



MONOGRAFIE

*ERBE DER EUROPÄISCHEN WISSENSCHAFT*

*HERITAGE OF EUROPEAN SCIENCE*

*BOOK 5. PART 2*



'2021



*Belikov O.B., Choporov O.N., Dmytrychenko N., Lvovich I.Y., Shaiko-Shaikovskij A.G. et al.*

---

**ERBE DER EUROPÄISCHEN WISSENSCHAFT**  
**INGENIEURWESEN UND TECHNIK, SICHERHEIT, ARCHITEKTUR,**  
**GEOLOGIE, GEOGRAPHIE**  
*HERITAGE OF EUROPEAN SCIENCE*  
ENGINEERING AND TECHNOLOGY, SECURITY, ARCHITECTURE, GEOLOGY, GEOGRAPHY

---

*Monographic series «European Science»*  
*Book 5. Part 2.*

*In internationalen wissenschaftlich-geometrischen Datenbanken enthalten*  
*Included in International scientometric databases*

**MONOGRAPHIE**  
*MONOGRAPH*

*Authors:*

Belikov O.B. (3), Belikova N.I. (3), Choporov O.N. (4, 5), Danylchenko O.S. (8),  
Dmytrychenko N. (6), Ignatyshyn A.V. (7), Ignatyshyn M.B. (7), Ignatyshyn V.V. (7),  
Izhak T.Y. (7), Kharchenko A. (6), Kornus A.O. (8), Kornus O.H. (8), Lvovich I.Y. (4, 5),  
Lvovich Y.E. (4, 5), Moroz T. (6), Morozov A. (1), Pakhomova V.N. (2),  
Preobrazhenskiy A.P. (4, 5), Preobrazhenskiy Y.P. (4, 5),  
Skyba O.O. (8), Shaiko-Shaikovskij A.G. (3), Tonkopei Y.L. (8)

*Reviewers:*

*Kostrova V.N.*, doctor of technical sciences, professor,  
Voronezh institute of high technologies (4,5)

**Erbe der europäischen wissenschaft:** Ingenieurwesen und Technik, Sicherheit, Architektur, Geologie, Geographie. Monografische Reihe «Europäische Wissenschaft». Buch 5. Teil 2. 2021.

**Heritage of european science:** Engineering and Technology, Security, Architecture, Geology, Geography. Monographic series «European Science». Book 5. Part 2. 2021.

**ISBN 978-3-949059-27-8**

**DOI: 10.30890/2709-2313.2021-05-02**

**Published by:**

*ScientificWorld-NetAkhatAV*

*Lußstr. 13*

*76227 Karlsruhe, Germany*

*in conjunction with Institute «SE&IE»*

e-mail: [orgcom@sworld.education](mailto:orgcom@sworld.education)

site: [www.sworld.education](http://www.sworld.education)

Copyright © Authors, 2021

Copyright © Drawing up & Design. ScientificWorld-NetAkhatAV, 2021



## ÜBER DIE AUTOREN / ABOUT THE AUTHORS

1. *Belikov Oleksandr Borisovich*, Bukovina State Medical University, Ukraine, Doctor of Medical Sciences, Professor - *Chapter 3 (co-authored)*
2. *Belikova Natalya Ivanovna*, Bukovina State Medical University, Ukraine, PhD in Medical Sciences, - *Chapter 3 (co-authored)*
3. *Choporov Oleg Nikolaevich*, Voronezh State Technical University, Russia, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 4 (co-authored), Chapter 5 (co-authored)*
4. *Danylchenko Olena Serhiivna*, Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, Ukraine, PhD in Geography, Senior Lecturer - *Chapter 8 (co-authored)*
5. *Dmytrychenko Nykolay*, National Transport University, Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 6 (co-authored)*
6. *Ignatyshyn Adalbert Vasyliovych*, Institute of Geophysics named after S.I. Subbotina NAS of Ukraine, Ukraine, - *Chapter 7*
7. *Ignatyshyn Monika Beylivna*, Institute of Geophysics named after S.I. Subbotina NAS of Ukraine, Ukraine, - *Chapter 7*
8. *Ignatyshyn Vasyl Vavsylovych*, Institute of Geophysics named after S.I. Subbotina National Academy of Sciences of Ukraine, Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian Institute, Ukraine, PhD in physical and mathematical sciences, - *Chapter 7*
9. *Izhak Tibor Yosypovych*, Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian Institute, Ukraine, - *Chapter 7*
10. *Kharchenko Anna*, National Transport University, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 6 (co-authored)*
11. *Kornus Anatolii Oleksandrovych*, Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, Ukraine, PhD in Geography, assistant professor - *Chapter 8 (co-authored)*
12. *Kornus Olesia Hryhorivna*, Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, Ukraine, PhD in Geography, assistant professor - *Chapter 8 (co-authored)*
13. *Lvovich Igor Yakovlevich*, Voronezh Institute of High Technologies, Russia, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 4 (co-authored), Chapter 5 (co-authored)*
14. *Lvovich Yakov Evseevich*, Voronezh State Technical University, Russia, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 4 (co-authored), Chapter 5 (co-authored)*



15. *Moroz Taras*, State Enterprise "Road Science and Technology Center", Ukraine, master, - *Chapter 6 (co-authored)*
16. *Morozov Andrew*, VPI NTUU "KPI" named after Igor Sikorsky, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 1*
17. *Pakhomova Victoria Nikolaevna*, Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Ukraine, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 2*
18. *Preobrazhenskiy Andrey Petrovich*, Voronezh Institute of High Technologies, Russia, Doctor of Technical Sciences, assistant professor - *Chapter 4 (co-authored), Chapter 5 (co-authored)*
19. *Preobrazhenskiy Yuriy Petrovich*, Voronezh Institute of High Technologies, Russia, PhD in technical sciences, assistant professor - *Chapter 4 (co-authored), Chapter 5 (co-authored)*
20. *Skyba Olha Oleksandrivna*, Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, Ukraine, PhD in biological sciences, assistant professor - *Chapter 8 (co-authored)*
21. *Shaiko-Shaikovskij Alexandr Genadievetch*, Chernivtsi National University of Yyu Fedkovych, Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor - *Chapter 3 (co-authored)*
22. *Tonkopei Yuliia Leonidivna*, Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, Ukraine, PhD in Physical Education and Sports, assistant professor - *Chapter 8 (co-authored)*



## Inhalt / Content

### CHAPTER 1. FEATURES OF PROCESSING OF METAL WASTE AND USED PRINTING MATERIALS

Introduction .....	8
1.1. Current trends in metal waste processing .....	8
1.2. Forecasting criteria that help minimize waste in technological processes.....	22
1.3. Waste generation processes in packaging materials and mechanisms for their implementation.....	29
1.4. Methodological and ecological-economic aspects of the existence of technological systems of waste utilization, in particular printing .....	35
Conclusions .....	45

### CHAPTER 2. DEVELOPMENT OF METHODS FOR THE FORMATION OF COMPETENCIES FOR STAGE TRAINING OF IT-SPECIALISTS IN THE RAILWAY INDUSTRY

Introduction .....	47
2.1. Distance learning of first degree applicants in the discipline «Local networks» .....	48
2.1.1. <i>General characteristics of the «DisLearnLAN» methodology</i> .....	48
2.1.2. <i>Using a research approach</i> .....	48
2.1.3. <i>Independent work and participation in a scientific circle</i> .....	48
2.1.4. <i>Analysis of learning outcomes</i> .....	48
2.2. Integrated use of information technology by applicants of the second degree .....	50
2.2.1. <i>«KBIT» methodology by applicants for the specialty «Computer Engineering» in the discipline «Theory of computer network design»</i> ..	50
2.2.2. <i>«KBIT» methodology by applicants for the specialty «Cybersecurity» in the discipline «Theory of secure computer network design»</i> .....	53
2.2.3. <i>Gradual implementation of the «KBIT» methodology and analysis of results</i> .....	55
2.3. Mixed training of third degree applicants in the discipline «Network technologies».....	56
2.3.1. <i>An example of a problem that requires experiments</i> .....	56
2.3.2. <i>Independent development of software model (software package)</i> .....	57
2.3.3. <i>Using a research approach</i> .....	57
2.4. Gradual training of future ST specialists in the railway industry using neural network technologies .....	58
2.4.1. <i>General characteristics of the «ResCompStageNNT» methodology</i> ..	58
2.4.2. <i>Formation of research competence in applicants for the «bachelor» degree</i> .....	59



