









# 2022 International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering (ICISSE)

Conference Proceedings

November 29-30, 2022 Ivano-Frankivsk, Ukraine Issued by the decision of the Academic Board of the Faculty of Mathematics and Computer Science (protocol #15/2022)

This book and its papers are published under the Creative Commons License Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

#### **Editors**

Mykola Kuz (10) and Mykola Kozlenko (10)

Department of Information Technology Faculty of Mathematics and Computer Science Vasyl Stefanyk Precarpatian National University 57 Shevchenka Street Administration Building, Office #319 Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine

Tel: +380 (342) 59-60-58 E-mail: icisse@pnu.edu.ua

Papers are presented in authors' edition. The authors are responsible for the content of their paper. The organizers, committees, reviewers, or editors reserve the right not to be responsible for the topicality, correctness, completeness or quality of the information provided.

**2022** International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering (ICISSE), Mykola Kuz and Mykola Kozlenko Eds., Ivano-Frankivsk, Ukraine: Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2022, 317 p. [E-book]

#### ISBN 978-966-640-534-3 DOI 10.5281/zenodo.7502536

The high-quality refereed papers appearing in this book compose the proceedings of the 2022 International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering (ICISSE). ICISSE is the forum organized by the Department of Information Technology of the Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. ICISSE-2022 is held from November 29 to 30, 2022 in Ivano-Frankivsk, Ukraine. The event is intended to bring together researchers, scientists, and engineers to discuss experimental and theoretical results, mainly in the area of software engineering. The conference also covers topics related to computer science, computer engineering, systems analysis, cybersecurity, information systems and technology, industrial automation, electronics, metrology, micro and nanosystems, telecommunications, radio frequency engineering, IT entrepreneurship, and IT education. The current edition of the event is dedicated to the 50th birth anniversary of famous Ukrainian scientist working in information technology, Founder and first Head of the Department of Information Technology, Vice-Rector for Research of the university, Professor Dr. Pavlo Fedoruk, who passed away in 2013. The conference is included into the list of scientific conferences scheduled for 2022 by the Ministry of Education and Science of Ukraine.

#### Recommended paper citation template:

J. K. Author, "Decapitalized title of the paper," 2022 International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering (ICISSE), Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine, Nov. 29-30, 2022, pp. xxx-xxx.

ISBN 978-966-640-534-3

- © Copyright for the individual papers by the papers' authors, 2022
- © Copyright for the book as a collection by its editors, 2022
- © Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2022

# **COMMITTEES**

## **General Chair:**

Prof. Dr. Mykola Kuz

# **Technical Program Committee Chair:**

Assoc. Prof. PhD Mykola Kozlenko

# **Local Organizing Committee Chair:**

Mariia Dutchak

### **Publicication Chair:**

Assoc. Prof. PhD Mykola Kozlenko

# **Preface**

The 2022 International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering dedicated to the 50th anniversary of an outstanding researcher and teacher, the founder of the Department of Information Technology at Vasyl Stefanyk Precarpathian University, Prof. Dr. Pavlo Fedoruk was held on November 29-30, 2022 in Ivano-Frankivsk, Ukraine.

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University has more than 80 years of history. Its inspirational success story was written by people who devoted themselves to science, education, and culture. Among the prominent figures of the University, the name of the outstanding modern Ukrainian scientist Pavlo Fedoruk shone as a bright star. Now he would have celebrated his 50th birthday.

Pavlo Fedoruk graduated from Precarpathian University in 1994. Immediately after graduating, he was offered the position at the Information Department of the University. He proved himself to be a professional in the field of information technology, a talented person with progressive thinking. He was offered the position as a head of the Information Department in October 1994. Since 2002, Pavlo Fedoruk worked as a director of the Center for Information Technology. He also founded the Center of Distance Learning. While performing his official duties, he was simultaneously involved in research. He was a hard worker and independent thinking researcher who worked effectively on telecommunication technology research.

He studied as a PhD student in the period from 1999 to 2002. He received his PhD from the Institute of Mathematical Machines and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine. The topic of the PhD thesis was related to the systems of distance learning and knowledge assessment based on Internet technology. During his work at the University, Pavlo Fedoruk published more than 120 research papers and two monographs. He developed a course on Informatics for students of the Faculty of Economics and published the textbook "Computer for Economists". Also he developed courses on artificial intelligence and intelligent systems for students of the Faculty of Mathematics and Computer Science. In the period from 2006 to 2008, he was a scholarship holder of the Cabinet of Ministers of Ukraine for young scientists. In 2010, he was successfully awarded with the degree of Doctor of Technical Science. The topic of the thesis was related to adaptive systems of distance learning.

Since 2007, he was a member of the program committee and a session chairman at the international scientific and practical conferences "Education based on web technologies" and "Advanced computer technology in education". In 2007, he participated in the International Referee Committee as a representative from Ukraine. In 2008, he was an expert of the Scientific and Technical Council of the Ministry of Education and Science of Ukraine at the Informatics and Cybernetics section. He was a member of specialized academic councils at the Institute of Mathematical Machines and Systems and Ternopil National Economic University. He supervised four research projects in the field of distance learning. In 2009, he was awarded the Tersenov Regional Prize for Innovation from the Society of Inventors and Innovators of Ukraine. In 2010, he was recognized as a Famous Scientist of the Year for significant achievements in the field of research and education and for personal contribution. In 2011, he was awarded an honorary certificate from the Cabinet of Ministers of Ukraine for his significant personal contribution to science.

In 2012, he was promoted to the position of vice-rector for research of the University. His views were based on a broad knowledge and interests. He was a founder of many scientific, social, and entrepreneurial projects. He was one of the founders of the "Firtka" Local News Agency. He was also the President of the Ivano-Frankivsk Regional Martial Arts Federation.

The authors of this collection devoted their papers to the memory of Prof. Dr. Pavlo Fedoruk.

