

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА
ПОЛІТЕХНІКА»
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

ПАТ «УКРТЕЛЕКОМ»

КП «НВК «ІСКРА»

НВП «ХАРТРОН-ЮКОМ»

ТОВ «ІНФОКОМ ЛТД»



**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ І ДОСЯГНЕННЯ В ГАЛУЗІ РАДІОТЕХНІКИ,
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**КОНФЕРЕНЦІЯ ПРИСВЯЧЕНА 125-РІЧЧЮ З ДНЯ ЗАСНУВАННЯ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Тези доповідей

ХІІ Міжнародної науково-практичної конференції
(10–12 грудня 2024 р., м. Запоріжжя)



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Запоріжжя – 2024

УДК 621.37+621.39+004
С 91

Рекомендовано до видання Вченою Радою
Національного університету «Запорізька політехніка»
(Протокол №6 від 28.01.2025 р.)

Редакційна колегія:

Піза Д. М., д-р. техн. наук, проф., проф. каф. РТТ НУ «Запорізька політехніка»;

Малий О.Ю., канд. техн. наук, доц., зав. каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка».

С91

Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій: Тези доповідей XII Міжнародної науково-практичної конференції (10-12 грудня 2024 р., м. Запоріжжя). [Електронний ресурс] /Електрон. дані. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 500 с. – 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. Назва з тит. екрана.

ISBN 978-617-529-487-1

Збірник містить матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій», яка відбувалась на базі Національного університету «Запорізька політехніка» 10-12 грудня 2024 р. Представлені тези доповідей з таких основних напрямків: «Радіотехнічні та телекомунікаційні системи, інформаційні технології в проєктуванні та виробництві»; «Автоматизація, робототехніка та безпілотні технології»; «Нанoeлектроніка та інформаційно-вимірювальні технології»; «Комп'ютерні системи та мережі, безпека інформаційно-комунікаційних систем»; «Комп'ютерні науки, програмна інженерія»; «Системний аналіз та управління»; «Спеціальна секція з тематики ERASMUS+ проєктів».

УДК 621.37+621.39+004

ISBN 978-617-529-487-1

©НУ «Запорізька політехніка», 2024

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Міністерство освіти і науки України;
- Національний університет «Запорізька політехніка»;
- Харківський національний університет радіоелектроніки;
- ПАТ «Укртелеком»;
- КП НВК «Іскра»;
- НВП «ХАРТРОН-ЮКОМ»;
- ТОВ «ІНФОКОМ ЛТД».

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Максим ШИПКОВ – т.в.о. генерального директора КП «НВК «Іскра»

Віталій СІРЕНКО – керівник технічної служби Запорізької філії ПАТ «Укртелеком»

Віктор ГРЕШТА – ректор НУ «Запорізька політехніка»

Вадим ШАЛОМЄЄВ – проректор з наукової роботи НУ «Запорізька політехніка»

Наталія ФУРМАНОВА – декан факультету інформаційної безпеки та електронних комунікацій НУ «Запорізька політехніка»

Микола КАСЬЯН – декан факультету комп'ютерних наук і технологій НУ «Запорізька політехніка»

Равіль КУДЕРМЕТОВ – зав. каф. комп'ютерних систем та мереж НУ «Запорізька політехніка»

Галина ТАБУНЩИК – професор НУ «Запорізька політехніка»

Андрій КОРОТУН – зав. каф. інформаційної безпеки та наноелектроніки НУ «Запорізька політехніка»

Анжеліка ПАРХОМЕНКО – доцент НУ «Запорізька політехніка»

Еліна ТЕРЕЩЕНКО – в.о. зав. каф. системного аналізу та обчислювальної математики НУ «Запорізька політехніка»

Сергій САМОЙЛИК – в.о. зав. каф. радіотехніки та телекомунікацій НУ «Запорізька політехніка»

Наталя ВИСОЦЬКА – в.о. начальника НДЧ НУ «Запорізька політехніка»

Микола ЄФИМЕНКО – професор НУ «Запорізька політехніка»

Андрій ОЛІЙНИК – професор НУ «Запорізька політехніка»

Михайло ПОЛЯКОВ – професор НУ «Запорізька політехніка»

Михайло ЧОРНОБОРОДОВ – доцент НУ «Запорізька політехніка»

Дмитро ШИРОКОРАД – доцент НУ «Запорізька політехніка»