2.4.3. Formation of research competence in applicants for the «master» degree .....	59
2.4.4. Formation of research competence in PhD candidates.....	59
2.4.5. Areas of activity of the scientific circle and main results .....	60
Conclusions .....	63

### CHAPTER 3. BIOMECHANICAL ANALYSIS OF ORTHOPEDIC EQUIPMENT AFTER RESECTION OF THE UPPER JAW

Introduction .....	66
3.1. Biomechanical analysis of orthopedic equipment after resection of the upper jaw (in general) .....	67
3.2. Design of upper jaw resection apparatus with palatal articulation .....	75
Conclusions .....	81

### CHAPTER 4. ISSUES OF USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS FOR PREDICTING DISEASES

Introduction .....	82
4.1. General forecasting theory .....	84
4.2. Forecasting with GIS.....	87
4.3. Medical and geographical zoning .....	88
Conclusions .....	89

### CHAPTER 5. RESEARCH OF THE CHARACTERISTICS OF ATTACKS IN COMPUTER NETWORKS

Introduction .....	91
5.1. Classification of types of threats .....	93
5.1.1. Threat classification by type of damage .....	93
5.1.2. Classification of sources of threats.....	94
5.1.3. Classification of security vulnerabilities .....	94
5.1.4. Classification of methods of implementation of threats.....	94
5.1.5. Classification of the threat of denial of service .....	95
5.1.6. Threat classification by type of information security breach .....	95
5.2. Information risk management .....	96
5.2.1. Identification of IT risks.....	97
5.2.2. Analysis and Priority Assessment .....	97
5.2.3. Minimizing IT risks .....	98
Conclusions .....	100

### CHAPTER 6. SYSTEM OF ROADS CONDITION DIAGNOSIS AS A TOOL OF OPERATIONAL MAINTENANCE STRATEGIC PLANNING

Introduction .....	101
6.1. Approaches to assessing the operational condition of roads .....	102
6.2. Models for assessing the condition of roads .....	107
6.3. Development of the management system of road assets in Ukraine .....	118
Conclusions .....	127



**CHAPTER 7. GEOPHYSICAL PROCESSES AND GEODYNAMIC STATE  
OF TRANSCARPATHIA IN 2019: METEOROLOGICAL ASPECT**

Introduction ..... 129  
7.1. Geophysical aspects of research in seismic regions ..... 129  
7.2. Analysis of the results of geophysical observations  
in the Transcarpathian internal depression for 2019..... 132  
Conclusions ..... 138

**CHAPTER 8. NOSOGEOGRAPHIC MONITORING OF THE REGION  
(ON THE EXAMPLE OF SUMY REGION, UKRAINE).....140**

**References ..... 153**



## KAPITEL 2 / CHAPTER 2

### DEVELOPMENT OF METHODS FOR THE FORMATION OF COMPETENCIES FOR STAGE TRAINING OF IT-SPECIALISTS IN THE RAILWAY INDUSTRY

РОЗРОБКА МЕТОДИК ЩОДО ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ  
СТУПЕНЕВОЇ ПІДГОТОВКИ ІТ-ФАХІВЦІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ГАЛУЗІ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-05-02-017

#### Вступ

**Постановка проблеми.** Міжнародна освітня спільнота прагне забезпечити якісну відкриту освіту, впроваджуючи компетентнісний підхід [31]. Відповідно до [27] змінюється концепція навчання, зокрема майбутніх ІТ-фахівців, що потребує розробки та впровадження нових методик навчання. Одним із головних напрямів удосконалення сучасної вищої освіти є інтеграція в освітній процес наукових досліджень, що сприяє залученню студентів ВНЗ до дослідницького підходу, зокрема в залізничній галузі [30]. Але на даному етапі виникли труднощі, які пов'язані з поширенням вірусної інфекції COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2, що призвело до зміни концепції навчання та формуванню відповідних компетентностей за складними умовами.

**Аналіз останніх досліджень.** Оцінювання компетентностей являється предметом дослідження таких науковців як: Биков В. Ю., Гуревич Р. С., Гуржій А. М., Жалдак М. І., Морзе Н. В., Овчарук О. В., Сисоєва С. О., Спирін О. М. та ін. Важливими є виявлення, аналіз та узагальнення досвіду країн ЄС, вагомих міжнародних організацій та ініціатив (ЮНЕСКО, ECDL, MICROSOFT, INTEL та ін.), а також порівнюваність для сучасної української освіти в міжнародних дослідженнях якості освіти (PISA, TIMSS, PEARLS) [1].

Так, наприклад, у роботі [26] Спирін О. М. зазначає, що «ІКТ-компетентність – це підтверджена здатність особистості автономно і відповідально використовувати на практиці ІКТ для задоволення власних індивідуальних потреб і розв'язання суспільно значущих, зокрема професійних, задач у певній предметній галузі або виді діяльності». У роботі [22] Раков С. А. затверджує, що *дослідницька компетентність* – це володіння методами дослідження соціально та індивідуально значущих задач за допомогою ІКТ та математичних методів. Гриневич Л. М., Морзе Н. В. та Бойко М. А.



наголошують, що «дослідницько-пізнавальний метод має стати найважливішим компонентом наукової програми на всіх рівнях і в усіх галузях науки» [2]. Сисоєва С. О. зазначає, що «інтерактивні форми і методи навчання мають якби підвищений коефіцієнт корисної дії, тобто значною мірою інтенсифікують навчальний процес» [25].

Незважаючи на це аналіз наукових джерел виявив такі труднощі: 1) на залізничному транспорті в Україні та за кордоном використовуються комп'ютерні мережі різних технологій; 2) відсутність загальної методики проектування комп'ютерних мереж; 3) необхідність використання методів штучного інтелекту при розв'язанні задач, що пов'язані з проектуванням нових та дослідженням існуючих комп'ютерних мереж; 4) існування широкого спектру систем моделювання комп'ютерних мереж (але високо коштовних), нейропакетів, мов програмування; 5) відсутність єдиних інформаційно-комунікаційних технологій навчання з відповідних дисциплін щодо формування фахових та предметних компетентностей у майбутніх ІТ-фахівців; б) особливості покоління Z, що потребують впровадження методик *e-learning*, *m-learning*, *b-learning* та інтерактивних методів навчання.

**Метою даної роботи** є розробка власних методик щодо формування компетентностей ступеневої підготовки майбутніх ІТ-фахівців залізничної галузі з використанням дослідницького підходу.

## **2.1. Дистанційне навчання здобувачів першого ступеня з дисципліни «Локальні мережі»**

### **2.1.1. Загальна характеристика методики «DisLearnLAN».**

Запропонована методика «DisLearnLAN» [21] базується на виконанні наступних етапів: складання структури комп'ютерної мережі та оцінка її коректності (підготовчий етап); створення в NetCracker Pro імітаційної моделі комп'ютерної мережі відповідно до складеної структури (основний етап); дослідження параметрів мережевого трафіку з використанням нейромережної технології (додатковий етап). Методика «DisLearnLAN» надає можливість здобувачу 1-го ступеня вивчити основні поняття та фундаментальні принципи різних технологій, що використовуються в локальних мережах, та провести необхідні дослідження на моделях з метою аргументування вибору: варіанту



фізичної реалізації мережі; комунікаційного обладнання фізичної та логічної структуризації комп'ютерної мережі; структури мережевого трафіку та використання технології.

### **2.1.2. Використання дослідницького підходу.**

До напрямів набуття дослідницької компетентності здобувачів необхідно віднести: читання наукових джерел; складання структури комп'ютерної мережі (за варіантом) та оцінювання конфігурації мережі; створення імітаційної моделі відповідно до складеної структури; організацію експериментів на різних моделях (при однакових параметрах та за однаковими умовами проведення експериментів); аналіз отриманих характеристик на моделях (подання результатів у вигляді таблиць або графіків); формулювання висновків.