#### **TABLE OF CONTENTS**

2         Mostifi Bonchra, Ferouani Souheyla, Ziani Kerarti Djalal, Maroof Fatima Zohra, New design of gold nano printed antenna with Gallium substrate for optical transmission         5           3         Zebu Shmmis, Subia Shamsi, Sekar K. A survey of the dark web         5           7         Haranis Honyeverosa, Autrorial Repeapeyas, Experima Elepean Monetonosamus elegermanocri дистантійної освітя із застосуманням агентного підхолу         7           8         Oleh Zaritskyi. A practical approach to evaluating the ethics index of artificial intelligence systems         15           9         Borgan Canemo, Pomorizieni cuterum визалення аповмисного програмного дожематира.         22           10         Олександр Мельиченко. Метод керування та самоорганізована система намуваним видритуть ВПІЛА         26           11         Ольга Дантрієва, Ілля Бугенко, Розробка веб-додатку для дистанційного навчання за система енергетичного моніторниту для памуальної буділі університету         34           12         Андрій Яворський, Максам Карські, Мукһаліх Киленок, Інпрас об Соvid-19 ов инічеткі у ефисаном фідігалізова а система нергетичного моніторниту для памуальної буділі університету         43           14         Оіда Solovic, Selection of data preprocessing technique for imbalanced dataset         48           Karepuna Островська, Інпа Стовитченко, Сергій Черський, Дослідження можливості иносунільной види видітичний види продожи в	Paper ID	Paper							
дездр от gold hano printed antenna with Califum substrate for optical transmission         5           7         Cebus Bannis, Subbia Shamis, Seak r. K. A survey of the dark we Morgenonamis         7           1         Cebus Bannis, Subbia Shamis, Seak r. K. a survey of the dark we Morgenonamis         7           2         Cebus Ramis, Substantial Recrambiation of cestin is state to estimate in the chies index of artificial intelligence systems         15           3         Cole Tariskyi. A practical approach to evaluating the ethics index of artificial intelligence systems         15           9         Богдан Савенко. Розподъдені системи виявлення зловомисного програмного забезнечення         26           10         Олексанцу Метаниченко. Метод керування та самоорганізована система плавтування маршрутів БПІА.         26           11         Ольта Димгрісав, Ілия Бутенко. Розробка веб-додатку для дистанційного навчання         31           12         Сактан Вактаній ворський, Максим Карпаш, Віталій Шк., Пюбомир Жомуля. Пілотна         34           13         питом Вактаніза праворський, Авкасим Карпаш, Віталій Шк., Пюбомир Жомуля. Пілотна         34           14         Ольта Димгрісав, Ілия Бутенко. Розробка веб-додатку для правтири універський	2		1						
7         Наталия Полусктова, Анаголій Переверяж, Катерина Дерева, Моделюванняя         7           8         Оісh Zaritskyi. A practical approach to evaluating the ethics index of artificial intelligence systems         15           9         Богдан Сваевко. Postropizeni системи виявления зловмисного програмного забезпечения         22           10         Олексанар Мельниченко. Метод керування та самоорганізована система планування маршрутів БПЛА         26           11         Ольга Дмитріева, Ілля Бутенко. Розробка веб-долатку для дистанційного навчання         31           12         Салка Дмитріева, Ілля Бутенко. Розробка веб-долатку для дистанційного навчання         31           12         Алагрій Япорський, Максим Карпаш, Віталій Пик, Дюбомир Жонтуля. Пітотна         34           13         Солка Дмитріева, Ілля Бутенко. Розробка веб-долатку для дистанційного навчання         31           14         Ольга Дмитріева, Ілля Бутенко. Розробка веб-долатку для дистанційного навчання         34           15         Катерина Строкська, Пак Строма (Край)         43           16         Изупа Тагасейсі, Аlena Тагасейсі, Мукһаїю Кигленко. Іпраст (Край)         43           17         Кагерина Островська, Денис Печеній, Дослідження методів на основі нейронних вефектів металюромат, подолій для вирішення задачі класифікації         51           18         Кагерина Островська, Денис Печеній, Дослідження методів на основі нейронних вофрожом пороження подорожна праст (	2	design of gold nano printed antenna with Gallium substrate for optical transmission							
8 elpeктивності дистанційної освіти із застосуванням агентного підходу  8 loth Zariskyi, A ртасісаі арртовић to evaluating the ethics index of artificial intelligence systems  9 вогдан Савенко. Розподлені системи виявлення зловмисного програмного заселечення датовим стандій под отвександу Мельниченко. Метод керування та самоорганізована система забаснечення датовим стандій под система дамирутів ВПЛА  11 Олька Двигрієва, Ілия Бугенко. Розробка веб-додатку для дистанційного навчання за дамирути вППЛА  12 Андрій Яворський, Массим Карапц, Віталій Пля, Любомир Жовтуля, Пілотна система енергетичного моніторниту для навчальної будівлі університету  13 цичетвіу education digitalization: a critical interpretive synthesis of tensions and barriers for automation field  14 Olga Solovo: Selection of data preprocessing technique for imbalanced dataset  15 викорителня вейромереженнях технологій для вирішення задачі класнфікації дефектів меналопрокату.  16 Катерина Островська, Денис Печеннії, Дослідження методів на основі нейронних вережа для навизу тональності корису текстів  17 Катерина Островська, Денис Печеннії, Дослідження методів на основі нейронних вережа для навизу тональності корису текстів  18 катерина Островська, Анастасія Пієтренко. Дослідження методів на основі нейронних вереж для навизу тональності корису текстів  19 Катерина Островська, Анастасія Пієтренко. Дослідження фективності методів оробока зображень у системам розімнамів обілич  19 Анастасія Нічепорук, Андрій Нічепорук, Андрій Казаніне, Олет Парніцький, Мійм кібератаки на люжнью, Вітогрочий рівень кіберфізичної системы розумних мереж епергозабезнечния для опітновання діктостеті та поведінка системи  20 Viktor Війьконь, Аррісстрій Денисских Постановка замачі розробки прогаюві населження для опітновання лісистості та оброблення інформації пролісові населження для опітновання лісистості та оброблення інформації пролісові населження для опітновання лісистості та поведінка системи о раганізації фективної роботи автемної інкорнамних епетем вогражнами фективног	3	Zeba Shamsi, Subia Shamsi, Sekar K. A survey of the dark web	5						
9 intelligence systems 22 36 Богдан Савелко, Розподілені системи виявления зловмисного програмного забезнечения 22 10 Олександр Мельниченко. Метод керувания та самоорганізована система 26 11 Ольта Дмигрієва, Ілля Бутенко. Розробка веб-додатку для дистанційного навчания 31 12 Андрії Яворський, Маским Карпаш, Віталій Цях, Любомир Жовтуля. Пілотна система енергетичного моніторниту для навчальної будівлі універентету 34 13 инічеткіс, Alena Татаєчеський, Маским Карпаць Піталій Цях, Любомир Жовтуля. Пілотна система енергетичного моніторниту для навчальної будівлі універентету 34 14 Одра Solovel; Selection of data preprocessing technique for imbalanced dataset 48 15 використання неїроморежевих технології для вирішенняя задачі класифікації 51 16 Катерина Островська, Іван Стовиченко, Сергій Черський, Дослідження можливості використання неїроморежевих технологій для вирішенняя задачі класифікації 51 17 Катерина Островська, Іван Стовичення методів на основі нейронних мереж для аналізу томальності коримує текстів 34 18 кабератаки на локально-керуючній різевь кіберізичної системи розумних мереж енергозабезпечення: визначення доменної області та поведінка системи Олексанар Мельников, Вікторія Денисстокі та обробки зображень у системах розпізнання облич 34 18 кабератаки на локально-керуючній різевь кіберізичної системи розумних мереж енергозабезпечення: визначення доменної області та поведінка системи Олексанар Мельников, Вікторія Денисстокі, Постановжа задачі розробки програмного забезпечення для оцінювання лісистості та оброблення інформації про лісові наведжження 20 Viktor Bilishchuk. Application of virtual simulation for device design 71 21 Іграм Уавскува, Ката Катроўск, Daria Вигуал. Моdeling technologies for assessment of про лісові насаджження 20 Олексанар Мільна Ключкува, Катройскува, Галина Нестеренко, Олек Стрежко, Ніна Ключкова, Роль навізаній дефектиною роботи автомобівльного транепорту 82 22 ібрик Чамуні да танна Нестеренко, Олек Стрежко, Ніна Ключкова, Роль навізаній дефектиною роботи автомобівльного транепорту	7	ефективності дистанційної освіти із застосуванням агентного підходу							
10 Олександр Мельниченко. Метод керувания та самоорганізована система   10 Олександр Мельниченко. Метод керувания та самоорганізована система   11 Ольта Дмитрієва, Ілля Бутенко. Розробка веб-додатку для дистанційного навчания   31	8	Oleh Zaritskyi. A practical approach to evaluating the ethics index of artificial							
10         Олександр Мельниченко. Метод керувания та самоорганізована система планувания маршрутів БІЛА         26           11         Ольта Дмитріспа, Ілля Бутенко. Розробка веб-додатку для дистанційного навчання да Андрій Яворський, Максим Кариаш, Віталій Цих, Любомир Жоктуля. Пілотна система енергетичного моніторинну для павчальної будівлі університету Ігупа Тагакеvich, Alena Tarasevich, Mykhailo Kuzmenko. Impact of Covid-19 on university education digitalization: a critical interpretive synthesis of tensions and barriers for automation field         43           14         Olga Solovei. Stection of data preprocessing technique for imbalanced dataset         48           Karepina Octpoeckaa, Isah Crosniчenko, Cepriй Черський. Дослідження можливості використання нейромереженку технологій для нирішения задачі класифікації дефектів металопрокату.         51           16         Катерина Остроескаа, Денис Печений. Дослідження методів на основі нейронних мереж для знавлізу тональності корную текстів         55           17         Катерина Остроескаа, Денис Печений. Дослідження методів на основі нейронних мереж для знавлізу тональності корную текстів         59           18         Катерина Остроескаа, Денис Печений. Дослідження методів на основі нейронних мереж для знавізу тональності корную текстів         59           19         Анастасі Нітенорух, Андрій Инзенорух, Андрій Инзенорух на установня обробня зображени, устастава размена для ображення методів базання воснові нейронних мібм кібератаки на локально-керуючий рівень кіберфізичної системи розумних мереж епрозабеличення; визмення доменної області та поведінка системи         63           19	9	Богдан Савенко. Розподілені системи виявлення зловмисного програмного							