ВЧЕНИЙ СЕКРЕТА ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Олександр МАЛИЙ – зав. каф. інформаційних технологій електронних засобів НУ «Запорізька політехніка»,
+380(61)7698252, kafedra_ited@zp.edu.ua

ТЕХНІЧНІ СЕКРЕТАРІ ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Станіслав ШАПТАЛА, Олександр ПРОЖЕНКО, кафедра інформаційних технологій електронних засобів НУ «Запорізька політехніка»,

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Gustavo R. ALVES – Dr., Prof. (Porto, Portugal)
Andrii BABICH - Dr. (Neu-Isenburg, Germany)
Amir ELIEZER – Prof. (Beer-Sheva, Israel)
Javier GARCIA-ZUBIA – Dr. (Bilbao, Spain)
Karsten HENKE – Dr. Ing. (Ilmenau, Germany)
Jamil ALSAYAYDEN – Ph.D. in Eng. Sc. (Malacca, Malaysia)
Vitaly LEVASHENKO – Prof. (Zilina, Slovakia)
David LUENGO – Prof. (Madrid, Spain)
Urszula MARKOWSKA-KACHMAR – Prof. (Wroclaw, Poland)
George MARKOWSKY – Prof. (Orono, USA)
Vitaliy MEZHUYEV – Prof. (Malaysia, Pahang)
Alexei SHARPANSKYKH – PhD (Delft, Holland)
Elena ZAITSEVA – Prof. (Zilina, Slovakia)
Mher MARKOSYAN – Prof. (Yerevan, Armenia)
Анна БАКУРОВА – д.е.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Володимир БАХРУШИН – д.ф.-м. н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Євгеній БОДЯНСЬКИЙ – д.т.н., проф. (Харків, Україна)
Олег ДРОБАХІН – д.ф.-м.н., проф. (Дніпро, Україна)
Валерій ДУБРОВІН – к.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Владислав ЄВСЄЄВ – д.т.н., проф. (Харків, Україна)
Леонід КАРПУКОВ – д.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Андрій КУПІН – д.т.н., доц. (Кривий Ріг, Україна)
Григорій КОРНІЧ – д.ф.-м.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Марина НОВОЖИЛОВА – д.ф.-м.н., проф. (Харків, Україна)
Валентин ПОГОСОВ – д.ф.-м.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Валерій СІТНІКОВ – д.т.н., проф. (Одеса, Україна)
Геннадій СНІЖНОЙ – д.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Сергій СУББОТІН – д.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Вадим ШКАРУПИЛО – д.т.н., доц. (Київ, Україна)
Олександр ГНАТЕНКО – к.ф.-м.н., доц., (Харків, Україна)

ЗМІСТ

1 СЕКЦІЯ «РАДІОТЕХНІЧНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЄКТУВАННІ ТА ВИРОБНИЦТВІ»..... 19

Vasiuta Kostiantyn, Kazmirov Ivan. Prospects for the development of on-board radio-location systems 19

Malyi Oleksandr, Vlasenko Pavlo. The need of advanced analog video scrambling methods for mission-critical unmanned vehicles applications 22

Malyi Oleksandr, Vychuzhanina Snizhana. Research of modern directions of radio jamming..... 24

Герман Ю.В., Круліковський О.В. Розробка та використання програмного забезпечення для систем на кристалі типу SoC FPGA Cyclone V 27

Карнаух Д.М., Тягунова М.Ю. Підвищення ефективності радіоканалів зв'язку при побудові цифрових мереж систем «Інтернету речей» 29

Киричек Г.Г., Коновалова Є.А. Інтернет-магазин зі стратегією персоналізованої реклами 33

Корнієнко Л.Г., Лукашук О.В., Струцінський О.В. Формування просторово—часових радіолокаційних сигналів багаточастотними фазованими антенними решітками 35

Гліненко Л.К., Кость П.І. Розробка друкованої плати металодетектора..... 39

Красов С.О., Бугрова Т.І. Розробка засобів обстеження психіки дитини за допомогою штучного інтелекту 42

Малий О.Ю., Назаров Є.О. Розробка оптимізованого розподіленого доступу в приміщення університету 45

Тягунова М.Ю., Бобирь Д.С. Проєктування структури автоматизованої системи підбору оливи..... 47