### **2.1.3. Самостійна робота та участь у науковому гуртку.**

Особливості покоління Z потребують впровадження нових методик в умовах дистанційного навчання та інтерактивних методів навчання. Так, наприклад, використовуючи метод «Навчаючи-учусь» здобувач 1-го ступеню (член наукового гуртку) з використанням програми NetCracker Pro створив імітаційні моделі мереж за технологіями: Ethernet; Fast Ethernet; Token Ring; FDDI та їх комутуючі версії для проведення на них відповідних досліджень мережевих характеристик. По створенню моделей мереж складені відеоролики, гіперпосилання на які закладені в системі «Лідер» [13]. Крім того, здобувачі (поточного року вивчення дисципліни) спілкуються в соціальній мережі та звертаються (при необхідності) до представника наукового гуртку за порадами по створенню імітаційних моделей мереж, а також прогнозуванню параметрів мережевого трафіку з використанням нейромережної технології.

### **2.1.4. Аналіз результатів навчання.**

Для проведення аналізу взяти результати МК№1 з дисципліни «Локальні мережі» (ЛМ) здобувачів другого ступеня спеціальності «Кібербезпека» за 2020 р. («DisLearnLAN» без використання відеороликів) та 2021 р. («DisLearnLAN» з використанням відеороликів) та зведені до таблиці 1.

Із таблиці видно, що в 2021 р. середній бал групи склав 38,63 бал. (оцінка «добре») та підвищився приблизно в 1,2 рази в зрівнянні з 2020 р., коли середній бал групи складав 31,92 бал. (оцінка «задовільно»).



Таблиця 1 – Результати М№1 з дисципліни «Локальні мережі»

2020 рік: «DisLearnLAN» (без використання відеороликів)				2021 рік: «DisLearnLAN» (з використанням відеороликів)			
ПІБ	МПК№1 (20 бал.)	МК№1 (25 бал.)	М№1 (45 бал.)	ПІБ	МПК№1 (20 бал.)	МК№1 (25 бал.)	М№1 (45 бал.)
Дверіс О.	12	15	27	Ананьєва К.	14	22	36
Зайченко Є.	12	23	35	Зайцев Д.	18	23	41
Корягін Д.	12	15	27	Маслюк В.	20	21	41
Коцюбинський С.	13	18	31	Мегельбей Є.	16	19	35
Кулик В.	17	20	37	Пляшко М.	17	21	38
Марченко С.	12	16	28	Семенов М.	16	23	39
Маслак А.	20	15	35	Філенко Л.	15	23	38
Опрятний А.	17	15	32	Юдін О.	20	22	42
Павленко В.	18	20	38	Ярьоменко Д.	20	23	43
Подольський М.	16	19	35	Падафа Н.	15	23	38
Сідей І.	13	19	32	Христян Г.	15	19	34
Тімченко К.	13	16	29				
Мельник І.	12	17	29				
<b>Середнє значення</b>	<b>14,38</b>	<b>17,54</b>	<b>31,92</b>	<b>Середнє значення</b>	<b>16,90</b>	<b>21,73</b>	<b>38,63</b>

## 2.2. Комплексне використання інформаційних технологій здобувачами другого ступеня

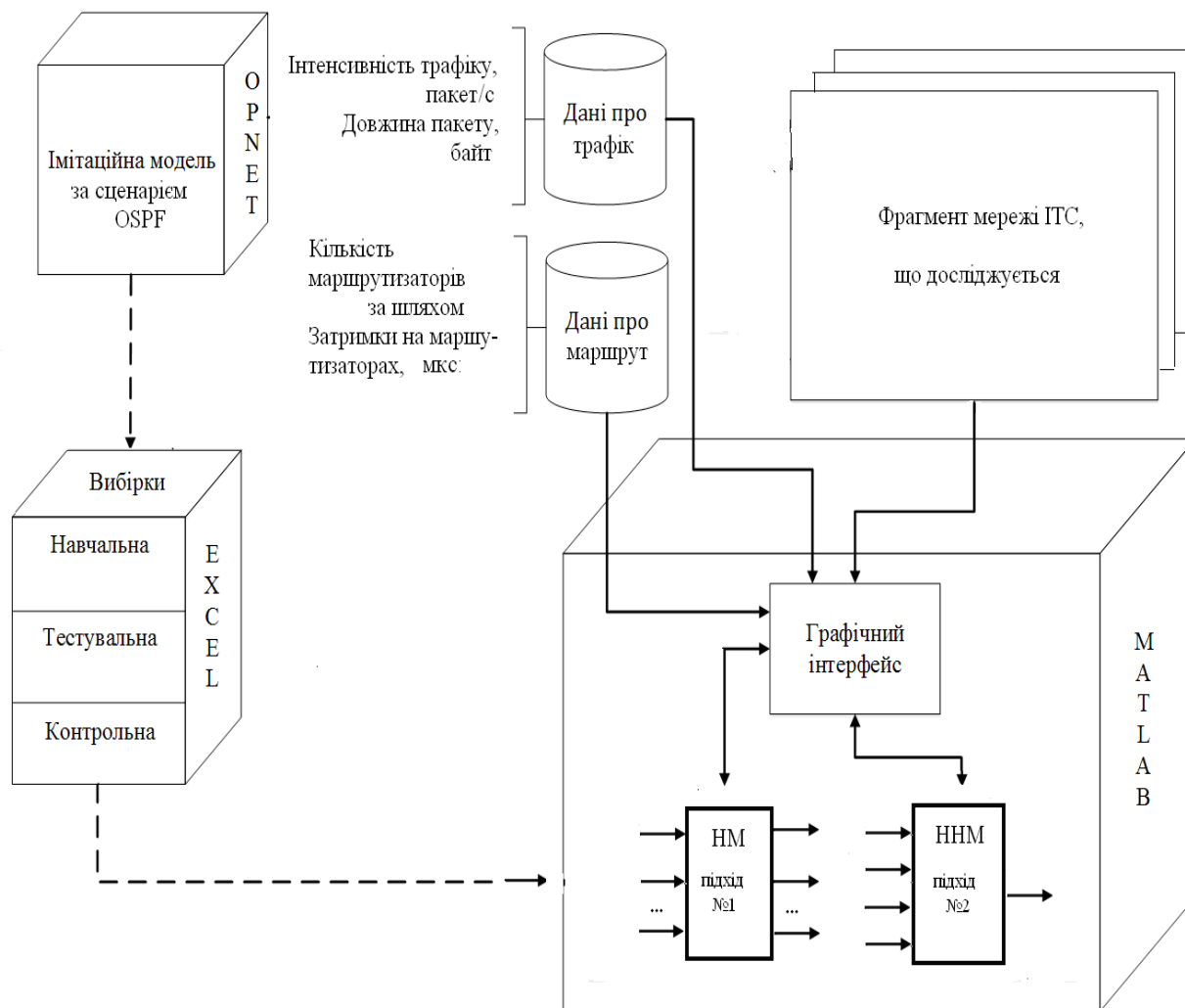
### 2.2.1. Методика «КВІТ» для здобувачів спеціальності «Комп'ютерна інженерія» з дисципліни «Теорія проєктування комп'ютерних мереж»

#### 2.2.1.1. Загальна характеристика методики.

Сьогодні на залізничному транспорті України впроваджена інформаційно-телекомунікаційна система (ІТС), основу якої складають комп'ютерні мережі родини Ethernet. Основним питанням при функціонуванні комп'ютерних мереж залізничного транспорту є організація маршрутизації, що досягається на сучасному етапі використанням відомого протоколу OSPF (Open Shortest Path First), в основі якого використаний принцип пошуку найкоротшого шляху. Але такий протокол маршрутизації не в змозі працювати в умовах різкої зміни інтенсивності потоків трафіку, а також зміни конфігурації мережі та при урахуванні декількох метрик визначення оптимального шляху. У зв'язку з чим



виникає необхідність у використанні інших підходів щодо маршрутизації в комп'ютерних мережах залізничного транспорту, наприклад, на основі використання методів штучного інтелекту: нейронні мережі (мережа Хопфілда, багатошаровий персептрон, мережа RBF), нейронечіткі мережі [28], мультиагентні методи інтелектуальної оптимізації [32, 8]. На рисунку 1 представлена загальна структура запропонованої системи маршрутизації в мережі ІТС з використанням нейромережної технології: на основі нейронної мережі (НМ, підхід № 1) та нейронечіткої мережі (ННМ, підхід № 2).



