor as a temperature sensor with a frequency output for digital sensor networks "Internet of Things" are experimentally investigated. This design of the temperature sensor has a minimum number of elements, so it consumes little energy. It is experimentally confirmed that to eliminate the nonlinear nature of the output characteristic, a MOSFET temperature sensitive transistor can be connected to the emitter circuit of the sensor. To increase the sensitivity of the sensor, it is sufficient to connect a temperature sensitive JFET in the base circuit.

*Keywords* – Temperature sensor, frequency output sensor, sensitivity.

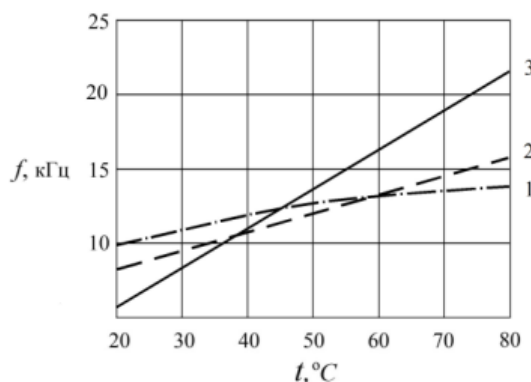
У нашому житті датчики температури використовуються повсюдно від побутових нагрівальних і охолоджувальних приладів, мобільних телефонів, комп'ютерів і автомобілів до найскладніших систем запобігання пожеж [1] контролю і управління атомними реакторами [2] і космічними кораблями [3]. Тому в даний час застосовується велике різноманіття конструкцій датчиків температури починаючи від резистивних [4] та волоконно-оптичних [1] до мікроскопічних на МОН польових транзисторах [3]. Однак, використання датчиків температури в цифрових сенсорних мережах Інтернету речей висуває особливі вимоги до характеристик датчиків [4, 5]. Вони повинні бути недорогими, споживати мало енергії, мати достатню чутливість і лінійну вихідну характеристику. Крім того, при роботі в цифрових сенсорних мережах, аналогові датчики потребують підсилення, аналогово-частотному перетворенні для подальшої обробки сигналу, а електричні параметри кожного елемента допоміжних схем змінюються при зміні температури, що вносить спотворення

в корисний сигнал. Тому останнім часом особливий інтерес представляють датчики температури з частотним виходом [6], які позбавлені цих недоліків і не потребують підсилювача і аналогово-частотних перетворювачів, дозволяють усунути паразитний вплив вимірювальних каналів один на одного і нестабільність в роботі. Метою даної роботи є експериментальна перевірка можливості використання одноперехідного транзистора в схемі релаксаційного генератора в якості датчика температури придатного для використання в цифрових сенсорних мережах.

З точки зору економії ресурсів самої кращою схемою генератора є релаксаційний генератор на одному одноперехідному транзисторі. Такі генератори давно використовуються в техніці, наприклад, в системах плавного регулювання освітленості ламп розжарювання. Справа в тому, що одноперехідний транзистор має *S*-образну вольт-амперну характеристику, тобто існує певна напруга переключення  $U_1$  при якій транзистор стрибкоподібно переходить з закритого стану у відкритий, в якому навіть при зростанні струму розрядки конденсатора напруга на емітері буде зменшуватися до напруги  $U_2$ , коли транзистор закриється. При цьому досить включити в коло емітера конденсатор (рис. 1, а) з певним часом зарядки, який буде заряджатися від джерела живлення і розряджатися через транзистор, і ми отримаємо коливання напруги заданої частоти.



а)



б)

Рисунок 1 – Схема релаксаційного генератора а) та залежність вихідної частоти генератора від температури б)

При підключенні напруги живлення  $U_0$  конденсатор  $C$  починає заряджатися через опір  $R_3$  до напруги включення  $U_1$ . Коли напруга на емітер досягне напруги включення  $U_1$ , транзистор відкривається і конденсатор починає розряджатися через емітерний перехід транзистора до напруги  $U_2$ . При напрузі  $U_2$  транзистор закривається, а конденсатор  $C$  починає знову заряджатися через опір  $R_3$  до напруги  $U_1$ , тобто процес повторюється. Змінний корисний сигнал можна знімати з резистора  $R_1$ . Частота вихідного сигналу визначаються як [7].

$$f \approx \frac{I_3}{C(U_1 - U_2)}, \quad (1)$$

де  $I_3$  – струм зарядки конденсатора, мА;  $C$  – електроємність конденсатора, Ф;  $U_1$  – напруга включення, та  $U_2$  – остаточна напруга транзистора.

Параметри одноперехідного транзистора, як і будь-якого напівпровідникового приладу, залежать від температури тому він може використовуватися в якості датчика температури. Найбільш чутливим до температури виявляється напруга включення  $U_1$ . З ростом температури опір бази транзистора зменшується, що призводить до зменшення значення напруги включення  $U_1$ , а згідно з (1) це призводить до збільшення вихідної частоти генератора. Вихідна характеристика такого датчика температури показана на рис. 1, б пунктирною з точками кривою 1. З рисунка видно, що вихідна характеристика має нелінійний характер, тому такий датчик не може використовуватися в цифрових сенсорних мережах Інтернету речей.

Усунути нелінійний характер залежності вихідної частоти від температури можна шляхом включення в коло зарядки конденсатора замість постійного резистора  $R_3$  (рис. 1, а) додаткового чутливого до температури МОП польового транзистора. Це призведе до того, що раніше незмінний струм зарядки конденсатора  $I_3$  (1) буде збільшуватися зі зростанням температури, що збільшить вихідну частоту  $f$  (1). Вихідна характеристика такого датчика температури на двох транзисторах показана на рис. 1, б пунктирною кривою 2. Збільшити чутливість досліджуваного датчика можна шляхом включення в коло бази транзистора замість постійного резистора  $R_2$  (рис. 1, а) додаткового чутливого до температури польового транзистора з  $p$ - $n$ -переходом. Це призведе до того, що раніше незмінна остаточно напруга  $U_2$  (1) буде збільшуватися з ростом температури, що збільшить вихідну частоту  $f$  (1). Вихідна характеристика такого датчика температури на двох транзисторах показана на рис. 1, б суцільною кривою 3. Отримаємо лінійну вихідну характеристику та чутливість датчика становить 150 Гц/°С. Такий датчик задовольняє вимогам та може використовуватися в цифрових сенсорних мережах Інтернету речей.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] J. Li, Y. Baoqiang, Z. Mingjang, et al. "Long-range Raman Distributed Fiber Temperature Sensor with Early Warning Model for Fire Detection and Prevention," *IEEE Sensors Journal*, vol. 19, no. 10, pp. 3711–3717, 2019. doi: 10.1109/JSEN.2019.2895735.
- [2] X. Zhiwei, S. Byun. "A Poly Resistor Based Time Domain CMOS Temperature Sensor with 9b SAR and Fine Delay Line" *Sensors*, vol. 20, no. 7, pp. 2053-2059, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20072053>
- [3] D. Prasad, V. Nath, V. Vishwanthan, M. Mehta "A 0.6 V 117 nW high performance energy efficient system-on-chip (SoC) CMOS temperature sensor in 0.18  $\mu$ m CMOS for aerospace applications," *Microsystem Technologies*, vol. 25, no. 7, pp. 2301–2311, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00542-018-4115-8>.
- [4] A. Ali, S. Kiran, A. Jain and Z. Abbas, "A 47nW, 0.7-3.6V wide Supply Range, Resistor Based Temperature Sensor for IoT Applications," 2019 IFIP/IEEE 27th International Conference on Very Large Scale Integration (VLSI-SoC), 2019, pp. 293-298. DOI: 10.1109/VLSI-SoC.2019.8920345.
- [5] I. Vikulin, V. Gorbachev, V. Litvinenko, et al. "Radiation resistant FET-based Temperature Sensor for End Devices of IoT," *Proceedings of 3rd IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT-2019)*. Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019. pp. 272 – 277. DOI:10.1109/AIACT.2019.8847905.
- [6] A. Hedayatipour, M. A. Haque and N. McFarlane, "Quasi-Digital Output Low Power CMOS Temperature Sensor," 2018 IEEE 61st International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS), 2018, pp. 992-995, doi: 10.1109/MWSCAS.2018.8623933.
- [7] Викулин И. М., Стафеев В. И. *Физика полупроводниковых приборов*. М.: Радио и связь, 1990. 264 с.

## ДЕГРАДАЦІЯ СВІТЛОВИПРОМІНЮЮЧИХ ДІОДІВ НА ОСНОВІ GaAsP

Ірха В.І.<sup>1</sup>; Кукулян Р.Р.<sup>2</sup>; Лібрик Д.І.<sup>3</sup>

1 – к.ф.-м.н., доцент, в.о. зав. каф. ПФ та НМ, ДУІТЗ, Одеса, Україна

2 – магістрант ДУІТЗ, Київ, Україна

3 – магістрант ДУІТЗ, Київ, Україна

*Анотація* – Проведено дослідження глибоких рекомбінаційних центрів у твердому розчині GaAs - GaP. Досліджувались електричні та електролюмінесцентні характеристики світлодіодів на основі GaAsP при температурах 80...400 К. Вимірювались термостимульовані струми р-п-переходів, досліджувалась кінетика наростання і спаду електролюмінесценції та кінетика ЕРС після пропускання через р-п-переходи П-імпульсів струму.

*Ключові слова* – Світлодіод, деградація, глибокі рівні, електролюмінесценція, термостимульований струм, інжекція.

## DEGRADATION OF LIGHT EMITTING DIODES BASED ON GaAsP

Irkha V.I.<sup>1</sup>; Kukulyan R.R.<sup>2</sup>; Libryk D.I.<sup>3</sup>

1 – Ph.D., Associate Professor, head of department APh and NM, SUITC, Odessa, Ukraine

2 – master of SUITC, Kyiv, Ukraine

3 – master of SUITC, Kyiv, Ukraine

*Abstract* – The study of deep recombination centers in a solid solution of GaAs - GaP was performed. The electrical and electroluminescent characteristics of GaAsP-based LEDs at temperatures of 80...400 K were investigated. Thermostimulated currents of p-n junctions were measured, the kinetics of increase and decrease of electroluminescence and kinetics of EMF after passing through p-n junctions of P-pulses of current were studied.

*Keywords* – LED, degradation, deep levels, electroluminescence, heat-stimulated current, injection.

З точки зору якості матеріалу для виготовлення світловипромінюючих діодів він повинен мати такі саме електричні характеристики, як і хороший електричний діод, але в той же час для світлодіода дуже важлива роль інжектіваних носіїв заряду. Необхідна присутність високого коефіцієнту інжекції неосновних носіїв заряду, причому переважно інжекцією у задану область р-п-переходу. При цьому якомога більше інжектіваних неосновних носіїв повинні прорекомбінувати через єдиний випромінюючий канал, що включає спеціально введений центр випромінювальної рекомбінації. Це є найбільш жорсткою вимогою при виготовленні приборів на основі широкозонних напівпровідників, які містять великий набір небажаних та важко ідентифікованих домішок, дефектів ґратка і т.п., через які відбувається рекомбінація. Ці труднощі настільки великі, що до сих пір не зовсім зрозумілі рекомбінаційні процеси у GaAsP, де досягнута ефективність нижча у порівнянні із теоретичною величиною. Зовсім ймовірно, що існуючі рекомбінаційні центри відповідають і за деградацію приладів у процесі деградації.

При розробці світлодіодів у видимій області спектру в останній час росте промислове використання GaAsP, що пов'язано із більш дешевою технологією їх виробництва, ніж, наприклад, для GaAlAs. В оранжевих або жовтих джерелах світла використовується GaAsP, сильно легований азотом, хоч тут може більш

ефективно використовуватись GaP, легований азотом. Домішковий стан азоту перехреснується із станами у зоні провідності біля точки  $\Gamma$  при досить малих параметрах складу  $x$  та обумовлює збільшення порогу вимушеного випромінювання, тобто прямі міжзонні електронні переходи послаблюються за рахунок сильного зв'язку електрона на уловлювачі.

Тверді розчини типу GaAsP все більш використовуються в оптоелектроніці та напівпровідниковій електроніці. Це обумовлюється можливістю широко варіювати величину забороненої зони у залежності від складу твердого розчину, а, значить, отримати випромінювання у різних областях спектру. Вплив складу твердого розчину GaAsP на ширину забороненої зони добре описано у роботах [1, 2].

Одним із самих основних параметрів, що відображає ефективність роботи любого світлодіода, являється його внутрішній квантовий вихід [1], тобто відношення ймовірності випромінюючих переходів до суми ймовірностей безвипромінювальних та випромінювальних переходів. Ймовірність же безвипромінювальних переходів залежить від концентрації та параметрів центрів безвипромінювальної рекомбінації [2]. Як правило, в якості безвипромінювальних центрів виступають глибокі рівні, обумовлені різного виду дефектами [3, 4]. Крім того глибокі рівні можуть також поглинати випромінювання, тим самим знижуючи квантовий вихід світлодіодів. Тобто люба інформація про глибокі рівні, отримана безпосередньо із вимірювання параметрів світловипромінюючих діодів, представляє великий інтерес.

До сих пір залишається невідомим механізм виникнення різноманітних дефектів та їх властивостей, хоча ці дві сторони проблеми дефектоутворення пов'язані між собою. Поки ще не має повного теоретичного опису для дефектів із глибокими рівнями. В більшості випадків прогрес визначається головним чином у новій постановці питань, які раніше або не виникали, або недооцінювались.

Особливу цінність представляють дослідження глибоких рівнів у твердих розчинах GaAsP, так як на їх основі виготовляється велика кількість світловипромінюючих діодів. У процесі роботи світлодіодів може змінюватися спектр глибоких рівнів, тобто може змінюватись інтенсивність безвипромінювальної рекомбінації, а значить, і інтенсивність люмінесценції [4].

Ефективність електролюмінесценції світловипромінюючих діодів суттєво залежить від співвідношення між інтенсивностями випромінювальної та безвипромінювальної рекомбінації носіїв заряду. Це співвідношення залежить від зонної структури використовуємого напівпровідника, а також від концентрації активаторних домішок, фонових домішок та власних дефектів у напівпровідниках. Особливістю використання структур на основі GaAsP є те, що збільшення концентрації фосфору в активній області приводить до зсуву спектру випромінювання в область більшої чутливості людського ока, але при цьому змінюється зонна структура, що приводить до зниження інтенсивності випромінюючих переходів. При цьому підвищується роль безвипромінювальної рекомбінації. Тому для світлодіодів на основі GaAsP просто стоїть питання про

зниження інтенсивності безвипромінювальної рекомбінації в активному шарі та області об'ємного заряду р-п-переходу.

Вивчались стаціонарні вольтамперні характеристики прямого та зворотного струмів р-п-переходів, вольтфарадні характеристики бар'єрної ємності, спектральні, люменамперні та люменвольтові характеристики електролюмінісценції світлодіодів на основі GaAsP. Вимірювання проводилось в інтервалі температур 80 ... 400 К. Вимірювались термостимульовані струми р-п-переходів у вказаному температурному інтервалі. Досліджувалась кінетика наростання та спадання електролюмінісценції та кінетика ЕРС після подачі на р-п-переходи П-імпульсів струму [4, 5].

Отримали, що суттєвий розкид ефективності досліджуваних світлодіодів (особливо при низьких температурах) обумовлений різким складом GaAsP в активній області. Знайдені енергії іонізації ряду глибоких рівнів у збідненому шарі р-п-переходів. Існування глибоких рівнів суттєво підвищує послідовний опір світловодів, що в свою чергу приводить до зниження ККД та додатковому розігріву діодів, супроводжується особливостями кінетики електролюмінісценції. Підвищення вмісту фосфору у GaAsP приводить до зміни температурної залежності інтенсивності електролюмінісценції.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Берг А., Дін П. Світлодіоди. М.; Мир, 1979.–686 с.
- [2] Вікулін І.М., Ірха В.І. Безвипромінювальна рекомбінація у випромінювальних р-п-переходах. Обзор з електронної техніки, Одеса, 1996. 47с.
- [3] Ірха В.І., Марколенко П.Ю., Марколенко Т.Д. Влияние движения примесных ионов на стабильность светодиодов. Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. 2020. № 1. С. 101 – 107.
- [4] Ірха В.І., Марколенко П.Ю. Глибокі рівні в р-п-структурах на основі GaAsP. Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. 2020. № 2. С.17-24.
- [5] Ірха В.І., Старенький І.В., Юр'єва О.В. Методи термостимульованих струмів для дослідження домішкових центрів у світлодіодах. Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. 2020. № 3. С. 5–11.

## АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ МІНІ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ, СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ СПРАВНОСТІ ЛАМП

Лещенко О.І.<sup>1</sup>; Котов Ю.А.<sup>2</sup>

1 – к.т.н., доцент, в.о. завідувач кафедри ЕМТ, факультет МАЕ, ДУІТЗ, Одеса, Україна

2 – студент, факультет МАЕ, ДУІТЗ, Одеса, Україна

**Анотація** – В роботі проведено аналіз використання електронних міні систем автомобільного транспорту та розглядаються можливості дооснащення бортової інформаційно-управляючої системи автомобілю додатковими датчиками для контролю справності ламп. Розглянуто можливість та переваги додання до існуючої системи датчиків струму, для здійснення контролю за роботою сигнальних ламп та контролю за станом ізоляції електропроводки автомобілю.

**Ключові слова** – система контролю електричного навантаження, контроль працездатності ламп, бортова інформаційно-управляюча система автомобілю.



## ANALYSIS OF THE USE OF MINI SYSTEMS OF MOTOR TRANSPORT, SYSTEMS OF LAMPS

Oleg Leshchenko<sup>1</sup>, Yuri Kotov<sup>2</sup>

1 – Ph.D., Associate Professor, acting manager of the Department of EME, Faculty of MAE, SUITC, Odessa, Ukraine

2 – Student, Faculty of MAE, SUITC, Odessa, Ukraine

**Abstract** – *The paper analyzes the use of electronic mini-systems for road transport and considers the possibility of retrofitting the on-board information and control system of the car with additional sensors to monitor the health of the lamps. The possibility and advantages of applying current sensors to the existing system for monitoring the operation of signal lamps and monitoring the state of the insulation of the car's wiring are considered.*

**Keywords** – *system of control of electric loading, control of serviceability of lamps, onboard information and control system of the car.*

Все більше мікроелектроніка захоплює сучасне машинобудування. Сьогодні на автомобільному ринку повноелектричні автомобілі все сміливіше заявляють про конкурентоспроможність, сміливо захоплюючи споживачів перевагами своїх електросхемотехнічних досягнень. Притому примхливий автовласник все більше уваги приділяє не тільки наявності бортового комп'ютера а і поширеному спектру його можливостей: потужності окремих мультисистем, швидкодії автоматизованих систем управління, безліччю окремих мікросистем що працюють цілком автономна.

Сучасні автомобільні бортові системи вже отримали повну довіру такого автоспоживача. Так, наприклад, автоматичне включення системи кондиціонування повітря виконує автоматичне налаштування зручних параметрів. Сучасні системи охоронної сигналізації видають сигнал постановки на охорону тільки після перевірки всіх ланок, навіть перевіряючи вимкнення, наприклад, освітлення салону, вимкнення габаритного освітлення, просто контролюючи відключення будь якого зовнішнього електрообладнання. Сучасні охоронні системи навіть здійснюють контроль за станом акумуляторної батареї, сповіщаючи власника про низький її заряд. Електронні блоки контролю режимів роботи двигуна сьогодні стали вже на стільки звичайними, що більшість водіїв навіть і не зоглядають до моторного відсіку. Але слід замітити, що системи можуть значно відрізнитися за принципом їх побудови. Є таки, що перевіряють стан деяких датчиків тільки в момент включення та дають дозвіл на подальшу роботу. Тут дуже важно та бажано, щоб системи проводили спостереження параметрів в реальному часі та надавали сигнали попередження тільки при перевищенні порога робочого параметру, а вимикали системи тільки при критичному завищенні параметрів.

Про таке спостереження параметрів обговорювалось в попередньої публікації [1], де проведено аналіз сучасного стану та розглянуто можливості до оснащення бортової інформаційно-управляючої системи автомобілю додатковими датчиками визначення стану гальмової системи та підшипників маточини. Система дозволяє отримувати інформацію про стан ходової частини та зокрема температуру та тиск окремих коліс, що найбільш важливим при експлуатації крупна габаритних вантажних автомобілів.

Ще раз слід визначити, що головним критерієм роботи бортова інформаційна-управляюча система автомобілю повинна залишатися безпека життя людини, притому часто виникає цікаве вельми інтелектуальне системне запитання – кого рятувати: транспортний засіб, водія чи людину, яка зовсім випадково стала заложником аварійної ситуації? Для вирішення саме цієї проблеми саме залучаються вчені об'єднання при розробці інтелектуальних систем автомобільного транспорту.

Торкаючись складних бортових інформаційна-управляючих систем автомобілів слід чітко визначити, яку вагу несе то чи інша деталь чи система в забезпеченні: по перше, безпеки життя людини та безпеки руху свого та, по друге, інших транспортних засобів, що навколо. Таких міні систем застосовується, нажаль не також і багато. Це використання ходових вогнів; використання повторювачів поворотних вогнів на бокових дзеркалах заднього виду. Де які автомобілі до оснащені системою індикації екстреного гальмування. Однак реалізована система оповіщення у всіх компаній різному. Відмінність полягає в тому, що виробники можуть задіяти різні сигнальні пристрої. Наприклад, аварійні вогні автомашини входять в систему оповіщення про екстрене гальмування у наступних марок: Opel, Peugeot, Ford, Citroen, Hyundai, BMW, Mitsubishi, KIA. Стоп-сигнали задіяні у Volvo і Volkswagen. Автомобілі компанії Mercedes сповіщають водіїв трьома сигнальними пристроями: стоп-сигналами, аварійними вогнями і протитуманними фарами.

В ідеалі система ESS повинна бути інтегрована в кожен автомобіль. Вона не відрізняється особливою складністю, при цьому приносить величезну користь учасникам руху. Завдяки системі оповіщення кожен день на дорогах водіям вдається уникнути безлічі сутичок. Адже навіть короткий інтенсивне гальмування з системою ESS не залишається непоміченим [2]. Тут самим негативним є те, що такі сигнали не однакові. Поряд з цим деяких сигналів зовсім не існує. Як, наприклад, відрізнити сигнал лівого повороту від сигналу повного лівого розвороту, а іноді ситуації бувають не зовсім приємними. Зокрема в регіонах є так звана неформальна лексика між водіями з використанням маніпуляцій вогнями і де які можуть бути поняті по різному.

Аналіз використання різноманітних світлових сигналів вимагає звернути увагу на впевненість в тому, що вся ця ілюмінація в справному стані. Дуже часто зустрічаються авто достатньо високого класу, а позаду декілька ламп не справні, причому водії про це навіть не здогадуються. Знов таки, де які автомобільні системи вже цілком оснащені системою контролю справності світлових приладів, але власники часто скаржаться що при замінах ламп виникають проблеми, деякі системи не сприймають заміну лампи розжарювання на лампи з меншим або більшим струмом. Тут проблема в тому, що блоки контролю налаштовані на струм ламп, передбачених виробником, а було б не погано щоб такий контроль мав елементарну калібровку хоча б на рівні сканера ELM327 за протоколом OBD.

Аналіз міні систем контролю справності сигнальних ламп показав що існує декілька способів. Самий логічний, на наш погляд, спосіб, це виведення в район дії лампи світлоприймача, зведення всіх в логічний мікроконтролер та

виведення інформації на передню панель водієві. Такий варіант має такі недоліки: необхідно втрачання в конструкцію світлових блоків та має проблеми з налаштуванням прийняття сигналу в світлий та темний час доби. Важко отримати сигнал від, наприклад, світлодіодних ходових вогнів [3, 4].

Другий спосіб. На кожен групу ліхтарів використовувати струмові датчики. Зведена інформація концентрується в окремому модулі, наприклад, мікроконтролері з відкритим вихідним кодуванням Arduino. Зокрема крім отримання світлової індикації про несправність лампи можна налаштувати пристрій на споживачі будь якого номіналу, тобто є можливість калібрування параметрів контролю в залежності від внесених змін.

Відомо, що вказані мікроконтролери мають достатньо високі показники точності та швидкодії. Враховуючи такі властивості можна підключити до мікроконтролера трансформатор струму типу АТАКОМ – АМЕ-8821-20. Випробування даного датчика набули позитивні результати, та показали, що навіть за допомогою використання одного такого датчика можна відстежувати процес включення/відключення будь-якого навантаження. За допомогою датчика можна отримати інформацію про несанкціоновані витікання струму, наприклад, внаслідок порушення параметрів ізоляції кабельних комунікацій в автомобілі.

Висновки. За проведенням аналізом визначена необхідність додавання систем контролю справності сигнальних ламп на автомобілях, де такі системи не встановлені виробником. Перш за все такі міні-системи безпосередньо зменшують ризики виникнення аварійних ситуацій.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Устройство контроля на "обрыв" цепей управления [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://all-audio.pro/c36/stati/kontrol-tselostnosti-tsepey-upravleniya.php> (2021).
- [2] Система предупреждения об экстренном торможении ESS [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://techautoport.ru/hodovaya-chast/tormoznaya-sistema/sistema-ess.html> (2021).
- [3] Белов Виктор Петрович, Волошин Дмитрий Константинович. Система контроля целостности силовых линий электропитания распределенной нагрузки. Патент № 2269788. Открытое акционерное общество "Научно-исследовательский институт точной механики 2017. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://findpatent.ru/byowners/89417/>.
- [4] А. Б. Никитин, А. Н. Ковкин Контроль целостности нитей выключенных световых ламп // Актуальные вопросы развития систем железнодорожной автоматики и телемеханики. 2013. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontrol-tselostnosti-nitey-vyklyuchennyh-svetofornyh-lamp>.

## РОЛЬ РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЮВАННЯ В ДЕГРАДАЦІЇ БАГАТОШАРОВИХ СВІТЛОВИПРОМІНЮЮЧИХ ДІОДІВ ДЛЯ ВОСП

Ірха В.І.<sup>1</sup>; Озімко В.І.<sup>2</sup>

1 – к.ф.-м.н., доцент, в.о. зав.каф. ПФтаНМ, ДУІТЗ, Одеса, Україна

2 – магістрант ДУІТЗ, Київ, Україна

**Анотація** – Досліджувалась деградація багатошарових випромінюючих гетероструктур під дією  $\gamma$ -опромінювання  $Co^{60}$ . Вивчалися зміни спектрів випромінювання, вольтамперні та вольтватні характеристики світлодіодів. Установлено, що залежність інтенсивності короткохвильової та довгохвильової смуг спектру електролюмінесценції від інтегрального потоку  $\gamma$ -квантів відповідає зменшенню безвипромінювального часу життя електронів.

**Ключові слова** – Світлодіод, деградація, багатошаровий світлодіод, радіація, електролюмінесценція, безвипромінювальний час життя, рекомбінація, носії заряду.

## THE ROLE OF RADIATION IRRADIATION IN THE DEGRADATION OF MULTILAYER LIGHT-RADIATING DIODES FOR FOTS

Irkha V.I.<sup>1</sup>; Ozimko V.I.<sup>2</sup>

1 – Ph.D., Associate Professor, head of department APh and NM, SUITC, Odessa, Ukraine

2 – master of SUITC, Kyiv, Ukraine

**Abstract** – The degradation of multilayer radiating heterostructures under the action of  $\gamma$ -irradiation of  $Co^{60}$  was studied. Changes in radiation spectra, volt-ampere and volt-wave characteristics of LEDs were studied. It is established that the dependence of the intensities of the short-wavelength and long-wavelength bands of the electroluminescence spectrum on the integrated flux of  $\gamma$ -quanta corresponds to a decrease in the nonradiative lifetime of electrons.

**Keywords** – LED, degradation, multilayer LEDs, radiation, electroluminescence, non-radiative lifetime, recombination, charge carriers.

Принцип передачі інформації за допомогою оптичного зв'язку аналогічний принципу радіозв'язку: передавач та приймач складається із тих же блоків, але працюють вони на частотах оптичного діапазону та з'єднані оптичним кабелем, по якому поширюється електромагнітна хвиля оптичного діапазону. Передача інформації за допомогою світла дає можливість використовувати дуже високі частоти модуляції, сумірні із несучою частотою [1, 2]. Це багаторазово підвищує густину інформації, що передається, із часом та в просторі. Крім того, волоконно-оптичні системи передачі (ВОСП) дуже завадостійкі по відношенню до різного роду впливів, включаючи електромагнітні поля та радіаційне випромінювання.

Головною умовою технічної реалізації ВОСП є те, що всі її елементи повинні бути узгоджені по своїм оптичним характеристикам, а саме: довжина хвилі максимуму випромінювання світлодіода (СВД), довжина хвилі максимальній чутливості фотодіода та довжина хвилі вікна прозорості світловоду повинні мати близькі значення.

СВД, що використовуються у ВОСП, конструктивно відрізняються від індикаторних СВД. Це обумовлено необхідністю отримати малі розміри світної плями та гостру діаграму направленості при високій необхідній потужності випромінювання. Крім того вони працюють при більш високих густинах струму в порівнянні із індикаторними СВД. Тому СВД для ВОСП звичайно

мають неоднорідно легованих в площині робочого р-n-переходу один або декілька шарів. Ці фактори служать додатковим джерелом деградаційних явищ в СВД для ВОСП.

Для збереження робочих параметрів ВОСП, що містять дані СВД, необхідно виконання додаткових умов, не суттєвих для індикаторних СВД. Так, окрім зберігання в процесі роботи потужності випромінювання при фіксованому робочому струмі, для використовуваних СВД необхідно збереження ширини інтервалу лінійності залежності вихідної потужності від струму. При невиконанні цієї умови зменшиться динамічний діапазон ВОСП. Крім того для них необхідно збереження параметрів вольтамперної характеристики у робочому діапазоні струму, насамперед диференційного опору та напруги відсічки. Зміна даних параметрів приведе до нестабільності коефіцієнта передачі ВОСП.