<i>Udachyna Kateryna, Petrechuk Lina. Overview of web-oriented information systems for automation of logistics processes</i>	<i>49</i>
<i>Гладун К.В., Самойлик С.С. Зона виявлення цілей в РЛС військового призначення метрового діапазону хвиль</i>	<i>51</i>
<i>Мороз Г.В., Піза Д.М., Ковальчук Ф.К. Формування класифікованої навчальної вибірки для адаптації вагових коефіцієнтів автокомпенсатора завад</i>	<i>53</i>
<i>Чорнобородова Н.П., Чорнобородов М.П., Комінов Є.Є., Шведенко В.В. Оптимізація вагового вікна Блекмана-Херіса (-74 дБ).....</i>	<i>55</i>
<i>Kozlenko Mykola. Generation of dynamic chaotic signals using generative adversarial networks</i>	<i>58</i>
<i>Бугрова Т.І., Селюк Є.В. Друкована голографічна антена</i>	<i>61</i>
<i>Гарачук С.А., Піроженко О.О., Скидан Д.О. Реалізація супергетеродинного ЧМ-відеоприймача 5,8 ГГц на розподілених компонентах</i>	<i>64</i>
<i>Костяной П.А., Каплієнко О.О., Коротич В.М. Дослідження використання антенної решітки для запобігання спуфінгу GNSS приймачів</i>	<i>68</i>
<i>Піроженко О.О., Онищенко В.Ф., Даниленко О.С. Розробка оптимізованого SDR приймача</i>	<i>72</i>
<i>Фурманова Н.І., Мірошніченко В.В., Гура Р.О. Алгоритм автоматизованого синтезу адаптивної високошвидкісної програмно-конфігурованої системи передачі даних.....</i>	<i>76</i>
<i>Фурманова Н.І., Онуфрієв М.С., Соколов М.О. Оптимізація UHF антени для пасивної RFID мітки</i>	<i>80</i>
<i>Фурманова Н.І., Худзій Б.С, Яковенко В.В. Оптимізація топології мікросмужкового С-подібного фільтра</i>	<i>84</i>
<i>Фурманова Н.І., Деркач Д.В., Магльованний В.А. Планарні мікросмужкові антени</i>	<i>87</i>

<i>Маслов О.О., Кабак В.С.</i> Вдосконалення псевдошумових послідовностей для підвищення завадозахищеності та ефективності радіотехнічних систем	92
<i>Нагурний В. В., Малий О. Ю.</i> Оптимізація архітектури нейронної мережі для ефективної передачі медіаконтенту....	94
2 СЕКЦІЯ «АВТОМАТИЗАЦІЯ, РОБОТОТЕХНІКА ТА БЕЗПЛОТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»	96
<i>Andreiev Anton, Sotnik Svitlana.</i> Comparative analysis of robotics platform: Webots, Coppeliasim and Gazebo	96
<i>Gurin Dmitro.</i> Key features and differences between Industry 5.0 and Industry 4.0	100
<i>Баранов Є.О., Фурманова Н.І.</i> Метод навігації БПЛА в умовах відсутності GPS-сигналу на основі візуальної одометрії	103
<i>Гаврилюк А.О., Фурманова Н.І.</i> Метод підвищення завадостійкості передачі даних БПЛА на основі псевдовипадкового перемикування каналів зв'язку	108
<i>Євсєєв В. В., Голод І.В.</i> Переваги та недоліки математичних моделей інтелектуального керування мікрокліматом на виробництві з використанням кіберфізичних систем	111
<i>Левченко Д.С., Малий О.Ю.</i> Методи підвищення точності збору геопросторових даних при використанні БПЛА для задач землеустрою	115
<i>Лежньов Д.О., Рибаків К.О.</i> Методи та засоби автономної орієнтації БПЛА на місцевості в умовах придушення радіосигналу керування та відеозв'язку	119
<i>Машковський Р.А., Козлов В.В.</i> Порівняльний аналіз прошивок ESC регуляторів для безколекторних двигунів постійного струму у мультикоптерах	123