11 Ольга / Дмитрієва, Ішля Бутенко. Розробка веб-долатку для дистанційного павчання за Андрій Яворський, Максим Карпаш, Віталій Цих, Любомир Жовтуля. Підотпа система евергетичного моніторниту для навчальної будіклі університету (пула Тагакеvich, Alena Тагакеvich, Mykhailo Kuzmenko. Ітпраст ої Соуіd-19 on university education digitalization: a critical interpretive synthesis of tensions and barriers for automation field (пула будіклі університету) (пула Тагакеvich, Mykhailo Kuzmenko. Ітпраст ої Соуіd-19 on university education digitalization: a critical interpretive synthesis of tensions and barriers for automation field (пула будіклення можливості використання нейромерсжевих технологій для вирішення задачі класифікації дефектів металопрокату. (пула дефектів металопрокату.) (пула дефектів метало	10	Олександр Мельниченко. Метод керування та самоорганізована система							
12         Андрій Яворський, Максим Карпаш, Віталій Цих, Любомир Жовтуля. Пілогна система енергетичного моніторниту для навчальної будівлі університету         34           13         пупа Тагаєчісь, Аlena Тагаєчісь, Мукһайо Кидемско. Ітпраст от Соліd-19 on university education digitalization: a critical interpretive synthesis of tensions and barriers for automation field         43           14         Olga Solovei. Selection of data preprocessing technique for imbalanced dataset         48           Катерина Островська, Ван Стовтичню, Сергій Черський. Дослідження мождивості використання вейромерсжевих технологій для вирішення задачі класифікації         51           16         Катерина Островська, Денис Печений. Дослідження методів на основі нейронних мереж для аналізу топальності корпусу текстів         55           17         Катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження ефективності методів обробки зображень у системах розлізанания облич         59           18         Катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження ефективності методів обробки зображень у системах розлізанания облич         59           18         Катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження ефективності методів містеми розумних мереж енергозабезнечення; визначення доменної області та поведінка системи розумних мереж енергозабезнечення дивлачня дослідження обробки забражний містем ор пратамення доменної області та поведінка системи розумних мереж енергозабезнечення для оціновання лісегостсті та оброблення інформації про лісові насадження         63           20         Viktor Віївкіські, Каріков, Інкі вім забражних розумних мереж розумних насадження	11		31						
I tyna Tarasevich, Alena Tarasevich, Mykhalio Kuzmenko. Impact of Covid-19 on university education digitalization: a critical interpretive synthesis of tensions and barriers for automation field 14 Olga Solovei. Selection of data preprocessing technique for imbalanced dataset 48 Karepuna Octposchea, Isan Croвпченко, Cepriй Черський, Дослідження можливості використантя неіромережевих технологій для вирішения задачі класифікації 51 лефектів металопрокату. 51 Катерина Островська, Денис Печений. Дослідження методів на основі нейронних мереж для авалізу топальніості корпусу текстів 75 Катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження ефективності методів 63 соробки зображень у системах розлізнавня обпич 64 катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження ефективності методів 63 енергозабеличення зизначення доменної області та поведінка системи 19 міни міни кібератаки на локально-керуючий рівень кіберфізичної системи розумних мереж 63 енергозабеличення зизначення доменної області та поведінка системи 19 програмного забезпечення зизначення доменної області та поведінка системи 19 програмного забезпечення для оцінювання лісистості та оброблення інформації про лісові пасадження  20 Viktor Bilishchuk. Application of virtual simulation for device design 71 гупа Vаshchyshak, Serhi Vashchyshak. The web application of calculation of 74 parameters for a small hydroelectric power plant 21 гупа Vаshchyshak, Ceptiv Vashchyshak, Ceptiv Mashchyshak, Ceptiv Mashchyshak, Serhi Panticikov, Kyrylo Muzychka, Olena 60 Repaticikova, Vulia Pavlenko, Mathematical model for studying the thermal regime of the 81 slag-splashing lance 8 Anacracia Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білупнак. Системний підхід до 10 Rep Hinashyi, Maskmy Sobol, Dmytro Velchaninov. On the characteristics of the input 102 Matria of the transport conveyor 110 Pavlo Katin, Oleksandr Pokhylenko. Use of state pattern with the ability to dynamic add 107 repat slag-splashing lance 10 Petro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency 115 Pet	12	Андрій Яворський, Максим Карпаш, Віталій Цих, Любомир Жовтуля. Пілотна							
13 university education digitalization: a critical interpretive synthesis of tensions and barriers for automation field 14 Olga Solovei. Selection of data preprocessing technique for imbalanced dataset 15 Karepuna Octposeka, Isani Crosnienerko, Cepriй Черський, Дослідження можливості використания нейромережевих технологій для вирішення задачі класифікації дефектів металопрокату. 16 Karepuna Octposeka, Денис Печений, Дослідження методів на основі нейронних мереж для аналізу топальності корпусу текстів 17 Катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження ефективності методів обробки зображень у системах розпізнання облач 18 катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження ефективності методів обробки зображень у системах розпізнання облач 18 кібератаки на локально-керуючий рівень кіберфізичної системи розумних мереж енергозабезпечення; визначення доменної області та поведінка системи 19 про лісові ристьников, Вікторія Денносенко. Постановка задачі розробки програмного забезпечення для оцінювання лісистості та оброблення інформації про лісові насадження 20 Viktor Війshchuk. Арріісаtіоn of virtual simulation for device design 21 Ігула Vashchyshak, Serhii Vashchyshak. Тhe web application of calculation of рагавнететя о а small hydroelectric power plant 22 ОІсена Найка, Ігол Катроvich, Daria Buryan. Modeling technologies for assessment of information security risks in e-commerce 24 Михайло Музикіп, Галина Нестеренко, Олег Стрелко, Ніна Клочкова. Роль навігаційних систем в організації ефективної роботи автомобільного транспорту 25 Борис Незамай. Протнозування якості програмного забезпечення 26 Рапськоча, Yulia Pavlenko. Маthematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance 27 математичного опису дифузійних пропесів у випадково неодпорідних двофазних структурах з кульовими включеннями 28 Олер Рінмахуі, Макуут Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the characteristics of the input material flow of the transport conveyor 29 Pavlo Katin, Oleksandr Pokhylenko. Use of state равтети with the ability t	12		57						
14         Olga Solovei. Selection of data preprocessing technique for imbalanced dataset         48           15         Катерина Островська, Iван Стовиченко, Сергій Черський. Дослідження можливості використання нейромережевих технологій для вирішення задачі класифікації дефектів металопрокату.         51           16         Катерина Островська, Денис Печений. Дослідження методів на основі нейронних мереж для аналізу тональності корпусу текстів         55           17         Катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження фективності методів обробки зображень у системах розпізнання облич         59           18         Катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження фективності методів обробки зображень у системах розпізнання облич         59           19         Анастасія Нічепорук, Андрій Нічепорук, Андрій Казанцев, Олег Парніцький. MitM кібератаки на локально-керуючий рівень кіберфізичної системи розумних мереж енергозабезпечення звизначення доменної боласті та поведінка системи протумних мереж енергозабезпечення двізначення дібенто продільня інформації про лісові насадження         63           19         протамного забезпечення дія оцінювання лісистості та оброблення інформації про лісові насадження         67           20         Viktor Війіясник. Арріісаtіол оf virtual simulation for device design         71           21         Ігра Факсуру дія маження дія оцінювання лісистості та оброблення інформації про лісові насадження         74           22         Оlenа Наабка, Ічла Катрочісь ромет рай.         74           23	13	university education digitalization: a critical interpretive synthesis of tensions and							
15         Вкагерина Островська, Вван Стовпченко, Сергій Черський. Дослідження можливості використання нейромережевих технологій для вирішення задачі класифікації         51           16         Катерина Островська, Денис Печений. Дослідження методів на основі нейронних мереж для аналізу тональності корпусу текстів         55           17         Катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження ефективності методів обробки зображень у системах розпізнання облич         59           18         Катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження ефективності методів обробки зображень у системах розпізнання облич         59           18         Катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження ефективності методів обробки зображень у системах розпізнання облич         59           18         кібератаки на локально-керуючий рівень кіберфізичної системи розумних мереж енергозабезпечення: визначення доменної області та поведінка системи         63           19         Олександр Мельников, Вікторія Денисенко. Постановка задачі розробки програмного забезпечення для оцінювання лісистості та оброблення інформації         67           19         Уіктов Віізкьсник. Арріісатіо об virtual simulation for device design         71           20         Viktor Віізкьсник. Арріісатіо об virtual simulation of calculation of рагамететь for a small hydroelectric power plant         74           21         Ігупа Чаквіс, Кульій Vаквстува, Олет Стрелко, Ніна Клочкова. Роль навітаційних систем в організації ефективної робти автомобільного транспорту         82           24 </td <td>14</td> <td></td> <td>48</td>	14		48						