Нами було проведено дослідження деградації випромінюючих багатошарових гетеро структур (БГС) на основі GaAlAs під дією  $\gamma$ -опромінювання, що на сьогодні широко використовуються у ВОСП. Технічні характеристики таких систем суттєво залежать від стабільності, ефективності та надійності БГС, що використовуються.

Величина квантового виходу СВД визначається параметрами декількох етапів перетворення електричної енергії в енергію оптичного випромінювання [2]. На характер нестабільності випромінювачів впливають структура та технологічні особливості отриманих р-n-переходів, присутність неконтрольованих домішок та дефектів. Тому дослідження деградаційних процесів у світло діодах на основі БГС та на цій основі підвищення їх ефективності та надійності є важливою науковотехнічною проблемою. БГС на основі GaAs-GaAlAs, що використовуються у СВД, мають цілий ряд переваг. Існування проміжних шарів GaAlAs між GaAs – підкладкою та активною GaAlAs-областю здатне підвищувати квантовий вихід випромінювання за рахунок зменшення дефектності активного шару [3].

Повторне випромінювання фотонів вузькозонним шаром, що знаходиться між активною областю та підкладкою, суттєво підвищує загальну інтенсивність випромінювання. Просторове розділення указанного шару та активної області дає можливість підвищити деградаційну стійкість випромінюючих БГС [4]. БГС, що використовуються, дають можливість розділити деградаційні процеси, що пов'язані із перерозподілом електричного поля та із рекомбінацією носіїв заряду у БГС.

Особливості механізму генерації фотонів у БГС приводить до особливостей радіаційної деградації даних структур. Опромінення відносно невеликими дозами  $\gamma$ -квантів  $Co^{60}$  дає можливість контролювано вводити безвипромінювальні центри рекомбінації в активну область БГС та в інші шари, що беруть участь у процесах генерації та виводу фотонів. Вивчення ж характеристик БГС при  $\gamma$ -випромінюванні необхідне для прогнозування зміни параметрів випромінюючих БГС при неконтрольованих варіаціях безвипромінювальних центрів у процесі виготовлення даних структур.

Вирішення цих питань необхідне для розробки шляхів підвищення ефективності та стабільності СВД, для кількісного описування деградаційних процесів та прогнозування надійності випромінювачів [3, 4].

Сказане вище свідчить про необхідність вивчення деградаційних явищ, як спільних для всіх СВД, так і характеристик для СВД, що використовуються у ВОСП.

Досліджувались електричні та електролюмінісцентні характеристики БГС на основі GaAlAs при різних концентраціях їх активаторів у шарах до та після опромінювання інтегральними потоками  $\gamma$ -квантів від  $10^{16}$  квант/см<sup>2</sup> до  $10^{18}$  квант/см<sup>2</sup>. При  $\gamma$ -опромінюванні зменшується інтенсивність електролюмінісценції БГС. Особливо суттєво падає інтенсивність довгохвильової смуги випромінювання, що пов'язано із перевипромінюванням фотонів у  $p_1$  - шарі. Співвідношення швидкостей деградації короткохвильової та довгохвильової смуг свідчить про те, що швидкість радіаційного введення безвипромінювальних центрів в Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As при  $x = 0,3...0,6$  приблизно постійна, а зміною коефіцієнту оптичних втрат у БГС можна знехтувати. Це можна використовувати для розрахунку радіаційної стійкості БГС із повторним випромінюванням фотонів.

Деградація досліджуваних випромінювачів може бути обумовлена зміною співвідношення між випромінювальною та безвипромінювальною компонентами струму у р-п-переходах, а також зміною часу життя електронів в активній зоні СВД. Закономірності деградації випромінюючих діодів, що спостерігались, якісно та кількісно можна пояснити із врахуванням дрейфу заряджених дефектів.

Отримані дані із зміни електричних та електролюмінісцентних характеристик СВД на основі БГС при  $\gamma$ -опромінюванні свідчить про зменшення радіаційної стійкості даних світлодіодів.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Вікулін І.М., Ірха В.І. Безвипромінювальна рекомбінація у випромінювальних р-п-переходах. Обзор з електронної техніки, Одеса, 1996. 47 с.
- [2] Берг А., Дін П. Світлодіоди. М.; Мир, 1979. 686 с.
- [3] Ірха В.І. Деградація електролюмінісценції багат шарових гетероструктур під дією іонізуючого випромінювання. Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. 2017. № 2. С. 5–11.
- [4] Ірха В.І. Радіаційна деградація світловипромінюючих діодів із перевипромінюванням фотонів. Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. 2018. №1. С. 152–158.

## МЕТОДИ ТЕМПЕРАТУРНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ДАТЧИКІВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ В ЦИФРОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

Кононенко О. А.<sup>1</sup>; Горбачов В. Е.<sup>2</sup>

1 – здобувач вищої освіти другого рівня, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса, Україна

2 – к.т.н., доцент кафедри ПФ та НМ, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса, Україна

*Анотація* – Експериментально досліджено можливість збільшення чутливості датчиків магнітного поля за рахунок комбінації в одній схемі датчика чутливих елементів з протилежною полярністю. В роботі розглядається конструкція датчика на основі мостової схеми. Експериментально підтверджено, що при використанні в мостовій схемі чотирьох полярних магнітних діодів замість двох неполярних виходить більш термостабільний і радіаційно більш стійкий датчик з більшою чутливістю. Описані прилади можуть бути використані в якості ефективних датчиків магнітного поля в цифрових сенсорних мережах.

*Ключові слова* – магнітна чутливість, магнітний діод, магніотранзистор, сенсор з частотним виходом, термостабільність, радіаційна стійкість.

## METHODS OF TEMPERATURE STABILIZATION OF MAGNETIC FIELD SENSORS IN DIGITAL SENSOR NETWORKS

Kononenko A. A.<sup>1</sup>, Gorbachev V. E.<sup>2</sup>

1 – Master's student, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

2 – PhD, Docent, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

*Abstract* – The possibility of increasing the sensitivity of magnetic field detectors due to the combination of sensitive elements with opposite polarity in one circuit of the device has been experimentally investigated. The paper considers the design of the detector based on the bridge circuit. It has been experimentally confirmed that when four polar magnetic diodes are used in the bridge circuit, a more thermostable and radiation-resistant sensor with greater sensitivity is obtained instead of two non-polar ones. The described devices can be used as effective magnetic field sensors in digital sensor networks.

*Keywords* – magnetic sensitivity, magnetic diode, magnetotransistor, frequency output sensor, thermal stability, radiation resistance.

Магніточутливі прилади знайшли широке застосування як в мережах виконавчих пристроїв в якості безконтактних перемикачів, безколекторних електродвигунів постійного струму, так і в сенсорних мережах в якості електронних компасів [1], систем оперативної та довготривалої пам'яті [2], датчиків різних величин (тиску, переміщення, частоти обертів валу і т.п.), в системах електронного запалювання автомобілів. В даний час розроблені понад високочутливі магнітоелектричні датчики [3] і резонаторні датчики [4], однак, в цих конструкціях використовується спеціальні композитні матеріали, а їх виготовлення вимагає ювелірної точності, тому такі датчики є досить дорогими. Разом з тим, сучасний розвиток цифрових сенсорних мереж Інтернету речей висуває особливі вимоги до датчиків: вони не тільки повинні мати достатню чутливість і споживати мало енергії, але і бути недорогими. Тому до цих пір найпоширенішим датчиком магнітного поля є датчик Холла [5, 6]. Можливість

проводити моніторинг в самих важкодоступних місцях і в екстремальних умовах – основне завдання сучасних сенсорних мереж, тому при конструюванні детекторів для таких мереж велика увага приділяється температурної стабільності та радіаційної стійкості приладів [7].

Метою цієї роботи є підвищення ефективності та стійкості до зовнішніх впливів напівпровідникових інжекційних сенсорів магнітного поля за рахунок комбінації в одній електричній схемі декількох магніточутливих елементів, які мають різну чутливість до різних зовнішніх впливів.

Магнітодіоди (МД) є одними з найпростіших і недорогих типів магніточутливих напівпровідникових приладів, які застосовуються і в даний час [8]. Звичайний МД являє собою  $p+n$ -перехід з довгою базою  $n$ -типу провідності, і серійно випускаються прилади типу КД301 які є слабо полярними. Для отримання полярного датчика магнітного поля можна використовувати МД, по конструкції близькі до промислових типу КД301, але на одній з бічних поверхонь бази яких розташована  $s$ -область з високою швидкістю рекомбінації інжекттованих носіїв заряду [9] (рис. 1).

При включенні такого МД в пряму напрямку інжекттовані з  $p+n$ -переходу дірки розділяються на два потоки: один до  $s$ -області, де дірки рекомбінують з електронами, а другий до омичному контакту  $n$ -бази. Опір МД повністю визначається концентрацією дірок заповнюють базу, довжина якої вибирається рівною довжині дифузії дірок.

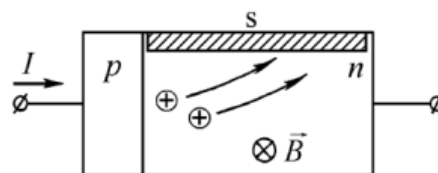


Рисунок 1 – Структура полярного МД

При роботі в якості датчика магнітного поля через МД пропускається струм  $I$  і вимірюється падіння напруги на ньому

$$U = I (R_0 \pm \Delta R), \quad (1)$$

де  $R_0$  – опір МД при індукції магнітного поля  $B = 0$ , а  $\Delta R$  – зміна опору в зовнішньому магнітному полі перпендикулярного до току напрямку. При прямому напрямку магнітного поля від спостерігача  $\oplus B$  (рис. 1) на інжекттовані дірки діє сила Лоренца, що відхиляє їх в сторону  $s$ -області, де вони рекомбінують на поверхневих станах. Відповідно, концентрація дірок в базі зменшується, а її опір збільшується, що відповідає знаку «плюс» в (1). При зворотній полярності магнітного поля до спостерігача  $\odot B$  потік дірок буде відхилятися від  $s$ -області до омичному контакту  $n$ -бази, швидкість рекомбінації знизиться і опір бази зменшується, а у формулі (1) знак «плюс» змінюється на «мінус». Магнітна чутливість характеризується величиною  $\gamma = \Delta U / \Delta B$ .

В мостових схемах вимірювань зазвичай використовуються тільки один чутливий елемент [8]. Великою перевагою МД в порівнянні з магніторезисторами є те, що на них може бути побудований вимірювальний міст з чотирма чутливими елементами. Для цього найбільш підходять полярні МД, опір яких при одній полярності магнітного поля збільшується, а при протилежному зменшується. На рис. 2 представлена схема такого магніточутливого сенсора.



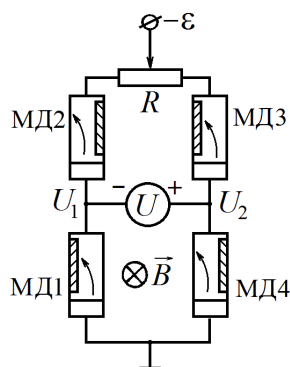


Рисунок 2 – Мостова схема сенсора з чотирьох полярних МД

Такий спосіб поліпшення характеристик датчика за рахунок комбінування декількох сенсорних елементів з протилежним знаком чутливості вже був використаний нами в попередній роботі [10] для детектора радіації.

При відсутності магнітного поля опір всіх МД є однаковим і напруга в діагоналі моста  $U = 0$  (змінний резистор служить для точної установки нуля).

При включенні магнітного поля зазначеної на рис. 2 полярності потік інжектованих дірок в базу МД1 і МД3 відхиляється в сторону  $s$ -області і їх опір зростає. В іншій парі МД-2 і МД4 потік дірок відхиляється від  $s$ -області і їх опір зменшується. Струм в кожній вертикальній парі МД практично не залежить від магнітного поля

$$I = \varepsilon / (2R_0), \quad (2)$$

так як збільшення опору одного МД практично повністю компенсується зменшенням опору другого МД. Як впливає з (1)  $U_1 = I (R_0 + \Delta R)$ ,  $U_2 = I (R_0 - \Delta R)$ , тоді покази вольметра

$$U = U_1 - U_2 = 2 I \Delta R = \varepsilon \Delta R / R_0, \quad (3)$$

Як видно з (3), напруга  $U$  зростає зі збільшенням зміни опору МД в магнітному полі  $\Delta R$ . При зворотному напрямку магнітного поля полярність напруги  $U$  змінюється на протилежну.

Сенсор з двох пар МД з протилежним знаком магнітної чутливості має дві істотні переваги. По-перше, високою стабільністю нуля при  $B = 0$ , так як при будь-яких зовнішніх впливах, наприклад, коливаннях температури, опір  $R_0$  всіх чотирьох МД змінюється однаково. По-друге, на вихідну напругу менше впливають різні види іонізуючого опромінення. При опроміненні напівпровідників найбільш сильно змінюється їх питомий опір, що в даному випадку призводить до однакової зміни як  $R_0$ , так і  $\Delta R$  всіх чотирьох МД. Тому їхнє відношення, а значить і вихідний сигнал мостового сенсора значно менш чутливий до опромінення, ніж сигнал сенсора на основі одного або пари МД. Очевидно, що, як і при використанні будь-яких мостових схем вимірювань, залишається необхідна процедура вибірки чутливих елементів з однаковим температурним та радіаційним коефіцієнтом.

При експериментальних дослідженнях чутливості сенсорів на основі мостової схеми з чотирьох полярних МД при різних температурах і після впливу радіаційного опромінення використовувалися лабораторні зразки полярних МД по конструкції близькі до промислових МД типу КД301, але з додаванням області з підвищеною швидкістю рекомбінації. Здійснювався підбір елементів моста з однаковими температурними коефіцієнтами.

Вихідна характеристика сенсора на основі мостової схеми з чотирьох полярних МД є лінійною в межах від 0 до 0,1 Тл.

Магнітна чутливість таких мостових сенсорів в магнітних полях до 0,1 Тл при напрузі живлення  $\varepsilon = 10$  В виявилася 97 В / Тл, а при  $\varepsilon = 30$  В – 208 В / Тл, що на порядок вище, ніж у сенсорів на одному МД типу КД301. Це досягається за рахунок використання чотирьох чутливих МД і наявністю у них області з високою швидкістю рекомбінації.

Експерименти показали, що вплив зовнішніх впливів на сенсор з чотирма чутливими МД виявилось значно слабкіше, ніж на один МД. Згідно з даними експерименту в діапазоні температур від 0 до 60 °С магнітна чутливість змінюється не більше ніж на 1,5%. Також експериментально було встановлено, що після опромінення зразків сенсорів гамма-квантами  $\text{Co}^{60}$  вихідний сигнал не змінювався аж до потоків  $10^7$  Р, на відміну від сенсора з двома МД, при таких дозах опромінення вихідний сигнал змінюється більш, ніж на 10%.

Таким чином, якщо використовувати в мостовій схемі вимірювань дві пари полярних магнітодіодів, виходить не тільки збільшення чутливості датчика, а й підвищення його термостабільності і радіаційної стійкості.

Описані прилади можуть бути використані в якості сенсорів магнітного поля в цифрових сенсорних мережах, оскільки в їх конструкції використовується тільки стандартна елементна база, і вони легко інтегруються в цифрові мережі, вельми енергоефективні, мають підвищену термостабільність і радіаційною стійкістю.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] V. S. Luong, N. A. Tuan, N. A. Tue. "Exchange Biased Spin Valve-Based Gating Flux Sensor," *Measurement*, vol. 115, pp. 173–177, 2018. DOI: 10.1016/j.measurement.2017.10.038.
- [2] Y. Jibiki, M. Goto, M. Tsujikawa, et al. "Interface resonance in Fe/Pt/MgO multilayer structure with large voltage controlled magnetic anisotropy change," *Applied Physics Letters*, vol. 114, no. 8:082405, 2019. DOI: 10.1063/1.5082254.
- [3] M. I. Bichurin. V. M. Petrov. R. V. Petrov. A. S. Tatarenko "Magnetolectric Magnetometers." in: Grosz A., Haii-Sheikh M., Mukhonadvav S. (eds) *High Sensitivity Magnetometers. Smart Sensors, Measurement and Instrumentation*. vol. 19, Cham: Springer, 2017. pp 127–166. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-34070-8>.
- [4] J. Ding, L. Huang, G. Luo, et al. "A resonant microcantilever sensor for in-plane multi-axis magnetic field measurements," *Journal of Micromechanics and Microengineering*, vol. 29, no. 6:065010, 2019. DOI: 10.1088/1361-6439/ab18ed.
- [5] R. Singh, Z. Luo, Z. Lu, et al. "Thermal stability of NDR-assisted anomalous Hall effect based magnetic device," *Journal of Applied Physics*, vol. 125, no. 20:203901, 2019. DOI: 10.1063/1.5088916.
- [6] Y. Zhang, Q. Hao, G. Xiao "Low-Frequency Noise of Magnetic Sensors Based on the Anomalous Hall Effect in Fe-Pt Alloys," *Sensors*, vol. 19, no. 16:3537, pp. 1–6, 2019. DOI: 10.3390/s19163537.
- [7] R. Singh, Z. Luo, Z. Lu, et al. "Thermal stability of NDR-assisted anomalous Hall effect based magnetic device," *Journal of Applied Physics*, vol. 125, no. 20:203901, 2019. DOI: 10.1063/1.5088916.
- [8] V. S. Luong, N. A. Tuan, Q. K. Hoang "Resolution Enhancement in Measuring Low-frequency Magnetic Field of Tunnel Magnetoresistance Sensors with AC-Bias Polarity Technique," *Measurement*, vol. 127, pp. 512–517, 2018. DOI: 10.1016/j.measurement.2018.06.027.
- [9] Викулин И. М.; Викулина Л. Ф.; Горбачев В. Э. *Магниточувствительные приборы для сенсорных и исполнительных сетей «Интернета вещей»*. М.: Русайнс, 2019. 156 с. ISBN: 978-5-4365-3465-7. <https://www.book.ru/book/933793>.
- [10] Викулин И. М., Горбачев В. Э., Назаренко А. А. "Радиационно чувствительный детектор на основе полевых транзисторов" *Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника*, Т. 60, № 9, с. 515–520, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20535/S0021347017090035>.

## ТЕСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ЕЛЕКТРОННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Любимов А.Я.<sup>1</sup>, Кудряшов В.О.<sup>2</sup>, Ломенко Д.С.<sup>3</sup>

1- старший викладач, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса, Україна

2 - старший викладач, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса, Україна

3 – студент, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса, Україна

*Анотація* – Стаття присвячена методиці тестування електронних компонентів за допомогою електронної навантаження. У статті вказано принципи методу тестування, описані основні технічні характеристики застосовуваних пристроїв.

*Ключові слова* – інтерфейс USB, гаджети, USB кабелі, USB тестер, електронне навантаження, акумулятор.

## TESTING OF ELECTRONIC COMPONENTS WITH THE HELP OF INTELLECTUAL ELECTRONIC LOADING

Lyubimov A.Y.<sup>1</sup>, Kudriashov V.O.<sup>2</sup>, Lomenko D.S.<sup>3</sup>

1- senior Lecturer, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

2 - senior Lecturer, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

3 - student, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

*Abstract* - The article is devoted to methods of testing electronic components using electronic load. The article indicates the principle of the testing method, describes the main technical characteristics of the devices used.

*Keywords* - USB interface, gadgets, USB cables, USB tester, electronic load.

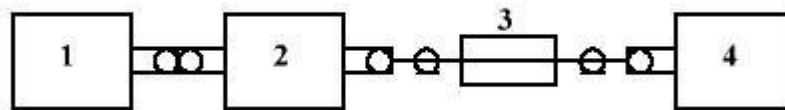
Сучасний рівень електронних компонентів є основою для створення образів нової електронної, мікропроцесорної техніки що дає імпульс для розвитку високотехнологічних галузей промисловості та інших секторів економіки. Популярність інтерфейсу USB обумовлена його універсальністю - інтерфейс дозволяє передавати дані та забезпечити живлення пристроїв по одному кабелю.

Новий варіант інтерфейсу ( USB Power Delivery ) здатний передавати до 100 Вт потужності для забезпечення швидкісного заряду, які потребують користувачів для своїх пристроїв, підтримує вимоги до швидкісного обміну даними, стає типовим для все більш широкого та різноманітного спектру застосування в секторах ринку.

Він може заряджати не тільки телефон і мобільні пристрої, але і персональний комп'ютер, побутову техніку і навіть промислове обладнання зі споживанням до 100 Вт. Але практично іноді зарядка телефонів, гаджетів проходить дуже довго. Пояснюється це тим, що у всіх гаджетах стоять Li-Ion / Li-Pol акумулятори, яким для повного заряду необхідно подавати 4,2V-4,4V, тому якщо напруга на вході зарядного модуля у гаджета (після кабелю) нижче за це значення, зарядка може не включитися.

Пояснити це можна тим, що опір провідника обернено пропорційне площі його поперечного перерізу, тобто. З метою економії виробники можуть використовувати тонкі дроти, та ще не з міді або алюмінію, а з незрозумілих дешевих сплавів, опір яких може відрізнятись в рази від опору міді і алюмінію. На проводах з високим опором більше падіння напруги. По напрузі контролер заряду в смартфоні вирішує, який струм можна безпечно брати з джерела, щоб не перевантажити його чи не спалити дроти. У підсумку з поганими кабелями час зарядки смартфона може помітно збільшитися [1].

Для тестування кабелів рекомендується метод з використанням електронного навантаження. Тестування мікро USB кабелів живлення здійснюється за схемою з'єднання пристроїв, наведеної на рисунку 1.



1 - джерело живлення; 2 - USB тестер; 3 - кабель що тестується; 4 - електронне навантаження

Рисунок 1 - Схема з'єднання пристроїв для тестування кабелю

В схемі застосовується джерело постійної напруги **1** з фіксованими даними по напрузі і струму, яке призначене для зарядки гаджетів і інших пристроїв.

USB тестер **2** (UM34C) призначен для тестування різних гаджетів, кабелів, блоків живлення, а також перевірки деяких функцій. Пристрій досить функціональний і має наступні основні характеристики:

- діапазон робочої напруги 4V-24,00V (дозвіл відхилення напруги 0,01V, похибка  $\pm 0,5\%$ );
- діапазон робочого струму 0-4,000A (дозвіл відхилення струму 0,001A, похибка  $\pm 0,8\%$ );
- діапазон вимірювання ємності заряду 0-99,999 Ah;
- діапазон вимірювання енергії - 0-99,999 W;
- діапазон вимірювання часу - 0-99 годин і 59 хв. і 59 сек.

Кабель що тестується **3** - це можуть бути кабелю micro USB Earldom, microUSB-кабель Nokia, microUSB Huawei і USB Type-C.

На практиці широко застосовуються електронні навантаження **4** для тестування і перевірки по постійному струму: практично всіх видів акумуляторів, повербанків, якісних кабелів, джерел живлення постійного струму, автомобільних USB – зарядних пристроїв і тому подібне.

До інтелектуальних малопотужних електронних навантажень, на потужність 25 Вт, 35 Вт, можна віднести електронні навантаження RUIDENG LD25, HD 35, в яких використовується контроль температури. До інтелектуальних потужних електронних навантажень на потужність 150 Вт можна віднести Juwei на 150 Вт. Всі електронні навантаження мають порти з

входами USB-A, microUSB, micro USB і Type - C і цифровий екран, на якому присутній рядки напруги, струму, потужності, опір, лічильник ємності, лічильник енергії, лічильник температури транзистора [2].

Принцип визначення якості кабелю полягає в порівнянні падіння напруги при однаковому навантаженні до і після кабелю. На початку слід зібрати схему без кабелю, що тестується, тобто підключити тестер USB до джерела струму, а до нього підключити електронне навантаження. На електронному навантаженні слід встановити мінімальне значення струму, наприклад 0,1 А і по тестеру USB зафіксувати значення напруги на виході джерела живлення, наприклад 5.02 В.

Не змінював струм навантаження включаємо кабель між тестером USB і електронним навантаженням і фіксуємо значення напруги на електронному навантаженні, наприклад стало 5,02 В. Потім послідовно збільшуємо значення струму на електронному навантаженні до максимального струму для даного кабелю, наприклад до 3 А, і фіксуємо напругу на електронному навантаженні. Наприклад при тестуванні кабелю microUSB-кабель Nokia довжиною 1метр, напруга зменшилася до 4,59 В., при тестуванні кабелю microUSB-кабелю довжиною в 1 метр, напруга зменшилася на 3,54 В

Звідси можна зробити висновок, що в кабелі microUSB-кабель Nokia зміни величини напруги становить 0,43 В, а в кабелі microUSB-кабелю зміна напруги становить 1,48 В. Кабель microUSB має високий опір, і отже буде більше падіння напруги на ньому і менше зарядний струм і більший час заряду гаджета. Кабелі з тонкими проводами всередині мають дуже великий опір і при підключенні навантаження, наприклад, смартфона або планшета, мають велике падіння напруги, в результаті чого або відмовляються заряджатися, або заряджаються низьким струмом. Все це прямо впливає на час заряду.

Для тестування акумуляторних батареї, повербанков, автомобільних USB – зарядних пристроїв, слід акумуляторну батарею підключити, короткими проводами, паралельно до входів електронного навантаження, включити електронне навантаження. На екрані електронного навантаження висвічується напруга акумуляторної батареї і значення струму, а також інші параметри (потужність, опір, лічильник ємності, лічильник енергії, лічильник температури транзистора). Поступово слід збільшувати струм розряду і стежити за напругою на акумуляторі. Як тільки напруга на акумуляторної батареї досягне мінімального значення, електронна завантаження відключається і на екрані електронного навантаження висвічується ємність і енергія акумуляторної батареї. [3].

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.:Питер, 2001. – с. 123 – 132.
- [2] Инструкция для USB интеллектуального триггера электронной нагрузки. - Модель: HD25/HD35[Електронний ресурс]/ Режим доступа <https://aliexpress.ru> > item.
- [3] Электронная нагрузка для тестирования аккумуляторов. [Електронний ресурс]/ Режим доступа <http://beegreen.com.ua> > elektronne- navantazhennja-dlj.

## РОЛЬ ГЛИБОКИХ РІВНІВ У ДЕГРАДАЦІЇ СВІТЛОДІОДІВ

Ірха В.І.<sup>1</sup>; Кукулян Р.Р.<sup>2</sup>; Лібрик Д.І.<sup>3</sup>; Озімко В.І.<sup>4</sup>

1 – к.ф.-м.н., доцент, в.о. зав.каф. ПФТаНМ, ДУІТЗ, Одеса, Україна

2 – магістрант ДУІТЗ, Київ, Україна

3 – магістрант ДУІТЗ, Київ, Україна

4 – магістрант ДУІТЗ, Київ, Україна

*Анотація* – Проведено дослідження впливу глибоких рівнів на електролюмінесценцію світловипромінюючих діодів на основі GaAlAs та GaAsP. Отримані статистичні дані про їх деградацію. Отримані дані про вплив тренування струмом на інтенсивність випромінювання світлодіодів. Виміряні параметри домішкових центрів у р-п-переходах.

*Ключові слова* – Світлодіод, деградація, глибокі рівні, електролюмінесценція, безвипромінювальна рекомбінація, носії заряду.

## THE ROLE OF DEEP LEVELS IN LED DEGRADATION

Irkha V.I.<sup>1</sup>; Kukulyan R.R.<sup>2</sup>; Libryk D.I.<sup>3</sup>; Ozimko V.I.<sup>4</sup>

1 – Ph.D., Associate Professor, head of department APh and NM, SUITC, Odessa, Ukraine

2 – master of SUITC, Kyiv, Ukraine

3 – master of SUITC, Kyiv, Ukraine

4 – master of SUITC, Kyiv, Ukraine

*Abstract* – A study of the effect of deep levels on the electroluminescence of light-emitting diodes based on GaAlAs and GaAsP. Statistics on their degradation are obtained. The data on the influence of current training on the intensity of LED radiation are obtained. Measured parameters of impurity centers in p-n junctions.

*Keywords* – LED, degradation, deep levels, electroluminescence, non-radiative recombination, charge carriers.

Деградація світловипромінюючих діодів (СВД), тобто поступова зміна інтенсивності випромінювання, зменшує їх час життя. Крім того, необхідність врахування дрейфу параметрів СВД приводить до ускладнення електронних пристроїв, в яких СВД використовуються в якості функціональних елементів.

Літературні дані та результати наших минулих досліджень показали, що існує декілька механізмів деградації СВД, які пов'язані із змінами механізму проходження струму через р-п-перехід, так і ймовірністю випромінювальної та безвипромінювальної рекомбінації неосновних носіїв заряду у квазінейтральних областях кристалу [1].

Структура р-п-переходу СВД, а також технологічні фактори суттєво впливають на характер деградаційних процесів.

Сьогодні дослідження механізмів деградації СВД ведуться у трьох напрямках:

- 1) розробка кількісної теорії різноманітних механізмів деградації;
- 2) вивчення впливу різноманітних технологічних факторів та зовнішніх впливів на деградаційні процеси;
- 3) вивчення закономірностей деградації конкретних напівпровідникових структур, пов'язаних із розробкою нових світловипромінюючих пристроїв.