<i>Zaritskyi Oleh, Miroshnyk Andrii. A combined method for recognizing and interceping unmanned aerial vehicles using machine learning methods</i>	<i>127</i>
<i>Ситніков Т.В., Босовський В.О., Чмелевський А.М., Ситніков В.С. Корекція фази сигналів датчиків у автономній мобільній платформі</i>	<i>131</i>
<i>Баранова О.А., Миронова Н.О. Розробка та реалізація алгоритмів управління для шестиногих роботів в умовах пересіченої місцевості.....</i>	<i>134</i>
<i>Єфименко М.В., Миронова Н.О., Баранова О.А. Математична модель кутового руху твердого тіла в параметрах Родріга-Гамільтона та її властивості.....</i>	<i>136</i>
<i>Кондратенко В.Ю., Єфименко М.В., Миронова Н.О. Розробка та реалізація алгоритмів предиктивного обслуговування на основі штучного інтелекту для розумних виробничих систем</i>	<i>141</i>
<i>Кузовін Д.С., Єфименко М.В., Миронова Н.О. Розробка та реалізація алгоритмів управління роботизованими системами для медичної діагностики людини.....</i>	<i>143</i>
<i>Латинов О.В., Єфименко М.В., Миронова Н.О. Розробка та програмування безпілотних систем для моніторингу будівельного майданчика.....</i>	<i>145</i>
<i>Шевченко Т.В., Єфименко М.В., Миронова Н.О. Методи керування БПЛА за допомогою нейронних мереж</i>	<i>147</i>
<i>Гарачук С.А., Щукін О.В., Дорофеев К.О. Розробка алгоритму керування 3-ланковим мініроботом-маніпулятором.....</i>	<i>149</i>
<i>Малий С.Ю., Бровун Р.Ю. Реалізація програмної моделі GPS-приймача в середовищі Matlab</i>	<i>153</i>
<i>Tarashchyyk Yevhen. Automation and remote management of industrial processes.....</i>	<i>157</i>

<i>Малий О.Ю., Поспеева І.Є., Калашник О.А.</i> Розміщення компонентів на друкованій платі з використанням штучного інтелекту	159
3 СЕКЦІЯ «НАНОЕЛЕКТРОНІКА ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ».....	164
<i>Herasymov Serhii, Hnatenko Oleksandr.</i> Electromagnetic analysis of threshold conditions of gold film with DBR microlaser configuration.....	164
<i>Vasylenko Olga, Snizhnoi Gennadii.</i> Digital doubles as a factor of increasing product quality and production efficiency	166
<i>Гнатенко О.С., Моргул І.В., Левченко О.О.</i> Нові покоління оптоволоконних гіроскопів: від фотонних кристалічних волокон до квантових технологій	168
<i>Гнатенко О.С., Чаплигін В.С.</i> Лазери з кільцевими оптоволоконними резонаторами з модуляційним замиканням	171
<i>Курський Ю.С., Гнатенко О.С., Гнібеда А.О.</i> Інтервальні вимірювання та аналіз хаотичних режимів лазерного випромінювання при зондування простру	174
<i>Коломоєць К.Д., Погосов В.В., Коротун А.В.</i> Вплив оксиду на характеристики мемристорів	177
<i>Колузанов О.М., Осередчук Т.М., Курський Ю.С.</i> Технологія гіперспектральної візуалізації	181
<i>Комісаров Р.В., Рева В.І., Коротун А.В.</i> Термооптичні явища в металевих наночастинках різної форми	183
<i>Кривоус А.С., Сніжної Г.В., Слодовник А.І.</i> Вплив параметрів травлення пластин кремнія n-типу на глибину дифузії алюмінію та бору	188

Kutsak Serhii, Korotun Andrii, Hnatenko Oleksandr.

Determination of a periodic sequence surface impedance of the rectangular waveguides junctions..... 191

Колузанов О.М., Осередчук Т.М., Курський Ю.С. Модель розпізнавання образів на основі топологічного аналізу 195

Павлище Н.І., Яцун Є.С. Дипольна поляризованість трикутної рівнобічної металевої нанопризми..... 197

Буток О.М., Чигіль Ю.І., Рубіш В.М., Крючин А.А. Аналіз процесу вилучення залишків металевої плівки сфокусованим лазерним випромінюванням 201

Сніжної Г.В., Онищенко Д.С. Визначення питомої магнітної сприйнятливості та вмісту феромагнітних домішок у вуглецевих нанотрубках магнітометричним методом 204

Solomenko Anastasiia, Sahalianov Ihor, Radchenko Taras, Tatarenko Valentyn. Strain-caused band gap modulation in phosphorene as a promising 2d material for nanoelectronics..... 206