**Рисунок 1 – Загальна структура системи маршрутизації в мережі ІТС [19]**

Для моделювання НМ/ННМ підготовлені вибірки на основі даних, які отримані на імітаційній моделі (ІМ) мережі фрагменту ІТС. Таким чином, методика «КВІТ» (комплексне використання інформаційних технологій) [19] складається з наступних етапів: створення ІМ мережі фрагменту ІТС та відповідних досліджень в OPNET; підготовки в Excel вибірок щодо моделювання НМ/ННМ; створення їх в MatLAB та відповідних досліджень.



### 2.2.1.2. Створення в OPNET імітаційної моделі мережі фрагменту ІТС.

За допомогою модуля Flow Analysis можливо дослідити характеристики самого маршруту і вузлів, через які він прокладається на основі відповідного браузера маршрутів, з використанням модуля NetDoctor здійснюється: 1) виявлення дублювання IP-адрес вузлів мережі; 2) знаходження посилань на неіснуючі маршрути в конфігураційних файлах маршрутизаторів; 3) визначення суперечностей в настройках їх мережних інтерфейсів, які являються необхідними при розв'язанні завдань маршрутизації в комп'ютерних мережах та організації досліджень на імітаційних моделях для здобувачів спеціальності «Комп'ютерна інженерія». У системі OPNET за різними протоколами маршрутизації створені різні сценарії, на основі яких здобувач другого ступеня повинен провести дослідження відповідно до обраного рівня: нижнього; середнього; верхнього. Здобувачеві ступеню «магістр» рекомендовано отримати на ІМ результуючі дані звести в таблицю, побудувати графіки та сформулювати висновки [15].

### 2.2.1.3. Визначення оптимального маршруту на основі нейронної мережі.

Для розв'язання задачі маршрутизації здобувачу ступеня «магістр» рекомендується використати НМ, на вхід якої подається вектор затримок на маршрутизаторах мережі ІТС, що характеризує її поточний стан, результуючий вектор – це ознаки входження каналів зв'язку до відповідного маршруту. Здобувач ступеня «магістр» повинен створити НМ за допомогою Neural Network Toolbox та знайти її оптимальну конфігурацію: дослідити кількість епох та значення MSE від потужності вибірки та за різними алгоритмами навчання НМ, представити графічні залежності та зробити висновки [14].

### 2.2.1.4. Визначення оптимального маршруту на основі нейронної мережі.

За вхідні параметри рекомендовано використати наступні змінні: довжина пакета; інтенсивність трафіка; кількість проміжних маршрутизаторів, що складають маршрут проходження пакета. За результуючу характеристику взятий час перебування пакета в маршрутизаторах за маршрутом його передачі в мережі ІТС. Здобувач ступеня «магістр» повинен створити НМ за допомогою Fuzzy Logic Toolbox та знайти її оптимальну конфігурацію: дослідити похибку НМ за різних функціях приналежності та різних методах оптимізації навчання, представити графічні залежності та зробити висновки.



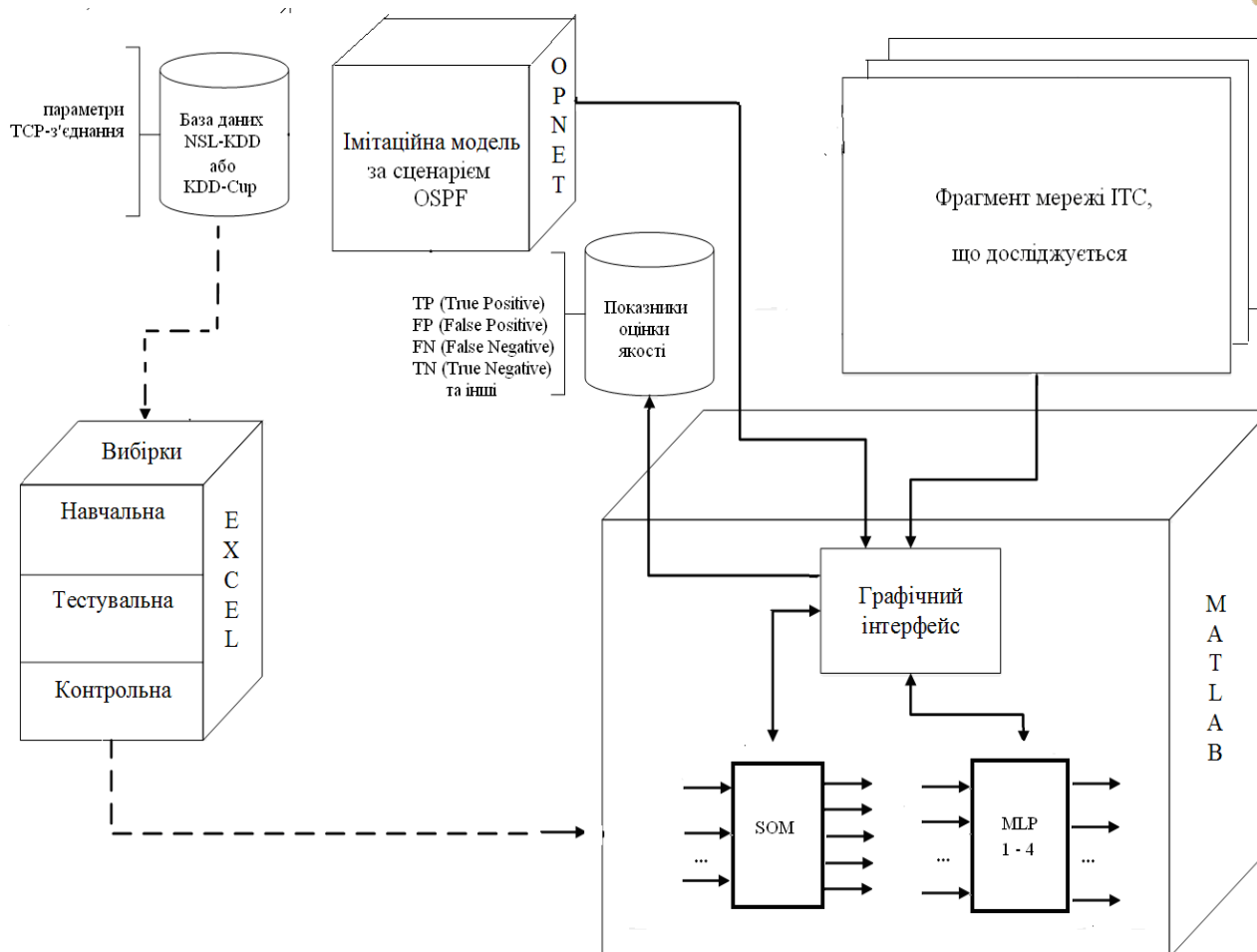
### *2.1.5. Використання дослідницького підходу.*

Так, наприклад, в [38] оцінено, що для розглянутого фрагмента мережі ІТС залізничного транспорту, зокрема Придніпровської залізниці, час проходження пакета маршрутом на основі ННМ зменшився приблизно на 10 % в зрівнянні з протоколом OSPF на імітаційній моделі. Крім того, на створеній ННМ проведено дослідження середньої похибки її навчання за різних функцій приналежності: трикутної; трапецієподібної; колоподібної; симетричної й двосторонньої Гаусовської та за різними методами оптимізації навчання (гібридного й зворотного поширення помилки). Визначено, що найменше значення середньої похибки надає ННМ у разі використання симетричної Гаусовської функції приналежності за гібридним методом оптимізації.

## ***2.2.2. Методика «КВІТ» для здобувачів спеціальності «Кібербезпека» з дисципліни «Теорія проектування захищених комп'ютерних мереж»***

### *2.2.2.1. Загальна характеристика методики.*

Щоб підвищити точність виявлення атак на комп'ютерну мережу в ІТС залізничного транспорту, зменшити кількість помилкових спрацьовувань та досягти більш високий рівень їх виявлення необхідно використання нейромережевої технології. Відомо, що на сучасному етапі найчастіше пропонуються системи виявлення мережевих атак, що побудовані на основі наступних НМ: багатошарового перцептрон (Multi Layer Perceptron, MLP); мережі RBF; мережі Кохонена або самоорганізованої карти (Self Organizing Maps, SOM). На рисунку 2 представлена загальна схема запропонованої дворівневої системи виявлення атак на комп'ютерну мережу ІТС з використанням нейромережевої технології: на основі SOM, що визначає категорію атак (DoS, Probe, U2R, R2L на 1-му рівні), та MLP, що визначає клас атаки відповідно до категорії (на 2-му рівні). Для моделювання SOM/MLP готуються вибірки на основі даних відкритої бази NSL-KDD або KDDCup. Таким чином, методика «КВІТ» складається з наступних етапів: створення ІМ мережі фрагменту ІТС та відповідних досліджень в OPNET; підготовки в Excel вибірок щодо моделювання SOM/MLP; створення їх в MatLAB та відповідних досліджень.