16Катерина Островська, Денис Печений. Дослідження методів на основі нейронних мереж для аналізу тональності кортусу текстів5517Катерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження ефективності методів обробки зображень у системах розпізнання облич Анастасія Нічепорук, Андрій Нічепорук, Андрій Казанцев, Олет Парніцький. МіtМ кібератаки на локально-керуючий рівень кіберфізичної системи розумних мереж енергозабезпечення: визначення доменної області та поведінка системи6319Олександр Мельников, Вікторія Денисенко. Постановка задачі розробки програмного забезпечення для оціновання лісистості та оброблення інформації про лісові насадження6720Viktor Bilishchuk. Application of virtual simulation for device design Iryna Vashchyshak, Serhii Vashchyshak. The web application of calculation of parameters for a small hydroelectric power plant7421Iryna Vashchyshak, Serhii Vashchyshak. The web application of calculation of information security risks in e-commerce7824Михайло Музикін, Галина Нестеренко, Олег Стрелко, Ніна Клочкова. Роль навігаційних систем в організації ефективної роботи автомобільного транспорту8225Борис Незамай. Прогнозування якості програмного забезпечення Оleg Zbulkovskyi, Inna Zbulkovska, Serhii Pantickov, Kyrylo Muzychka, Olena Рапеtikova, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance8627Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульовими включеннями9328Оleh Pihnastyi, Maksym Sobol, Dmytto Yelchaninov. On the characteristics of the input material flow of the transport conv	15	Катерина Островська, Іван Стовпченко, Сергій Черський. Дослідження можливості використання нейромережевих технологій для вирішення задачі класифікації							
17       Кагерина Островська, Анастасія Петренко. Дослідження ефективності методів обробки зображень у системах розпізнання облич       59         18       кібератаки на локально-керуючий рівень кіберфізичної системи розумних мереж енергозабезпечення: визначення доменної області та поведінка системи       63         19       програмного забезпечення для оцінювання лісистості та поведінка системи       67         20       Viktor Bilishchuk. Application of virtual simulation for device design       71         21       Iryna Vashchyshak, Serhii Vashchyshak. The web application of calculation of parameters for a small hydroelectric power plant       74         22       Olena Hladka, Ivan Karpovich, Daria Buryan. Modeling technologies for assessment of information security risks in e-commerce       78         24       Михайло Музиків, Галина Нестеренко, Олег Стрелко, Ніна Клочкова. Роль навігаційних систем в організації ефективної роботи автомобільного транспорту       82         25       Борис Незамай. Прогнозування якості програмного забезпечення       86         26       Оleg Zhulkovskyi, Inna Zhulkovska, Serhii Panteikov, Kyrylo Muzychka, Olena Panteikova, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance       90         27       Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до магематичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульовими включеннями       93         28       Оleh Pilmastyi, Maksym Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the character	16	Катерина Островська, Денис Печений. Дослідження методів на основі нейронних							
17         обробки зображень у системах розпізнання облич         39           18         Анастасія Нічепорук, Андрій Нічепорук, Андрій Казанцев, Олег Парніцький. МіtМ кібератаки на локально-керуючий рівень кіберфізичної системи розумних мереж епергозабезпечення; визначения доменної області та поведінка системи         63           19         програмного забезпечення для оцінювання лісистості та оброблення інформації програмного забезпечення для оцінювання лісистості та оброблення інформації програмного забезпечення для оцінювання лісистості та оброблення інформації про лісові насадження         67           20         Viktor Bilishchuk. Application of virtual simulation for device design         71           21         Iryna Vashchyshak, Serhii Vashchyshak. The web application of calculation of parameters for a small hydroelectric power plant         74           22         Olena Hladka, Ivan Karpovich, Daria Buryan. Modeling technologies for assessment of information security risks in e-commerce         78           24         Михайло Музикін, Галина Нестеренко, Oner Стрелко, Hiна Клочкова. Роль чавітанійних систем в організації ефективної роботи автомобільного транспорту         82           25         Борис Незамай. Прогнозування якості програмного забезпечення         86           26         Рансікоva, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance         90           27         Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульо									
18         кібератаки на локально-керуючий рівень кіберфізичної системи розумних мереж енергозабезпечення: визначення доменної області та поведінка системи         63           19         Олександр Мельников, Вікторія Денисенко. Постановка задачі розробки програмного забезпечення для оцінювання лісистості та оброблення інформації про лісові насадження         67           20         Viktor Bilishchuk. Application of virtual simulation for device design         71           21         Iryna Vashchyshak, Serhii Vashchyshak. The web application of calculation of parameters for a small hydroelectric power plant         74           22         Olena Hladka, Ivan Karpovich, Daria Buryan. Modeling technologies for assessment of information security risks in e-commerce         78           24         Михайло Музикін, Галина Нестеренко, Ozer Стрелко, Ніна Клочкова. Роль навігаційних систем в організації ефективної роботи автомобільного транспорту         82           25         Борис Незамай. Прогнозування якості програмного забезпечення         86           0 Інд Зуніковкукі, Іппа Zhulkovska, Serhii Panteikov, Kyrylo Muzychka, Olena Panteikova, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance         90           27         Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульовими включеннями         93           28         Оleh Ріhnastyi, Maksym Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the characteristics of the input material flow of the transport conveyor	17								
19Олександр Мельников, Вікторія Денисенко. Постановка задачі розробки програмного забезпечення для оцінювання лісистості та оброблення інформації про лісові насадження6720Viktor Bilishchuk. Application of virtual simulation for device design7121Iryna Vashchyshak, Serhii Vashchyshak. The web application of calculation of parameters for a small hydroelectric power plant7422Olena Hladka, Ivan Karpovich, Daria Buryan. Modeling technologies for assessment of information security risks in e-commerce7824Михайло Музикін, Галина Нестеренко, Олег Стрелко, Ніна Клочкова. Роль навігаційних систем в організації ефективної роботи автомобільного транспорту8225Борис Незамай. Прогнозування якості програмного забезпечення Рапеікоva, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance8626Рапеікоva, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance9027Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульовими включеннями9328Оleh Ріhnastyi, Maksym Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the characteristics of the input material flow of the transport сопveyor10229Рачю Каtin, Oleksandr Рокһуlenko. Use of state раttern with the ability to dynamic add new states for software part of automatic cleaning-in-place stations for fermentation tanks10730Реtro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency spectrum for dielectric/metal/dielectric structures11532Vadym	18	Анастасія Нічепорук, Андрій Нічепорук, Андрій Казанцев, Олег Парніцький. МіtМ кібератаки на локально-керуючий рівень кіберфізичної системи розумних мереж							
20Viktor Bilishchuk. Application of virtual simulation for device design7121Iryna Vashchyshak, Serhii Vashchyshak. The web application of calculation of parameters for a small hydroelectric power plant7422Olena Hladka, Ivan Karpovich, Daria Buryan. Modeling technologies for assessment of information security risks in e-commerce7824Михайло Музикін, Галина Нестеренко, Олег Стрелко, Ніна Клочкова. Роль навігаційних систем в організації ефективної роботи автомобільного транспорту8225Борис Незамай. Прогнозування якості програмного забезпечення8626Oleg Zhulkovskyi, Inna Zhulkovska, Serhii Panteikov, Kyrylo Muzychka, Olena Panteikova, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance9027Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульовими включеннями9328Оleh Pihnastyi, Maksym Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the characteristics of the input material flow of the transport conveyor10229Pavlo Katin, Oleksandr Pokhylenko. Use of state pattern with the ability to dynamic add new states for software part of automatic cleaning-in-place stations for fermentation tanks10730Petro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency spectrum for dielectric/metal/dielectric structures11532Vadym Malinovskyi, Leonid Kupershtein, Vitaliy Lukichov. Risks assessment and approaches to creative of the reliable software modules for IoT devices12233Muxaйло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного забезпечення екологічних служб	19	Олександр Мельников, Вікторія Денисенко. Постановка задачі розробки програмного забезпечення для оцінювання лісистості та оброблення інформації							