Точилін С.Д. Програмно-апаратний комплекс реєстрації та обробки спектрів вторинного випромінювання об'єктів дослідження..... 214

Точилін С.Д. Python-програма моделювання динамічного розсіювання світла у гетерогенній системі рідина-наночастки 216

Точилін С.Д. Програма рішення задачі комівояжера..... 218

Точилін С.Д. Java-додаток обробки даних вимірів 220

Точилін С.Д. Віртуальна лабораторна робота «визначення величини співвідношення теплоємностей c_p/c_v для газів» .. 222

Шило С.І., Коротун А.В. Підсилення фотоструму в тонкоплівкових сонячних елементах при впровадженні в напівпровідник металевих наночастинок..... 224

4 СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ, БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ»	228
<i>Nelasa Hanna, Al-Khamad Nauras. Analysis of post-quantum module-lattice based algorithm selected by NIST</i>	228
<i>Брюхов Б.Р., Киричек Г.Г. Багатофакторна автентифікація та шифрування в бездротових мережах</i>	231
<i>Бутко В.О., Куликовська Н.А. Моделювання онтології для предметної області проєктування FPGA</i>	234
<i>Воскобойник В.О., Савченко Ю. В., Семеренко П.О. Застосування штучного інтелекту у багатофакторній автентифікації</i>	237
<i>Голуб Т.В., Зеленцова І.Я., Домашенко С.В., Штепа І.А. Штучний інтелект як сучасний інструмент в освіті</i>	240
<i>Дорош А.С., Грушко С.С. Кодування даних в телекомунікаційних системах з підвищеною енергоефективністю</i>	244
<i>Дубровін В.І., Дейнега Л.Ю., Горпініч І.О. Програмна реалізація метода виявлення атак у мережах за допомогою ентропії</i>	247
<i>Дьячук Т.С. Система автоматизованої перевірки завдань для навчальних курсів з програмування</i>	250
<i>Неласа Г.В., Зайцева А.О., Дубровін В.І., Ковальов І. Є. Квантова реалізація вейвлет-перетворення Добеши</i>	253
<i>Ігнатюла П.В., Різак М.В. Аналіз ризиків і загроз конфіденційності в розумних містах, керованих даними</i>	257
<i>Калініченко І.В., Грушко С.С. Особливості використання IoT систем для моніторингу параметрів води для аквакультури</i>	260

<i>Степаненко О.О., Тіменко А.В., Карнаух Д.М.</i> Дослідження методів комбінованого керування системами розумного будинку	263
<i>Куліков Д.О., Козіна Г.Л.</i> Вибір контейнера для стеганографічної передачі зображення	266
<i>Костенко В.О., Власов Д.О.</i> Організація банківських опорних пунктів в умовах дефіциту енергопостачання	267
<i>Kudermetov Ravil, Polska Olga, Shkarupylo Vadym, Shcherbak Natalia.</i> An approach to evaluation reliability of MCDM methods	269
<i>Куликовська Н.А., Тіменко А.В., Долинний І.С., Кухар М.В.</i> Дослідження ефективності методу ізоляційного лісу для виявлення аномалій в даних IoT-систем моніторингу навколишнього середовища	273
<i>Куликовська Н.А., Тіменко А.В., Пестов О.Д., Кичак А.А.</i> Дослідження моделі класифікації енергоефективності будівель на основі даних енергетичних сертифікатів	276
<i>Куликовська Н.А., Тіменко А.В., Трохимчук В.Є., Тіменко К.І.</i> Порівняльний аналіз ефективності методів NLTK та TextBlob для аналізу тональності україномовних текстів	280
<i>Лізунов С.І., Верещака М.П., Філобок Є.В.</i> Методи протидії вірусам на основі штучного інтелекту	283
<i>Лізунов С.І., Макаренко Є.С., Заїка Д.В.</i> Захист мовної інформації	286
<i>Лізунов С.І., Філобок Є.В., Верещака М.П.</i> Застосування комплексних систем моніторингу IT-інфраструктури	289
<i>Неласа Г.В., Самойлик С.С., Неласий О.В.</i> Дослідження сучасних напрямків розробки протоколів консенсусу в технології блокчейн	292