**Рисунок 2 – Загальна схема визначення атак на комп'ютерну мережу ІТС**  
 Авторська розробка

2.2.2.2. Створення в OPNET імітаційної моделі мережі фрагменту ІТС. За допомогою модуля Flow Analysis можна задати спосіб імітації пошкодження та визначити його вплив на роботу досліджуваного мережного сегмента, використання модуля NetDoctor дозволяє виявляти некоректні установки і параметри, порушення політики безпеки для мережного сегмента, неефективне використання обладнання, знаходження прихованих проблем, які можуть вплинути на комп'ютерну мережу в майбутньому, за умов певної події або ряду подій (наприклад, успішної DoS атаки на брандмаузер комп'ютерної мережі), що так потрібно знати ті вміти здійснити здобувачам спеціальності «Кібербезпека». У системі OPNET за різними сценаріями, на основі яких здобувач другого ступеня повинен провести дослідження відповідно до обраного рівня: нижнього; середнього; верхнього. Здобувачеві ступеню «магістр» рекомендовано отримані на ІМ результуючі дані звести в таблицю, побудувати графіки та сформулювати висновки [15].



### 2.2.2.3. *Визначення категорії мережевих атак на основі SOM.*

Для розв'язання задачі визначення категорії мережевих атак здобувачу ступеня «магістр» рекомендується використати SOM, на вхід якої подається вектор параметрів TCP-з'єднання, результуючий вектор для визначення категорії класу атаки (DoS, R2L, U2R, Probe) або факту того, що атаки не було. Здобувач ступеня «магістр» повинен створити SOM в системі MatLAB.

2.2.2.4. *Визначення класу мережевих атак відповідно до категорії на основі MLP.*

Для виявлення класу мережевих атак відповідно до категорії здобувачу ступеня «магістр» рекомендується використати MLP, на вхід якого подається вектор параметрів TCP-з'єднання, результуючий вектор для виявлення типу атаки, якщо така мала місце бути (кожна з цих чотирьох нейронних мереж відповідає одному класу атаки і вміє визначати типи, що належать тільки цьому класу). Здобувач ступеня «магістр» повинен створити MLP за допомогою Neural Network Toolbox та знайти її оптимальну конфігурацію: дослідити кількість епох та значення MSE від потужності вибірки та за різними алгоритмами навчання НМ, представити графічні залежності та зробити висновки [14].

### 2.2.2.5. *Використання дослідницького підходу.*

Так, наприклад, в [12] проведено дослідження ефективності двох підходів до виявлення атак: однієї НМ, що визначає клас атаки (перший підхід) та ансамблю із п'яти НМ (другий підхід), який на першому етапі визначає категорію атаки (DoS, Probe, U2R, R2L), а на другому етапі клас атаки, що належить до певної категорії. У ході проведення експериментів за різними підходами отримані результати, на основі яких розраховані показники оцінки якості рішень. Найкращі результати досягаються на основі використання ансамблю НМ (другий підхід): показник коректності визначення мережевих атак складає 0,96 (проти 0,92); показник помилкових спрацьовувань – 0,83 (проти 0,89); достовірність – 0,94 (проти 0,86), точність – 0,98 (проти 0,92) і повнота – 0,96 (проти 0,92) в зрівнянні з першим підходом на основі однієї НМ, що доказують доцільність використання ансамблю НМ (другого підходу) [12].

## 2.2.3. *Поступове впровадження методики «КВІТ» та аналіз результатів*

До основних напрямів набуття дослідницької компетентності здобувачів



другого ступеня необхідно віднести: пошук та огляд наукових джерел; створення імітаційної моделі та перевірки її на адекватність; визначення оптимальної структури нейронної (нейронечіткої) мережі; дослідження отриманих результатів на створених моделях; побудову графічних залежностей та їх аналіз; формулювання висновків. Нейропакет (MatLAB, Fann Explorer, Deductor Studio та ін.) при створенні НМ.

Методика «КВІТ» використана здобувачами другого ступеня спеціальності «Комп'ютерна інженерія» з дисципліни «Теорія проектування комп'ютерних мереж» (ТПКМ) та спеціальності «Кібербезпека» з дисципліни «Теорія проектування захищених комп'ютерних мереж» (ТПЗКМ), вагоме значення при вивченні яких має позааудиторна робота: самостійна та участь у науковому гуртку. Поширення засобів навчання надає можливість до використання інтерактивних методів навчання: «Навчаючи-учусь»; «Робота в парах»; «Робота в команді»; «Спільний проєкт». Поступове впровадження методики «КВІТ» призвело до змішаного навчання з дисциплін ТПКМ та ТПЗКМ (об'єднання традиційного з дистанційним і мобільним навчанням та з використанням ІКТ).

### **2.3. Змішане навчання здобувачів третього ступеня з дисципліни «Мережеві технології»**

#### **2.3.1. Приклад задачі, що потребує проведення дослідів**

Удосконалення існуючої ІТС залізничного транспорту можна введенням нових технологій, для впровадження яких необхідно провести попередні дослідження, зокрема технології багатопроTOCOLьної комутації з використанням меток (Multiprotocol Label Switching, MPLS). У загальні дослідження характеристик MPLS [2, 23, 29, 33] на основі аналітичних та імітаційних моделей займалися такі науковці: Будилдіна Н. В., Гольдштейн А. Б., Зайченко О. Ю, Зайцев Д. А., Олифер В. Г., Романов О. І., Руккас К. М., Шарадка А. М. та ін. Проведені дослідження показали, що застосування технології MPLS дозволяє забезпечити збільшення трафіку в середньому в 1,7 разів. Однак, слід зауважити, що на сучасному етапі існує дуже обмежена кількість наукових джерел з відповідними дослідженнями щодо організації маршрутизації в мережі MPLS, зокрема ІТС залізничного транспорту з використанням нейромережних технологій.



### **2.3.2. Самостійна розробка програмної моделі (програмного комплексу)**

До основних напрямів набуття дослідницької компетентності здобувачів третього ступеня з дисципліни «Мережеві технології» (МТ) необхідно віднести: аналіз наукових джерел; складання математичної постановки задачі; створення програмної моделі (програмного комплексу); визначення оптимальної структури нейронної (нейронечіткої) мережі на створених програмних моделях; побудову графічних залежностей та їх аналіз; формулювання висновків. Здобувачеві третього ступеня пропонується вже здійснити самостійну розробку програмної моделі (програмного комплексу) відповідно щодо поставленого завдання, при цьому мова програмування (C++, Java, Python та ін.) при написанні програмної моделі (програмного комплексу) обирається здобувачами за їх особистими побажаннями та здібностями. Приклади таких розробок для отримання розв'язки найбільш важливих задач та приклади відповідних досліджень представлені в [17]: визначення оптимального маршруту в комп'ютерній мережі на програмній моделі «MLP34-2-410-34»; розподіл потоків трафіку в мережі MPLS з використанням програмної моделі «CoSThDist»; виявлення мережевих атак на основі програмного комплексу, до складу якого надходять п'ять НМ наступних конфігурацій: 41-1-132-5; 41-1-160-7; 41-1-111-9; 41-1-8-5 та 41-1-107-5. Здобувачу третього ступеня пропонується провести дослідження відповідно до обраного рівня: нижнього; середнього; верхнього [17].

### **2.3.3. Використання дослідницького підходу**

Отримані здобувачем третього ступеня результати досліджень на програмній моделі (програмному комплексі) проходять апробацію та можуть бути включені до відповідної НДР [4-7]: дослідження на імітаційних моделях комп'ютерних мереж залізничного транспорту; дослідження об'єднаної комп'ютерної мережі залізничного транспорту на імітаційній та нейронній моделях; дослідження маршрутизації в комп'ютерних мережах залізничного транспорту з використанням методів штучного інтелекту; дослідження механізмів визначення мережевих атак з використанням штучного інтелекту.