Р-п-переходи на основі GaAlAs та GaAsP використовуються для створення СВД та широко використовуються в оптоелектроніці. Ефективність електролюмінесценції даних р-п-переходів, особливо при низьких рівнях інжекції, суттєво обмежується безвипромінювальною рекомбінацією носіїв заряду через глибокі рівні. Найбільш важливим як із наукової точки зору, так і для знаходження шляхів підвищення ефективності електролюмінесценції р-п-переходів, є питання про природу глибоких рівнів, які служать основним каналом безвипромінювальної рекомбінації в GaAlAs та GaAsP [2, 3]. Вирішення цього питання необхідне також для підвищення строку служби світловипромінюючих діодів та лазерних діодів.

У літературі є припущення про зв'язок указаних рівнів із власними та домішковими точечними дефектами напівпровідників групи АЗВ5 [2-4], а також із дислокаціями. Але експериментальних даних недостатньо для відповіді на питання про природу глибоких рівнів, які відповідають за безвипромінювальну рекомбінацію у квазінейтральних областях та збідненому шарі р-п-переходів, про механізм процесів, які приводять до появи даних рівнів у р-п-переходах.

Нами вивчалися параметри глибоких рівнів у р-п-переходах на основі GaAlAs та GaAsP, а також зміни характеристик р-п-переходів при різноманітних способах генерації глибоких рівнів.

В роботі проведено дослідження деградації указаних СВД. Отримані статистичні дані про деградацію GaAsP-світлодіодних матриць протягом 2000 годин. Вивчені основні характеристики випромінювання GaAsP-гетеросвітлодіодів у червоній та інфрачервоній областях спектру. Отримані дані про вплив струмового тренування на інтенсивність випромінювання СВД на основі GaAlAs у двох спектральних полосах. При пропусканні прямого струму через СВД відбувається монотонне збільшення концентрації домішкових центрів на неоднорідностях р-п-переходів СВД. Накопичення домішкових центрів у р-п-переходах та, особливо, на їх неоднорідностях приводять до збільшення безвипромінювальних компонент струму, до зменшення квантового виходу електролюмінесценції.

Вивчення вольтфарадних характеристик р-п-переходів на основі GaAlAs та GaAsP показало, що у квазінейтральних областях поблизу збідненого шару концентрація електрично активних домішкових центрів лінійно залежить від координати. У наших р-п-переходах виявлені компенсовані шари.

Одночасне вивчення прямих вольт амперних характеристик GaAsP р-п-переходів та люменамперних характеристик електролюмінесценції показало, що основний внесок у її величину вносить компонента, що пов'язана із рекомбінацією носіїв заряду в збідненому шарі р-п-переходу. Дана компонента струму безвипромінювальна. Квантовий вихід люмінесценції СВД на основі GaAsP у робочій області густин струму прямо пропорційний струму через р-п-перехід. Це свідчить про зв'язок випромінювання із рекомбінацією носіїв заряду, інжектованих у квазінейтральну область р-п-переходу, при незалежності від рівня збудження відношення ймовірностей випромінювальної та безвипромінювальної рекомбінації.

Із аналізу вольтамперних характеристик р-п-переходів на основі GaAlAs випливає, що при малих зміщеннях величина струму пов'язана із рекомбінацією електронів та дірок, що інжектовані у компенсований шар. Ця компонента струму безвипромінювальна, про це свідчить різке зниження квантового виходу випромінювання при зменшенні величини зміщення, коли дана компонента струму переважає. Безвипромінювальна компонента струму із ростом температури росте сильніше ніж випромінювальна. Тому нахил люменамперної характеристики електролюмінесценції у подвійному логарифмічному масштабі росте при підвищенні температури.

У роботі встановлено, що залежність величини квантового виходу електролюмінесценції від тривалості проходження струму через СВД на основі GaAlAs якісно така сама, як і для GaAsP.

Виміряні параметри домішкових центрів у досліджуваних р-п-переходах методом термостимульованих та залишкових струмів [5]. Отримано, що при проходженні прямого струму відбувається монотонне збільшення концентрації домішкових центрів у р-п-переходах та, особливо, на їх неоднорідностях приводить до збільшення безвипромінювальної компоненти струму, а це в свою чергу – до зменшення квантового виходу електролюмінесценції

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Вікулін І.М., Ірха В.І. Безвипромінювальна рекомбінація у випромінювальних р-п-переходах. Обзор з електронної техніки, Одеса, 1996. 47с.
- [2] Ірха В.І., Марколенко П.Ю. Глибокі рівні в р-п-структурах на основі GaAsP. Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. 2020. № 2. С.17-24.
- [3] Ірха В.І., Марколенко П.Ю. Деградація оптичних излучателейна основе GaAlAs–структур. 72 науч-техн конф ОНАС им О.С. Попова, 13–15 декабря: тезисы доклада, Одесса, 2017. ч. 1. С. 10 –11
- [4] Ірха В.І., Марколенко П.Ю., Марколенко Т.Д. Влияние движения примесных ионов на стабильность светодиодов. Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. 2020. № 1. С. 101 – 107.
- [5] Ірха В.І., Старенький І.В., Юр'єва О.В. Методи термостимульованих струмів для дослідження домішкових центрів у світлодіодах. Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. 2020. № 3. С. 5–11.



## ВАЛІДАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ БЕЗПЕКИ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Єфіменко Н. А.<sup>1</sup>, Банзак О.В.<sup>2</sup>, Банзак Г.В.<sup>3</sup>, Тарасенко С.Н.<sup>4</sup>

1 – д. е. н., професор, завідувач кафедри якості, стандартизації та управління проектами, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси, Україна

2 – д. т. н., професор, завідувач кафедри Стандартизації та оцінки відповідності, Державний університет інтелектуальних технологій та зв'язку, Одеса, Україна

3 – к.т.н., доцент, доцент кафедри Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки, Державний університет інтелектуальних технологій та зв'язку, Одеса, Україна

4 – студент, 306 групи, Державний університет інтелектуальних технологій та зв'язку, Одеса, Україна

***Анотація.** Запропоновано систему валідації автоматизованих інформаційних систем на основі створення документального підтвердження високого рівня безпеки фармацевтичного виробництва. Процес валідації передбачає створення документально оформленої доказової бази, яка з високим ступенем достовірності підтверджує, що той чи інший запланований процес буде неухильно сприяти досягненню намічених конкретних результатів щодо забезпечення безпеки фармацевтичного виробництва.*

***Ключові слова:** фармацевтичне виробництво, валідація, безпека, автоматизовані інформаційні безпеки, документація, якість, лікарські засоби, GMP.*

## VALIDATSIIYA OF AUTOMATED INFORMATION SYSTEMS IN DEPOSITS OF A PHARMACEUTICAL VIROBNITSTVA

Yefimenko N.A.<sup>1</sup>, Banzak O.V.<sup>2</sup>, Banzak G.V.<sup>3</sup>, Tarasenko S.N.<sup>4</sup>

1 – DocEconomic.Sci, professor, professor of department Quality, standardization and project management, Cherkasy national university by Bohdan Khmelnytsky, Cherkasy, Ukraine

2 – DocTec.Sci, professor, head of department of Standardization and conformity assessment, State university of intellectual technologies and communications, Odessa, Ukraine

3 – Cand.Tec.Sci., associate professor, associate professor of the department of metrology and information technology, State university of Intellectual technologies and communication, Odessa, Ukraine

4 – student, 306 groups, State university of intellectual technologies and communications, Odessa, Ukraine

***Annotation.** The system of validation automated information systems has been proponated on the basis of documentary approval of the highest level of pharmaceutical security. The process of validating the transfer of a documented evidence base, as with a high level of reliability, is sufficient to ensure that the process of planning the process will be unacceptable to reach the end of the specific pharmaceutical results without the need for safety.*

***Keywords:** pharmaceutical packaging, valuation, safety, automated information safety, documentation, quality, liquor, GMP.*

На сьогоднішній день актуальним постає вирішення проблеми валідації автоматизованих інформаційних систем в умовах безпеки фармацевтичного виробництва, що, в свою чергу, підвищить якість виготовлення лікарських засобів (ЛЗ).

Накопичений значний науково-практичний досвід в розробці теорії і практики вирішення проблем управління якістю, як вітчизняних, так і закордонних вчених таких, як: Г. С. Брітов, І. Кусельман, Я. М. Малаховські, Г. А. Корнєв, В. Ю. Малікова, С. І. Купцов, М. А. Сібанкулова, С. К. Жетерова,

Т. Б. Байзолданов показав, що в даний час існують об'єктивні чинники, що вимагають створення нових механізмів і методів для якісного проведення валідації автоматизованих інформаційних систем (АІС). Аналіз вітчизняної та міжнародної літератури та нормативної бази з валідації та верифікації показує, що єдиного підходу до складання плану, протоколів і звітів з валідації АІС на сьогодні не існує. Управління валідацією можна вважати циклічним процесом.

В умовах фармацевтичного виробництва поряд з універсальними стандартами ISO 9000 використовуються галузеві стандарти, які враховують специфічні вимоги окремих галузей, таких як GMP.

GMP (Good Manufacturing Practice) – це комплекс стандартів для фармацевтичної промисловості. Цей стандарт призначено для зниження ризику, що існує у використанні будь-яких ЛЗ та не може бути повністю усунений шляхом проведення іспитів готових ЛЗ. Принципи та правила GMP є обов'язковими для всіх країн – членів ЄС.

Керівний принцип GMP полягає в тому, що якість закладається в процес виготовлення ЛЗ, а не тільки проходить перевірку в готовому вигляді. Тому, створюються гарантії того, що ЛЗ не лише відповідає кінцевим технічним умовами, а й того, що він виготовляється відповідно до того ж порядком дій і при тих же умовах щоразу, коли здійснюється його випуск.

Ключовим елементом забезпечення якості та безпеки виробничої системи у фармацевтичній промисловості згідно стандарту GMP являється валідація.

Процес валідації передбачає створення документально оформленої доказової бази, яка з високим ступенем достовірності підтверджує, що той чи інший запланований процес буде неухильно сприяти досягненню намічених конкретних результатів щодо забезпечення безпеки фармацевтичного виробництва. АІС є критичним компонентом безпеки виробничої системи фармацевтичного виробництва і тому має відповідати системі забезпечення якості і бути валідованою [1, 3].

Серія стандартів GxP вимагає від проекту автоматизації фармацевтичних виробництв, задля забезпечення їх безпеки, виконання валідації АІС.

Метою валідації АІС є створення документального підтвердження високого рівня безпеки фармацевтичного виробництва, орієнтуючись, що будь-який алгоритм, механізм, процедура і функція АІС буде постійно приводити до очікуваних результатів, а також підтвердження того, що дана система розроблена з урахуванням відповідних вимог ЕУ. Очікуваний результат можливо досягти шляхом виставлення вимоги до проекту АІС, формування критеріїв прийнятності, на підставі яких буде проводитися верифікація на правильність розробки і повноту виконаних функціональних можливостей системи. Валідація вимагає детальної підготовки і планування різних етапів і стадій. Крім того, вся робота повинна виконуватися в певній послідовності відповідно до чинної нормативної та технічної документації. Відмінною особливістю роботи з валідації є участь фахівців різних підрозділів підприємства і, при необхідності, сторонніх організацій та/або експертів.

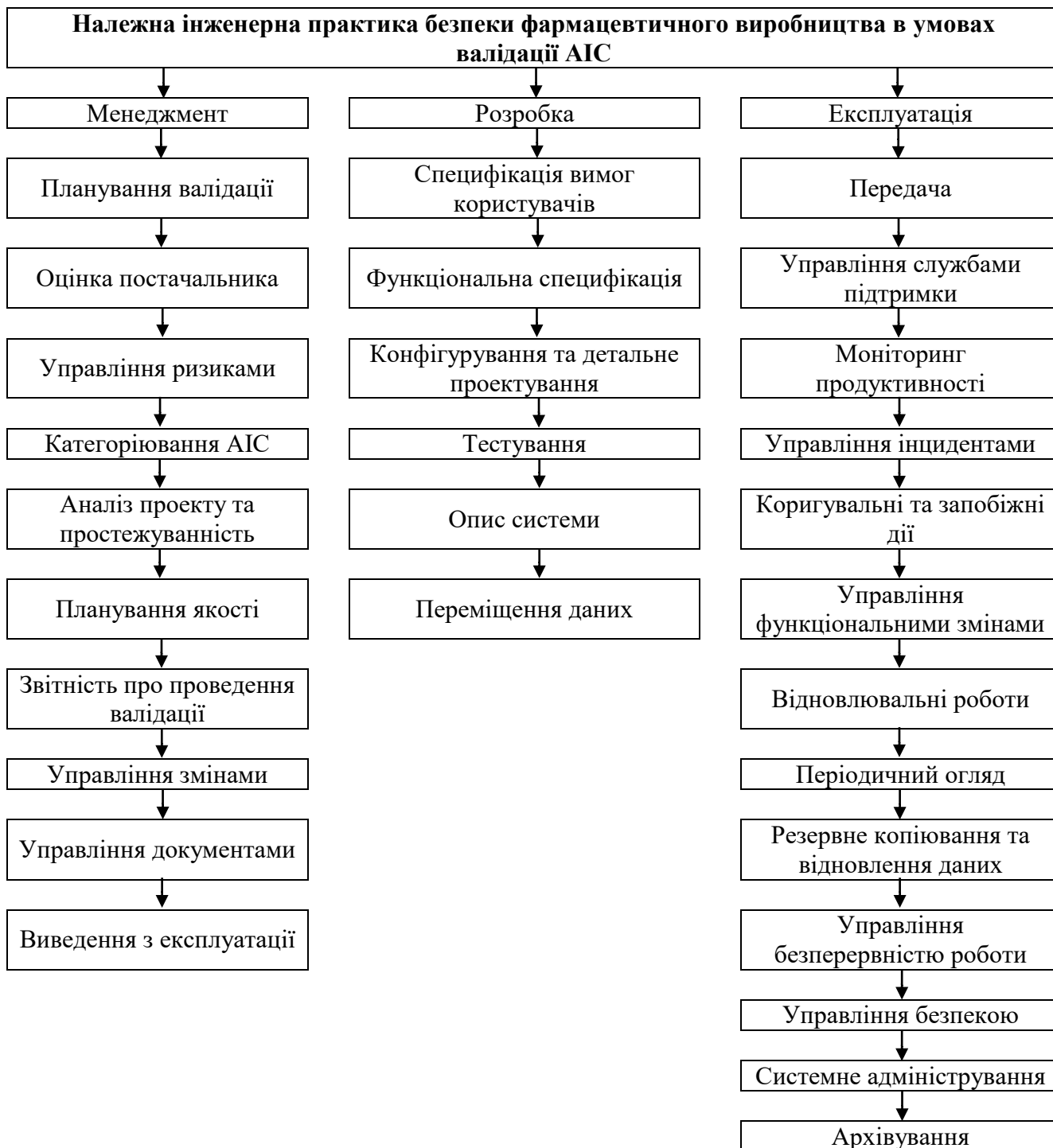


Рис. 1. Схема етапів безпеки фармацевтичного виробництва в умовах валідації АІС згідно належної інженерної практики.

Складність і кількість інформаційних систем продовжує зростати, тому недостатньо показати «уривчастий» підхід до валідації, проведеної тільки на очевидних критично важливих системах задля забезпечення їх безпеки, але повинен бути розроблений всеосяжний і структурований підхід.

Проект валідації АІС повинен включати в себе оцінку та перевірку відповідності системи, орієнтуючись на Настанову «Лікарські засоби належно виробнича практика СТ-Н МОЗУ 42-4.0: 2020», а також 21 CFR Part 11 і ЕС GMP Annex 11. Так, в керівництві FDA [4] валідація визначена як процес

«отримання документованого доказу, який з високим ступенем впевненості підтверджує, що певний процес буде стабільно випускати ЛЗ, відповідний, заздалегідь, встановленим специфікаціям і критеріям якості».

Настанова з якості [1, 2] пропонує наступне визначення: «Валідація: процес отримання доказів відповідно до GMP, що будь-яка процедура, процес, обладнання, матеріал, діяльність або система дійсно надають очікуваний результат. Слід звернути увагу, що в даному визначенні, як і у міжнародному документі, поняття «валідація» розширено і включає концепцію «кваліфікація».

Виходячи із загальноприйнятих підходів до валідації АІС можна виділити 3 етапи до підходу валідації АІС, які включаю в себе окремі процедури (рис. 1).

Висновки: У підсумку варто відзначити, що валідація вимагає детальної підготовки і планування різних етапів і стадій, і їх належного документування. Крім того, вся робота повинна виконуватися в певній послідовності. У зв'язку, з чим необхідно розробити уніфіковані підходи до проведення валідації АІС задля безпеки фармацевтичного виробництва, в яку повинна входити кваліфікація апаратних засобів, при організації управлінського процесу і коректному документуванні основних етапів валідації.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Александров А.В., Люлина Н.В., Барабанова В. Д. Построение интегрированных систем менеджмента фармпредприятия (2 часть). Ремедиум. 2018. №1. – С. 61 – 65.
- [2] Барменков Е.Ю. Обеспечение качества продукции методом валидации процесса аутсорсинга: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.02.23 «Стандартизация и управление качеством продукции»; Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского. Москва, 2012. – 22 с.
- [3] Волкова С.О., Трунов О.М. Дослідження існуючих підходів підвищення якості програмного забезпечення критичного застосування / Волкова С.О., Трунов О.М. Радіоелектронні і комп'ютерні системи. 2018. № 6. – С. 202 – 208.
- [4] Рішняк І.В. Застосування імітаційних моделей для управління ризиками ІТ-проектів. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Теорія і практика. 2010. – №1. – С. 171 – 181.

## ПРОГРАМНИЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ПОШУКУ ПРОБЛЕМНИХ МІСЦЬ У ПРОГРАМНИХ ЗАСОБАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ

Лещенко К.О.<sup>1</sup>; Пригожев О.С.<sup>2</sup>; Лещенко О.І.<sup>3</sup>

1 – студент, магістр кафедри системного програмного забезпечення, інститут комп'ютерних систем, Національний університет «Одеська політехніка», Одеса, Україна

2 – к.т.н., доцент, доцент кафедри системного програмного забезпечення, інститут комп'ютерних систем, Національний університет «Одеська політехніка», Одеса, Україна

3 – к.т.н., доцент, в.о. завідувач кафедри ЕМТ, факультет МАЕ, ДУІТЗ, Одеса, Україна

***Анотація*** – Метою роботи є зменшення часу на пошук проблемних місць у програмному продукті за рахунок графічного інтерфейсу для збору фільтрації, та сортувань логів, що знаходяться на серверах, у файлах розташованих за певною адресою. Технологіями розробки є IntelliJ IDEA, як середовище розробки, мова програмування Java на якій написано основну частину програми, фреймворки Angular за допомогою якого написано фронтенд частину програми, та Spring Framework який спростив написання бекендної частини програми. Як результат роботи виконано програмну реалізацію системи для обробки логів, яка дозволяє виконувати збір, пошук, фільтрацію та сортування логів, що розташовані на певних серверах у файлах, розташованих за певним адресом. Логи можна перевірити у режимі реального часу.

***Ключові слова*** – лог, збір, пошук, фільтрація, файл, сервер, реальний час, фронтенд, бекенд, фреймворк.

## SOFTWARE PRODUCT FOR LOOKING FOR PROBLEM SPACES IN SOFTWARE USING GRAPHIC INTERFACE

Kateryna Leshchenko<sup>1</sup>, Olexander Prygozhev<sup>2</sup>, Oleg Leshchenko<sup>3</sup>

1 – Master of the Department of System Software. State University "Odessa Polytechnic, Odessa, Ukraine

2 – PhD (Eng), Associate Professor of the Department of System Software. . State University "Odessa Polytechnic, Odessa, Ukraine

3 – Ph.D., Associate Professor, acting manager of the Department of EME, Faculty of MAE, SUITT, Odessa, Ukraine

***Abstract*** – The purpose of the work is to reduce the time to find problem areas in the software product due to the graphical interface for collecting filtering and sorting logs located on servers in files located at a specific address. Development technologies are IntelliJ IDEA, as a development environment, Java programming language in which the main part of the program is written, Angular framework with which the frontend part of the program is written, and Spring Framework which simplifies writing the backend part of the program. As a result, the software implementation of the system for processing logs, which allows you to collect, search, filter and sort logs located on specific servers in files located at a specific address. Logs can be checked in real time.

***Keywords*** – log, collection, search, filtering, file, server, real time, frontend, backend, framework.

У статті розглядаються питання пошуку проблемних місць у програмному продукті, що зараз у епоху коли комп'ютери та комп'ютерні програми використовуються на кожному кроці. Зараз комп'ютерні програми спрощують життя людини у кожній сфері і маркетингу, і обслуговування, і транспорту, і медицини, тощо. Але майже завжди люди, що створюють програмні продукти, та ті що використовують потім їх думають по різному. З цього виникає проблема, яка інколи призводить до неправильної роботи усього програмного продукту. Відстежити цю проблему час від часу становиться дуже важко, або

інколи навіть і не можливо. Для цього робота кожного програмного продукту супроводжується логами. Логи – службова інформація, що накопичується під час роботи програмного продукту, та відображає нормальну, або помилкову поведінку системи. Отже, вони показують як те, що програмний продукт працює правильно, так і те що виникла якась проблемна ситуація. Для кращого розуміння правильності роботи програмного продукту зазвичай цих логів дуже багато, отже знайти щось важливе досить складно. Існуючі на сьогоднішній день програми для збору логів потребують вивчення додаткових мов, щоб була можливість швидко працювати з великою кількістю логів.

З вищесказаного можна визначити, що проблемою є складність пошуку проблемних місць у програмному продукті.

Створення даного програмного продукту зможе допомогти і програмісту швидше знаходити проблеми у програмному засобі та виправляти їх для наступної покращеної версії. Тому баги можуть виникати і на етапі створення програмного продукту, хоч їх і вирішення не коштує на стільки ж дорого як і на етапі коли програмний продукт видають замовнику, проте вирішувати їх необхідно також досить швидко.

Тому, актуальність цієї роботи полягає у тому, що створюваний програмний продукт допоможе фахівцям DevOps, що займаються покращенням роботи програмного продукту для користувачів, щоб вона дійсно прискорювала роботу у певній сфері, пришвидшити етап пошуку проблем у програмному продукті.

Метою даної роботи є прискорення пошуку проблемних місць (похибок) у програмному продукті за рахунок графічного інтерфейсу для збору (перенесення з усіх необхідних адрес накопичених даних в даний програмний продукт), фільтрації (це процес визначення найбільш необхідних за часом та рівнем логів), та сортувань (це процес упорядкування логів за однією з трьох необхідних характеристик: час, рівень, текст) логів, що знаходяться на серверах, у файлах розташованих за певною адресою.

Зараз ця проблема вирішується, але потребує витрачення багато часу на вивчення необхідних мов, що допоможуть виконувати, та пришвидшувати пошук необхідних проблемних місць. Отже метрикою буде час.

Жоден з аналогів [1-8], що були взяті для порівняння, не має достатнього механізму для пошуку проблемних місць у програмному продукті за рахунок графічного інтерфейсу. Також, як видно з таблиці, досить мало аналогів мають можливість зберігати логи, а це дуже важливо. Наприклад, при перегляді логів у реальному часі та визначенні проблемної ситуації необхідна можливість зберегти у файл логи, що буде відображати цю ситуацію, а також, інколи і причину її появи.

Проектування програмного продукту. Вимоги до програмного продукту представлені на діаграмі юзкейсів Рис. 1.

Основна ідея продукту – це реалізація фільтрації і сортування логів за різними параметрами: датою, рівнем і тексту, а також вивід логів в реальному часі. Програмний засіб заснован на патерні MVC, DAO і класи моделей виконують роль Model, за перехоплення дій користувачів відповідають

контролери. У кожного з них є своя зона відповідальності, всередині якої, відповідаючи FrontEnd запитам, що надходять.

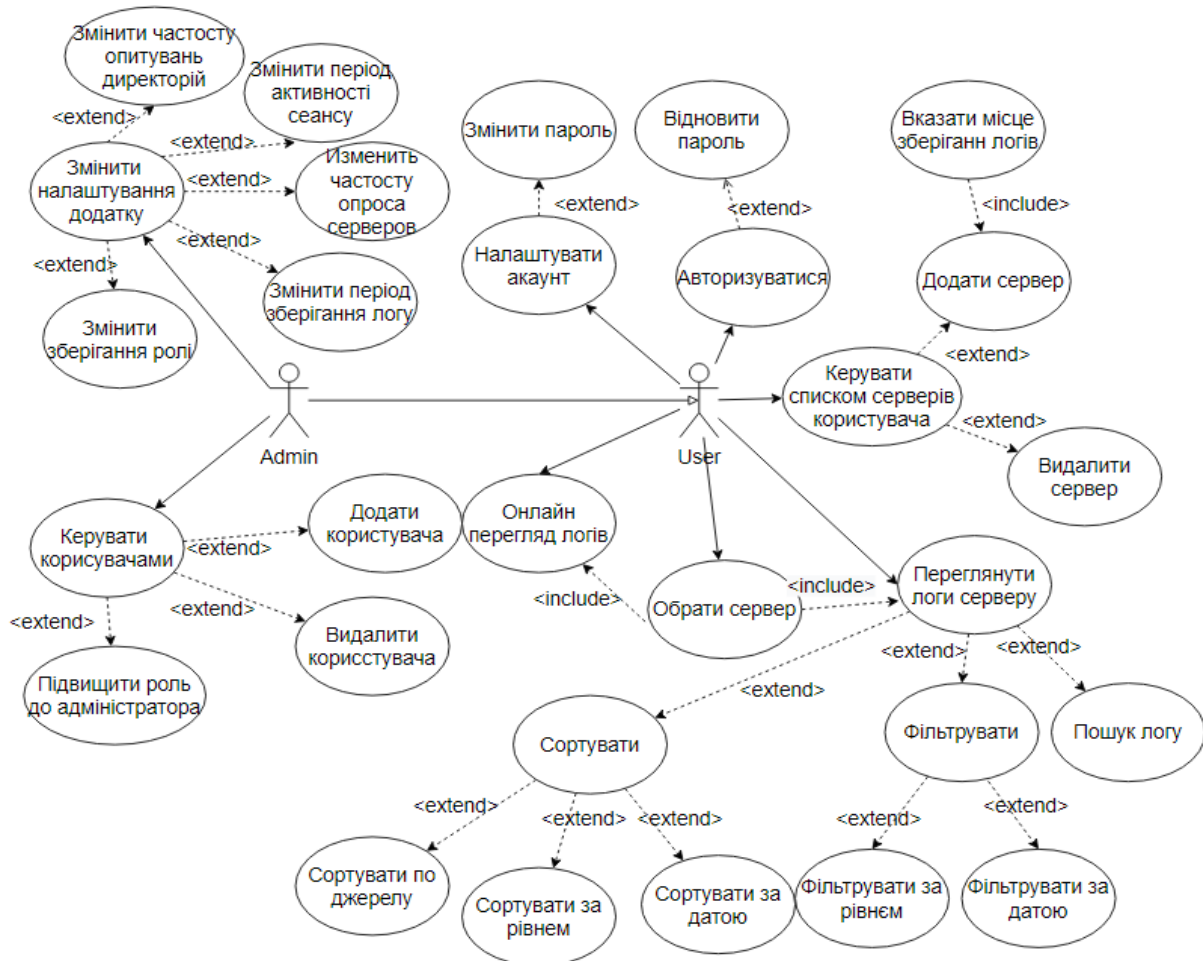


Рис. 1. Вимоги до програмного продукту

Процес збору логів. Збираються всі включені сервера з бази даних, направляються в пул потоків, які опитують сервера. До кожного встановлюється з'єднання. Після чого перебираються всі зазначені директорії і файли. У кожного файлу, є останній зчитаний рядок. Якщо щось з'явилося після цього рядка, то це означає що є нові логи, і тоді проглядаються нові рядки. Потім перевіряється чи є вони придатними під шаблони логами, і вони переводяться з рядка в об'єкт Log. Опитування ділиться на дві частини. Збереження логів, і збереження проміжних станів. Кожен період, заданий адміністраторами, перевіряється результат збору логів. Якщо є нові логи, то вони зберігаються в БД. Далі перевіряється, чи закінчене повністю опитування. Якщо так, то зберігаються і проміжні дані серверів, директорій, файлів і планується нове опитування. Збереження проміжних станів потрібні, щоб якщо під час опитування серверів, сталася помилка, наприклад, з доступом до сервера або директорії, зберегти це в БД.

За новими логами можна спостерігати в реальному часі. Це реалізовано за допомогою патерна Паблішер-Сабскрайбер. За ДАО закріплений слухач, якому після збереження логів, відправляється інформація про них, яку він передає на сокет з'єднання, і далі логи відправляються безпосередньо на Фронт-Енд.

У даному програмному продукті питання безпеки реалізовано на основі технології авторизації JWT. JWT – JSON web token, замість куки для автентифікації використовує токен – json в закодованому вигляді.

Токени створюються сервером, який в подальшому використовує даний токен для підтвердження своєї особи. У токені ми прописуємо дані користувача, такі як ім'я, роль користувача і задаємо дату закінчення нашого токена. Після токен підписується за допомогою секретного ключа і шифрується.

У даному програмному продукті є два типи користувача: Юзер і Адмін, які відрізняються своїми дозволами. Графічний інтерфейс користувача поділено на кілька частин. Основними сторінками програмного продукту є LogView і RealTimeView. LogView дає можливість сортувати і фільтрувати логи користувача. RealTimeView реалізує висновок логів в реальному часі, завдяки сокетсервісу, який використовує патерн паблішер-сабскрайбер.

Для бази даних використовували EAV модель. Модель Сутність-Атрибут-Значення (Entity-attribute-value model) – це модель даних, призначена для опису сутностей, в яких кількість атрибутів (властивостей, параметрів), що характеризують їх, потенційно величезна, але то кількість, яке реально буде використовуватися в конкретній суті, відносно мало [9]. Для бази даних були створені дві процедури. Одна для заповнення тестовими даними, яка застосовувалася під час тестування. І друга, для очищення логів. Яка запускається щодня, і з огляду на поточні настройки, очищає логи.