21Iryna Vashchyshak, Šerhii Vashchyshak. The web application of calculation of parameters for a small hydroelectric power plant7422Olena Hladka, Ivan Karpovich, Daria Buryan. Modeling technologies for assessment of information security risks in e-commerce7824Михайло Музикін, Галина Нестеренко, Олег Стрелко, Ніна Клочкова. Роль навітаційних систем в організації ефективної роботи автомобільного транспорту8225Борис Незамай. Прогнозування якості програмного забезпечення8626Panteikova, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance9027Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульовими включеннями9328Oleh Pihnastyi, Maksym Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the characteristics of the input material flow of the transport соnveyor10229Pavlo Katin, Oleksandr Pokhylenko. Use of state pattern with the ability to dynamic add new states for software part of automatic cleaning-in-place stations for fermentation tanks10730Petro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency spectrum for dielectric/metal/dielectric structures11532Vadym Malinovskyi, Leonid Kupershtein, Vitaliy Lukichov. Risks assessment and approaches to creative of the reliable software modules for IoT devices12233Myxaйло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного забезпечення екологічних служб12834Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect130 <td>20</td> <td></td> <td>71</td>	20		71						
22Olena Hladka, Ivan Karpovich, Daria Buryan. Modeling technologies for assessment of information security risks in e-commerce7824Михайло Музикін, Галина Нестеренко, Олег Стрелко, Ніна Клочкова. Роль навігаційних систем в організації ефективної роботи автомобільного транспорту8225Борис Незамай. Прогнозування якості програмного забезпечення8626Panteikova, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance9027Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульовими включеннями9328Oleh Pihnastyi, Maksym Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the characteristics of the input material flow of the transport conveyor10229Pavlo Katin, Oleksandr Pokhylenko. Use of state pattern with the ability to dynamic add new states for software part of automatic cleaning-in-place stations for fermentation tanks10730Petro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency spectrum for dielectric/metal/dielectric structures11532Vadym Malinovskyi, Leonid Kupershtein, Vitaliy Lukichov. Risks assessment and approaches to creative of the reliable software modules for IoT devices12233Muxaйло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного забезпечення екологічних служб12834Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect130		Iryna Vashchyshak, Serhii Vashchyshak. The web application of calculation of							
24Михайло Музикін, Галина Нестеренко, Олег Стрелко, Ніна Клочкова. Роль навігаційних систем в організації ефективної роботи автомобільного транспорту8225Борис Незамай. Прогнозування якості програмного забезпечення8626Oleg Zhulkovskyi, Inna Zhulkovska, Serhii Panteikov, Kyrylo Muzychka, Olena Panteikova, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance9027Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульовими включеннями9328Oleh Pihnastyi, Maksym Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the characteristics of the input material flow of the transport conveyor10229Pavlo Katin, Oleksandr Pokhylenko. Use of state pattern with the ability to dynamic add new states for software part of automatic cleaning-in-place stations for fermentation tanks10730Petro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency spectrum for dielectric/metal/dielectric structures11532Vadym Malinovskyi, Leonid Kupershtein, Vitaliy Lukichov. Risks assessment and approaches to creative of the reliable software modules for IoT devices12233Михайло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного забезпечення екологічних служб12834Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect130	22	Olena Hladka, Ivan Karpovich, Daria Buryan. Modeling technologies for assessment of							
25Борис Незамай. Прогнозування якості програмного забезпечення8626Oleg Zhulkovskyi, Inna Zhulkovska, Serhii Panteikov, Kyrylo Muzychka, Olena9026Panteikova, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance9027Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульовими включеннями9328Oleh Pihnastyi, Maksym Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the characteristics of the input material flow of the transport conveyor10229Pavlo Katin, Oleksandr Pokhylenko. Use of state pattern with the ability to dynamic add new states for software part of automatic cleaning-in-place stations for fermentation tanks10730Petro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency spectrum for dielectric/metal/dielectric structures11532Vadym Malinovskyi, Leonid Kupershtein, Vitaliy Lukichov. Risks assessment and approaches to creative of the reliable software modules for IoT devices12233Михайло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного забезпечення екологічних служб12834Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect130	24	Михайло Музикін, Галина Нестеренко, Олег Стрелко, Ніна Клочкова. Роль	82						
Oleg Zhulkovskyi, Inna Zhulkovska, Serhii Panteikov, Kyrylo Muzychka, Olena Panteikova, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance  Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульовими включеннями  28 Oleh Pihnastyi, Maksym Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the characteristics of the input material flow of the transport conveyor  Pavlo Katin, Oleksandr Pokhylenko. Use of state pattern with the ability to dynamic add new states for software part of automatic cleaning-in-place stations for fermentation tanks  30 Petro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency spectrum for dielectric/metal/dielectric structures  115  32 Vadym Malinovskyi, Leonid Kupershtein, Vitaliy Lukichov. Risks assessment and approaches to creative of the reliable software modules for IoT devices  33 Михайло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного забезпечення екологічних служб  Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect	25		86						
26Panteikova, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the slag-splashing lance9027Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульовими включеннями9328Oleh Pihnastyi, Maksym Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the characteristics of the input material flow of the transport conveyor102Pavlo Katin, Oleksandr Pokhylenko. Use of state pattern with the ability to dynamic add new states for software part of automatic cleaning-in-place stations for fermentation tanks10730Petro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency spectrum for dielectric/metal/dielectric structures11532Vadym Malinovskyi, Leonid Kupershtein, Vitaliy Lukichov. Risks assessment and approaches to creative of the reliable software modules for IoT devices12233Михайло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного забезпечення екологічних служб12834Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect130	23								
27Анастасія Чучвара, Ольга Чернуха, Юрій Білущак. Системний підхід до математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних структурах з кульовими включеннями9328Oleh Pihnastyi, Maksym Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the characteristics of the input material flow of the transport conveyor102Pavlo Katin, Oleksandr Pokhylenko. Use of state pattern with the ability to dynamic add new states for software part of automatic cleaning-in-place stations for fermentation tanks10730Petro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency spectrum for dielectric/metal/dielectric structures11532Vadym Malinovskyi, Leonid Kupershtein, Vitaliy Lukichov. Risks assessment and арргоаches to creative of the reliable software modules for IoT devices12233Михайло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного забезпечення екологічних служб12834Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect130	26	Panteikova, Yulia Pavlenko. Mathematical model for studying the thermal regime of the							
тами тами тами тами тами тами тами тами	27	математичного опису дифузійних процесів у випадково неоднорідних двофазних	93						
Pavlo Katin, Oleksandr Pokhylenko. Use of state pattern with the ability to dynamic add new states for software part of automatic cleaning-in-place stations for fermentation tanks  Petro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency spectrum for dielectric/metal/dielectric structures  Vadym Malinovskyi, Leonid Kupershtein, Vitaliy Lukichov. Risks assessment and approaches to creative of the reliable software modules for IoT devices  Михайло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного забезпечення екологічних служб  Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect	28	Oleh Pihnastyi, Maksym Sobol, Dmytro Yelchaninov. On the characteristics of the input	102						
30Petro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency spectrum for dielectric/metal/dielectric structures11532Vadym Malinovskyi, Leonid Kupershtein, Vitaliy Lukichov. Risks assessment and approaches to creative of the reliable software modules for IoT devices12233Михайло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного забезпечення екологічних служб12834Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect130	29	Pavlo Katin, Oleksandr Pokhylenko. Use of state pattern with the ability to dynamic add new states for software part of automatic cleaning-in-place stations for fermentation	107						
32Vadym Malinovskyi, Leonid Kupershtein, Vitaliy Lukichov. Risks assessment and approaches to creative of the reliable software modules for IoT devices12233Михайло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного забезпечення екологічних служб12834Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect130	30	Petro Kostrobij, Vitalii Polovyi, Iryna Ryzha. Behaviour of SPP waves frequency	115						
33 Михайло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного забезпечення екологічних служб  Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect	32	Vadym Malinovskyi, Leonid Kupershtein, Vitaliy Lukichov. Risks assessment and	122						
Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect	33	Михайло Крихівський, Любов Саманів. Математична модель інформаційного							
	34	Roman Dorosh. Application of blockchain and the SimHash algorithm to detect							