<i>Піківець Г.М., Корольков Р.Ю. Забезпечення анонімності аналітиків під час OSINT-розслідувань.....</i>	<i>295</i>
<i>Пономаренко Є. О., Неласа Г. В. Аналіз можливостей використання ізогеній гіпереліптичні кривих другого роду у криптографічних протоколах</i>	<i>299</i>
<i>Савченко Ю. В., Воскобойник В.О., Сумовський О.М. Методи оцінювання функційної безпечності критичних інфраструктур</i>	<i>301</i>
<i>Шаптала С.В., Воскобойник В.О. Цифрові двійники у проактивному виявленні та реагуванні на кіберзагрози в телекомунікаційних системах підприємства</i>	<i>305</i>
<i>Сгадов С.О. Система імітації бою з використанням технологій ІЧ та RF-зв'язку</i>	<i>307</i>
<i>Чобаль О.І., Чобаль І.В., Різак М.В., Петришинець І., Трикур І.І., Різак В.М. Акустооптичні пристрої на основі кристалів Li₂B₄O₇ та LiKB₄O₇ для безпечної передачі інформації в FSO мережах.....</i>	<i>310</i>
<i>Тягунова М.Ю., Бицюта К.В. Використання чат-бота в інформаційній системі автошколи</i>	<i>313</i>
<i>Храпко А.С., Зеленцова І.Я., Голуб Т.В. Алгоритм візуалізації рухів робота-маніпулятора</i>	<i>315</i>
<i>Чепіга В.С. Застосування методу головних компонент для аналізу аномалій в мережевому трафіку</i>	<i>319</i>
<i>Корченко А.О., Климець Ю.А. Смарт контракт для цифрової монети в децентралізованій екосистемі</i>	<i>321</i>
5 СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ, ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ».....	323
<i>Bukhanovskyi Volodymyr, Ryabova Nataliya. Transfer learning methods in computer vision.....</i>	<i>323</i>

<i>Didenko Andrii, Oliinyk Andrii, Subbotin Serhii. Problems and recent advancements in efficient image super-resolution.....</i>	326
<i>Didenko Artem, Subbotin Serhii. Deep Learning-Based Fault Diagnosis in Rotating Machinery</i>	328
<i>Соколова Є.В., Артьомов А.І. Аналіз перспектив вивчення сучасних мов програмування</i>	330
<i>Bakhrushyn Oleksii. Open databases for the research of education statistics using AI techniques.....</i>	334
<i>Березоручька О.В., Вичужанін В.В. Розробка NoSQL бази даних для СППР управління програмними проєктами.....</i>	335
<i>Бойко М.В. Метод збереження зникаючих повідомлень на телефонах на базі операційної системи Android.....</i>	338
<i>Волков А.Ф., Ярощук Р.В. Розробка алгоритму ідентифікації типу повітряних цілей на основі нечіткої логіки та фільтра Калмана.....</i>	341
<i>Гардиш Д.О., Кліменко В.І., Мазурець О.В. Підхід до аналізу відповідності множини тестових завдань семантичній структурі навчальних матеріалів засобами обробки природної мови.....</i>	344
<i>Жуков О.О., Горбенко В.І. Ідентифікація стану вулика за допомогою LSTM мереж та аналізу часових рядів</i>	348
<i>Kvitkovskiy Ivan, Altukhova Tatiana. Modelling the process of threats attack on information system using Petri nets</i>	350
<i>Крук Р.А., Жуковська Н.А. Виявлення критичних точок робочих процесів системи управління вимогами Agile проєкту в контексті проблем якості вимог до ПЗ</i>	354
<i>Колесник С.Є., Ковальов С.О. Інтеграція сенсорів та алгоритмів машинного навчання для аудіодетекції БПЛА ..</i>	358
<i>Краснюк М.Т., Баков Н.В. Глибокі нейронні мережі у Web-дизайні</i>	362

3. Senger, D., Gruber, C., Kluss, T., Johannsen, C. Weight, temperature and humidity sensor data of honey bee colonies in Germany, 2019–2022 // Data in Brief. 2024. Vol. 52. 110015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.110015>.