## 2.4. Ступенева підготовка майбутніх ІТ-фахівців залізничної галузі з використанням нейромережових технологій

### 2.4.1. Загальна характеристика методики «ResCompStageNNT».

Загальна структура запропонованої системи маршрутизації для MPLS в ІТС залізничного транспорту, основу якої складає використання наступних НМ: SOM (Self Organizing Maps) для кластеризації потоків трафіку та MLP (Multi Layer Perceptron) для визначення тунелів домену MPLS, представлена на рисунку 3. Класи обслуговування потоків трафіку CoS (Class of Service) призначені відповідно до обраного параметру QoS (Quality of Service), а саме максимального часу передачі пакета (Maximum Packet Transfer Delay, maxPTD). Формуванню у ІТ-фахівців залізничної галузі («Комп'ютерна інженерія», «Кібербезпека», «Комп'ютерні науки») дослідницької компетентності сприяє наступний цикл дисциплін: «Локальні мережі» (ЛМ) для здобувачів І-го ступеня; «Теорія проектування комп'ютерних мереж» (ТПКМ) для здобувачів ІІ-го ступеня; «Мережеві технології» (МТ) для здобувачів ІІІ-го ступеня.

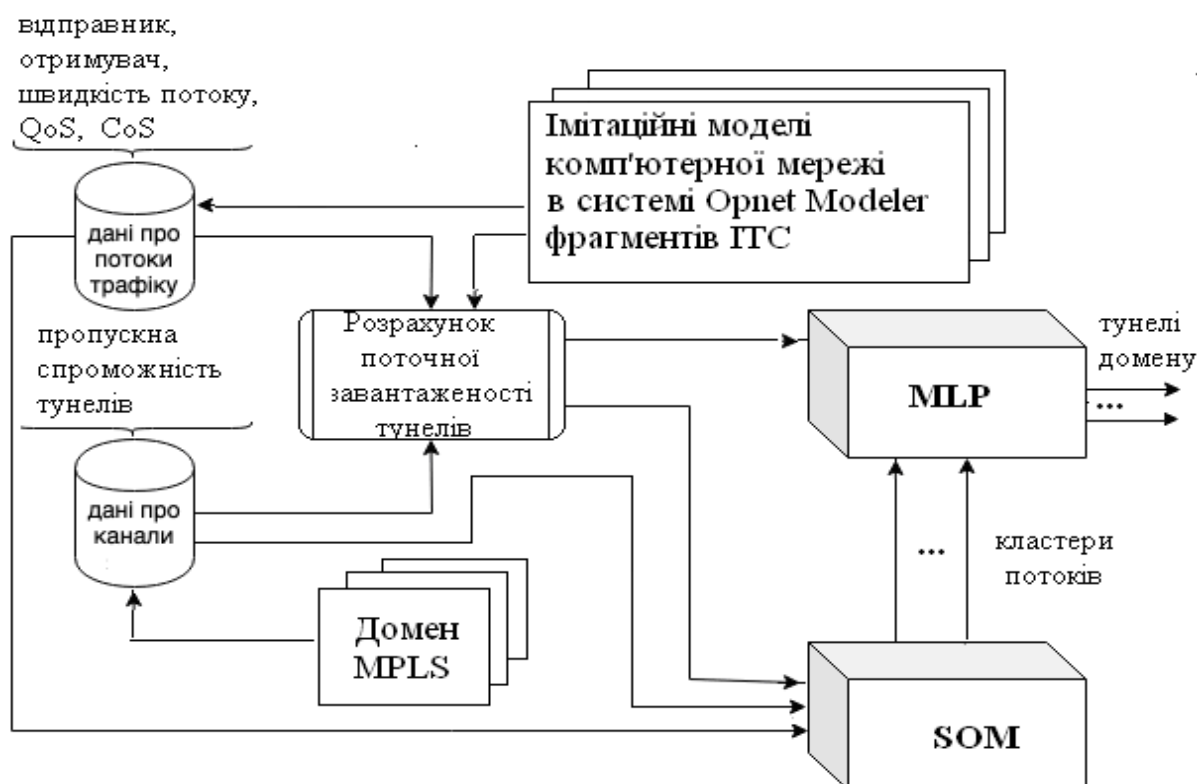


Рисунок 3 – Загальна структура системи маршрутизації в MPLS

Авторська розробка



#### **2.4.2. Формування дослідницької компетентності у здобувачів ступеня «бакалавр».**

У [11] виконано дослідження залежності якості вирішення задачі інжинірингу трафіка від послідовності призначення потоків мережі MPLS. Здобувачам першого ступеня в рамках виконання індивідуального навчально-дослідницького завдання (ІНДЗ) з дисципліни ЛМ пропонувалося знайти рішення задачі на основі використання НМ, побудувати її в MatLAB за допомогою пакету Neural Network Toolbox та провести відповідні дослідження з метою визначення її оптимальних параметрів: кількості прихованих нейронів; активаційної функції; алгоритму навчання; довжини вибірки.

#### **2.4.3. Формування дослідницької компетентності у здобувачів ступеня «магістр».**

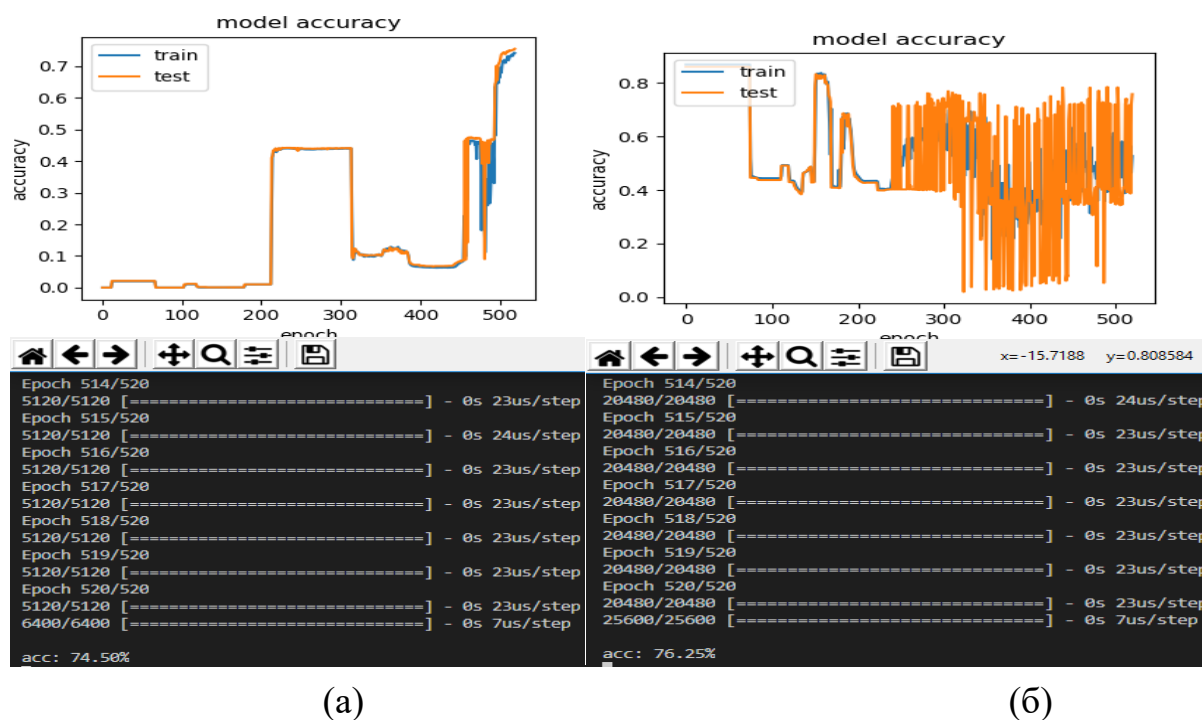
На підготовчому етапі передбачалося використання імітаційних моделей мережі MPLS різних фрагментів ІТС залізничного транспорту, що створювалися в системі Opnet Modeler здобувачами другого освітнього ступеню на практичних заняттях з дисципліни ТПКМ [15]. Отримані результати на імітаційних моделях, що працюють за різними сценаріями (IP, MPLS і MPLS TE), свідчать про ефективність використання MPLS TE. Крім того, здобувачам ступеня «магістр» під час виконання курсового проекту [16] з дисципліни ТПКМ в системі MatLAB пропонувалося створити: SOM для кластеризації потоків трафіку з урахуванням maxPTD; MLP для визначення тунелів домену MPLS. Вибірki для SOM та MLP формулювалися на основі даних, що отримані на імітаційній моделі мережі MPLS в системі Opnet Modeler.