Структура програмного продукту. Програма збирає логи з серверів і передає їх в базу даних. Користувач може зайти на сайт на якому є можливість: впорядкувати, відфільтрувати логи за рівнем, датою або знайти конкретний лог по тексту. Передбачена можлива перевантаженість бази даних і для чого створено задачу на стороні баз даних – для перевірки логів на те застаріли вони чи ні. У програмі є 2 пула серверів, які підключені і не підключені. Підключення сервера опитується через певний період часу, який задав адміністратор в глобальних налаштуваннях. Для цього використана задача на стороні back-end. Принцип цієї задачі включає в себе перевірку сервера на підключений він чи ні, після цього йде перехід в директорію і відбувається перевірка на наявність нової інформації в файлі. Чи не підключені сервера ми опитуємо через іншу задачу. Адміністратор задає період через який програма перевіряє сервера на можливість підключення до них.



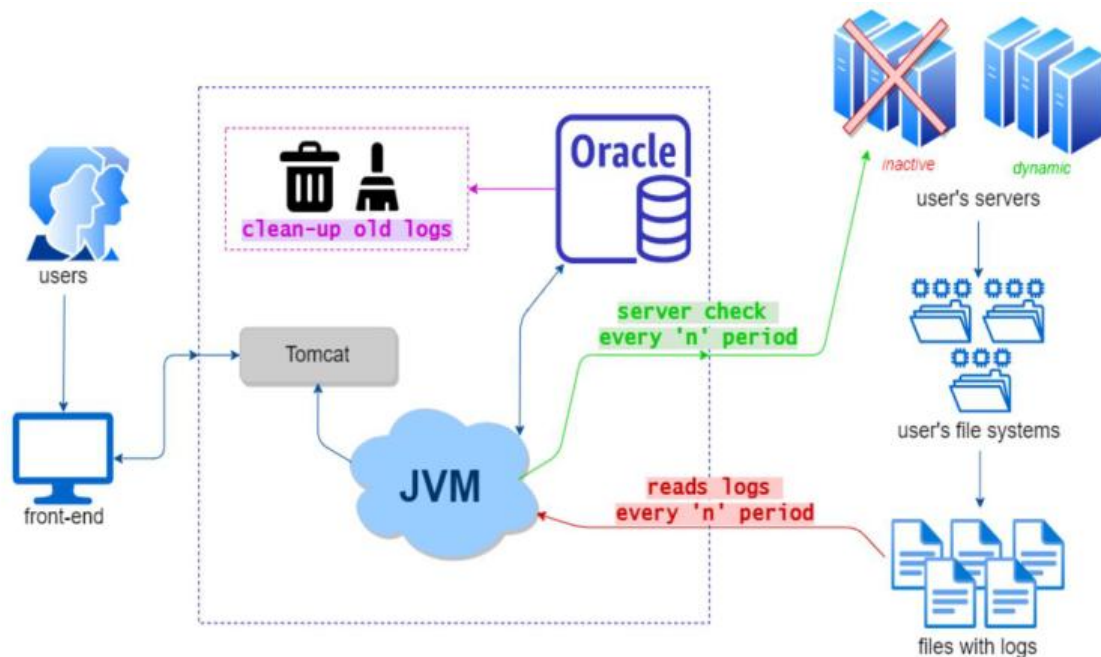


Рис. 2. Структура проекту

Висновки. Робота присвячена аналізу існуючих рішень, проектуванню, та реалізації програмного продукту «Програмний продукт для пошуку проблемних місць у програмних продуктах за допомогою графічного інтерфейсу».

На початковому етапі була визначена мета та актуальність роботи, проведений опис системи та аналіз існуючих аналогів. Основний з яких – Graylog2 описано більш детально. У порівнянні зі створюваним програмним продуктом час на пошук зменшується в середньому у п'ять разів, а тому і процес усунення помилок буде легшим та швидшим. Раніше на пошук необхідних логів потрібно було витратити 20 хвилин. Зараз за допомогою даного програмного продукту, це можна виконувати і за 2 хвилини, тобто швидше майже в 10 разів.

В роботі були визначені функціональні вимоги. Під час визначення функціональних вимог було створено діаграму послідовності, яка відображає основний сценарій роботи програмного продукту. Також створено, та описано Use Case діаграму, на якій можна побачити весь основний функціонал програмного продукту. При проектуванні системи створена діаграма класів, де зазначено основні, найнеобхідніші методи та атрибути. Наступним етапом розроблена базу даних. Визначені усі необхідні таблиці, та описано, що вони у собі зберігають. Також створена схема бази даних, з включенням усіх використаних таблиць, списків, та атрибутів – усі з яких описані. Розроблено структуру програмного продукту.

На наступному етапі визначена ефективність програмного продукту за критерієм Вілкоксона-Манна-Уїтні. Емпіричне значення критерія склало 23,5, а критерій значення – 64. Емпіричне значення менше майже у три рази, що показує необхідність у створенні даного програмного продукту.

## ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Logstash. Сайт розробника. □ Доступне з: <https://www.elastic.co/guide/en/logstash/current/introduction.html> □ [Доступно: Вер, 2021].
- [2] Fluentd. Сайт розробника. □ Доступне з: <https://www.fluentd.org/architecture> □ [Доступно: Вер, 2021].
- [3] Ostorussy. Сайт розробника. □ Доступне з: <https://www.ostorussy.pm/> □ [Доступно: Вер, 2021].
- [4] LOGalyze. Сайт з репозиторієм програмного коду. □ Доступне з: <https://github.com/iNavFlight/inav/wiki> □ [Доступно: Вер, 2021].
- [5] LogPacker. Сайт розробника. □ Доступне з: <https://medium.com/@LogPacker/logpacker-new-log-management-platform-18c66704ca6b> □ [Доступно: Вер, 2021].
- [6] Syslog-ng. Сайт розробника. □ Доступне з: <https://www.syslog-ng.com/> □ [Доступно: Вер, 2021].
- [7] Inav. Сайт з репозиторієм програмного коду. □ Доступне з: <https://github.com/iNavFlight/inav/wiki> □ [Доступно: Вер, 2021].
- [8] Стаття опису Graylog2. □ Доступне з: <https://habr.com/ru/post/132116/> □ [Доступно: Вер, 2021].
- [9] Виталий Сороко, Гродно, belarus. “Использование архитектуры EAV в Opensource-проектах”. □ Доступне з: <https://designpatternsphp.readthedocs.io/ru/latest/More/EAV/README.html> □ [Доступно: Вер, 2021].

## МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕСТАЦІОНАРНОГО СИГНАЛУ

**Братченко Г. Д.<sup>1</sup>, Коптелов В. О.<sup>2</sup>, Смаглюк Г. Г.<sup>3</sup>, Мартинов М. А.<sup>4</sup>**

- 1 – д.т.н., професор кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку (ДУІТЗ), Одеса, Україна
- 2 – аспірант кафедри стандартизації, оцінки відповідності та освітніх вимірювань, ДУІТЗ, Одеса, Україна
- 3 – старший викладач кафедри електроніки та мікросистемної техніки, ДУІТЗ, Одеса, Україна
- 4 – здобувач вищої освіти другого рівня, ДУІТЗ, Одеса, Україна

**Анотація** – В роботі запропонований удосконалений метод вимірювання миттєвої частоти та фази нестационарного сигналу, який є адитивною сумішшю частотно-модульованих (ЧМ) сигналів. Відмінністю методу є виконання локальної узгодженої фільтрації у ковзному вікні спостереження в частотній області окремих складових сигналу для вимірювання миттєвих частот та швидкостей їх зміни. Обмеженням методу є припущення лінійності законів зміни частот сигналів у часовому вікні спостереження. Адаптивне налаштування узгоджених фільтрів виконується окремо для кожної зі складових сигналу з поверненням у часову область та урахуванням налаштувань фільтра у попередньому часовому вікні. Представлені результати математичного моделювання вимірювання параметрів нестационарного сигналу, які ілюструють працездатність запропонованого методу. Метод може знайти застосування при вимірюваннях параметрів нестационарних ЧМ сигналів, наприклад, при відновленні радіозображень в радіолокаційних станціях (РЛС) з інверсним синтезуванням апертури.

**Ключові слова** – частотно-модульований сигнал, вимірювання, миттєва частота, фаза, узгоджений фільтр, радіозображення, РЛС з інверсним синтезуванням апертури.

## METHOD FOR MEASUREMENT OF PARAMETERS OF NONSTATIONARY SIGNAL

Bratchenko H. D.<sup>1</sup>, Koptelov V. O.<sup>2</sup>, Smahliuk H. H.<sup>3</sup>, Martynov M. A.<sup>4</sup>

1 – DSc of Engineering, Professor of the Department of Standardization, Conformity Assessment and Educational Measurements, State University of Intellectual Technologies and Communications (SUITT), Odesa, Ukraine

2 – postgraduate of the Department of Standardization, Conformity Assessment and Educational Measurements, SUITT, Odesa, Ukraine

3 – Senior Lecturer of the Department of Electronics and Microsystem Technology, SUITT, Odesa, Ukraine

4 – master's student, SUITT, Odesa, Ukraine

**Abstract** – The paper proposes an improved method for measuring the instantaneous frequency and phase of a nonstationary signal, which is a sum of frequency modulated (FM) signals. The difference of the method is the performance of local matched filtering of the individual components of the signal in the sliding observation window in the frequency domain to measure their instantaneous frequencies and rates of change. A limitation of the method is the assumption of the linearity of varying signal frequencies in the time window of observation. The adaptive adjustment of the matched filters is performed separately for each of the signal components, returning to the time domain and taking into account the filter settings in the previous time window. The results of measurement simulation of nonstationary signal parameters, which illustrate the efficiency of the proposed method, are presented. The method can be used to measure the parameters of nonstationary FM signals, for example, in the radar imaging by inverse synthetic aperture radars.

**Keywords** – frequency modulated signal, measurement, instantaneous frequency, phase, matched filter, radar image, inverse synthetic aperture radar.

Спектральний аналіз сигналів із застосуванням перетворення Фур'є та його цифрової реалізації – дискретного перетворення Фур'є (ДПФ) є одним з найпоширеніших методів вимірювання частоти та фази гармонічних сигналів. Алгоритми швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) дозволяють ефективно реалізовувати ДПФ в сучасних аналізаторах сигналів. При спектральному аналізі сигналів, які є сумішшю гармонічних сигналів і стаціонарних завад така обробка є оптимальною. Однак на практиці доводиться мати справу зі спектральним аналізом багатокомпонентних сигналів, що складаються з нестационарних частотно-модульованих (ЧМ) сигналів. При цьому виникає потреба оцінювання законів зміни миттєвих частот та фаз компонент, а також вимірювання різниці фаз відповідних компонент в кількох приймальних каналах. Прикладом таких систем є РЛС з інверсним синтезуванням апертури (ІСА) та інтерферометричні РЛС з ІСА [1, 2]. В [3] аналізуються сучасні методи, які застосовуються для вимірювання миттєвих частот (МЧ) багатокомпонентних ЧМ сигналів. Методи ґрунтуються на можливості розділення компонент сигналів у часовій, частотній або у частотно-часовій площині (ЧЧП). Одним із напрямків аналізу багатокомпонентних сигналів є поділ ЧЧП на області, що відповідають окремим компонентам, і застосування стандартного аналізу МЧ в цих областях. Ідеальна функція для оцінювання МЧ  $M$ -компонентного сигналу представляється зваженою сумою  $M$   $\delta$ -функцій, які будуть мати лише  $M$  ненульових значень у певний момент часу, коли оцінка похідної фази дорівнює МЧ однієї з компонент. Такий підхід застосовується для ефективного реалізації алгоритмів обробки багатокомпонентних сигналів, компоненти яких розділяються в ЧЧП [4, 5].

Для оцінювання такого параметра як швидкість зміни частоти лінійно-частотно-модульованих (ЛЧМ) імпульсів та параметрів деяких інших видів сигналів з нелінійною ЧМ застосовуються квадратичні часово-частотні перетворення: перетворення Радона функції невизначеності [6], розподіл Вігнера-Вілля, в підмножині коефіцієнтів Фур'є якого, що межують з початком площини невизначеності, зосереджена основна інформація [5], дробове перетворення Фур'є [7]. За умови розділення сигналів в ЧЧП оцінювання МЧ компонентів сигналу досягається шляхом реалізації двох кроків: виявлення локальних піків на зображеннях у ЧЧП і подальшої обробки зображення, яке в [8] називається компонентним зв'язуванням. Ці методи обмежуються ситуаціями, коли сигнал може бути розкладений на відносно невелику кількість базисних функцій за помірного рівня власного шуму. Додатковою проблемою є також значна обчислювальна складність оцінки параметрів, наприклад, чотиривимірного пошуку у випадку ЛЧМ сигналів [3, 9].

Слід зазначити, що для багатоконponentних сигналів можливо оцінити закони зміни їх фаз шляхом інтегрування оцінок МЧ [10], однак представляє інтерес збереження інформації про початкові фази сигналів. Це важливо, наприклад, для вимірювання різниці фаз сигналів в кількох приймальних каналах, наприклад, при відновленні радіозображень в інтерферометричних РЛС з ІСА [2].

Метою роботи є розробка методу оцінювання МЧ та фаз адитивних складових нестационарного багатоконponentного сигналу. При цьому припускається, що частоти компонент змінюються повільно і на обмеженій ділянці вікна спостереження закони їх зміни можуть вважатись лінійними.

За прийнятого припущення, оцінювання МЧ виконується для розділених в частотній області компонент сигналів із застосуванням віконного ДПФ з вікном Хеммінга. Перше наближення швидкості зміни частоти компоненти отримується за різницею виміряних значень частоти на кінці та початку часового вікна. Далі обчислюється амплітуднофазова характеристика (АФХ) узгодженого фільтра ЛЧМ сигналу у відповідному вікні спостереження, яка має бути комплексно спряженою зі спектром відповідної компоненти сигналу. Подальше налаштування фільтра виконується шляхом пошуку максимуму сигналу в часовій області після виконання оберненого перетворення Фур'є. За результатом налаштування отримуються швидкість зміни МЧ та її зсув відносно виміряного значення МЧ у вікні спостереження. При цьому потужність сигналу може бути оцінено на виході узгодженого фільтра. Існує також можливість вимірювати різницю фаз сигналів в різних приймальних каналах при максимальному відношенні сигнал-шум. На наступному кроці вікно спостереження зсувається на один часовий такт, де як початкова використовується попередня оцінка значення швидкості зміни частоти компоненти сигналу та виміряне значення МЧ. Аналогічним чином проводиться налаштування узгоджених фільтрів й оцінювання параметрів інших компонентів сигналу.

Отримані результати імітаційного моделювання ілюструють можливість відслідковування гармонічної МЧ двох ЧМ компонент та вимірювання їх

повних фаз, шляхом їх вимірювання у фазовому спектрі сигналу, інтегруванням закону зміни МЧ, а також у часовій області після узгодженої фільтрації компонент сигналу. В ході моделювання довжина ковзного вікна спостереження складала  $t_w = 0,125T$ , де  $T$  – період гармонічної ЧМ двох компонент сигналу. Сигнал складався з трьох компонент: двох ЧМ і одної з постійною частотою. Індекс кутової модуляції ЧМ задавався 0,3 та 0,35 для першої та другої ЧМ компонент відповідно. Відношення сигнал-шум для кожної з компонент складало відповідно: 22 дБ, 22 дБ, 17,5 дБ. Задані вихідні частоти ЧМ компонент складала 10 та 40 Гц, компонента з постійною частотою: – 48 Гц. На рис. 1 представлені результати моделювання вимірювання МЧ для двох ЧМ компонент на ділянці спостереження тривалістю 2,344 с (на ній отримано 300 відліків сигналу). Середньоквадратичне відхилення (СКВ) результатів вимірювання МЧ для першої компоненти (рис. 1, в) для запропонованого методу зменшується приблизно в 2,7 разів (з 0,13 до 0,047 Гц). В той же час спостерігається зміщення оцінки частоти відносно 0 на ділянках близьких до екстремумів гармонічного закону ЧМ на 0,045 Гц. Для другої складової зміщення є більш значимим (близько 0,18 Гц) (рис. 1, г). В результаті СКВ абсолютної похибки збільшилося майже на 4 %, хоча для середньої ділянки у 100 відліків СКВ менше на 26,4 %. Пошук причини такого зсуву потребує додаткового дослідження.

Перевагою реалізації процедури налаштування в частотній області порівняно із алгоритмом локального перетворення Фур'є є практичне усунення взаємного впливу компонент сигналу, що має місце при коригуванні фази сигналу у часовій області, як це, наприклад, виконується в алгоритмі локального поліноміального перетворення Фур'є (local polynomial FT (LPFT)) [3]. Суттєвим недоліком методу є вимога до лінійності законів зміни частот компонент сигналу. У разі його порушення виникає потреба усунення з компонент сигналу складових фази більш високого порядку, ніж другий. З цією метою відповідні узгоджені фільтри мають бути налаштовані на ЧМ більш високого порядку, ніж лінійна. Доцільність реалізації алгоритму такого налаштування в частотній області є завданням подальшого дослідження.

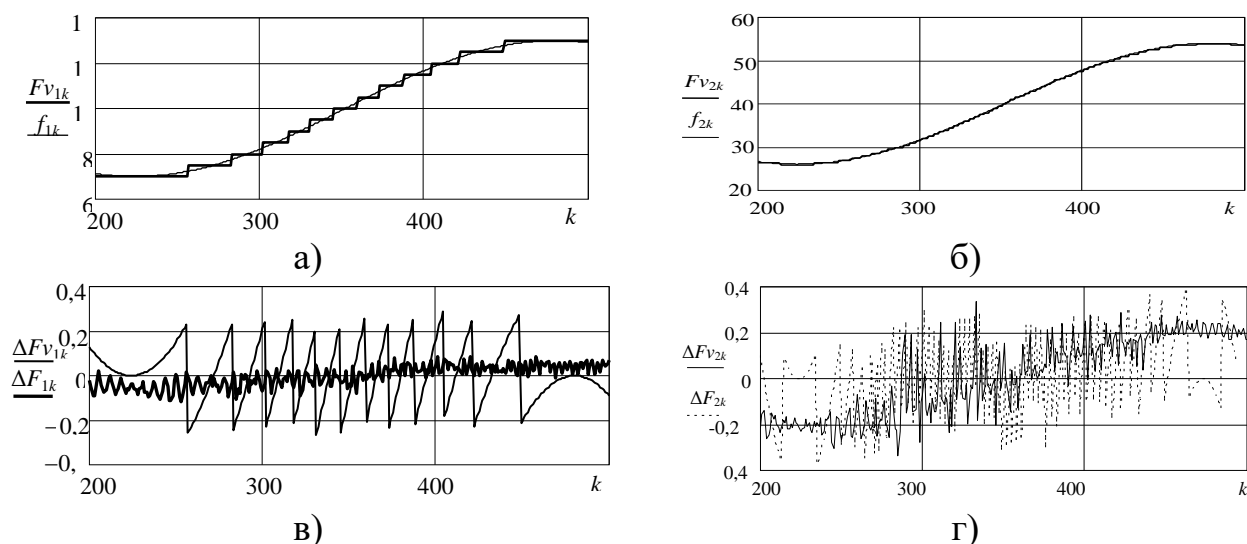


Рисунок 1 – Закони зміни частот та результати їх вимірювання із застосуванням віконного ДПФ з вікном Хеммінга, Гц: а) першої ЧМ компоненти  $f_{1k}$  та результат її вимірювання  $F_{v_{1k}}$ ; б) другої ЧМ компоненти  $f_{2k}$  та результат її вимірювання  $F_{v_{2k}}$ . Закони зміни абсолютних похибок вимірювання частот із застосуванням віконного ДПФ з вікном Хеммінга та запропонованим методом, Гц: в) першої компоненти  $\Delta F_{v_{1k}}$  та  $\Delta F_{1k}$ ; г) другої компоненти  $\Delta F_{v_{2k}}$  та  $\Delta F_{2k}$

## ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- Wehner D.R. High Resolution Radar. – Norwood: Artech House, 1987.
- Tian Biao, Lu Zhejun, Liu Yongxiang, Li Xiang. Review on interferometric ISAR 3D imaging: concept, technology and experiment, *Signal Processing* 153 (2018), 164–187, journal homepage: [www.elsevier.com/locate/sigpro](http://www.elsevier.com/locate/sigpro).
- Ljubiša Stanković, Igor Djurović, Srdjan Stanković, Marko Simeunović, Slobodan Djukanović, Miloš Daković. Instantaneous Frequency in Time-Digital Frequency Analysis: Enhanced Concepts and Performance of Estimation Algorithms. *Digital Signal Processing*. Volume 35, December 2014, Pages 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dsp.2014.09.008>.
- Z. Hussain, B. Boashash, Adaptive Instantaneous Frequency Estimation of Multicomponent FM Signals Using Quadratic Time-Frequency Distributions, *IEEE Trans. Signal Process.* 50 (8) (2002) 1866–1876.
- Patrick Flandrin, Pierre Borgnat. Time-Frequency Energy Distributions Meet Compressed Sensing. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 2010, 58 (6), pp. 2974-2982. DOI: 10.1109/TSP.2010.2044839.
- Brian K. Jennison. Detection of Polyphase Pulse Compression Waveforms Using the Radon-Ambiguity Transform. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 2003, 39 (1), pp. 335-343.
- Ervin Sejdić, Igor Djurović, Ljubiša Stanković. Fractional Fourier transform as a signal processing tool: An overview of recent developments. *Signal Processing*, Vol. 91, Issue 6, June 2011, pp. 1351-1369. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2010.10.008>.
- Rankine L., Mesbah M., Boashash B. IF estimation for multicomponent signals using image processing techniques in the time-frequency domain, *Signal Processing*, Vol. 87, Issue 6, 2007, pp. 1234–1250.
- Bultan A. A four-parameter atomic decomposition of chirplets, *IEEE Trans. Signal Processing*, Vol. 47, Issue 3, 1999, pp. 731-745.
- M. K. Emresoy and A. El-Jaroudi, "Iterative instantaneous frequency estimation and adaptive matched spectrogram," *Signal Processing*, vol. 64, no. 2, pp. 157–165, 1998.

**СЕКЦІЯ 3**  
**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ТА**  
**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**SECTION 3**  
**AUTOMATED SYSTEMS AND INFORMATION**  
**TECHNOLOGIES**

## УЛУЧШЕНИЕ ПРОЦЕССА ЭВАКУАЦИИ ИЗ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ ЗА СЧЕТ МОДЕЛИРОВАНИЯ И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ФАКТОРОВ

Judyta Ciemcioch<sup>1</sup>; Mikołaj Grotowski<sup>2</sup>

1 – Кандидат наук, AGH University of Science and Technology Kraków, Poland

2 – Кандидат наук, AGH University of Science and Technology Kraków, Poland

*Анотація* – Евакуація из офісного здания - это процесс, который из-за серьезности его последствий регулируется многими правилами. Однако внутри них часто можно по-разному адаптировать офисное пространство, влияя на процесс эвакуации. Во многих зданиях такое расположение помещений периодически меняется. Они не меняют условий, изложенных в правилах эвакуации, но могут существенно повлиять на ее ход. В результате разные варианты, отвечающие требованиям законодательства, хотя и схожи с использованием пространства, но имеют разные характеристики в отношении процесса эвакуации. В этой статье авторы представляют, как моделирование эвакуации в сочетании с многокритериальными методами поддержки принятия решений может позволить найти такое решение для развития пространства в офисе, которое при соблюдении как противопожарных норм, так и экономических целей арендатора позволяет выполнять максимально эффективно провести эвакуацию. Для этого авторы используют агентное моделирование процесса эвакуации, индивидуально адаптированное как к физическим характеристикам объекта, так и к особенностям его обитателей. Используя методы из группы многокритериальных методов поддержки принятия решений, они сокращают количество циклов моделирования, необходимых для оценки. Используемые методы: DEMATEL, который предназначен для поиска мест, которые имеют наибольшее влияние на процесс эвакуации, и АНР, благодаря которому мы можем ранжировать различные решения с точки зрения нескольких измеримых и неизмеримых факторов.

*Ключові слова* – Евакуація, моделювання агентів, MCDA, DEMATEL, АНР.

## IMPROVING THE EVACUATION PROCESS OF AN OFFICE BUILDING THROUGH SIMULATION AND MULTI-CRITERIA ANALYSIS OF FACTORS

Judyta Ciemcioch<sup>1</sup>, Mikołaj Grotowski<sup>2</sup>

1 – PHD Candidate, AGH University of Science and Technology Kraków, Poland

2 – PHD Candidate, AGH University of Science and Technology Kraków, Poland

*Abstract* – The evacuation of an office building is a process that, due to the severity of its effects, is subject to many regulations. However, within their framework, it is often possible to adapt the office space in various ways, influencing the evacuation process. In the case of many buildings, such space arrangements are periodically changed. They do not change the conditions set out in the regulations regarding evacuation, but they can significantly affect its course. As a result, different variants that meet the legal requirements, although similar to the use of space, have different characteristics as for the evacuation process. In this paper, the authors present how evacuation simulations in combination with multi-criteria decision support methods can allow for finding such a space development solution in the office that, while meeting both fire regulations and economic goals of the tenant, it is possible to carry out an evacuation as efficiently as possible. For this purpose, the authors use an agent-based simulation of the evacuation process, individually adapted to both the physical features of the facility and the features of its occupants. By using methods from the group of Multi-criteria decision support methods, they reduce the number of simulation cycles needed to evaluate. The methods used are DEMATEL, which is designed to find places that have the greatest impact on the evacuation process, and AHP, thanks to which we can rank various solutions in terms of several measurable and non-measurable factors.

*Keywords* – Evacuation, agent simulation, MCDA, DEMATEL, AHP



## 1. INTRODUCTION

The use of office space involves frequent interior arrangements for the needs of changing teams and projects. These changes may significantly affect the course of the building evacuation process. The choice of the arrangement variant may determine the success or failure of the evacuation. Therefore, it is important to provide managers with a decision support tool that takes into account the evacuation process in spatial planning. Such a tool may be multi-criteria decision support methods (MCDA) in combination with software that simulates the evacuation process based on the agent-based model.

## 2. SIMULATION

In his Eric D. Kuligowski in (Erica D. Kuligowski, Richard D. Peacock 2005) and (Erica D. Kuligowski et al. 2010) he made a detailed breakdown of the evacuation models. As can be seen from these comparisons, many models propose the use of a global approach to simulated people, which assumes that we are studying the overall flow of people traffic. In such models, it is not possible to introduce individual behavior of people as they do not exist as individual objects. There is also little point in simulating with these models the situation resulting from the deliberate actions of the units present in the building, as their influence is usually limited to individual units and to a lesser extent to the stream of people as a whole. In the case of models treating individual evacuees individually, we can see that the predominant models do not take into account the specific behavior of people or consider them in a predetermined, deterministic way. However, recently there are more and more models trying to simulate behavior in a more realistic way, through a combination of scenarios and random factors. It should also be noted that, despite the manufacturers' declarations, it is impossible to talk about the use of artificial intelligence as a factor controlling the evacuated units in this type of simulations. What manufacturers refer to as artificial intelligence (AI) is just a more complex system of assumptions and random factors. It does not include the learning factor that is fundamental to the definition of AI. At the same time, it seems that it is not advisable to introduce self-learning systems to such simulations, due to the fact that in reality most people who are evacuated have no previous experience with this process. Statistically, the majority of people participating in actual evacuations have no previous experience in this regard, with the exception of security professionals such as firefighters or security personnel, but in their case experience can be easily translated into changes in the coefficients of agents describing them.

Another issue in discussing existing models is the way evacuated persons follow the route. Many models assume that this will be the optimal route, disregarding the knowledge of the participants of the event. A large group of models assume that all persons are moving in the same direction, which is usually true for events such as fire, but can be a problem when other situations are simulated. Another problem is whether the movement examines the influence of neighboring people on each other. This is important when trying to simulate situations such as panic during an evacuation, where the greatest threats are the result of the interaction of individual people.

The last aspect we would like to highlight is the way the evacuated area is presented. At present, models considering evacuation on the plane dominate. The

third dimension is either omitted or used exclusively in the visualization. This makes it impossible to fully analyze the "field of view" of the simulated people, which translates into a higher level of abstraction in decisions about behavior. It is also difficult to simulate an attack with a firearm in such an environment, as experience shows that in such situations the key factor was often the issue of the possibility of hiding from the attacker, and these possibilities resulted mainly from the spatial nature of the environment.

Due to the fact that criminal activities are an increasing threat, it seems that the current approach to the problem of evacuation must change. Today, when planning an evacuation, in principle, in most cases, only fire hazards are considered. This potentially creates weaknesses in the building's security that can be exploited for attack. To counteract this, the simulation should take into account not only scenarios assuming fire or a similar threat, but also potential criminal activities. In order to be able to effectively interpret the simulation results, it is advantageous that they are carried out on the same model. After examining the available solutions, we decided that we needed a model that meets the following requirements:

- enables the simulation of criminal activities on a par with natural phenomena,
- can simulate various behaviors of people, including non-rational ones, resulting from emotional states resulting from the event,
- it is possible to simulate complex interactions between people,
- it is possible to differentiate the parameters of the simulated people,
- it is possible to carry out a large number of simulations within a reasonable time with various parameters and variants, also optimally created automatically,
- the expected route of movement is created dynamically on the basis of information available to a specific person,
- it is possible for people to influence the environment.