35	Василь Олійник, Андрій Подорожняк, Наталія Любченко. Аналіз та розпізнавання спаму в соціальних мережах та месенджерах	135			
36	Олександр Жеребцов, Арсеній Рассохін. Проектування виконавчого пристрою	139			
	системи контролю управлінням доступу на базі STM32F103	137			
37	Юлія Казимиренко, Оксана Гайдаєнко, Владислав Принць, Анастасія Байталюк.	1.47			
	Застосування нечітких алгоритмів в задачах розробки інформаційних систем для прогнозування результатів кіберспортивних змагань	147			
	Андрій Павлишин, Володимир Грига, Володимир Мандзюк. Реалізація алгоритму				
38	швидкого перетворення Фур'є на ПЛІС	149			
20	Oleksandr Tsurkan, Yuliia Prokop. Automatic number plate recognition from	157			
39	videostream	157			
40	Olena Oleinik, Ihor Michurin. Using Goroutine to accelerate SQL queries for	160			
	PostgreSQL in AWS	100			
41	Олександр Жеребцов, Антон Іжиков. Використання функціонального	162			
43	програмування у JavaScript та фреймворках  Денис Гобов. Контекст IT-проекту та проблеми бізнес-аналізу	169			
	Олександр Жеребцов, Марк Бороденко. Створення багатофункціонального				
45	локального веб-серверу на базі ESP8266	173			
1.0	Roman Melnyk, Ruslan Tushnytskyy, Andriy Shpek. Selection of defective chains in a	170			
46	PCB image by thinning, flood-filling and overlaying	179			
47	Віра Гарасимів. Автоматизоване тестування в Selenium: Page Object та Page Factory	184			
	Олександр Мельников, Дмитро Козуб. Постановка задачі розробки програмного				
48	забезпечення для оцінювання ефективності протиепідемічних заходів та	186			
	прогнозування зміни відсотка інфікованих та перенесених хвороб у тяжкій формі				
49	Юлія Сурганова, Юрій Міхлін. Нелінійні нормальні моди маятникової системи під дією магнітних збуджень	190			
	Ярослав Марчук. Дослідження використання паралельних технологій у високо-				
50	навантажувальних додатках	193			
<i>7</i> 1	Ivan Rzhepetskyi, Anastasiya Troynina. Garbage classification for mobile devices based	201			
51	on MobileNet	201			
	Наталія Іванічок, Олег Іванічок, Софія-Вікторія Склепова, Павло Колковський,	205			
52	Богдан Рачій, Роман Лісовський. Моделювання імпедансних спектрів, отриманих				
	для системи пористий електрод/електроліт				
53	Роман Базилевич, Андрій Франко. Класифікація структурних елементів програмного забезпечення у задачах генерації тестів	209			
	Роман Боднар. Пристрій для дослідження поверхневого натягу рідин методом				
54	газового струменя	212			
56	Nataliia Liubchenko, Andrii Podorozhniak, Daniil Onishchenko. Development of	216			
30	forestry application using deep learning technology	210			
57	Валентин Соболь, Андрій Подорожняк. Алгоритми пошуку шляху для безпілотних	218			
	сільськогосподарських систем				
58	Ольга Чорна, Данило Непорада, Олексій Чорний, Денис Калінін. Мобільний додаток «Система моніторингу асинхронних двигунів» на базі ОС Android	220			
	додаток «система монгторингу асинхронних двигунтв» на оазг ОС Апагоїа  Тетяна Селівьорстова, Михайло Калюжний, Юрій Каліберда. Програмна реалізація				
59	сервісу агрегації даних для дослідження комерційних ринкових пропозицій	224			
= -	автомобільного ринку України				
60	Сергій Альошин, Олена Гайтан. Інтелектуальна технологія синтезу	226			
00	автоматизованої експертної системи керування підприємством	220			
61	Mykhailo Kvasnii, Vladyslav Shevchuk, Halyna Klym. Intelligent system for collecting	232			
<b>U1</b>	and analyzing of meteorological data based on robotic platform				
63	Яна Лебеденко, Юрій Міхлін. Дослідження стаціонарного режиму та перехідного процесу в неідеальних системах	235			
	процесу в негдеальних системах Вікторія Пахомова. Прогнозування часу доставки даних в ІТС залізничного				
66	транспорту з використанням нейронечіткої технології	238			
60	Vasyl Franchuk, Nataliia Franchuk. Using Microsoft Family Safety for parents and	2 / 2			
68	children	243			
69	Олена Смалько. Про сучасне різноманіття технологій та архітектурних рішень	251			
<u> </u>	Інтернету речей	231			
	Wysoboslav Famonica Olygona Chayleanling Informational system of rolinf gamention				
70	Vyacheslav Fomenko, Oksana Shovkoplias. Informational system of relief generation based on Perlin's noise mathematical algorithm	254			