УДК 004.94

Kvitkovskyi Ivan¹, Altukhova Tatiana²

¹ student of the group IPZm-23 of Donetsk National Technical University

² associate professor of Donetsk National Technical University

MODELLING THE PROCESS OF THREATS ATTACK ON INFORMATION SYSTEM USING PETRI NETS

Currently, information plays a rather important role in the entire world community, as it provides direct transmission of knowledge, any events, description of feelings and emotions and, in general, is considered a rather powerful weapon for manipulating consciousness and events and their possible consequences, general public opinion and the formation and influence on the assessment of events that have taken place [1]. The development of information and telecommunication technologies and the latest methods of information processing has now led to the rapid development of all modern possibilities of scientific and technological progress, global information and technological development in society. However, the rapid development of informatisation has led to the rapid emergence of problems directly with information security both in Ukraine and around the world, which, in turn, are divided into problems of information protection itself and protection against information threats, therefore, given their danger, the issue of their prevention and neutralisation requires rather strict decisions and appropriate actions, which determined the relevance of studying the impact of information threats using modern intellectual modelling methods [2].

Protection in information systems involves a certain specificity, which is associated with the fact that information is quite easily and quickly copied and transmitted through communication channels, thereby ensuring security breaches both from external and internal offenders. However, given that IT technologies are developing more and more every year, it is the security breachers who are directing their actions to find more effective tools and develop malware that will not be able to be countered by modern security systems. The stages of cyber threat research in this area involve the performance of certain operations, which are shown in Fig. 1 [2]. Therefore, the use of Petri nets to create a simulation model for studying threat attacks will make it possible to identify possible risks to information systems.

In the process of developing the model, it is necessary to understand that when a user's information system is affected by a virus element, the sets of its

vulnerabilities and existing damages that occur in the systems may change. Therefore, taking this into account, the detailing of the event of ‘damage’ to the operating system occurs by applying the definitions of partial or complete damage, as well as directly by the process of its recovery (Fig. 2). When this process is completed, two states of the system will be determined, namely the successful implementation of a cyberattack by a security breach and the information system will be considered compromised, and the normal, operable state of the user's system. The Petri net used for the process of modelling a threat attack on an information system can be represented as a tuple [3, 4]:

$$N = \langle P, T, I, Q, M, Z, S \rangle, \quad (1)$$

where $P = \{p_0, p_1, p_2, \dots, p_n\}$ – finite set of events; $T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_v\}$ – finite set of transitions; $I(t) = p$ – an input function that determines the multiplicity of input transition paths; $Q(t) = p$ – output function that determines the multiplicity of output transition paths; $M = \{m_1, m_2, m_3, \dots, m_w\}$ – labelling, at that, $m_i = m(p_i)$; $Z = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_w\}$ – parameters of the time delay of markers in the network positions; $S = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_w\}$ – parameters for the timing of markers in network positions [4].

The study of the attack of information threats using the obtained UML state model was carried out at three stages: first, simulation of the intruder's actions using a virus (Fig. 3, a), second, simulation of user actions during and after a cyberattack (Fig. 3, б), and third, direct infection of the system with a virus application (Fig. 3, в).

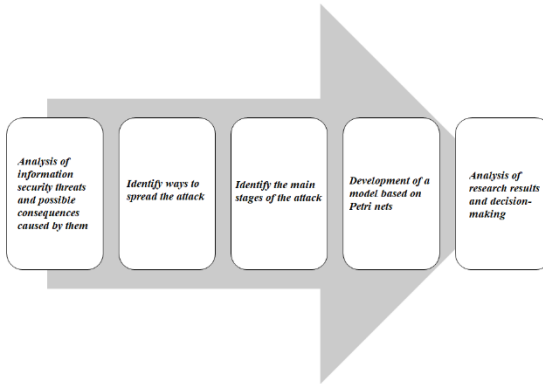


Figure 1 - The main stages of modelling the process of attacking an information system

Based on the results of the study at all three stages, a graphical representation of the time course of the information system was formed (Fig. 4).