Similar models are used in the video game industry to create opponents for players - bots. Hence, we decided to draw on the solutions used in game development, in terms of simulating the influence of emotions, interactions and the possibility of making decisions under the influence of stress. According to the classification contained in (Erica D. Kuligowski, Richard D. Peacock 2005) and (Erica D. Kuligowski et al. 2010), the created model can be described as a model that takes into account the individual behavior of people on the basis of risk assessment and emotional state assessment through random distribution mechanisms, with simulation area modeled in a fully three-dimensional environment, the movement of individually examined people using a continuous position grid.

The basis for the model is the use of objects - agents that can interact with the environment, defined as the interaction functions and the coefficients of these functions determining the agent's personal characteristics.

Each agent has a set of coefficients that determine its capabilities in receiving information and influencing the environment. These coefficients may change during the simulation. They can be divided into two categories: "mental", responsible for receiving stimuli, and "physical", responsible for influencing the environment. In addition, the agent may have assigned tags indicating sensitivity or insensitivity to specific factors. At the present stage, a model using six coefficients is tested:

- 1) speed - determines the speed of movement,

- 2) strength - determines the possibility of influencing the environment;
- 3) endurance - determines resistance to the influence of physical factors, reduces negative modifiers for factors such as the force of other people or smoke, also determines the agent's health condition, and if it drops to zero, his death;
- 4) knowledge - knowledge of the area affects the chance of choosing a better road without using the marking;
- 5) perceptiveness - a feature that increases the chance of choosing the road based on the marking and reacting to changes in the environment;
- 6) mental resistance - a feature that determines how psychological factors affect the agent.

Each factor affecting the agent has the following parameters: range of impact (distance or line of sight), type of impact (physical / mental), and effect (modifiers to the agent's characteristics). All interactions are modified by a random distribution. The insensitivity or vulnerability marker is also included. The Invulnerability marker decreases by five times and the Affordability marker increases five times the factor's influence on the stats.

The path is determined as follows: first it is tested with a random factor modified by the perceptiveness trait whether the agent can see where the exit from a particular room is. If so, the road is defined as the route with the lowest impact cost towards the evacuation marker. If not, then a random test is performed with the feature of knowing whether the agent will still choose the right solution. If not, it moves to the side where the impacts are the least. It is not necessary to create a separate rule for following the crowd, as in such a situation the lowest cost usually causes such behavior.

While moving, it is checked on an ongoing basis whether the character has interacted with the environment or another person. This is checked by comparing the occupied space. Each character or item has a reserved space - "hitbox", defined as a cube or a sum of cubes occupied by that object. In a situation where there are two hitboxes at one point in the simulated space, an interaction occurs. Its result is also determined by a simple statistical test appropriate to the impact. Not only items have hitboxes, but also phenomena such as smoke, poor lighting, narrow aisles that can provoke an attack of claustrophobia, and the like. Such unification simplifies the model and reduces the demand for computing power. It should also be noted that modern graphics cards have implemented hardware "hitbox" collision checking for the needs of computer games. This significantly increases the speed of calculations using this method.

Emotional effects are simulated by modifying traits - for example, panic is defined as gains in strength and endurance along with a decline in perceptiveness and knowledge. The influence of physical factors is simulated in a similar way, for example, smoke means a decrease in endurance, speed and perceptiveness.

As you can see, the basic principles of the model are quite simple, which allows for easy implementation and good computing performance.

### 3. MCDA METHODS

There are two main purposes of using MCDA methods in the interior design selection process. The first is to reduce the number of variants that will be simulated. By using the DEMATEL method, it is possible to determine where changes have a

significant impact on the evacuation and to simulate only those variants that differ in these places. Thanks to this, it is not necessary to conduct simulations for all variants of the arrangement, but only for those in which the changes concern points significantly influencing the evacuation process. The DEMATEL method was created in the 1970s, but only in the 1990s has found wider application in problems related to multi-criteria decision analysis. It has many uses in determining cause and effect relationships, for example during accident analysis as well as testing the impact of one system component on another. It belongs to the family of expert methods, therefore its use is limited to the situation in which there is a group of people with knowledge about a given issue. At the same time it is a method very flexible, gives the opportunity to study both social phenomena (to this end it was created), technical or economic. It is also a great complement to others methods of analysis, especially those in which we deal with individual elements system, giving us the opportunity to build one consistent model from them. In this case, the main application of the DEMATEL method is to find the points most influencing the movement of people during the evacuation process. By performing such an analysis on the first batch of simulations, you can significantly reduce the total number of simulations needed.

The second purpose of applying the MCDA methods is the final selection of the solution variant. As a result of the previous steps, i.e. the simulation and the DEMATEL method, a set of solutions with evacuation time parameters assigned to it is obtained. These solutions also differ in terms of the comfort of work, ergonomics and aesthetics. They also have a different introduction cost. Ultimately, all these factors should be assessed together in order to find the best solution. You can use the Analytic Hierarchy Process (AHP) method for this. After applying this method, we obtain a ranking of solutions tailored to the individual needs of the client, and at the same time meeting the requirements of effective evacuation. At the same time, these methods are so little time-consuming that it is possible to analyze each time there is a reconstruction or interior arrangement.

#### 4. SUMMARY

The proposed algorithm Simulation - DEMATEL - Simulation - AHP can be significantly automated within one software set, where the person responsible for the reconstruction introduces the proposed variants with their assessment in terms of the features required by the client and receives a solution ranking, all in a short enough time to this could be done with each rearrangement. This would reduce the number of cases where, due to frequent changes to the arrangement or their temporary nature, no analysis of their impact on the evacuation process is carried out. This is important because the fire regulations define only the basic parameters of the building, and the internal arrangement can significantly change the nature of the evacuation. Such analysis also allows for any additional assessment of solutions, such as ensuring the security of confidential materials during evacuation, the possibility of evacuating people with traffic restrictions or the separation of different groups of people during an evacuation.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Erica D. Kuligowski, Richard D. Peacock A Review of Building Evacuation Models Natl. Inst. Stand. Technol. Tech. Note 1471, U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE WASHINGTON: July 2005

- [2] Erica D. Kuligowski, Richard D. Peacock, Bryan L. Hoskins, A Review of Building Evacuation Models, 2nd Edition Natl. Inst. Stand. Technol. Tech. Note 1480, U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE WASHINGTON: November 2010
- [3] Mirosław Dytczak, Grzegorz Ginda - Miejsce metody DEMATEL w rozwiązywaniu złożonych zadań decyzyjnych - Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu
- [4] ISSN 1643-7772 R. 15 I Nr 5
- [5] Prof. Dr. Ching-Lai Hwang, Dr. Ming-Jeng Lin - Group Decision Making under Multiple Criteria - Springer Berlin Heidelberg 1984

## АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ

Адамюк Д.С.<sup>1</sup>

1 – студент, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Одеса, Україна.

*Анотація* – Загальний погляд на роль мобільних пристроїв та мобільних додатків у житті людини. В роботі досліджуються варіанти створення мобільного додатку, який буде реалізовано за допомогою новітніх методів розробки та сучасних технологій.

*Ключові слова* – Мобільний додаток, інструмент, аналіз, мобільний пристрій, кроссплатформність, нативний.

## ANALYSIS OF TOOLS FOR CREATING A MOBILE APPLICATION

Danylo Adamiuk<sup>1</sup>

1 – student, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odesa, Ukraine.

*Abstract* – General view of the role of mobile devices and mobile applications in human life. The paper explores the options for creating a mobile application that will be implemented using the latest development methods and modern technologies.

*Keywords* – mobile application, tools, analysis, mobile devices, crossplatform, native.

With the development of technology, our lives are filled with all kinds of mobile devices, the role of which today is difficult to underestimate, because with a cell phone we can at any time contact our friends, relatives or colleagues at work, to quickly learn or transfer information. In addition to contacts, the phone stores a lot of other information: they record ideas and thoughts, credit card numbers and other personal data. And all the possible useful programs, features and options that are equipped with modern cell phones make this small-sized device so multifunctional that it is impossible not to admire them [1].

The number of mobile users today is greater than the number of desktop users, that is the reason why mobile applications usually come to mind when someone says the application. Mobile applications are made for mobile devices, are downloaded on application stores like App Store and Google Play and are accessed through an icon on your phone's desktop. Creating these can be challenging for a developer as different mobile applications need to be created for different platforms, such as Apple, Android and other platforms (for example, Blackberry), and for the most part the code can't be shared between device platforms. Instagram, Facebook, and lots of other social media websites - all of them have mobile versions. And that's the obvious thing.

All mobile applications could be divided on native and cross-platform ones [2]:

– Native applications are developed exclusively for a specific platform. These applications are developed in a language compatible with the platform. Apple, for instance, prefers Objective C and Swift for iOS while Google favors Java and Kotlin for Android. Using these acceptable languages, developers can make better use of the features of these platforms. A native application developed for Android will not function on iOS and vice versa.

– Cross-platform applications are compatible with multiple platforms. Due to the market share of Android and iOS, most cross-platform applications are limited to these two operating systems. There are several cross-platform application development tools that allow developers to create these applications with little trouble.

Now let's take a closer look at native and cross-platform applications, their development, advantages and disadvantages.

Native applications are developed and designed specifically for the operating system that they are running on [2]:

- for iOS it is Swift or Objective-C;
- for Android it is Kotlin or Java.

One of the biggest advantages of building a native application is the fact that it makes use of the device's security, speed and specific features in full. Native code runs fastest for on-screen interactions or processing data that is stored locally. The user experience is usually much better because the application looks and acts like other applications on the user's device. Moreover, an access to wide range of APIs puts no limitation on application usage.

The biggest disadvantage to building native applications is the cost. The developers must build a separate application for every operating system. This means you might need separate developers for each platform that you want your application to work on.

About ten years ago, native mobile applications were probably the only option. But today, we can create cross-platform applications that are just as good as native ones. A cross-platform application is an application that is compatible with multiple operating systems and can, therefore, run on any smartphone, tablet, PC, smartwatch, and TV.

Cross-platform application development has several advantages [2]:

– Shorter development time. If you choose the right tech stack and plan your project, you may be able to reuse up to 80% of the original codebase — both at the back end and UI levels — for multiple platforms. This helps companies reduce the time required to fix back-end logic issues (which usually takes 10–20% of total project time) and launch apps faster.

– Exposure to a larger number of users. Most cross-platform applications run on both Android and iOS, as well as Windows, macOS, Linux this makes your application available to more users.

– Updates synchronization. In a world where mobile applications get up to four updates every month, maintenance costs can consume a large amount of app revenue - and that's where cross-platform applications walk away the clear winner.

But cross-platform applications also have disadvantages over native applications [3]:

- The first is Performance. When it comes to CPU and GPU-heavy tasks, there is a considerable performance gap between native and cross-platform applications.

- Second disadvantage is that cross-platform code is hard to write. Developers who specialize in platform-independent applications must have a good understanding of both the iOS and Android ecosystems, as well as the cross-platform tools of their choice.

- And another one disadvantage is Limited support of 3rd-party libraries. Not all 3rd-party libraries and SDKs work in sync with cross-platform app development frameworks. This prompts developers to consider alternatives or find a way to integrate the desired functionality into a mobile app, which is time-consuming.

There are many tools for creating cross-platform applications. For example frameworks such as Flutter, Xamarin, and React Native.

- Flutter is Google's open-source SDK for creating cross-platform mobile apps that gives both Android and iOS users a truly native design and experience. This development platform has already shown impressive growth compared to React Native.

- The next is Xamarin framework that is developed by Microsoft. This framework is an open-source leading tool that perfectly suits native-like applications. Using this framework you can easily build apps for different platforms such as Windows, iOS, and Android using a single .net code.

- React Native is an open-source mobile application framework created by Facebook. It is used to develop cross-platform apps compatible with the most popular operating systems: Android, iOS, macOS, Web, and Windows. This framework is great for cross-platform application development because it gives stability to the app and is perfect for transposable architecture. It also ensures the app performs optimally and also is not a costly affair.

Many companies are currently using cross-platform solutions, and some are already seriously considering switching to them in the near future. These are not only the vendors of the solutions themselves, such as Facebook with its React Native, on which Facebook and Instagram applications run, but also other major market players who have products, for example, on Flutter - Alibaba, Philips Hue, Hamilton, Tencent, Grab, Groupon, and others [4].

In business, the TTM (time-to-market) metric often plays a decisive role. Being ahead of the curve and implementing new features in your product faster than your competitors on both platforms at once - that's what every company thinks about from the very beginning. Cross-platform frameworks allow you to achieve this and, as an obvious bonus, get reduced development costs at every stage.

In my work I will use Flutter, as it allows to get an application for any platform using a single code. Also, an application written in Flutter is not inferior in performance to native solutions.

Conclusion: Considered various tools for creating mobile applications, made a comparison of native and cross-platform development. And also presented various tools for cross-platform development of mobile applications.

## ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Flutter documentation – Electronic resource: <https://flutter.dev/docs>.
- [2] React Native documentation - Electronic resource: <https://reactnative.dev/docs/getting-started>.
- [3] Android developer documentation - Electronic resource: <https://developer.android.com/docs>.
- [4] Human interface guidelines (iOS) - Electronic resource: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/>.

## АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА ВЕБ-ДОДАТКУ НА ОСНОВІ SWIFT

**Болілий Олександр<sup>1</sup>**

1 – бакалавр, Одеса, Україна

*Анотація* – в магістерській роботі був проведений аналіз вибору конкретної мови програмування SWIFT та написання додатку під iOS. Виявлена актуальність саме цієї мови. Запропоновані варіанти розвитку та зміни додатку по ходу його побудови. Розглянуті передбачувані результати роботи.

*Ключові слова* – SWIFT, iOS, додаток, мова програмування, аналіз.

## ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF A WEB-APPLICATION ON SWIFT

**Bolilyi Oleksandr<sup>1</sup>**

1 – bachelor's degree, Odesa, Ukraine

*Abstract* – in Master's project was made an analysis of the choice of a specific programming language SWIFT and making an application for iOS. Revealed the relevance of a particular language. Suggested variants of application development options and changes during its construction. Estimated the results of the project.

*Keywords* – SWIFT, iOS, application, programming language, analysis.

After analyzing different programming languages compared to Swift that was chosen. Such as Ruby, Python, Kotlin, also Objective-C that was used before Swift as a programming language for making application for iOS. Ruby and Python are both the programming languages are considered for beginners and support friendly. They are object-oriented languages, but they are not the same by structure. Python is used for web development, machine learning workloads and scientific research. The programming language is known for code readability, large community supporting and a vast ecosystem of libraries. Since Python is an imperative language, conversion from source code to bytecode can create lag. Ruby is a general-purpose object-oriented language that is easy to write and read. It is used for small and large scripting tasks. It also uses Ruby on Rails, an open-source web framework which consists builds for front-end and server-side development. The only problem with Ruby is its too slow at start-up. On the other hand Google announced Kotlin as their official programming language for Android app development, rival to Java. It is a statically typed programming language that was first created to streamline Android app development. It shares various attributes with Java, making it interoperable with Java. Learning Kotlin is quite easy but, it is still more difficult than Java. A disadvantage of Kotlin is it's small community which provides a limited number of options for problem-solving resources. The programming language developed by



Apple is intended for iOS development but it works for Android apps as well. Swift integrates well with the Objective-C language, Apple's Cocoa API, and Cocoa Touch development environment. Swift promotes strict coding standards and inferring types. The compiler also targets ARM and x86 architectures. For those used to Linux, Swift may seem like an immature programming language. Its Linux and native libraries are limited. These two programming languages are used for mobile app development. While there are many similarities between Swift and Kotlin, they have their own advantages and limitations. But as a result we decided to choose the most comfortable and suitable language - Swift. That programming language was created on a basis of all modern digital languages, in order to extract all the inconvenient functions and absorb only what's really simple and effective.

Swift works in the Xcode development environment, it's a platform that works on macOS and updates quite often, adding more and more features for programmers to make their work much easier. Swift is beginner friendly. It's the first industrial-grade programming language that's easy to understand and fascinating as a scripting language. Writing code in playground allows to experiment with Swift and see the result instantly, without having to debug and run the application.

Swift eliminates a large layer of common programming errors by using modern programming patterns:

- variables are always initialized before they are used
- array indexes are always checked for out-of-bounds errors
- integers are checked for overflows
- optionals ensure that nil values are explicitly unwrapped
- automatic memory management
- error handling allows for controlled recovery from unexpected errors.

Swift code has been compiled and optimized to get the most out of modern hardware. The syntax of the standard library is designed based on the manual, that the most obvious and simplest way to write code is the best option. The combination of safety and speed makes Swift the best candidate for "Hello, World!" and up to the whole operating system.

Swift combines type inference and pattern-making with modern simple syntax, allowing complex ideas to be expressed easily and concisely. As a result, it's not only easier to write code but also read and maintain. Swift already has many years of development behind, and continues to progress, including more and more new opportunities.

In order to have an understanding of making an application, needs to know basic concepts:

- classes
- structures
- enums
- protocols
- collections
- methods for working with collections (iteration, sorting, filtering, map, reduce, etc.)
- work with optionals and exceptions

Like C, Swift uses variables to store and refer to values by an identifying name. Swift also makes extensive use of variables whose values can't be changed. There are known as constants, and are much more powerful than constants in C. Constants are used throughout Swift to make code safer and cleaner when you work with values that don't need to be changed. In addition to familiar types, Swift introduces advanced types not found in Objective-C, such as tuples. Tuples enable you to create and pass around grouping of values. It's possible to use tuples to return multiple values from a function as a single compound value.

During the creation of the application there were set some specific goals, but as a result of work on the project, were introduced adjustments and changes. In any case, when debugging the program code were appeared errors, some of them couldn't be fixed, which means that the whole structure of code had to be changed, the result was more pleasing than upsetting, since a difficult job had been done.

Work has been done in the project on an application interface called "Swift Chat" is a real time chat app written in Swift using Firebase. Swift Chat allows to send and receive text messages, photos & location. Initially, just in order to take the first steps in the application, it was necessary to create a simple user interface for registration or user login, the database is located in the firebase cloud, which had to be connected separately in order to be able to exchange messages. Accordingly, the server is also cloudy like the domain.

**Conclusion.** In a work also was analyzed the relevance of the application and, of course, the answer is obvious, the mobile device has become indispensable in our life, there are a lot of possible and impossible applications that are convenient to use without leaving workplaces. It was proposed to implement the quick access functionality and widgets that are used in the new iOS 15 update.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Swift. Basics of developing applications for iOS, iPadOS and macOS. 6th ed. supplemented and revised
- [2] Swift. Basics of developing applications for iOS, iPadOS and macOS. 5th ed. supplemented and revised
- [3] Swift. Basics of developing applications for iOS, iPadOS and macOS. 4th ed. supplemented and revised
- [4] <https://swiftbook.ru/content/swift-tour/about-swift/>
- [5] <https://habr.com/ru/post/437300/>
- [6] <https://docs.swift.org/swift-book/LanguageGuide/TheBasics.html>
- [7] <https://apple.fandom.com/ru/wiki/Xcode>
- [8] [https://en.wikipedia.org/wiki/Ruby\\_\(programming\\_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ruby_(programming_language))
- [9] [https://en.wikipedia.org/wiki/Python\\_\(programming\\_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Python_(programming_language))
- [10] [https://en.wikipedia.org/wiki/Kotlin\\_\(programming\\_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Kotlin_(programming_language))

## АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІОНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ КОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Бубенцова Л.В.<sup>1</sup>; Тіхоміров Д.В.<sup>2</sup>

1 – к.т.н., ст. викладач ДУІТЗ, Одеса, Україна

2 – студент ДУІТЗ, Одеса, Україна

***Анотація** Розглядаються варіанти побудови інформаційної інфраструктури комерційного підприємства з використанням технології IoT. Проаналізовано характерні особливості кожного з варіантів створення оптимальної інфраструктури. На підставі дослідження запропоновано рішення на основі технології ZigBee. Наведено детальне обґрунтування використання цього методу порівняно з іншими методами.*

***Ключові слова:** інформаційна інфраструктура, IoT, архітектура IoT, ZigBee, Wi-Fi, Z-Wave.*

## ANALYSIS OF OPTIONS FOR CREATING INFORMATION INFRASTRUCTURE OF A COMMERCIAL ENTERPRISE

Bubentsova Lyudmila<sup>1</sup>, Tikhomirov Dmitriy<sup>2</sup>

1 – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the department of Computer Engineering and Information Systems, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

2 – Graduate student, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

***Abstract.** The article considers options for building an information infrastructure of a commercial enterprise using IoT technology. The characteristic features of each of the options for creating an optimal infrastructure are analyzed. Based on the study, a solution based on ZigBee technology was proposed. The detailed substantiation of use of this method in comparison with other methods is given.*

***Keywords:** information infrastructure, IoT, IoT architecture, ZigBee, Wi-Fi, Z-Wave*

With the formation of digital ecosystems, enterprises - from isolated systems that independently perform everything necessary for the production of production and business processes, are transformed into open systems that connect different market participants; to manage the means of production in these systems will not be personnel, and cloud services, the ultimate goal of all these transformations - the provision of services to the consumer. For most companies, workflow control plays a crucial role in the overall results and profitability of their operations.

IoT (Internet of Things) technology allows businesses to be more economical, flexible and efficient than existing ones. Wireless devices that support the IP protocol, including smartphones, tablets and sensors, are already widely used in various types of enterprises. Existing wired sensor networks are being expanded and supplemented by wireless networks, which significantly expands the scope of monitoring and control systems in enterprises. The next stage of optimization of production processes will be characterized by an ever closer convergence of the best information and operational technologies.

Data exchange in Internet of Things devices takes place according to standard data transmission protocols, namely: TCP, IP, Ethernet, Telnet, UDP, TCP, ICMP, HTTPS/HTTP and others. New protocols are also actively used: ZigBee, Z-Wave,

BLE, ANT, Wi-Fi, which provide data transmission at lower wireless speeds (see Table 1).

Table 1 – Comparison of wireless technologies

	Wi-Fi	BLE	ANT	Z-Wave	ZigBee
Frequency range, MHz	2483-5500	2400-2483	2400-2483	868/908/2400	868/915/2400
Transmission speed. Kbps	100-54000	1000	1000	9.6/40	20/40/250
Range, m	150	50	30	30-100	10-100
Device types or node roles	1 host serves up to 127 nodes	1 master serves 7 slaves	At least 2 nodes	Coordinator, router, slave	Coordinator, router, end node
Number of nodes	At least 2 nodes	1 master serves 7 slaves	1 master serves 7 slaves	1 router service until 32 nodes	1 router service until 32 nodes
Peak current consumption, mA	116	12.5	17	21(wake up mode) 36(transmission mode)	<150

The emergence of ZigBee technology is primarily due to the fact that for some operations the main criterion when choosing a wireless transmission technology is the low power consumption of the equipment. This is due to the low bandwidth, because in most cases the sensors are powered by a built-in battery, the operating time of which should exceed several months or even years. Existing Bluetooth and Wi-Fi wireless technologies do not meet these criteria, providing data transfer at high speeds, with high levels of power consumption and hardware costs.

ZigBee-based networks can provide stable communication in emergencies, as ZigBee firmware can find each other and form a network when the power is turned off. Even if one of the nodes fails, the devices set new routes for data transmission.

Due to the characteristics described above [1-4], the ZigBee protocol is suitable for the implementation of networks with a large number of nodes in the corporate, industrial direction, will provide a high level of reliability and performance even in the event of network damage.

The ZigBee standard describes wireless information networks, as well as all levels through which information flows, from the physical level to the level of support for device profiles. The lower two levels are described by the IEEE 802.15.4 standard and define the physical parameters of the receiver, the structure of the radio frequency link, the number of addressed devices, mechanisms for checking and confirming the integrity of received data, communication channel quality evaluation procedures and debugging algorithms. It is this standard that provides the highest data rates and the highest level of noise protection in the 2.4 GHz band. The data transfer rate together with the service information is 250 Kbps. The average bandwidth of the node for useful data, depending on the load on the network and the number of retransmissions is in the range of 5-40 Kbps. The distance between the nodes of the network is 10-20 meters when working indoors and hundreds of meters in the open, thanks to re-transmission, you can increase the coverage area of the network.

One of the advantages and at the same time disadvantage of the technology is its complexity. The advantage is that such an architecture provides high reliability and survivability of the network, and the disadvantage is the significant cost of construction.

The network is built using:

- the coordinator who starts the network, performs the functions of the network management center and trust center - sets the security policy, sets the parameters during the connection process devices on the network, manages security keys. Obviously, when the coordinator fails causes inoperability of all network;

- the router that transmits packets performs dynamic routing, therefore direct communication between the two ZigBee end devices is not possible. The developer needs both a coordinator and a router to connect only two devices;

- an end device that can receive and transmit packets, but cannot handle them transmission and routing.

Terminal devices cannot have child devices, but they must be connected to a coordinator or router. Terminal devices work with sensors.

ZigBee technology uses 16-bit addressing, ie theoretically one the coordinator can interact with more than 65,000 devices. However, work is possible several networks simultaneously.

Using ZigBee devices in the control system will allow:

1. Reduce the impact of technological barriers that arise in the personnel management network.

2. Get rid of wiring between the components of the control system, which will greatly simplify the installation and maintenance of such systems.

3. To increase the reliability of data management work management, which will increase productivity in general.

**Conclusions:** Today, ZigBee is the most common protocol that can be used to create automation systems, control systems in industry, to implement Smart Home technologies, and utilities systems. The ZigBee solution is suitable for the implementation of networks with a large number of corporate, industrial nodes, provides a high level of reliability and performance even when the network is damaged.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] IEEE Std 802.11, 1999 Edition (Reaff 2003), Information technology — Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements—Specifications. [Електронний ресурс]// Режим доступу: [https://standards.ieee.org/standard/802\\_11-1999.html](https://standards.ieee.org/standard/802_11-1999.html)
- [2] Макаренко А. Ю. Бездротові технології передачі даних Wi-Fi, Bluetooth та ZigBee./А. Ю. Макаренко, А. О. Парфенова, С. Б. Могильний //Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Серія : Радіотехніка. Радіоапаратобудування. - 2010. - Вип. 41. - С. 171-181. [Електронний ресурс]//
- [3] Режим доступу:[http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI\\_rr\\_2010\\_41\\_33](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI_rr_2010_41_33).
- [4] Валуйський С.В., Шилов В.О., Гуйда О.Г. Переваги та недоліки протоколів мережевого рівня, що використовуються в безпроводових сенсорних мережах/[Текст]//Науковий вісник Академії муніципального управління. Серія: Техніка. — 2015. — №. 1. — С. 37-44.
- [5] Ergen S. C. (2004). ZigBee/IEEE 802.15. 4 Summary (en)/ S. C. Ergen UC Berkeley T. 10. – №. 17. С. 11. [Електронний ресурс]  
Режим доступу: <http://users.eecs.northwestern.edu/~peters/references/ZigbeeIEEE802.pdf>.

## ВПРОВАДЖЕННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ІНФОРМАЦІЙНУ ІНФРАСТРУКТУРУ БАНКУ

Варварчук В. О.<sup>1</sup>

1 – магістр, ДУІТЗ, Одеса, Україна

*Анотація* – Проведено аналіз можливостей використання хмарних технологій в банківській сфері, визначено, які моделі хмарних сервісів становлять найбільший інтерес для банків, запропоновано підхід щодо визначення ефективності використання хмарних технологій для створення інформаційної інфраструктури банку.

*Ключові слова* – Хмарні технології, інформаційна інфраструктура, банк.

## INTRODUCTION OF CLOUD TECHNOLOGIES IN THE INFORMATION INFRASTRUCTURE OF THE BANK

Varvarchyk V. O.<sup>1</sup>

1 – master, SUITT, Odesa, Ukraine

*Abstract* – The analysis of possibilities of use of cloud technologies in the banking sphere is carried out, it is defined, what models of cloud services are of the greatest interest for banks. The approach on definition of efficiency of use of cloud technologies for creation of an information infrastructure of bank is offered.

*Keywords* – Cloud technologies, information infrastructure, bank.

Сучасні підприємства будь-якої форми власності шукають ефективні шляхи скорочення витрат на інформаційну інфраструктуру. Для вирішення цієї проблеми було розроблено концепцію хмарних технологій. Хмарні технології являють собою модель розподіленої обробки даних, в якій ресурси (сервери, застосування, мережі, системи зберігання та сервіси) надаються користувачу у вигляді Інтернет-сервісу, який можна швидко надати і з мінімальними зусиллями [1-3]. На теперішній час існує велика кількість різноманітних хмарних сервісів, але для банківської установи найбільший інтерес становлять такі хмарні сервіси як [4]:

1. Інфраструктура як сервіс (Infrastructure as a Service або IaaS). Сервіс IaaS можливо застосовувати у автоматизованих банківських системах, що дозволяє зекономити витрати на створення інфраструктуру для цих систем, разом з тим залишається можливість здійснювати самостійне адміністрування.

2. Платформа як сервіс (Platform as a Service або PaaS).

3. Програмне забезпечення як сервіс (Software as a Service або SaaS). Доцільно використовувати на рівні робочих станцій для користування програмним забезпеченням як послугою віддалено, через Інтернет, без необхідності придбання ліцензій.

4. Данні як сервіс (Data as a Service або DaaS). Даний сервіс передбачає надання клієнтам надання дискового простору для зберігання великих масивів даних, доцільно використовувати на рівні сховища даних.

Таким чином, переваги використання хмарних технологій очевидні, але необхідно мати чітку увагу, який ефект надасть використання хмарних технологій при їх інтеграції в інформаційну інфраструктуру банку. Для рішення

цієї задачі можна використати спрощений підхід, для якого потрібно оцінити хмарні технології за такими критеріями:

Збереження даних у хмарі – показує здатність хмарної платформи захистити данні. Оцінюється за характеристиками алгоритмів шифрування, які застосовуються у хмарній платформі.