#### **2.4.4. Формування дослідницької компетентності у здобувачів ступеня «доктор PhD».**

Здобувачам третього ступеня з дисципліни МТ пропонувалося створити програмну модель розподілу потоків трафіків в мережі MPLS [17], яка здійснює генерацію вибірки для НМ та її реалізацію. Мова програмування обиралася здобувачем за його особистим побажанням та здібностями. Так, наприклад, на створеній в Python за допомогою фреймворку Keras програмній моделі «CoSThDist», проведено дослідження параметрів НМ. Визначено, що оптимальним варіантом є НМ конфігурації 18-3-36-10 з функцією активації Softplus в прихованих шарах, яка при використанні оптимізатора Adam надає



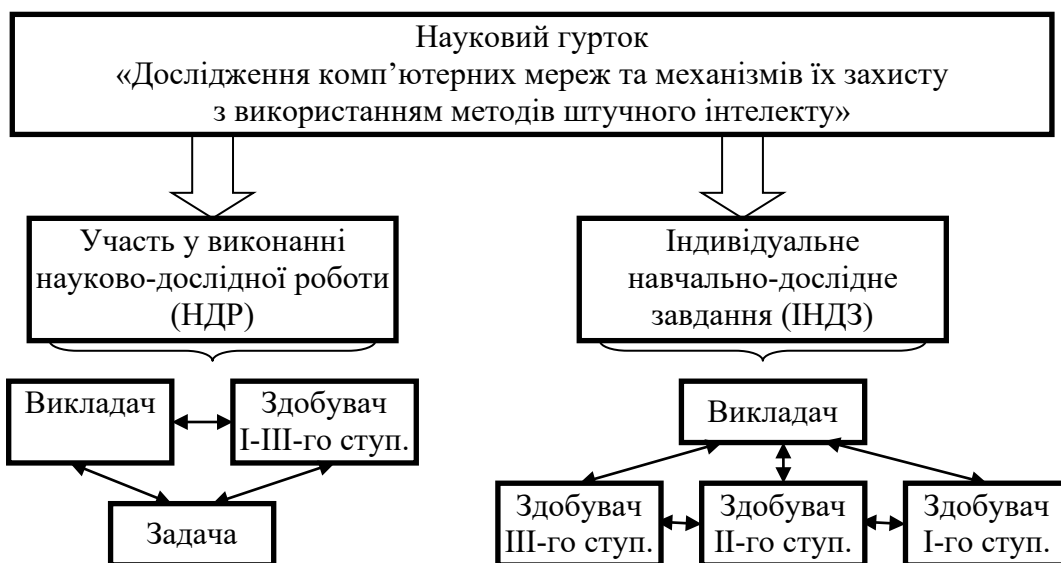
точність 74,5 % за 520 епох на вибірці із 6400 прикладів (рисунок 4) [40].



**Рисунок 4 – Дослідження впливу довжини вибірки на точність прогнозу НМ: (а) – 6400 прикладів; (б) – 25600 прикладів**

### 2.4.5. Напрямки діяльності наукового гуртку та основні результати

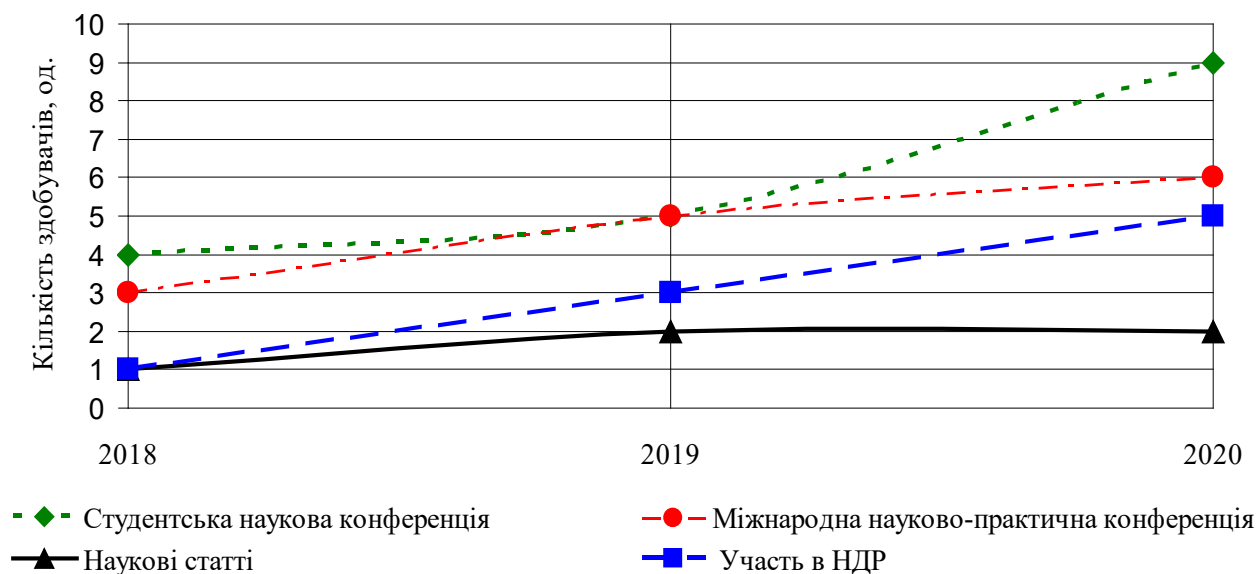
Формуванню у майбутніх фахівців залізничного транспорту дослідницької компетентності сприяє цикл дисциплін: ЛМ (для здобувачів I-го ступеня); ТПКМ (для здобувачів II-го ступеня); МТ (для здобувачів III-го ступеня), вивчення яких зв'язано з роботою наукового гуртку (рисунок 5).



**Рисунок 5 – Основні напрямки діяльності НГ**



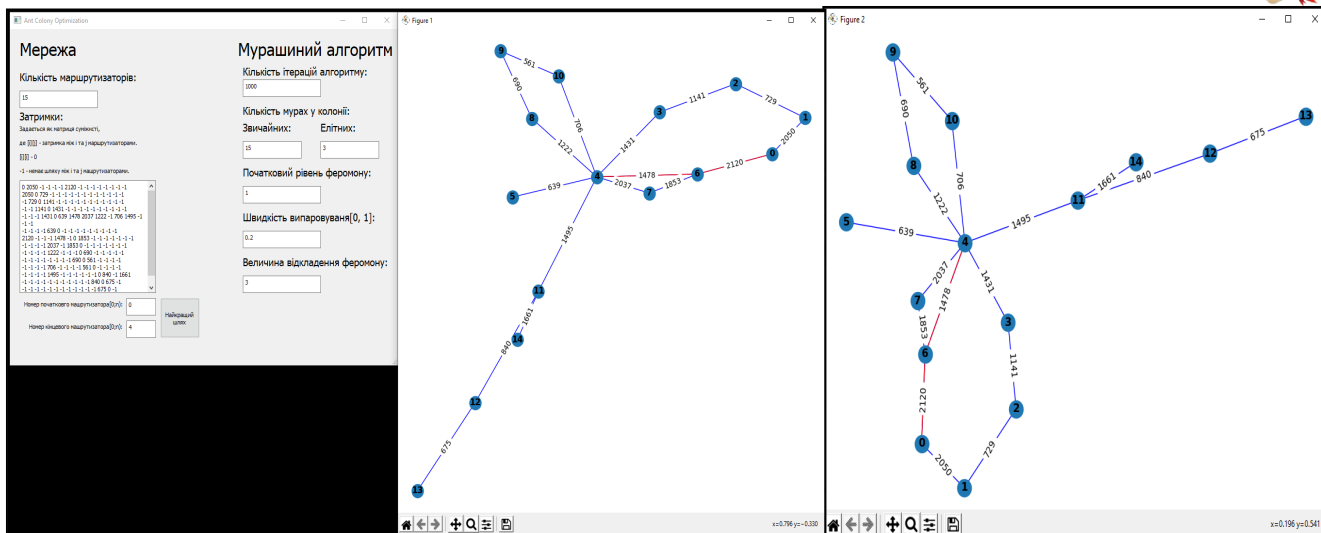
Як результат дослідницького підходу ступеневої підготовки слід вважати: участь здобувачів в науковій (студентській) та міжнародній науково-практичній конференціях (проектах); кількість наукових статей, рисунок 6. Участь в конференціях та кількість публікацій за останні три роки збільшились в 2 рази.