72	Ihor Polataiko. Software architecture design of software developed in student engineering teams	257					
73	Валерій Ткачук, Олександр Кулик. Реалізація еволюційного алгоритму на реальному квантовому комп'ютері	262					
75	Марія Дутчак, Микола Пікуляк. Оцінка якості методів та програмних засобів інтелектуальних адаптивних освітніх веб-систем самонавчання						
76	Микола Пікуляк, Марія Дутчак. Програмні аспекти виявлення академічного плагіату						
77	Mariia Slobodian, Mykola Kozlenko. Machine learning based animal emotion classification using audio signals	277					
78	Yaroslav Drin, Iryna Drin, Roman Drin. The third initial-boundary value problem for the nonlinear equation of heat conduction with deviation of the argument						
79	Владислав Гой. Дослідження масштабування та розробка рекомендаційної системи методами глибинного навчання та технологій великих даних	286					
80	Дмитро Юрчук, Іван Савка. Дослідження шкідливого програмного забезпечення	291					
81	Микола Кузь, Ігор Лазарович, Руслан Мішагін. Напрямки удосконалення міжнародних стандартів у сфері оцінки якості програмних продуктів ISO/IEC 9126 та ISO/IEC 14598	294					
82	Vasyl Ivanochko. Analysis of methods and existing software implementations for automatic resume generation						
83	Yuliia Dudii. Overview of methods and existing solutions for task order generation	306					
84	Valentyna Yakovyn, Taras Kriukov. Object detection in mobile robotics	310					
85	Mykola Kozlenko. Supervised machine learning based signal demodulation in chaotic communications						