Захист даних під час передання їх з хмари клієнтам и навпаки. Ідентифікація – показує ефективність системи ідентифікації користувачів хмари.

Ізоляція користувачів – показує здатність хмарної платформи розділяти данні та застосування різних користувачів один від одного.

Реакція на позаштатні події – показує здатність хмарної платформи реагувати на виникнення позаштатних ситуацій, наприклад як швидко хмарна платформа може надати клієнту ресурси, у випадку якщо його потреби перевищують можливості його підписки.

Інформаційно-правова відповідність – показує відповідність хмарної платформи нормативно-правовим актам.

Для оцінки критеріїв можна застосувати метод експертних оцінок, а кінцеву ефективність  $E_{ХТ}$  визначити як:

$$E_{ХТ} = b_1ЗД_x + b_2ЗД_{ПД} + b_3I_x + b_4IK_x + b_5P_x + b_6П_x \quad (1)$$

де  $b_1... b_6$  – вагові коефіцієнти, які вказують важливість критеріїв стосовно один одного (для визначення вагових коефіцієнтів можна застосувати багато відомих методів, наприклад метод аналізу ієрархій);

$ЗД_x$  – відносний показник збереження даних у хмарі;

$ЗД_{ПД}$  – відносний показник захищеності даних під час передавання даних з хмари до користувача та у зворотній бік;

$I_x$  – показник надійності системи ідентифікації;

$IK_x$  – відносний показник ізоляції користувачів у хмарі;

$P_x$  – відносний показник швидкості реакції на позаштатні ситуації;  $П_x$  – показник узгодженості з нормативно правовою базою.

Очевидно, що поняття оцінки ефективності обов'язково включає оцінку економічної ефективності. Для оцінки ефективності з точки зору економічних показників існує декілька відомих методи, але в нашому випадку пропонується використовувати метод ТСО – сукупна вартість володіння. Методика ТСО передбачає оцінку витрат на володіння ІТ-інфраструктурою та її компонентами [19].

Отже, в роботі проведено аналіз можливостей застосування хмарних сервісів в банківській сфері, запропоновано підхід щодо визначення ефективності використання хмарних технологій для створення інформаційної інфраструктури банку.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Lindner M. A break in the clouds: towards a cloud definition / M.Lindner, J. Caceres, R. Luis, V. Luis. // ACM SIGCOMM Computer Communication Review. – 2009. – С. 50–55.
- [2] Кондратьев А.А., Тищенко И.П., Фраленко В.П. Разработка распределенной системы защиты облачных вычислений // Программные системы: Теория и приложения. 2011. № 4(8). С. 61—70.
- [3] Орлов С. Облачные вычисления // «Журнал сетевых решений/LAN», № 01, 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/lan/2012/01/13012475/>.

- [4] Частные облака в банковском секторе [Электронный ресурс] /Режим доступа: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья: Частные\\_облака\\_в\\_банковском секторе](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Частные_облака_в_банковском_секторе)
- [5] Каплан, Р.С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию /Пер. с англ. / Р.С. Каплан, Д.П. Нортон.- М.: Олимп-Бизнес, 2003. -320 с.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕДАЧІ ШД xDSL

Барба І.Б.<sup>2</sup>; Васильков А.О.<sup>1</sup>

1 – к.т.н., доцент, ДУІТЗ, Одеса, Україна

2 – магістр ДУІТЗ, Одеса, Україна

**Анотація.** Пропонується оцінка ефективності систем передачі (СП) ADSL2 + яка використовує ортогональні гармонічні сигнали (ОГС) узагальненого класу при використанні багатопарного кабелю ТПП. У доповіді обговорюються питання підвищення ефективності технології xDSL на прикладі моделювання швидкості передачі СП ADSL2 +.

**Ключові слова:** ортогональні гармонічні сигнали узагальненого класу, система передачі, швидкість передавання, інтерференційні завади, спектральна густина потужності, технологія ADSL2+, абсолютна і відносна втрата швидкості передачі.

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF xDSL BROADBAND ACCESS TECHNOLOGIES

Iryna Barba<sup>2</sup>, Artem Vasilkov<sup>1</sup>

1 – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the department of Telecommunication Systems, of the State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

2 – Master's degree from the State University of Intellectual Technologies and Communications, Odessa, Ukraine

**Abstract.** It is proposed to evaluate the efficiency of transmission systems (SP) ADSL2 + which uses orthogonal harmonic signals (OGS) of the generalized class when using a multi-pair CCI cable. The report discusses the issues of improving the efficiency of xDSL technology on the example of modeling the transmission rate of JV ADSL2 +.

**Keywords:** generalized class orthogonal harmonic signals, transmission system, transmission rate, interference, power spectral density, ADSL2+ technology, absolute and relative loss of transmission rate.

Технологія xDSL (Digital Subscriber Line) – одна з сучасних технологій цифрового зв'язку, завдяки якій вдається досягати мега бітних швидкостей при трансляції даних по мідних проводах телефонних ліній (POTS).

Для підключення до інтернет-мережі користувачеві досить встановити модем з цифро-аналоговим перетворенням сигналів, який в значній мірі розширює використовуваний частотний діапазон телефонного зв'язку з 300 Гц до 3400 Гц. Технологія дротового зв'язку xDSL заснована на використанні більш широкої частотної смуги мідного провідника телефонної лінії, що забезпечує якісний рівень послуг.

Digital Subscribe Line в перекладі означає цифрову абонентську лінію. Затребуваність технології пояснюється низькою вартістю обладнання, і якісним високошвидкісним цифровим сигналом. Основний принцип роботи полягає в



використанні адаптивних методів корекції спотворень і цифрової обробки сигналу, а також ефективних лінійних кодів.

За останні роки завдяки успіхам застосування цифрової обробки сигналів широкого поширення набули технології передачі, які використовують для передачі широкосмугові ортогональні гармонічні сигнали (ОГС) [1]. Системи передачі, які використовують ОГС, є одним з видів широкого класу широкосмугових сигналів, запропонованих в [2, 3], які можуть бути використані для цілей передачі інформації.

Технології передачі xDSL відповідно до Рекомендацій Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ-Т) G. 991 – G. 993 використовують різні системи ОГС та на сьогодні є найпоширенішими для побудови широкосмугового доступу (ШД) з використанням добре розвиненою мережі абонентських ліній (АЛ) телефонної мережі загального користування.

У статті розглядається питання дослідження застосування ОГС узагальненого класу (СП-УК) для збільшення швидкості передачі СП ОГС.

Традиційні системи передачі (СП-тр) ADSL2 + використовують набір ОГС. У роботі пропонується використовувати системи передачі узагальненого класу (СП – УК), що володіють кращими характеристиками, ніж традиційні СП-тр. [3]. Особливістю сигналів узагальненого класу є відсутність захисного інтервалу.

На рисунку 1 наведена узагальнена структурна схема  $l$ -го каналу СП-УК. СП-УК відрізняється від схеми традиційної СП-тр наявністю перемножувачів на функції  $u_1(t)$  і  $u_2(t)$  сигналів на виході передавача і вході приймача СП. Різні варіанти побудови СП ОГС визначаються (задаються) вибором значень функцій  $u_1(t)$  і  $u_2(t)$  [3]. В якості огинаючої сигналу  $u(t)$  вибиралася оптимальна функція з косинусквадратичними фронтами [4].

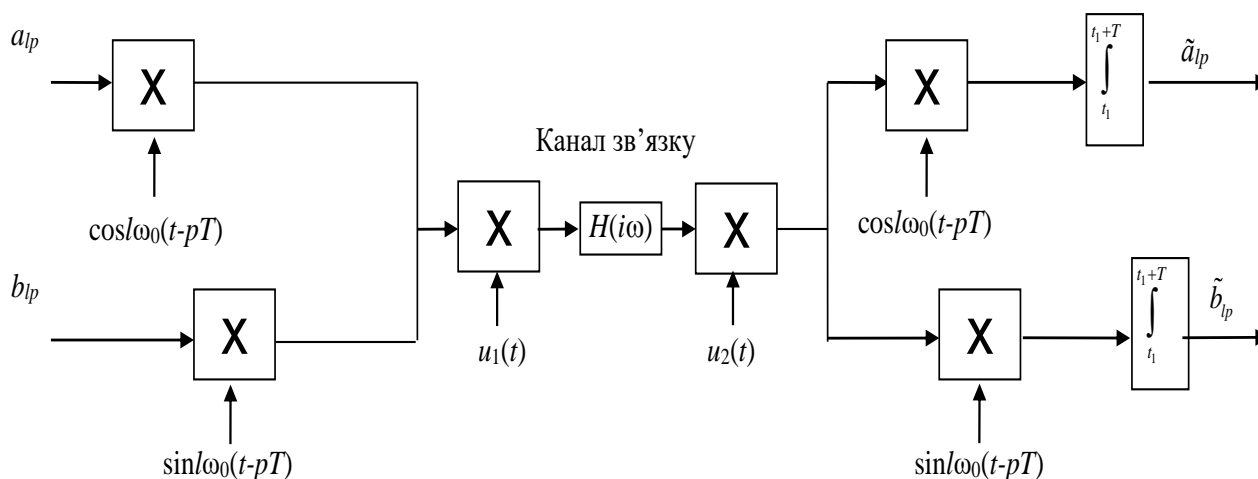


Рисунок 1 – Узагальнена структурна схема  $l$ -го каналу СП -УК

В роботі [5] проводилися дослідження швидкості передачі СП ADSL2 + з використанням удосконаленого методу оцінки швидкості передачі СП ОГС, який дозволяє враховувати інтерференційні завади. Тому доцільно порівняти

досяжні швидкості передачі традиційної СП-тр. на прикладі СП ADSL2 +, які були розраховані в [5] і СП - УК, запропонованих в [3], з характеристиками аналогічними СП ADSL2 +.

Дослідження проводилося для наступних вихідних даних:

- номер несучих частот - 33 ... 511;
- адитивні завади з рівномірною спектральною щільністю потужності (АЗРСЦП) мінус 140 дБм / Гц;
- ймовірність помилки приймалася рівною  $10^{-7}$ ;
- кабель типу ТП-10х2 пучкової скрутки з діаметром жил 0,5 і 0,4 мм, довжиною 1 ... 4 км;
- вплив перехідних завад враховувався при 10-процентному завантаженні багатопарного кабелю системами передачі ADSL2 +;
- $\Delta A_{\text{дл}}$  – зменшення захищеності за рахунок старіння кабелю і неправильних умови експлуатації, для нового кабелю приймаємо  $\Delta A_{\text{дл}} = 0$  дБ.

Для порівняння варіантів СП-тр і СП-УК між собою, крім безпосередньої оцінки швидкості передачі, доцільним є також порівняння втрат швидкості передачі цих СП, коли в розрахунок не враховується потужність інтерференційних завад, це дозволяє оцінити ефект застосування запропонованих СП-УК. Визначалися абсолютна (в Кбіт/с) і відносна (в %) втрати швидкості передачі відповідно за формулами:

$$\Delta R = R_0 - R_i, \quad (1)$$

$$\Delta R_{\%} = \frac{(R_0 - R_i)}{R_0} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де  $R_0$  – швидкість передачі СП без урахування інтерференційних завад;

$R_i$  – швидкість передачі СП-УК, з урахуванням інтерференційних завад.

Результати розрахунків втрати швидкості передачі надані на рисунку 2 і в таблиці 1.

Таблиця 1 – Абсолютна і відносна втрата швидкості передачі СП ОГС (АЗРСЦП = -140 дБм / Гц, nСП = 1,  $\Delta A_{\text{дл}} = 0$  дБ)

Довжина лінії, км	СП-тр		СП-УК		СП-тр		СП-УК	
	ТП - 10х2х0,5				ТП - 10х2х0,4			
	$\Delta R$ , кбит/с	$\Delta R_{\%}$ , %	$\Delta R$ , кбит/с	$\Delta R_{\%}$ , %	$\Delta R$ , кбит/с	$\Delta R_{\%}$ , %	$\Delta R$ , кбит/с	$\Delta R_{\%}$ , %
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	468	2	28	0,12	3932	20,8	1620	0,1
3	760	5,35	12	0,08	1940	20,97	716	7,7
4	872	10,77	504	6,23	444	11,2	332	8,4

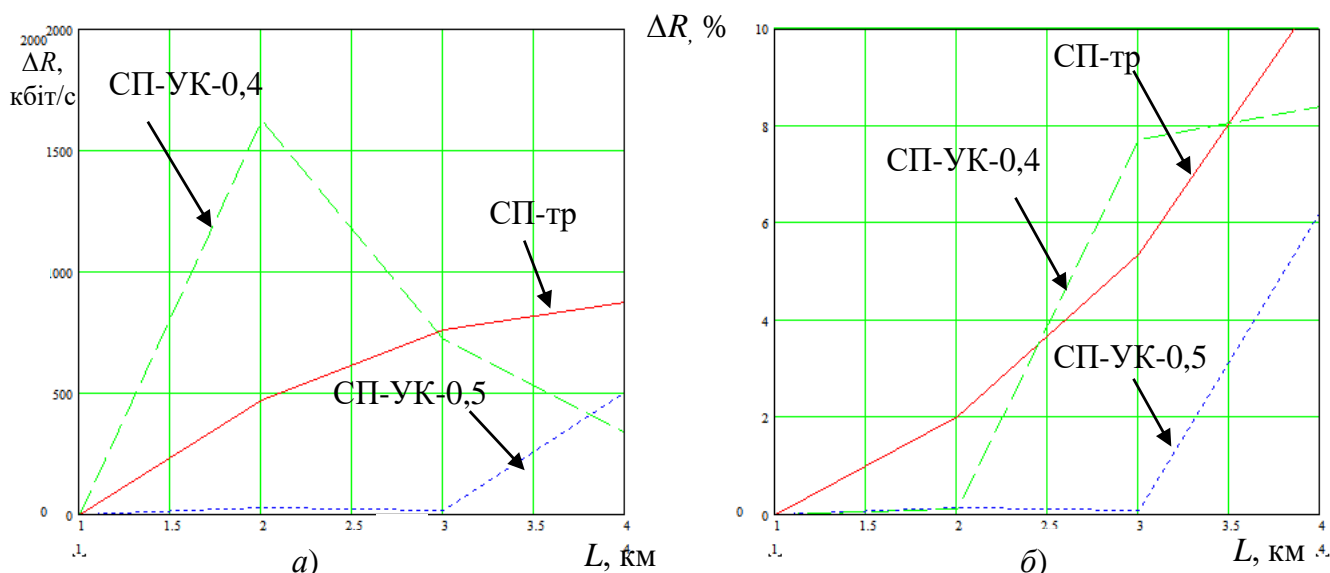


Рисунок 2 – Абсолютна (а) і відносна (б) втрата швидкості передачі СП ОГС (АЗРСЦП = -140 дБм / Гц, ТП-10х2х0,5, ТП-10х2х0,4,  $n_{СП} = 1$ ,  $\Delta A_{Л} = 0$  дБ)

### Висновки

Таким чином, варто відзначити, що при будь-яких умовах СП-УК дає вигоду не менше ніж в 2 рази по втраті швидкості передачі в порівнянні з СП-тр, що підкреслює ефективність застосування СП-УК для боротьби з інтерференційними завадами. Застосування ОГС узагальненого класу в СП забезпечує підвищення швидкості передачі за рахунок зниження потужності інтерференційних завад, викликаних лінійними спотвореннями.

### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Балашов В. А. Системы передачи ортогональными гармоническими сигналами / Балашов В. А, Воробийенко П.П, Ляховецкий Л.М. // - М.:Эко – Трендз, 2012. – 228 с.: ил.
- [2] Балашов В.А. Интерференционные помехи в системах передачи гармоническими сигналами обобщенного класса /В.А. Балашов, Л.М. Ляховецкий, И.Б. Барба // Сборник научных трудов SWorld. – 2014. – Выпуск 1. Том 9. – С. 79 – 86.
- [3] Барба І.Б. Аналіз систем передачі гармоническими сигналами обобщенного класса / І.Б. Барба // Наукові праці ОНАЗ ім.О.С. Попова. – 2014. – №1. – С. 128 – 135.
- [4] Балашов В.А. Синтез передаточных функций каналов передачи, удовлетворяющих критерию Найквиста / В.А. Балашов, И.Б. Барба // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2011. – № 2. – С. 35 – 42.
- [5] Ляховецький Л.М. Удосконалення методу оцінки швидкості передачі ортогональними гармонічними сигналами / Л.М. Ляховецький, В.І. Орешков, І.Б. Барба // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. - 2014. - № 2. Частина 2. - С. 186 - 193.

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У БАНКАХ

Варварчук В. О.<sup>1</sup>

1 – магістр, ДУІТЗ, Одеса, Україна

*Анотація* – В роботі проведено аналіз перспектив використання хмарних технологій в банківській сфері з точки зору створення універсального інформаційного простору формування та надання банківських послуг, визначено які проблеми перешкоджають розвитку цього процесу.

*Ключові слова* – Хмарні технології, інформаційна інфраструктура, банк.

## PROSPECTS OF USING CLOUD TECHNOLOGIES IN BANKS

Varvarchyk V. O.<sup>1</sup>

1 – master, SUITT, Odesa, Ukraine

*Abstract* – The analysis of possibilities of use of cloud technologies in the banking sphere is carried out, it is defined, what models of cloud services are of the greatest interest for banks. The approach on definition of efficiency of use of cloud technologies for creation of an information infrastructure of bank is offered.

*Keywords* – Cloud technologies, information infrastructure, bank.

Хмарні технології надають банкам нові можливості щодо використання інформаційних технологій. Відомими переваги від застосування хмарних технологій для банківських установ є [1, 3]:

- зменшення сукупної вартості володіння ІТ- рішень за рахунок застосування хмарних технологій;
- збільшення ефективності використання апаратних ресурсів серверів;
- забезпечення відмовостійкості на основі хмарних технологій за рахунок побудови сервіс- орієнтованої архітектурної моделі.

Разом з цим використання, банк на базі хмарних технологій може створити приватну хмару інфраструктурно та організаційно розділену на дві частини – ізольовану ( або корпоративну) та публічну (для клієнтів). На базі приватної хмари банківська установа може формувати практично необмежений набір банківських послуг створюючи нову модель хмарних сервісів - ВааS (Bank as a Service).

Bank as a Service є новим рівнем застосування хмарних технологій – клієнту надаються не технологічні можливості, а готовий автоматизований бізнес-процес. Наприклад, якщо в моделі SaaS споживач замовляє хмарну автоматизовану банківську систему, в якій буде працювати і вибудовувати бізнес-процеси самостійно, то в ВааS він замовляє готові обліково-операційні сервіси, які не потребують витрат на їх організацію. Ідея ВааS наведена на рис. 1.

Впровадження хмарних технологій дозволить підвищити ефективність інформаційної мережі за рахунок зниження витрат на інформаційну інфраструктуру, а також за рахунок того, що з'являється можливість прямого доступу до широкого набору даних.

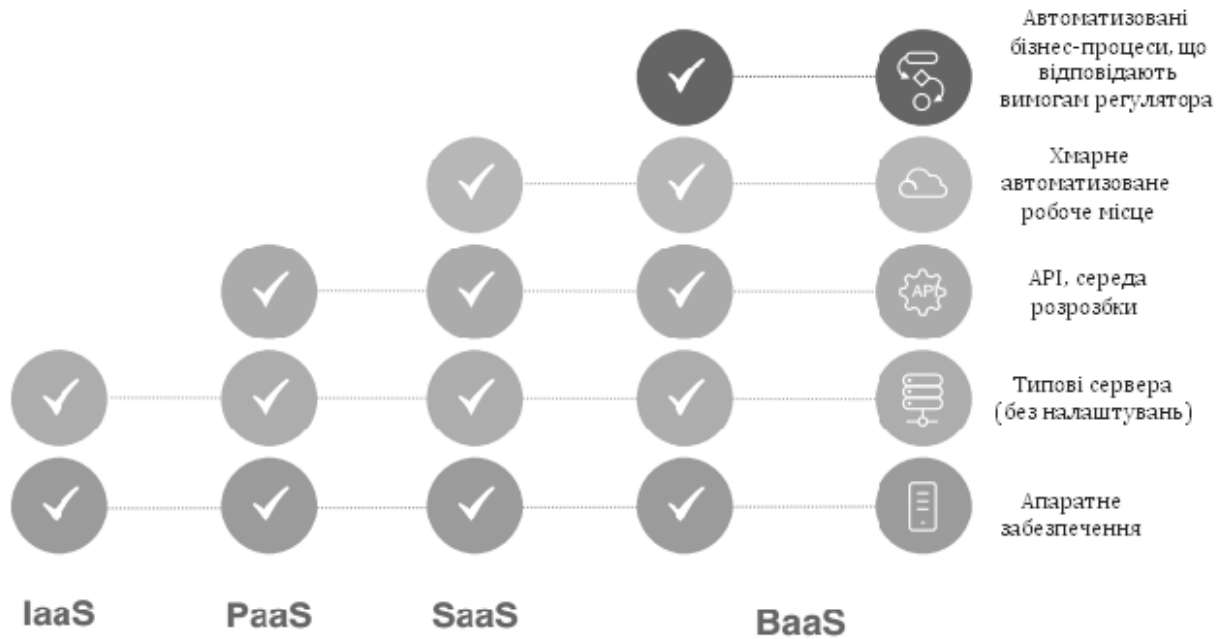


Рисунок 1 – Ідея концепції BaaS

Хмарні технології дозволяють конструювати послуги для постійних клієнтів банку (як фізичних, так і юридичних), разом з цим хмарні технології надають банкам можливість застосувати дві нові моделі послуг – дистрибуцію та продуктову фабрику. Дистрибуція – це «супермаркет» готових фінансових послуг, де клієнти можуть порівняти їх між собою та обрати найбільш прийнятний для них варіант. Продуктова фабрика – це модель, яка передбачає розробку унікальних послуг, створених під конкретного клієнта (рис. 2).



Рисунок 2 – Надання банківських послуг на базі хмарних технологій

Таким чином, хмарні технології надають банкам можливість не лише зменшувати витрати на організацію інформаційної інфраструктури, а й

створювати новий інформаційний простір для швидкого конструювання банківських послуг для клієнтів. Але потрібно розуміти, що є певні обмеження, які гальмують впровадження хмарних технологій у банківську сферу, а саме:

- обмеження з боку законодавства;
- відсутність системних підходів до забезпечення конфіденційності клієнтських даних [2]; низький рівень довіри до постачальників хмарних сервісів;
- відсутність чітких вимог до хмарних сервісів, стандартів, тощо.

Отже, в роботі оцінено перспективи використання хмарних сервісів в банківській сфері, визначено, що хмарні технології надають банкам можливість створювати інформаційний простір для швидкого конструювання банківських послуг для клієнтів.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Батаєв О.В. Оцінювання економічної ефективності аутсорсингу автоматичних банківських систем / О.В. Батаєв // Актуальні проблеми економіки. – 2015. – № 10. – С. 419-426..
- [2] Кондратьев А.А., Тищенко И.П., Фраленко В.П. Разработка распределенной системы защиты облачных вычислений // Программные системы: Теория и приложения. 2011. № 4(8). С. 61—70.
- [3] Баглай Р.О. Хмарні обчислення в діяльності банківських установ / Р.О. Баглай // Системи обробки інформації. – 2017. – № 151. – С. 76-81.

## АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДОСТУПОМ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВА

Дьорка І.І.<sup>1</sup>

1 – студентка 2-го курсу здобувачка освітнього ступеню «магістр» за освітньо-професійною програмою підготовки зі спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка, ДУІТЗ, Одеса, Україна

*Анотація* – У роботі розглядаються методи ідентифікації і аутентифікації користувачів. Проводиться аналіз варіантів впровадження системи контролю доступом. Формалізуються критерії вибору оптимального проектного рішення для впровадження системи біометричної ідентифікації.

*Ключові слова* – Система контролю доступом, методи, аутентифікація, біометрична ідентифікація, аналіз варіантів.

## ANALYSIS OF OPTIONS FOR IMPLEMENTING ACCESS CONTROL SYSTEMS FOR ENTERPRISE

Iruna Dorka<sup>1</sup>

1 – 2nd year student with a master's degree in the educational-professional training program in the specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering, SUITC, Odessa, Ukraine

*Abstract* – The methods of identification and authentication of users are considered in the work. The analysis of options for implementation of the access control system is carried out. The criteria for selecting the optimal design solution for the implementation of a biometric identification system are formalized.

**Keywords** – Access control system, methods, authentication, biometric identification, analysis of options.

The basis of any the access control system is identification and authentication, as all information protection mechanisms are designed to work with named subjects and objects of the autonomous system. Identification provides the following functions [1]:

- establishing the authenticity and determining the powers of the subject when he is admitted to the system;
- control of the established powers during the session;
- registration of actions, etc.

Typically, authentication methods are classified according to the means used. In this case, these methods are divided into three groups [1]:

- based on the knowledge of a person who has the right to access the resources of the system, some secret information - password;
- based on the use of a unique object: a token, an electronic card, etc.;
- based on the measurement of human biometric parameters - physiological or behavioral attributes of a living organism.

Currently, there are many methods of biometric identification. The following biometric identification methods are most widely developed and used [2]:

- by the pattern (location of blood vessels) of the retina;
- on the iris of the eye;
- by the shape of the hand and the pattern of the skin on the palm;
- according to the pattern of the skin of the finger;
- by the shape of the face (in two-dimensional or three-dimensional image);
- according to the thermal pattern of the face;
- by voice;
- by the peculiarities of working on the keyboard.

When comparing different biometric methods, the following criteria are used [2]: versatility, uniqueness (distinguishability), permanence (constancy), measurability, resistance to the environment, resistance to counterfeiting, social acceptability, that is, public consent to the collection and use of certain biometric data.

The widespread use of these systems is due to the fact that biometric features are unique to each person and, until recently, were always with the owner, unlike the key, smart cards, key chains, etc., they can not be stolen.

Today, companies are moving from using traditional readers to full-fledged biometric solutions, but the company's management can choose to organize a biometric identification system, where biometric data is part of a reliable access control system designed to ensure accessibility and data protection such as [4]:

1 Independent solution, on top of the existing information infrastructure.

2 Introduction of a system of biometric indexation to the already existing information infrastructure.

The task of implementing a biometric identification system at the enterprise is the need to perform the necessary actions in real time to identify the people present in the controlled area, and often secretly, ie not only contactless (remotely), but also without special presentation of biometric features by identified persons [5].

When choosing one or another option for implementing a biometric identification system, the criterion of complexity / security is usually used (1). With the help of this criterion it is possible to assess to what type of activity the enterprise belongs (production; research and production; construction; transport; agricultural; trade, etc.) and to determine the level of security that must be provided at the enterprise.

$$K = \frac{\{K_i\}}{i = \overline{1, m}}, \quad (1)$$

where  $m$  - the number of types of activities.

It is also necessary to choose among more than two dozen biometric identifiers (2): fingerprints; iris; retina; facial geometry; palm geometry; handwriting (or signature); voice identification [5]. Where all biometric identifiers allow the identification of a person with a high probability:

$$C_i = \{C_i\} \neq i = \overline{1, p}, \quad (2)$$

where  $p$  is the number of indicators.

We formalize the vector of choice (3):

$$V_i = \{V_i\}, V \subseteq K, \quad (3)$$

then choose the biometric identifier (4):

$$\forall v_i \in V, v_i \geq C_i, \quad (4)$$

where  $c_i \in C$ .

Therefore, the choice of the optimal design solution is equal to:

$$\gamma = \sum_i V_i \rightarrow \max \quad (5)$$

Thus, the paper analyzes the options for organizing a biometric identification system and formalizes the task of choosing the optimal design solution for the implementation of a biometric identification system, which will significantly increase the importance of automatic processing and analysis of biometric information.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Царьов Р. Ю. Біометричні технології //Царьов Р. Ю., Лемеха Т. М.– Одеса:ОНАЗ., 2016р.
- [2] Ворона В.А., Тихонов В.А. Системы контроля и управления доступом». Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком. – Серия «Обеспечение безопасности объектов». Книга 2. 2010 -272 с.:ил.
- [3] S.Soviany, H.Jurian A Hierarchical Data Fusion and Classification Model for Biometric Identification Systems. <http://www.agir.ro/buletine/1577.pdf>
- [4] Biometrics is the most suitable means. [Electronic resource] / Access mode: <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/government/inspired/biometrics> (2.02.2021)
- [5] John D., Jr. Woodward. Biometrics: Facing Up to Terrorism, in Proc. of The Biometric Consortium Conference 2021.- PP. 284-292.



## МЕТОД ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ ШЛЯХОМ ЧАСТОТНОГО РОЗДІЛЕННЯ СМУГИ ПРОПУСКАННЯ

Єгоров С.В.<sup>1</sup>; Шкварницька Т.Ю.<sup>2</sup>; Шелуха О.О.<sup>3</sup>

1 – к.т.н., доцент, НАУ, Київ, Україна

2 – к.т.н., доцент, доцент НАУ, Київ, Україна

3 – к.т.н., доцент НАУ, Київ,, Україна

*Анотація* Розглядаються принципи передачі інформації по каналам зв'язку. Розроблено метод збільшення пропускної здатності каналу зв'язку на основі частотного розділення каналів.

*Ключові слова:* передача інформації, каналі зв'язку, частотне розділення каналів, системи зв'язку, пропускна здатність.

## METHOD OF INCREASING THE BANDWIDTH OF THE COMMUNICATION CHANNEL BY FREQUENCY DIVISION OF THE BANDWIDTH

Serhii Yehorov<sup>1</sup>, Tetiana Shkvarnytska<sup>2</sup>, Oleksii Shelukha<sup>3</sup>

1 – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department Computerized Electrical Systems and Technologies, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

2 – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department Computerized Electrical Systems and Technologies, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

3 – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department Computerized Electrical Systems and Technologies, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

*Abstract.* The principles of information transmission over communication channels are considered. A method for increasing the capacity of a communication channel based on frequency division of channels has been developed.