**Рисунок 6 – Результати роботи НГ за останні роки**

Так, наприклад, здобувач ступеня «бакалавр» спеціальності «Кібербезпека» Опрятний А. О. склав в Python за двохколоніальним мурашиним алгоритмом програмну модель «Two-ACO», яка визначає оптимальний маршрут в комп'ютерній мережі ІТС залізничного транспорту. Вхідні дані моделі «Two-ACO»: параметри комп'ютерної мережі (матриця суміжності мережі, кількість маршрутизаторів); параметри мурашиного алгоритму (кількість ітерацій; кількість мурах у колонії; кількість елітних мурах; початковий рівень феромону; коефіцієнт випаровування; параметр для регулювання величини відкладення феромону).

Результати роботи моделі «Two-ACO» подаються у вигляді графів із зображенням на них оптимальних шляхів: за критерієм сумарної затримки на маршрутизаторах (для першої колонії мурах) та кількістю проміжних маршрутизаторів (для другої колонії мурах), рисунок 7 [20]. У даному випадку програмна модель «Two-ACO» між вершинами 0 та 4 надає оптимальний маршрут (див. рисунок 3):  $V_0 \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_3 \rightarrow V_4 = 2050 + 729 + 1141 + 1431 = 5351$  мкс (Figure1 за першим критерієм); але  $V_0 \rightarrow V_6 \rightarrow V_4 = 2$  (Figure2 за другим критерієм), при цьому сумарне значення затримок дорівнює  $2478 + 2954 = 5432$  мкс, що перевершує попереднє.



**Рисунок 7 – Визначення на програмній моделі «Two-ACO» оптимального маршруту за різними критеріями [20]**

Крім того, здобувач ступеня «бакалавр» спеціальності «Комп’ютерна інженерія» Назарова Д. І. (наук. кер. Пахомова В. М., рисунок 8) прийняла участь в Міжнародному конкурсі наукових проєктів «Black Sea Science» за напрямком «Інформаційні технології, автоматизація і робототехніка», що відбувся в 2020 р. на базі Одеської національної академії харчових технологій під егідою Міністерства освіти і науки України, а також міжнародних організацій Black Sea Universities Network (BSUN) та ISEKI-Food Association, та зайняла перше місце.



# CERTIFICATE OF ACKNOWLEDGEMENT

awarded to  
*Victoria*  
*Pakhomova*

in recognition of their excellent work  
as a scientific supervisor for the winner  
of the International Competition of Student Scientific Works  
**«BLACK SEA SCIENCE 2020»**  
ORGANIZED BY  
ODESSA NATIONAL ACADEMY OF FOOD TECHNOLOGIES,  
ODESSA, UKRAINE

Prof. M. Mardar  
Deputy head of the organizing committee  
Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Work and  
International Relations of ONAFT



Prof. B. Iegorov  
Head of the organizing committee  
Rector of ONAFT

**BSS-2020.3.29**

**Рисунок 8 – Certificate of acknowledgement**



У цьому проєкті створена мовою Python програмна модель за алгоритмом бджолоїної колонії, що дозволяє визначити оптимальну кількість базових станцій бездротової мережі та їх розташування на сортувальній станції різної потужності (малої, середньої та великої) [35]. Проведено дослідження кількості базових станцій бездротової мережі та часу пошуку оптимального рішення за різною кількістю бджіл та кількістю спроб знайти оптимальне рішення бджолою для сортувальних станцій різної потужності. Визначено, що збільшення кількості бджіл (з 10 до 50) та кількості спроб знаходження оптимального рішення бджолою (з 10 до 50) призводить до уточнення оптимального рішення (зменшення числа базових станцій в середньому на 6,5% та 9,3% відповідно). Крім того, збільшення кількості бджіл (з 10 до 50) призводить до зменшення часу пошуку оптимального рішення бджолами в середньому в 1,8 рази, у той час як збільшення кількості спроб знаходження оптимального рішення бджолою (з 10 до 50) призведе до росту часу пошуку оптимального рішення в середньому в 2,14 рази.

## **Висновки**

1. Для формування компетентностей здобувачів ступеня «бакалавр» спеціальностей «Комп'ютерна інженерія» і «Кібербезпека» при дистанційному навчанні дисципліни «Локальні мережі» запропонована методика «DisLearnLAN», на основі якої здобувач: по-перше, опановує предметними компетентностями; по-друге, набуває практичні навички з наукової діяльності. Виконаний аналіз результатів МК№1 здобувачів другого ступеня спеціальності «Кібербезпека» з дисципліни «Локальні мережі»: середній бал групи в 2021 р. склав 38,63 (із можливих 45 балів) проти 31,92, що свідчить про його підвищення в 1,2 рази в зрівнянні з 2020 р.

2. Для формування компетентностей здобувачів ступеня «магістр» спеціальності «Комп'ютерна інженерія» при навчанні дисципліни «Теорія проектування комп'ютерних мереж» запропонована методика «КВІТ», що складається з наступних етапів: створення імітаційної моделі мережі фрагменту ІТС залізничного транспорту та відповідних досліджень; на основі використання імітаційної моделі підготовки вибірок НМ/ННМ для визначення оптимального шляху в комп'ютерній мережі; їх створення та відповідних



досліджень, поступове впровадження якої призвело до змішаного навчання з використанням інтерактивних методів.

3. Для формування компетентностей здобувачів ступеня «магістр» спеціальності «Кібербезпека» при навчанні дисципліни «Теорія проектування захищених комп'ютерних мереж» запропонована методика «КВІТ», що складається з наступних етапів: створення імітаційної моделі мережі фрагменту ІТС залізничного транспорту та відповідних досліджень; на основі відкритої бази даних NSL-KDD або KDDCup підготовки вибірок SOM для виявлення категорії атак (на першому рівні) та MLP для визначення класу атаки відповідно до категорії (на другому рівні); їх створення та відповідних досліджень, поступове впровадження якої призвело до змішаного навчання з використанням інтерактивних методів та свідчить про можливість підвищення якості навчання приблизно на 21 %.

4. Для формування компетентностей здобувачів ступеня «доктор PhD» при змішаному навчанні вибіркової дисципліни «Мережеві технології» запропонована методика, що складається з наступних етапів: складання математичної постановки задачі; створення програмної моделі з використанням методу штучного інтелекту (нейромережевої технології, мультиагентного методу інтелектуальної оптимізації, імунного методу та ін.); проведення відповідних досліджень на створеній програмній моделі, проходять апробацію та мають використання в відповідних НДР.

5. Формуванню дослідницької компетентності ступеневої підготовки ІТ-фахівців залізничної галузі з використанням нейромережних технологій сприяє запропонована методика «ResCompStageNNT», що дозволяє вирішувати цілий ряд задач. Так, наприклад, при дослідженні можливості використання технології MPLS в ІТС залізничного транспорту методика «ResCompStageNNT» передбачає: визначення поточної завантаженості тунелів домену MPLS (у якості ІНДЗ з дисципліни «Локальні мережі» для здобувачів І-го ступеня); кластеризація потоків трафіку з урахуванням параметру QoS на основі SOM та визначення тунелів домену MPLS на основі MLP (під час виконання курсового проекту з дисципліни «Теорія проектування комп'ютерних мереж» для здобувачів ІІ-го ступеня); розподіл потоків трафіку за тунелями домену MPLS на основі створеного програмного комплексу та організації досліджень (вивчення дисципліни «Мережеві технології» для здобувачів ІІІ-го ступеня).

6. Формуванню у майбутніх ІТ-фахівців залізничного транспорту



дослідницької компетентності сприяє також науковий гурток «Дослідження комп'ютерних мереж та механізмів їх захисту з використанням методів штучного інтелекту», робота якого здійснюється за наступними напрямками: участь у виконанні НДР; виконання ІНДЗ, що веде до підвищення інтелектуальних здібностей здобувача та розвитку його креативного мислення. Слід зазначити, що участь в конференціях та кількість публікацій за останні три роки збільшились в 2 рази.