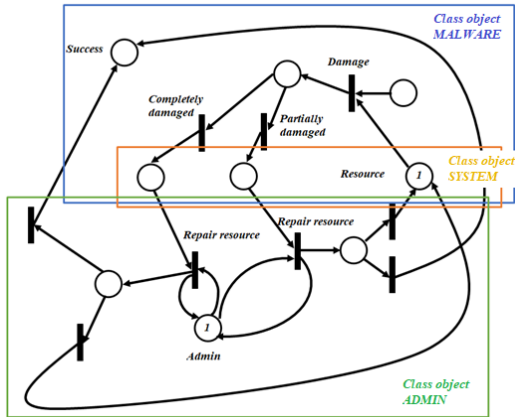
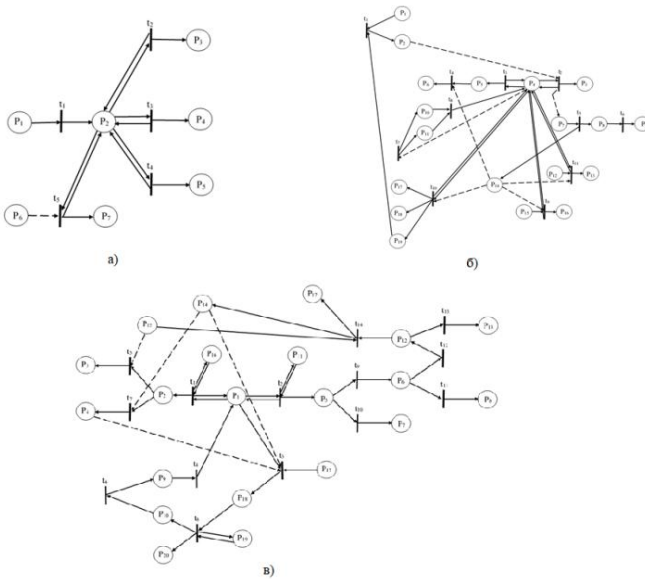
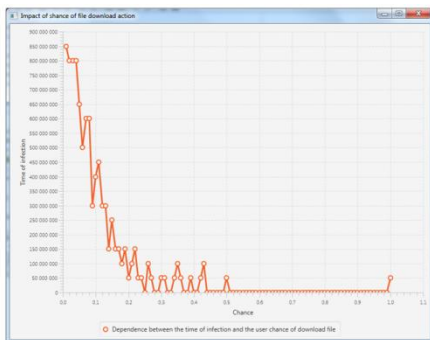


Figure 2 - UML state model for studying a security breach attack using a dangerous virus software application on an information system

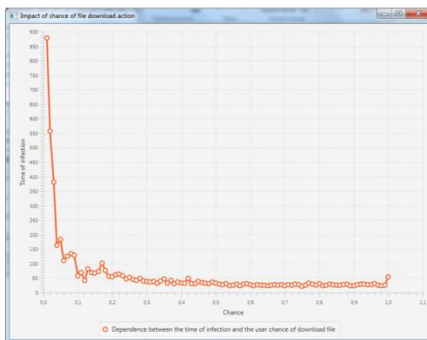


a - if the security breacher performs actions; б - if the IS user acts during and after the cyberattack with a virus code; в - if the virus code is infected and the breacher is masked

Figure 3 - Formalised models based on Petri nets



a)



б)

a - the usual time range of the probability of downloading a malicious file; б - the time range of 100 seconds of the probability of downloading a malicious file
Figure 4 - Results of the study of the impact of a malicious virus application on the state of a computer during its infection

Based on the results obtained, it can be concluded that if the possibility of opening a dangerous virus application is increased, the time of damage to the information system by a malicious virus application will be the shortest, i.e. from 0 to 20%, the time of vulnerability is longer, with an increase from 25% it decreases. Thus, if up to 50% of the possibility of downloading malicious software to a computer is given a chance to leave it unharmed, but after exceeding this limit, a security breacher, having carried out a cyberattack using a virus, will achieve its goal of violating the confidentiality, integrity and availability of information.

REFERENCES

1. Рудий Т. В., Томаневич Л. М., Руда О. І. Засади захисту інформації в інформаційних системах підприємств. Актуальні проблеми економіки, №2, 2014. - С. 551–557.
2. Бакін Д.С. Проблеми захисту інформації в комп'ютерних мережах. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні задачі та досягнення у галузі кібербезпеки», 23-25 листопада, 2016 р. – С. 79-80
3. Мережі Петрі: Методичні вказівки до лабораторної роботи № 9 / Укл.: В.А. Висоцька, Т.В. Шестакевич. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2016. – 12 с.
4. Алтухова Т.В. Комп'ютерне моделювання систем діагностики технічного стану електродвигунів гірничих машин: автореф. дис. канд. техн. наук. Покровськ, 2021. – 28 с.
5. Zaitsev D.A., Shmeleva T.R. Simulating Telecommunication Systems with CPN Tools: Students' book / Odessa: ONAT, 2006. – 60 p.