*Keywords:* information transmission, communication channel, frequency division of channels, communication systems, bandwidth.

Існує дуже багато наукових досліджень у галузі передачі інформації по каналам зв'язку Наприклад [1-6]. Але у цих дослідженнях не в повній мірі розглянуто питання про методи збільшення пропускної здатності каналу зв'язку.

В основу частотного поділу каналів (FDM) в системах зв'язку покладені модуляція, демодуляція і фільтрація. Технології FDM дозволяють передавати кілька інформаційних сигналів одночасно по одному каналу зв'язку. FDM виділяє кожному інформаційному сигналу певну частотну область усередині каналу зв'язку. Частотні області обираються так, щоб вони не перекривалися. На рис. 1 показано передачу двох інформаційних сигналів з використанням FDM.

На рис. 1 представлено два інформаційні сигнали: один із прямокутною формою спектра, а інший зі спектром трикутної форми. Щоб передати по каналу зв'язку ці два сигнали, потрібно здійснити модуляцію інформаційними сигналами несучих частот  $f_1$  та  $f_2$ , що перебувають на досить великій відстані одна від одної так, щоб спектри отриманих у результаті радіосигналів не перекривалися. При цьому, на частоту  $f_1$  переноситься спектр прямокутного

інформаційного сигналу, а на частоту  $f_2$  - спектр трикутного інформаційного сигналу. При складанні отриманих сигналів в суматорі, одержуємо адитивну суміш сигналів передачі, яка переносить спектри обох сигналів одночасно у каналі зв'язку.

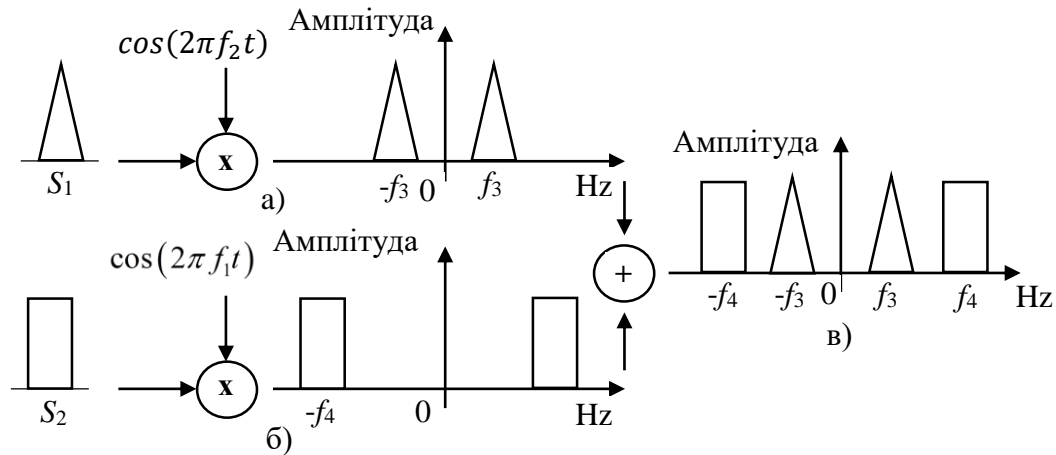


Рис. 1. Принцип частотного розділення каналів; а) - модуляція трикутним сигналом; б) – модуляція прямокутним сигналом; в) – адитивна суміш піднесучих, що модульовані трикутним і прямокутним сигналами.

Приймач обробляє адитивну суміш радіосигналів. Суть обробки прийнятої адитивної суміші радіосигналів полягає в усуненні небажаних спектральних компонентів із прийнятого сигналу та демодуляції для виділення вихідних спектральних компонентів інформаційного сигналу. Для забезпечення передачі сигналів з прямокутною формою, необхідно зробити дії, які були зроблені для сигналу трикутної форми (рис. 1).

На рис. 2 показано процес відновлення корисного сигналу.

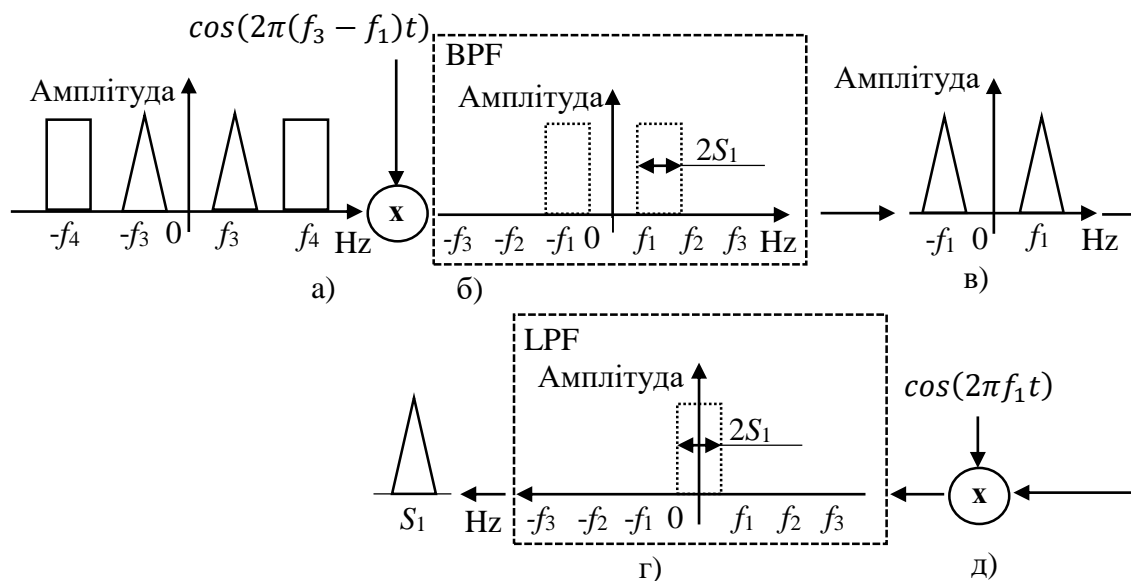


Рис.2. Процес відновлення корисного сигналу: а) – виділення піднесучої частоти, що модульована трикутним сигналом; б) – фільтрація виділеного

сигналу; в) – піднесуча, що модульована трикутним сигналом, у якої усунені фільтрацією непотрібні гармоніки; д) – демодуляція; г) – усунення високочастотних гармонік, що утворилися в процесі демодуляції.

Сигнал передачі модулюється так (рис. 2), що спектральні компоненти розташовуються в околиці центральної частоти смугового проникного фільтра (BPF). У цьому випадку трикутний спектр зрушується так, щоб він розмістився симетрично щодо частот  $-f_1$  та  $f_1$ . Смуговий фільтр пропускає з малим затуханням тільки спектральні компоненти інформаційного сигналу (трикутні) і усуває спектральні компоненти інформаційного сигналу із прямокутною формою спектра.

Трикутний спектр демодулюється до вихідного спектру і LPF усуває усі більш високі гармоніки, які з'являються в результаті демодуляції. У результаті утворюється інформаційний сигнал із трикутним спектром.

Ця ж процедура використовується для виділення інформаційного сигналу із прямокутним спектром.

В остаточному підсумку важливе місце у прийманні інформаційного сигналу й виділення його із сигналу передачі при FDM - це виділення модульованих частот у приймачі, що центрує спектр інформаційного сигналу в смузі робочих частот смугового проникного фільтра.

#### Висновок

Розроблено метод збільшення пропускної здатності каналу зв'язку, з використанням частотного розділення каналу, що призвело до можливості передавати більше інформації за одиницю часу, завдяки тому, що збільшилась полоса пропускання.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Анкуда, С. Н. Радиоэлектронные устройства и комплексы [Текст] / С. Н. Анкуда, В. Т.Першин, И. И. Шпак// Минск: МГВРК, 2012. - 568 с.
- [2] Шахгильдян В. В. Проектирование радиопередатчиков [Текст] / В.В. Шахгильдян, В.А. Власов, Б.Е. Козырев [и др.]// М. :Радио и связь, 2000. – 653с.
- [3] Дегтярь Г.А. Устройства генерирования и формирования сигналов. Часть 1 [Текст] / Г.А. Дегтярь // Новосибирск : издательство НГТУ, 2005. – 480 с.
- [4] Айфичер Э. Цифровая обработка сигналов. Практический подход [Текст] / Э.Айфичер, Б.Джервис // М.: ИД "Вильямс", 2004. — 992 с.
- [5] Зуйко А.Г. Теория электрической связи [Текст] / А.Г. Зуйко, Д.Д. Кловский// М: "Радио и связь", 1999. - 217 с.
- [6] Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра [Текст] / К. Феер // М. : Радио и связь, 2000. – 520с.

## АНАЛІЗ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ У СФЕРІ КОНЦЕПЦІЙ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» ТА «РОЗУМНЕ МІСТО»

Геля В. М.<sup>1</sup>

1 – магістр, ДУІТЗ, Одеса, Україна

*Анотація* – Проведено дослідження процесу стандартизації концепцій «Розумний будинок» та «Розумне місто». Проаналізовано існуючі нормативні документи в даній сфері, визначено, які показники стандарти рекомендують використовувати для оцінки ефективності подібних систем.

*Ключові слова* – розумний будинок, розумне місто, стандарт.

## ANALYSIS OF THE REGULATORY FRAMEWORK IN THE FIELD OF CONCEPTS "SMART HOUSE" AND "SMART CITY"

Vladyslav Helia<sup>1</sup>

1 – master, SUITT, Odesa, Ukraine

*Abstract* – A study a process of standardization of the concepts of "Smart House" and "Smart City". The existing normative documents in this sphere are analyzed, it is defined, what indicators standards recommend to use for an estimation of efficiency of similar systems.

*Keywords* – smart house, smart city, standard.

Концепція розумний будинок існує вже досить давно, тому міжнародні організації розробили низку стандартів, які регламентують процес розробки, впровадження та експлуатації систем класу «Розумний будинок». Так, Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) розглядає стандарти «розумних» міст в рамках групи, що займається темою «системи показників» розумної «інфраструктури спільнот» [1]. У Секторі стандартизації електров'язку МСЕ (МСЕ-Т) сформована оперативна група по «розумним» будинкам і містам для оцінки потреб в стандартизації.

Для того щоб формування «розумних» будинків стало наступним етапом процесу урбанізації, потрібні нові стандарти, інфраструктура і рішення ІКТ. Розумні будинки є складовими частинами системи «Розумне місто». Зазначена робоча група працює у форматі відкритою платформи, до якої можуть приєднуватись усі зацікавлені сторони – муніципалітети, академічні та науково-дослідні установи, неурядові організації та організації у сфері ІКТ, галузеві форуми і консорціуми. Зацікавлені сторони можуть обмінюватися знаннями з метою вироблення стандартизованих основ, необхідних для забезпечення інтеграції послуг на базі ІКТ в «розумних» містах. На рис. 1 наведено існуючі стандарти у сфері «розумних» міст та будинків.

В стандартах визначаються цільові показники оцінки ефективності системи «Розумне місто», методики їх виміру та контролю, індикатор за якими можна оцінити їх ефективність розвитку. Так у стандарті ISO 37120:2014 «Сталий розвиток суспільства. Показники послуг міста та якості життя» визначено 46 обов'язкових та 56 додаткових показників за 17 напрямками. Метрики стандартів відображають роботу за різними напрямками – підвищення якості послуг, ефективності міської інфраструктури та окремих об'єктів, що в

свою чергу передбачає оптимізацію систем енергопостачання, водопостачання, міського транспорту та інших [3, 4].

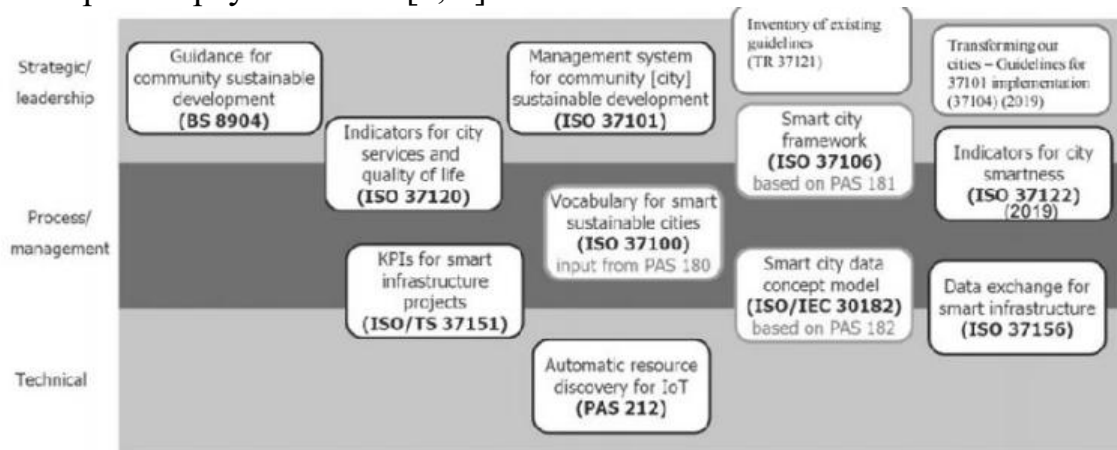


Рисунок 1 – Стандарти системи «Розумний будинок»

Стандарт ISO 37151 «Інтелектуальні інфраструктури комунального господарства. Принципи та вимоги до системи робочих показників» містить методика оцінки якості комунального господарства розумних міст за 14 категоріями базових потреб суспільства (з точки зору мешканців міста, керівництва міста, довкілля), приклад яких наведено у табл. 1. Оцінку розвитку системи «Розумне місто» здійснює міжнародна організація Всесвітньої ради по міським даним World Council on City Data (WCCD), яка за результатами оцінки надає сертифікат на відповідність вимогам ISO-стандартів.

Таблиця 1 – Приклад ключових індикаторів оцінки ефективності системи «Розумне місто»

Напрямок	Обов'язкові показники	Додаткові
Енергетика	Сумарне використання електроенергії у будинках на одну людину (кВт/год.)	Сумарне використання електроенергії на одну людину (кВт/год.)
	Відсоток населення міста офіційно підключеного до енергомереж	Середня кількість перебоїв з електроенергією на споживача, у рік
	Споживання електроенергії громадськими будівлями на рік (кВт/м <sup>2</sup> )	Середня тривалість перебоїв з електроенергією, у год.
	Відсоток енергії, яка отримується з відновлювальних джерел	
Оточуюче середовище	Концентрація твердих частин у повітрі (PM 2.5)	Концентрація NO <sub>2</sub>
	Концентрація твердих частин у повітрі (PM 10)	Концентрація SO <sub>2</sub>
	Викид парникових газів, у тонах на одну людину	Концентрація O <sub>3</sub>
		Рівень шуму

Отже, в роботі проаналізовано існуючої нормативної бази у сфері стандартизації концепцій «Розумний будинок» та «Розумне місто», визначено які параметри стандарти визначають за індикатори оцінки ефективності подібних систем.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Tuomas Nurmela Emerging ICT areas – Smart Cities [Електронний ресурс] / Режим доступу: [https://www.standict.eu/sites/default/files/Presentation\\_Uusien%20IT-alueiden%20standardisointi%2020190720%20-%20Smart%20Cities.pdf](https://www.standict.eu/sites/default/files/Presentation_Uusien%20IT-alueiden%20standardisointi%2020190720%20-%20Smart%20Cities.pdf) (15.10.2021)
- [2] New global platform to help cities become sustainable and smart [Електронний ресурс] Режим доступу : <http://www.iso.org/iso/ru/news.htm?refid=Ref2042>. (15.10.2021)

[3] ISO 37120:2014(en) Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life [Електронний ресурс].

Режим доступу : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37120:ed-1:v1:en> (15.10.2021)

[4] ISO/DTR 37121 Sustainable development in communities – Inventory and review of existing indicators on sustainable development and resilience in cities [Електронний ресурс] / Режим доступу : [http://www.iso.org/iso/ru/catalogue\\_detail.htm?csnumber=63790](http://www.iso.org/iso/ru/catalogue_detail.htm?csnumber=63790) (15.10.2021)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ ВІД ШКІДЛИВОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПРОГРАМ КЛАСУ RANSOMWARE

Глотенко Д.О.<sup>1</sup>, Шулакова К.С.<sup>2</sup>, Боднар Л.В.<sup>3</sup>

1 – студент 2-го курсу магістратури за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку (ДУІТЗ), Одеса, Україна

2 – ст. викладач кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку (ДУІТЗ), Одеса, Україна

3 – к.п.н., доцент кафедри інноваційних технологій та методики викладання природничих дисциплін, Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського (ПНПУ), Одеса, Україна

*Анотація* – Розглядається проблематика загрози атак інформаційних систем з застосуванням шкідливого ПЗ класу "ransomware". Описується концепція атаки з подальшою вимогою викупу, причини і виток інформації в слідстві подібних атак. Показується і аналізується роль ряду різних технологій захисту в різних точках інформаційних систем і їх безпосередня роль в запобіганні шкоди для інформаційної системи. Представлені методи існуючих механізмів забезпечення безпеки з аналізом практичної користі.

*Ключові слова* – ransomware, безпека, захист інформації, корпоративна мережа, вразливості програмного забезпечення.

## RESEARCH OF CORPORATE NETWORKS PROTECTION TECHNOLOGIES FROM MALWARE AND RANSOMWARE CLASS PROGRAMS

Dmitro Hlotenko<sup>1</sup>, Kateryna Shulakova<sup>2</sup>, Liliia Bodnar<sup>3</sup>

1 – 2nd year master's degree student in the specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering, State University of Intellectual Technologies and Communications (SUITC), Odessa, Ukraine

1 – senior lecturer of department of Computer Engineering and Information Systems, State University of Intellectual Technologies and Communications (SUITC), Odessa, Ukraine

3 – associate professor of department of Innovative Technologies and Methods of Teaching Natural Sciences, South-Ukrainian National Pedagogical University (SUNPU), Odessa, Ukraine

*Abstract* – In this keynote we reflect the problem of informational systems attacks with malware of the "ransomware" class. We describe the attack concept with the following ransom buyout, the pre-conditions of attack and the aftermath, including the sensitive data leaking. We reflect and analyze the role of the various security technologies at the different points of informational system. We present the potential ways of existing protection mechanisms technology development with analysis of the practical value in terms of security.

*Keywords* – ransomware, security, data protection, corporate networks, software vulnerabilities.

Nowadays the informational society is dealing with a numerous number of threats which may cause damage up to the collapsing of organization. The topic of information protection is becoming very actual and having a high demand in the industry. The current situation with information importance is deeply linked with the general state of the company, including the most important one, which is a financial aspect of its operations. All the modern companies or service providers are performing operations with the sensitive information on many levels – from the confidential emails of managers, intellectual property, even up to the customer's data or user telemetry [1]. Any technological process at the modern enterprise is handled by the computers. Even an hour of idling may be fatal to the enterprise processes and may cause the financial loses and problems with the customers. The reason is simple – the data became their money. Every respectable company is investing enough funds in data protection, while the other ones are only going to deal with a damage connected with the threats in the future. Since any computer system is vulnerable and the damage from the threats is getting more significant over the past years, the data protection is taking an important role in company operations. Modern technologies are not able to grant an absolute protection. In the combination of the best practices, we can achieve an acceptable level of security [2].

The security teams even with a help of the governments are dealing with unique attacks, and due to the nature of computer systems, the potential vector of attack could be any part of computer system – from the human up to prediction mechanisms of CPUs. Mostly, a such kind of the attacks are done by using the ransomware malware which sometimes is specially written by the hackers for the selected enterprise and wouldn't be known for security companies before the attacks. Those attacks are performed mostly only to get the buyout or for the racket [3].

Ransomware while being deployed remotely simply leaking the data to remote servers and encrypting the original files on the whole computers in the network. This malware is the most dangerous for now because it converts the normal data to the array of bytes without of any chances for recovery making the data completely lost. Mostly, only the developers of ransomware may know how to bring data back, but they ask the buyout to recover it and prevent the leak. Sometimes hacker may also get the money and leave the company without of the data. The leak of confidential information may cause the long and expensive lawsuits from the partners or the customers, the leak of mail server may expose the internal secrets of the management, the leak of the technology may expose the unique technologies to the competitors. Since the data is the basis of any company, we should do our best to avoid such situations.

The ransomwares utilize the most advanced cryptography algorithms, mainly, applying the symmetric public key cryptography, such as AES, RSA and other with a as long keys as possible. Most of ransomware attacks are done through the vulnerabilities, such as EternalBlue, BlueKeep, e.t.c, existing in operating systems, third-party software or network equipment, but, sometimes, even the employee can be used as a backdoor for the attack [3].

The algorithm of ransomware from a side of the attacker includes the next steps: malware gets released; attacker includes the public key to it. Malware generates the random symmetric key according to the public one and encrypts the

data. When the process is done, the system gets locked by the ransomware GUI which will ask for the buyout. The last step is dependent on the actions. First option is to pay the buyout and get the data back. The second option is to wait for decryptor which may be created by the AV vendor one day or brought from hackers by the governments. It's recommended not to pay the ransom in order not to support the criminals and their activity. But a quarter (25%) of financial services organizations whose data was encrypted paid the ransom to get their data back [4]. But, as the practice shows, 92% who pay don't get their data back [4].

The evolutionary changes in the threats and their behavior show all the weaknesses of the traditional data protection methods. The problem is getting more significant due to the application of the hybrid attacks which target all the layers of security step by step, and any traditional security solution and infrastructure deployment rules are getting useless if we are getting hit at the less protected point of this pyramid. The supply and support of informational security includes the complex of measures, tracking, controlling, and preventing of unwanted operations or access to the information. It's very important to resolve all security related tasks simultaneously, otherwise it wouldn't be possible to provide the reliable security if we forget to take our attention to the one-off it's parts.

For now, there are over 100 types of potential system vulnerabilities and it's very important to take all the risks and analyze them to find out all possible weak places of security and build the right protection suite for the case.

The threats of computer security can be summarized as the various actions which may damage or change the state of information by violation of its protection. This is an event, process or action which always targeted to damage the informational systems. The vulnerabilities occurred by the various subjective factors include things connected with the quality of developed software in operation, decisions made on the control stage, application of different technical methods for the problem resolving, and various cases occurring while system malfunctions in the information space. Those cases include the violations made by the users.

We can summarize all possible sources into the 3 main groups: caused by the actions of the subject (anthropogenic sources of threats), by the technical means (man-made sources of threat), conditioned by spontaneous sources.

But at terms of corporate networks, it's important to take the most attention to the ransomware, which is a man-made source of threat, and this malware is generating most of the losses for the past few years.

**Analysis of potential danger effect.** It's possible to analyze the danger from the potential sources by application of the different side metrics. The coefficient of potential danger ( $K_{danger}$ )<sub>i</sub> is exactly introduced to help us perform a such kind of analysis. We can range the cases and available threats to them to form a vision on the required level of security and what we should apply to keep the place protected [5].

First of all, the first coefficient is the possibility of origin ( $K_{danger}$ )<sub>1</sub>. It defines the level of access to the subject and includes the existence of required surrounding.

Secondly, we have the level of source readiness ( $K_{danger}$ )<sub>2</sub>, which defines the qualification of the threat source for the action, level of attractiveness for the threat to perform the action, and the existence of required things one more.



Thirdly, the fatality of the event,  $(K_{danger})_3$ , which defines the degree of consequences inevitability of threat implementation. Each of those parameters is defined in the range from 1 to 5, showing the intensity of potential effect.

The  $(K_{total})$  for the selected source is a total calculation of all coefficients up to it's maximum value. When choosing an acceptable level of threat source. it is assumed that sources of threats with a coefficient  $(K_{danger})_i$  less than (0.1 ... 0.2) may further be disregarded as unlikely.

We calculation of danger from the threat sources by the next formula 1:

$$K_{danger} = ((K_{danger})_1 + (K_{danger})_2 + (K_{danger})_3)/3 \quad (1)$$

Let's consider two examples together:

- In terms of  $(K_{danger})_1$ , for the first place we take something, where the network is already compromised, and the software bundle onsite is outdated. For the second place, we take the vulnerable entrance in the system, but the internal networks are covered with IDS and the all the software is up to date. For the first one we give 1, and for the second case we give probably about 0.2.
- Secondly, in terms of  $(K_{danger})_2$ , for the first place we take a small company which performs sales, but nobody really cares about it. On the other hand, it's a very easy target to ransom. For the second place we take a big IT company, which has an original intellectual property, but the whole attack, requires step-by step preparation on all levels. On the other hand, the potential profit from the successful crack may go on millions. For the first one we give 0.4, for the second one we give 0.8.
- Thirdly, in terms of  $(K_{danger})_3$ , fatality, the small company is probably operating with a cloud email, cloud office (like Google Docs or Office 365), and in-house communication through the messengers. If a few computers get encrypted, probably, they will call for computer assistance, and the guy will simply wipe the infected machines. In terms of the second company, the possible attack can potentially destroy the workflow for the weeks, making the employees idling. Moreover, company can lose the progress if backup is outdated or was damaged too. In terms of fatality, we can give 0.2 for the first company, and we can give 0.9 for the second one. Then, for the first object we calculation of the danger coefficient for the first facility by formula 2:

$$K_{danger} = \frac{1 + 0.4 + 0.2}{3} = 0.53 \quad (2)$$

The calculation of the danger coefficient for the second facility by formula 3:

$$K_{danger} = \frac{0.2 + 0.8 + 0.9}{3} = 0.63 \quad (3)$$

According to the achieved coefficients, we can see that the importance of the security is both for the small and big enterprises. Both companies should follow the rules and utilize the modern data protection methods, simply to minimize the value of coefficient and keep their job going.

**Protection methods.** Nowadays, the security solutions are a complex system which includes various components which are working together to provide a proper

security level for both home and enterprise users. The complex systems can be targeted to protect the workstation, the network, and even prevent the data leak by continuous analysis of the network traffic.

Therefore, we introduce the term “exploit” which is exactly reflects an attack that exploits some vulnerability. Since the attacks got catalyzed by the integration of the internet into our daily lives, and the question regarding the protection of a complex network environments is the most actual, because it covers both privateers and enterprises. Virus detection is, or should be, an understatement: It should sit at all levels of the network, from the perimeter to the desktop, and include preventative and recovery controls, not just detection.

The modern complex of security solutions has a complex of the next components [3]:

- **Antivirus engine**, which includes the signature detection (file processing according to the fingerprints in the database), heuristic engine (performs the analysis of unknown file samples in terms of suspicious actions), emulator & code processor (advanced unknown threats processing), cloud scanning & reputation module (allows to detect the new threats much faster, than by the regular signature updates), web protection (handles web protection and email scanning)

- **Behavioral inspection**, which used to support the signature detection and provide the higher level of security, include HIPS (workstation level behavior application system calls analysis) and IDS (network level traffic and application control).

- **Sandboxes**, which are emulated environment for the safe execution of unknown and suspicious executables.

- **Firewall**, which performs the monitoring and control of network connections, used to prevent suspicious and dangerous connection in the network.

- **Exploit protection, memory integrity control**, both are the new components used to prevent the deployment of malware through the unknown vulnerabilities by applying of the memory protection.

- **SIEM**, is a control point of enterprise security which acts as advanced security control complex controlling the state and performing the actions. SIEM can automatically act in the case of alert, log everything, and provide details for the system administrators.

- **DLP**, the monitoring system which prevents the data leak and controls the data flow in house. DLP can register all the actions at workstations, control the network traffic, collect data, control the employees, and prevent the leak of confidential data.

Most of the modern total security class solutions for the home and offices are including the most of these components, forming a reliable basis for the daily protection. The enterprise solutions use mainly the same technological basis expanded in the vectors required by the business. Some of the things, such as DLP and SIEM are enterprise oriented, but the functions of IDS might be used even at home. The exploit protection is a very actual topic, since is allows to prevent execution of unknown viruses which managed to pass through the IDS, HIPS and antivirus engine.

The detection rate has highly increased with the introduction of antivirus engine improvements and HIPS technique. Since the signature detection rate is very dependent on the virus lab, but the quality of signature detection of the flagship engines (Bitdefender, Kaspersky, Symantec, Sophos, Trend Micro, ESET, e.t.c.) is rather high, it's more interesting to perform the practical analysis of the additional modules of the antivirus solutions [5]. Those modules are carrying out the detection of an unknown samples. We performed comparison of protection against ransomware with signature detection on and off. For this test, we decided to bring the two the most reliable antivirus solutions, Bitdefender, Kaspersky. Moreover, we brought the Windows Defender for comparison purposes respectively, since it's shipped together with Windows 10 and 11 operating systems. We took the archive of 62 ransomware samples on the day of the tests and both antiviruses had the latest databases, since the test was done simultaneously in three separate virtual machines.

Table 1 – The laboratory test results

Antivirus	All modules activated	System compromised?	Only proactive detection	System defunct?	Ransomware executed?	Is data damaged?
Bitdefender TS 2021	61/62	No, system is consistent	56/62	No	No	No
Kaspersky TS 2021	62/62	No, ransomware didn't launch	51/62	No	No	No
Windows Defender	60/62	Yes	34/62	Yes	Yes	Yes

As we can see, both solutions of Kaspersky and Bitdefender are capable to prevent the system compromising without of antivirus engine enabled. Bitdefender managed to get 1 sample for launch, but it prevented all the actions and the system maintained safe. Microsoft's Defender is capable to detect most of the threats, but it again reflects the importance of security complex efficiency, since even 1 or 2 samples can bypass the security. In terms of antivirus engine less detection, Bitdefender is capable to prevent the launch of 56 samples, Kaspersky is 51. Both antiviruses intercepted all the post launch actions, and both system and data maintained consistent. Unfortunately, a much weaker HIPS of Windows Defender allowed to simultaneously run a few ransomwares which blocked the system, and all the data was encrypted by a few ransomwares at ones. The data is lost, system is violated, and probably the process has launched in the network. This is not a result for which we are waiting for from the security solution.