# Selection of data preprocessing technique for imbalanced dataset

Olga Solovei

Department of Information Technology and Applied mathematics Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine

Abstract—In many domains datasets are imbalance, most often the problem is visible in datasets with a medicine diagnoses' prediction; credit's approval; surveys. The results of machine learning algorithms for imbalanced dataset are biased to majority class, whereas the correct predictions of the smaller class somethings could be most important. The goal of the work is to empirically study which data preprocessing technique: feature selection or oversampling to be applied before to train a classification learning algorithm.

Keywords—Oversampling, Feature Selection, Area under ROC curve, Random Forest classifier.

#### I. INTRODUCTION

In study [1] to improve classification models' results for imbalance datasets are proposed the following data preprocessing strategies: 1) oversampling - the smaller class is oversampled to match the size of the major class; 2) down-sizing – the number of samples in the major class is reduced; 3) learning by recognition - to use unsupervised machine learning algorithms and ignore target class in dataset. From the mentioned three strategies the preference is given to oversampling technique as it makes balance distribution between classes which improves that classifier's performance. However, in study [2] can be found that the most widely used oversampling method - SMOTE is good for a highly dimensional imbalance dataset only when k-nearest neighbors classifier is used and most predictive features are selected.

Because the results of the mentioned studies look controversial more empirical tests are required to understand the optimal approach to preprocessing technique selection.

#### II. RELATED WORK

In work [3] was proposed to use only feature selection technique for a highly dimensional imbalance gene dataset without comparing its efficiency to the results of the oversampling or downsizing, therefore the concluded results of the study are not obvious.

To eliminate that gap, in the current work, will be conducted experiments to evaluate the efficiency of data preprocessing techniques: 1) a feature selection; 2) an oversampling by SMOTE; 3) a combination of both.

#### III. METHODOLOGY

Our datasets are from UCI Machine Learning Repository: "adult", "coli" and "songs" are highly dimensional with imbalance ration between the minority to the majority class: 0.3, 0.06, 0.16 correspondingly. The features' count per each dataset is 81, 86 and 58 and samples' count per each dataset is 48842, 9822, 1409 correspondingly. In the experiments are included the steps: 1) create for each dataset two pairs of the train and test data using different data preprocessing techniques: pairset1 – the dataset is left imbalance but the most predictive features are selected by applying mutual information method [4]; pairset2 - the dataset is balanced by SMOTE method so that a minority class 100% matches the majority and the most predictive features are selected; pairset3 - the dataset is balanced by SMOTE method but all features are included. 2) train Random Forest 2022 International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering

2022 International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering Ivano-Frankivsk, Ukraine, November 29-30, 2022

(RF) algorithm and evaluate the prediction quality using metrics: area under ROC (AUC), precision, recall and f1-score on the test subset; 4) compare performance's results based on the metrics' values and ROC curves' graphs.

#### IV. RESULTS

Random Forest classifier's performance metrics for each dataset are recorded in table 1. ROC convex hull graphs presented on fig 1.

Table	Table 1. KI algorithm s performance results and training time											
datas					Pairset2			Pairset3				
et	AUC,	Preci	Recall,	f1	AUC,	Precisi	Recall,	f1	AUC,	Preci	Rec	f1 score,
	%	sion,	%	score,	%	on,	%	score,	%	sion,	all,	%
		%		%		%		%		%	%	
adult	84	64	51	56	93	84	86	85	93	85	86	85
coli	65	52	51	51	99	96	95	96	99	97	95	96
songs	47	57	54	55	85	81	80	80	90	83	83	83

Table 1. RF algorithm's performance results and training time

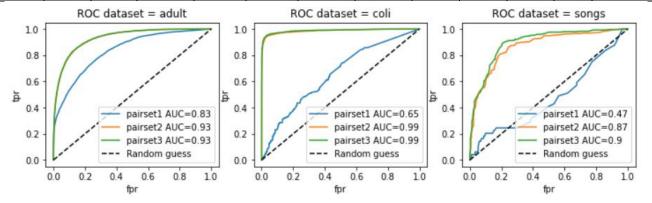


Figure 1. ROC curves of RF classifier trained on pairset1, partset2 and pairset3.

#### V. DISCUSSION

The results from table 1 can be interpreted as the following: for highly dimensional datasets an ability of RF classifier to predict the target class is better when a dataset is balanced (pairset2, pairset3) compared to the performance of RF on the imbalance dataset with the most predictive features (pairset1). However, for dataset = "coli" the performance of RF on the balance dataset with all features (pairset3) is better compared to the performance of RF on the balance dataset with the most predictive features are selected (pairset2).

The same results are visible on ROCs convex hull graphs from fig 1: the "more northwest" ROC curve is seen for pairset2 and pairset3 on datasets: "adult" and "coli" and the "more northwest" ROC curve is seen for pairset3 on dataset: "songs".

#### VI. FUTURE RESEARCH

It is worth to further investigate: 1) the patterns in the dataset when applying only feature selection technique can guarantee the high model's performance; 2) how model's performance is affected when down-sizing technique together with feature selection are applied on the data preprocessing stage.

#### VII. CONCLUSION

Random Forest classifier's performance is better when SMOTE method of the oversampling technique is applied compared to the performance's results received by applying dataset's dimension reduction by selecting the most predictive features using mutual information method.

#### REFERENCES

- [1] N. Japkowicz. "The class Imbalance Problem: Significance and Strategies," AAAI conference of Artificial Intelligence, 2000, pp. 10-15.
- [2] R. Blagus, L. Lusa. "SMOTE for high-dimensional class-imbalanced data," *BMC Bioinformatics*, 2013 Springer, pp.2-16.
- [3] G.A.Sharifai, Z. Zainol. "Feature Selection for High-Dimensional and Imbalanced Biomedical Data Based on Robust Correlation Based Redundancy and Binary Grasshopper Optimization Algorithm," *MDPI Genes*, 2020,pp.-2-26.
- [4] J. Li,K. Cheng,S. Wang,F. Morstatter,R.Trevino, J. Tangó H. Liu. "Feature Selection: A Data Perspective," ACM Computing Surveys,vol. (50), no. 6, 2018,pp 1–45, DOI:https://doi.org/10.1145/3136625.