**Conclusion.** The threat of ransomware is becoming a more serious year by year. The number of a serious cases is growing, and out point is to improve the level of security on the step ahead to the virus developers. The modern stack of security technologies provides lots of opportunities for the future technology development and the target is to increase the level of integration of security on all possible layers from operating system up to the user.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Вихорев Сергей Викторович, КЛАССИФИКАЦИЯ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://www.cnews.ru/reviews/free/oldcom/security/elvis\\_class.shtml](https://www.cnews.ru/reviews/free/oldcom/security/elvis_class.shtml) (19.09.2021).
- [2] Угрозы информационной безопасности [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.anti-malware.ru/threats/information-security-threats>

- [3] Vince Tabora, Cryptography + Malware = Ransomware [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://hackernoon.com/cryptography-malware-ransomware-36a8ae9eb0b9> (04.06.2018)
- [4] Андрей Иванов, Шифровальщики-вымогатели The Digest "Crypto-Ransomware" [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://id-ransomware.blogspot.com/>
- [5] The State of Ransomware in 2021 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.blackfog.com/the-state-of-ransomware-in-2021/>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНИХ ТРАКТІВ ЗІ СПЕКТРАЛЬНИМ МУЛЬТИПЛЕКСУВАННЯМ КАНАЛІВ

Корнійчук В.І.<sup>1</sup>; Глібко В.В.<sup>2</sup>

1 – к.т.н., доцент, ДУІТЗ, Одеса, Україна

2 – магістр ДУІТЗ, Одеса, Україна

*Анотація.* Досліджені три типи лінійних трактів WDM для одного з можливих варіантів частотного плану ITU, а також були запропоновані варіанти та шляхи максимального збільшення довжини ділянки регенерації.

*Ключові слова:* лінійні тракти WDM, спектральне мультиплексування каналів, оптичний підсилювач, оптичне волокно, оптичний сигнал.

## RESEARCH OF THE LINE LINK WITH SPECTRAL MULTIPLEXING CHANNELS

Volodymyr Korniyuchuk<sup>1</sup>, Volodymyr Hlibko<sup>2</sup>

1 – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the department of Telecommunication Systems, of the State University of Intelligent Technologies and Communications, Odesa, Ukraine

2 – Master's degree from the State University of Intelligent Technologies and Communications, Odesa, Ukraine

*Abstract* – Three types of linear WDM paths for one of the possible variants of the ITU frequency plan are investigated, and also variants and ways of the maximum increase in length of a regeneration site were offered.

*Keywords* – WDM linear paths, spectral channel multiplexing, optical amplifier, optical fiber, optical signal

Задача дослідження лінійних трактів (ЛТ) зі спектральним мультиплексуванням каналів (WDM) з оптичними підсилювачами (ОП) є доволі складною, оскільки треба врахувати певну кількість вихідних параметрів: рівень потужності сигналу, введеного до оптичного волокна (ОВ), робочу довжину хвилі, кількість ОП, ширину спектрального каналу та інші. Для розв'язання такої задачі була застосована система автоматизованого проектування (САПР) ModFOCS [1, 2]. Дослідження ЛТ WDM були спрямовані на розрахунок максимально допустимої кількості ОП на ділянці регенерації (відстань між сусідніми регенераторами О-Е-О типу) за критерієм відношення потужності оптичного сигналу до потужності оптичного шуму (ВСШо) в спектральному каналі ширину  $\Delta\lambda$ , що відповідає обраному частотному плану

ITU. Були проаналізовані три варіанти ЛТ WDM з метою забезпечення максимальної довжини ділянки регенерації.

При моделюванні ЛТ-1 (рис. 1) коефіцієнти підсилення ОП  $g$  і шуму  $nf$  для всіх ОП покладемо однаковими, а коефіцієнт підсилення кожного ОП буде дорівнювати загасанню у попереднього відрізка ОВ, тобто  $g = \alpha l$ . Для виконання розрахунків за програмою Mod FOCS застосуємо наступні вхідні дані: введений до ОВ рівень потужності, дБм «9»; довжина хвилі несучої, нм «1550»; коефіцієнт загасання ОВ, дБ/км «0,25»; кількість ОП в тракту, шт. «15»; ширина спектрального каналу, ГГц «12,5»; рівень тракту, що досліджується STM-16; коефіцієнт підсилення ОП, дБ «31»; коефіцієнт шуму ОП, дБ «7».

У вікні програми Mod FOCS на рис. 1 наведено вихідні дані та результати розрахунку значень ВСШ<sub>о</sub> на підсилювальних ділянках ЛТ-1, а також максимально допустиме значення (7 шт.) кількості ОП, за якої забезпечується необхідне за технічними умовами ВСШ<sub>о</sub> = 20 дБ для тракту рівня STM-16.



Рисунок 1 – Вікно моделювання ЛТ-1 за допомогою САПР

На рис. 2 приведені розраховані та побудовані програмою діаграми рівнів потужності сигналу та шуму (дБм), а також всш<sub>о</sub> (дБ) для ЛТ-1. Діаграми ілюструють процес накоплення шуму при збільшенні числа ОП і відповідного зменшення всш<sub>о</sub>. Горизонтальна лінія на рис. 2 відповідає нормативному значенню всш<sub>о</sub> = 20 дБ. Знаходимо довжину ділянки підсилення за формулою 1:

$$L_{\pi} = \frac{g}{\alpha}, \quad (1)$$

де  $g$  - коефіцієнт підсилення, дБ «31»;  $\alpha$  - коефіцієнт загасання ОВ, дБ/км «0,25». Підставлення числових даних, дає:

$$L_{\Pi} = \frac{31}{0,25} = 124 \text{ км}$$

Максимально допустиму довжину ділянки регенерації для ЛТ № 1 знайдемо по формулі 2:

$$L_{p \text{ ЛТ-1}} = (N + 1) \cdot L_{\Pi}, \tag{2}$$

де  $N$  - кількість ОП, розраховане програмою, шт. «7»;  $L_{\Pi}$  – довжина ділянки підсилення, км «124». Підставлення числових даних, дає:

$$L_{p \text{ ЛТ-1}} = (7 + 1) \cdot 124 = 992 \text{ км}$$

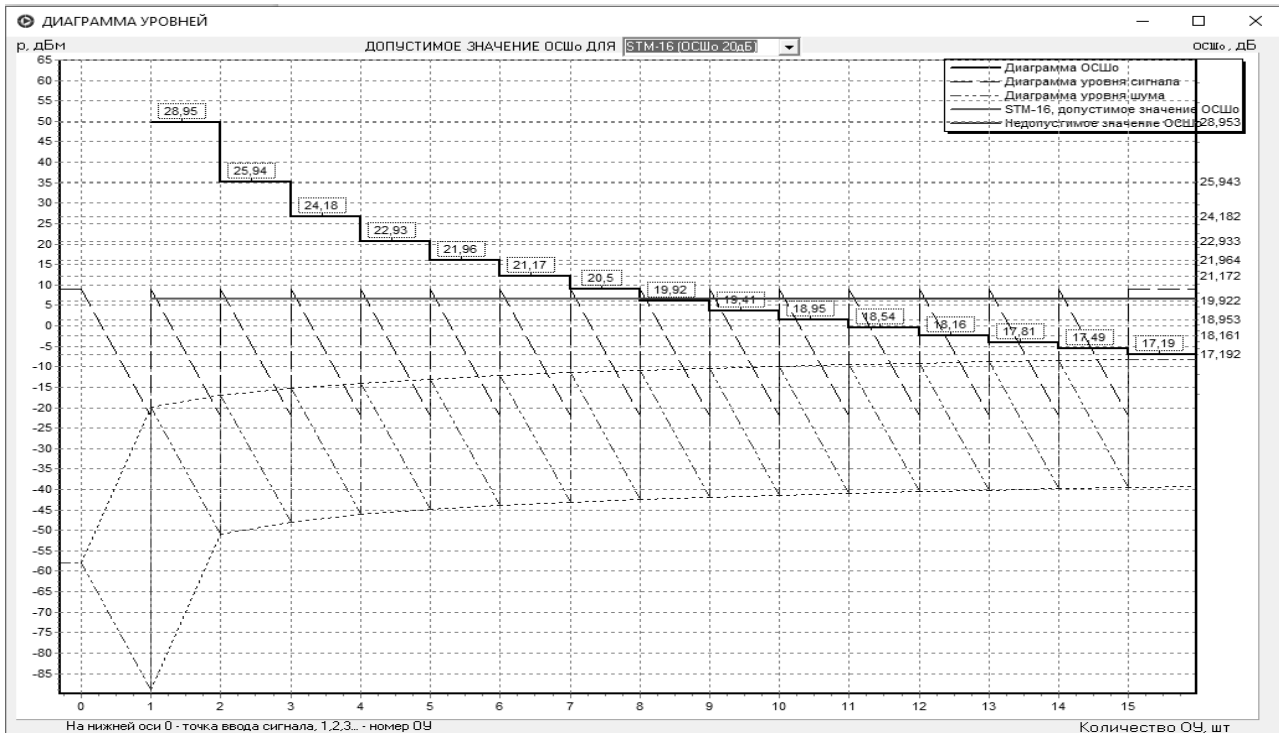


Рисунок 2 – Вікно програми з діаграмами рівнів потужностей сигналу, шуму і ВСШ<sub>о</sub> для ЛТ-1

При моделюванні ЛТ - 2 були прийняті різні коефіцієнти  $g$  і  $nf$  для усіх ОП, але коефіцієнт підсилення ОП дорівнює загасанню у попередньому відрізку ОВ, тобто  $g_i = \alpha l_i$ . Параметри для розрахунку приведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Коефіцієнти підсилення і шуму ОП для ЛТ № 2

№ ОП	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$g$ , дБ	31	31	31	31	26	22	15	17	26	31	34	33	32	27	29
$nf$ , дБ	7	7	6	7	6.5	8	8.2	6	7	8	7.2	7.3	6.7	9.1	7

В результаті роботи програми отримали допустиме число ОП, шт. = «10» для ЛТ- 2.

Максимально допустиму довжину ділянки регенерації для ЛТ № 2 розрахуємо за формулою 3:

$$L_{p \text{ ЛТ-2}} = L_{\pi_1} + L_{\pi_2} + \dots + L_{\pi_{12}} + L_{\pi_{13}} = \frac{(g_1 + g_2 + \dots + g_{12} + g_{13})}{\alpha}, \quad (3)$$

де  $g$  - коефіцієнт підсилення, дБ;  $L_n$  – довжина підсилювальної ділянки, км,  $\alpha$  – коефіцієнт загасання,

$$L_{p \text{ ЛТ-2}} = \frac{(31+31+31+31+26+22+15+17+26+31+34)}{0,25} = 1180 \text{ км.}$$

При моделювання ЛТ- 3 були використані різні значення коефіцієнтів  $g$  і  $nf$  для усіх ОП, але коефіцієнт підсилення ОП не дорівнює загасанню у попередньому відрізку ОВ  $g_i \neq \alpha l_{i-1}$ . Вихідні параметри для розрахунку приведені в таблиці. 2.

Таблиця 2 – Коефіцієнти підсилення, шуму і загасання ОП для ЛТ № 3

№ ОП	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$g$ , дБ	23	31	31	26	24	22	26	17	26	31	34	33	32	27	29
$nf$ , дБ	7	6	7	6	7	7	6.5	6	7	8	7.2	7.3	6.7	9.1	7
$\alpha$ , дБ	31	21	26	27	29	31	30	16	21	25	32	32	31	29	20

Обчислення за програмою дали допустиму кількість ОП в ЛТ - 3, шт. = «8».

Максимально допустиму довжину ділянки регенерації для ЛТ № 3 розрахуємо за формулою 3. Підставлення числових даних, дає:

$$L_{p \text{ ЛТ-3}} = \frac{(23+31+31+26+24+22+26+17+26)}{0,25} = 904 \text{ км}$$

Висновки. Моделювання за допомогою САПР Mod FOCS трьох варіантів лінійних трактів WDM виявило, що лінійний тракт ЛТ-2 (коефіцієнти підсилення та шуму є різними для всіх ОП, які компенсують загасання в попередніх ділянках ОВ, забезпечує максимальну довжину ділянки регенерації при інших рівних умовах.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Корнійчук В.І. Барба І.Б. Моделювання WDM лінійних трактів. Одеса, Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2014 №2, частина 2, с. 23-39.
- [2] Корнійчук В.І. Методичні вказівки до виконання лабораторного практикуму з дисципліни «Оптичні транспортні системи і мережі». Одеса, Наукові праці ОНАЗ ім. О.С.Попова, 2013, с. 39-57.

## ВІДЕОАНАЛІТИКА В ГРОМАДСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

Гордієнко Даніела<sup>1</sup>

1 – студент, ДУІТЗ, Одеса, Україна

*Анотація* – Робота присвячена питанню використання відео аналітик для управління пасажиропотоками у транспорті, запропоноване технологічне рішення для підрахунку кількості пасажирів у громадському транспорті.

*Ключові слова* – Відеоаналітика, пасажиропотік, система, сервер, камера.

## VIDEO ANALYTICS IN PUBLIC TRANSPORT

Daniela Hordiienko<sup>1</sup>

1 – bachelor, student, State University of Intellectual Technologies and Communications, Odesa, Ukraine

*Abstract* – Installation of video analytics in public transport for the purpose of counting passengers. Offer a solution for counting passengers in public transport based on video analytics technologies.

*Keywords* – video analytics, , passenger flow, system, server, video camera.

Video analytics (VCA, Video Content Analysis) – computerized processing and automatic analysis of video content that comes to the video server from video cameras, wearable devices and IoT devices equipped with web cameras [1].

Video analytics has been gaining more and more popularity in recent years for many reasons. It allows you to flexibly manage video streams when analyzing their content very quickly, while automating analytical functions. This allows staff to focus on specific incidents on video, rather than wasting time watching long, repetitive video streams, thereby reducing costs and headcount. Intelligent security systems with video analytics can start recording, for example, only when some movement begins in the camera's field of view. This reduces the load on the network and saves storage space.

With the help of video analytics systems, you can get valuable information about the quality of the work of the enterprise personnel (for example, sales consultants in the sales area), thus, you can make more adequate assessments of its work.

Video analytics systems do not require an overly cumbersome infrastructure, and even small businesses, shops, etc. can easily afford to use it. The intensity of use of video analytics functions can be flexibly adjusted according to the needs of the business, choosing exactly those functions that are needed in a particular case.

Video analytics automates the video surveillance process, makes it convenient to use and significantly reduces the cost of events that use video surveillance. The demand for video analytics is growing in various sectors of the economy, such as the financial sector and services, retail, transport, manufacturing, etc. In addition, the growing requirements for IP security systems and their infrastructure, as well as the increasing importance of security in everyday life, also leads to the growth of the video analytics market.

There are three main types of video analytics applications:



1. Retrospective: what has already happened, i.e. video archives management, search, sorting, obtaining legal evidence.
2. Present moment: what is happening now, i.e. control of the situation, receiving warnings in real time, encoding, compression of the video stream.
3. Looking into the future: what can or is likely to happen, i.e. predictions based on past and present events, prediction of events or activity, detection of emerging anomalies.

Types of video analytics platforms:

1. Video analytics on a dedicated server. For example, it can be an intelligent video surveillance server IVS (Intelligent Video Surveillance) and an automatic license plate recognition server ALPR (Automatic License Plate Recognition). Such a server scales well with an increase in the number of cameras and allows the introduction of new functions for analyzing video images. In this case, video data is stored on the server and can be retrieved through a remote client program.

2. Video analytics on NVR. Network Video Recorder (NVR) may have some built-in video analytics functions. However, the introduction of new analytical functions in this case is either impossible or difficult. This solution is beneficial if the number of cameras is small and the functions are fixed. The data in this case is stored on the video recorder and can be retrieved via a remote client program.

3. Video analytics on cameras. CCTV cameras can also have built-in video analytics. The advantage here is that such analytics capabilities in such cameras are independent of network bandwidth and server response time. Such a solution is beneficial where high efficiency and immediate response are required. In this case, video data is stored on the cameras themselves and can be retrieved via a remote client program.

Video surveillance is a very common technology used in public transport. It is mainly used for security purposes, although it has other uses, and this solution is highly regarded by staff and passengers.

The main task of video surveillance installed in transport is [2, 3]:

- control of the driver's actions and working hours;
- tracking the flow of passengers;
- fixing the crimes committed inside the transport;
- obstruction of various terrorist attacks;
- resolve various controversial issues with other road users;
- promptly respond to various events online.

Video analytics will make public transport safer and better, and at the same time provide insight into each trip to improve service for daily commuters. Accidents can also be avoided, and security can also encourage more people to use public transport.

The automated passenger traffic accounting system is designed for continuous operational monitoring of the number of transported passengers, as well as the condition of vehicles.

The offered complex solution ensures the fulfillment of tasks of automatic passenger counting in public transport.

The PASCOUNTER system from INFOTECH is an innovative solution for counting passengers in public transport, based on video analytics technologies.

The INFOTECH PASCOUNTER onboard system includes video cameras installed above the doorways and a video analytics hardware module with the ability to transmit counting results to adjacent onboard systems or to the INFOTECH TRACE cloud service. Passenger counting is based on the analysis of video data from video cameras and provides the exact number of people entering / exiting at stops. When counting, only adults are taken into account, excluding small children, as well as any objects and things that come into the field of view of the camera, for example, skis, bicycles, backpacks, bags, etc.

Key features of INFOTECH PASCOUNTER [4]:

- Counting passengers by analyzing video data from video cameras above the doors.
- Counting accuracy – up to 98%.
- The use of analog or digital video cameras.
- Built-in math algorithms for video analytics:
- People detector by silhouette top view.
- Combined analysis of speed and trajectory of movement.
- Accompanying objects in full frame.
- Simultaneous video recording and saving video data.
- Does not require 3D sensors.
- No configuration required.

The use of conventional video cameras in the form of sensors and a powerful mathematical apparatus for analyzing video images create a synergy of quality and affordability for obtaining high-precision data for calculating passenger traffic on any type of transport.

We present the specification of video analytics modules and cameras in Table 1 and Table 2.

Table 1 – Specification of video analytics modules

Video analytics modules				
Model name	AVR OnBoard M	AVR OnBoard L	AVR OnBoard XL	AVR OnBoard XXL
Appointment	Counting passengers	Counting passengers	Counting passengers	Counting passengers and video registration
Number of connected video cameras for passenger counting	Two	Three	Four	Four
Interface for communication with the onboard server	Ethernet 10/100/1000 BASE-T			
Power	8-36VDC	8-36VDC	8-36VDC	8-36VDC
Power consumption	45W	45W	45W	45W
Dimensions	250×200×45mm	250×200×45mm	250×200×45mm	350×200×45mm
Weight	2 kg	2kg	2kg	3kg
Working temperature	-40...+55°C			
Humidity	No more than 95% at + 20 °C			

Installation of PASCOUNTER system equipment does not require any additional fine-tuning operations and is carried out as the installation of a conventional video surveillance system.

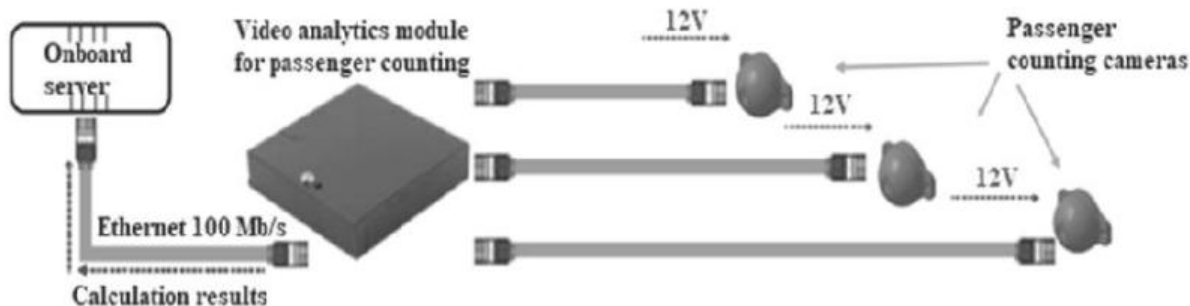


Figure 1 – Connecting the INFOTECH PASCOUNTER passenger counting system to the on-board server

Table 2 – Specification of video camera modules

Cameras for passenger counting		
Model name	AVC-030-S1	AVC-030-K1
Interface	Ethernet 10/100 BASE-T	
Power	12VDC	12VDC
Power consumption	4W	4W
Type of installation	Overhead	Built-in
Frame	Plastic	Metal
Dimensions	50×35mm	49×43×55mm
Weight	75kg	150kg
Working temperature	-40...+55°C	
Humidity	No more than 95% at + 20 °C	

Vehicle video surveillance is an important aspect of overall security. From the point of view of transport business owners, the presence of video cameras in public transport solves certain business problems: it calculates passenger traffic, reduces costs and helps to improve the quality of service.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Definition and types of video analytics platforms [Електронний ресурс] / Режим доступу: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Видеоаналитика\\_\(термины,\\_сферы\\_применения,\\_технологии\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Видеоаналитика_(термины,_сферы_применения,_технологии)) (25.09.2021).
- [2] Tasks of video monitoring in transport [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://securtv.ru/presscenter/materials/kak-organizovat-videonablyudeniye-na-transporte.html> (11.11.2021).
- [3] Passenger traffic accounting systems [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://eurosyz.com.ua/products/product/226/Podschet-passazhiro.html>. (25.11.2017).
- [4] Passenger counting system on board vehicle [Електронний ресурс] / Режим доступу: [https://www.infoteh.ru/wp-content/uploads/2020/10/Pascounter\\_17\\_06\\_21\\_v4.pdf](https://www.infoteh.ru/wp-content/uploads/2020/10/Pascounter_17_06_21_v4.pdf). (12.11.2021).

## АНАЛІЗ РОЗВИТКУ КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНЕ МІСТО»

Гриценко В. Ю.<sup>1</sup>

1 – магістр, ДУІТЗ, Одеса, Україна

**Анотація** – В роботі розглядаються загальні аспекти концепції «Розумне місто», досліджуються її цілі та складові елементи. Акцентується увага на стадіях розвитку концепції «Розумне місто», досліджуються особливості систем різних поколінь та виділяються принципи на базі яких доцільно створювати системи «Розумне місто».

**Ключові слова** – Розумне місто, концепція, система.

## ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE CONCEPT «SMART CITY»

Hrytsenko V. Y.<sup>1</sup>

1 – master, SUITT, Odesa, Ukraine

**Abstract** – The paper considers the general aspects of the concept of "Smart City", explores its goals and components. Emphasis is placed on the stages of development of the concept of "Smart City", the features of systems of different generations are studied and the principles on the basis of which it is advisable to create systems "Smart City" are highlighted..

**Keywords** – Smart City, concept, system.

Сьогодні впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в усі аспекти життєдіяльності людини є загальносвітовим трендом. Одним з напрямків цього тренду є створення інтелектуальних міст, більш відомих як «Розумне місто» [1]. На теперішній час офіційного визначення терміну «Розумне місто» не існує, різні джерела надають власну трактовку цьому терміну[1, 2, 5]. В загальному сенсі концепція «Розумне місто» це використання інформаційно-комунікаційних технологій для створення міської екосистеми, яка б забезпечувала якісне середовище для мешканців міста. З цієї точки зору функціонал системи «Розумне місто» складається з декількох підсистем, які наведені на рис. 1.



Рисунок 1 – Складові концепції «Розумне місто»

Концепція «Розумне місто» розвивається вже досить давно, за статистичними даними лише у Європі є більш ніж 240 місць, які створили таку систему [3]. Світовий досвід створення систем «Розумне місто» дозволяє виділити три етапи розвитку самої концепції (рис. 2).

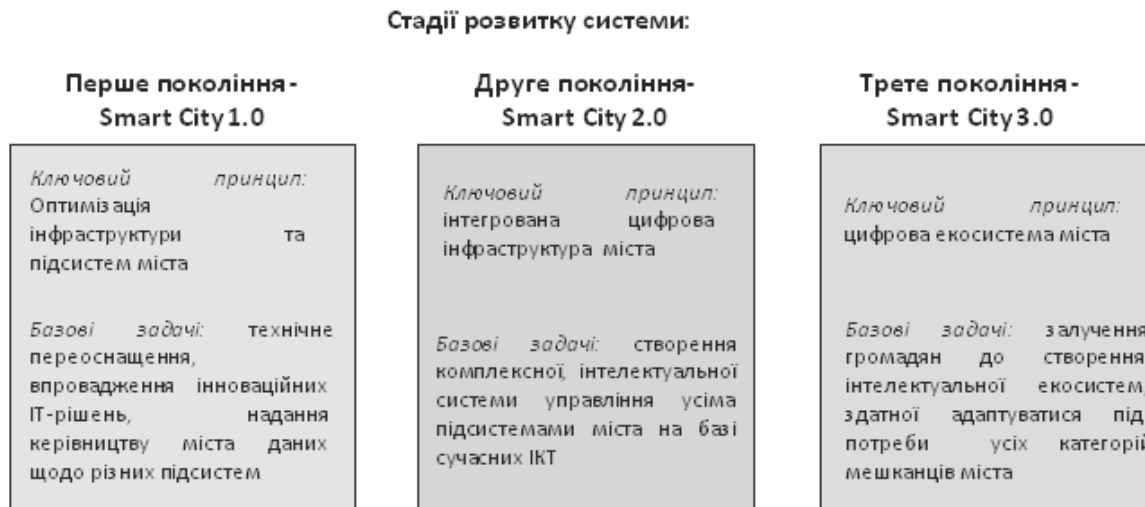


Рисунок 2 – Стадії розвитку системи «Розумне місто»

Метою систем першої стадії було створення ефективної системи управління об'єктами міської інфраструктури, що в свою чергу дозволяло надавати якісні послуги мешканцям міста. Прикладами таких систем є г. Масдар (ОАЕ) и г. Сонгдо (Южная Корея). Якщо на першій стадії створювались окремі підсистеми управління містом, то на друга стадії розвитку концепції «Розумне місто» передбачає створення інтегрованої, комплексної системи управління не лише міською інфраструктурою, а й мешканцями міста. Третя стадія розвитку концепції характеризується тим, що основною метою є створення цифрової екосистеми міста, яка ґрунтується на створенні єдиного цифрового простору управління інфраструктурою міста за рахунок активного використання та розвитку творчого потенціалу мешканців міста. Прикладом подібної системи є місто Вена. Розвитком цієї стадії системи є створення концепцій «Розумна нація» ( м. Сінгапур) та «Розумне суспільство» (Японія) [5].

Отже, аналізуючи стадії розвитку концепції «Розумне місто» можна сформулювати головну мету створення подібних систем – забезпечення високого рівня якості життя усім мешканцям міста без дискримінації за будь-якою ознакою. Для досягнення зазначеної мети система «Розумне місто» повинна відповідати наступним базовим принципам:

Принцип формування комфортного середовища для усіх мешканців міста. Даний принцип передбачає, що міська екосистема здатна забезпечити усі сподівання та потреби усіх груп мешканців міста.

Принцип координації. Передбачає активне залучення усіх категорій мешканців міста до створення та використання системи «Розумне місто».

Принцип сталого розвитку. Передбачає створення системи моніторингу показників системи з метою подальшого аналізу та прогнозування розвитку системи як в цілому, так і окремих її складових.

Принцип самоорганізації. Передбачає створення цифрового простору для містян з метою надання їм можливості індивідуальної та/або колективної творчості.

Дотримання означених принципів дозволяє створювати ефективні системи «Розумне місто», які покликані створити комфортне середовище для містян.

За результатами проведеного аналізу, можна зробити наступні висновки – системи «Розумне місто» активно розвиваються і на теперішній час вже відбувається перехід до систем третього покоління. Системи «Розумне місто» третього покоління, на відміну від попередніх поколінь, орієнтовані не на автоматизацію управління системами життєзабезпечення міста на створення цифрової екосистеми, головна мета якої – забезпечити якісне життя усім категоріям мешканців міста. Подальший розвиток концепції «Розумне місто» передбачає її трансформацію у концепції «Розумна нація» та «Розумне суспільство».

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] Розумне місто [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://smart-expo.com.ua/>, вільний (11.10.2021)
- [2] Розумні міста: використання big data, цифрових технологій і новітнього дизайну [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www2.deloitte.com/ua/uk/pages/public-sector/articles/smart-city.html>. (11.10.2021)
- [3] Mapping Smart Cities in the EU [Study]. European Union: European Parliament, 2014. [Електронний ресурс] /  
Режим доступу: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE\\_ET\(2014\)507480\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf) (12.10.2021)
- [4] Tuomas Nurmela Emerging ICT areas – Smart Cities [Електронний ресурс] / Режим доступу: [https://www.standict.eu/sites/default/files/Presentation\\_Uusien%20IT-alueiden%20standardisointi%2020190720%20-%20Smart%20Cities.pdf](https://www.standict.eu/sites/default/files/Presentation_Uusien%20IT-alueiden%20standardisointi%2020190720%20-%20Smart%20Cities.pdf) (12.10.2021)
- [5] Cohen B. The 3 Generations Of Smart Cities. Inside the development of the technology driven city [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.fastcompany.com/3047795/the-3-generations-of-smart-cities> (12.10.2021)
- [6] Smart cities: Digital solutions for a more livable future / Woetzel J. et al. McKinsey Global Institute. 2018. 18 p. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/smart-citiesdigital-solutions-for-a-more-livable-future> (12.10.2021)