



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

site: 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 1 / CHAPTER 1 FEATURES OF PROCESSING OF METAL WASTE AND USED PRINTING MATERIALS

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ АСПЕКТИ В СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-05-02-028

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів

ЗОР – змащувально-охолоджуюча рідина

ВМР – вторинні металоресурси

ПЖЦ – повний життєвий цикл

ПЕТ – поліестер

ТС – технологічна система

ПЕТФ – поліетилентерефталат

ПВХ – полівінілхлорид

ПЕ – поліетилен

ПП - поліпропилен

ПС – профнастил

ДЦТ – діаграма циклічної тріщиностійкості

ПЛА – поліактид

ТПВ – тверді побутові відходи

ПАР – поверхнево-активні речовини

ВМП – високодисперсні металеві порошки

ПМ – порошкова металургія

ЛФМ – лако-фарбовий матеріал

ЦБК – целюлозно-паперовий комбінат

1.1. Сучасні тенденції у переробці металевих відходів

Стружка є поширеною і недефіцитною сировиною для виготовлення металевих порошків, які можна використовувати як каталізатори у різних хімічних виробництвах, поліграфії, порошковій металургії тощо .

Наприклад, металевий порошок, який використовується для



виробництва металізованих фарб і технології бронзування можна одержати із стружкових відходів кольорових металів .

За рахунок різко виявленої дефектної структури стружки при відповідній технології дезінтеграції цього матеріалу процес може протікати при порівняно низьких додаткових енергетичних витратах. Механічне диспергування стружкових відходів після металообробки стає перспективним методом виготовлення порошків, дозволяючи з певною ефективністю повернути у виробництво значну частину металу. Серед альтернативних рішень виготовлення тонкодисперсних металевих порошків механічне подрібнення стружкових відходів має суттєву перевагу тому, що у даному випадку матеріал порошку відповідає певному металу або сплаву, із якого була отримана стружка.

Традиційний спосіб рециркуляції стружкових відходів – переплав. Проте, при такому способі обробки втрачається безповоротньо біля 30% металу, насамперед легувальних елементів. Доцільніше перетворювати стружку в порошок шляхом розмолу. Важлива перевага способу виготовлення порошків диспергуванням стружки – можливість змінювати склад матеріалу в процесі переробки введенням допоміжних компонентів шляхом механо-хімічного легування, у тому числі таких, які неможливо ввести в матеріал при виготовленні порошку на основі іншої технології [1].

Створення енергозберігаючих технологій дозволяє отримувати нові матеріали з меншими витратами. Більш раціональна утилізація стружкових відходів і повторне їх використання у виробництві дозволяє здійснювати комплексні заходи, які направлені на зниження витрат при виробництві продукції.

Виробництво з використанням безвідходних технологій здійснюється головним чином за наступними напрямками:

1. Повне використання вихідної сировини з металів, наприклад, у виробництві деталей за допомогою порошкової металургії. Проте дана технологія потребує значних енергетичних і трудових витрат при підготовці вихідної сировини – порошків і економічно виправдана при



виробництві деталей складної конфігурації. У цьому випадку додаткові витрати на підготовку сировини у вигляді порошків компенсуються за рахунок зниження трудомісткості в технології виготовлення деталі шляхом заміни багатьох операцій механічної обробки на спікання порошків у прес-формі, яка дозволяє не тільки сформувати складну конфігурацію деталі, але і забезпечити відповідну чистоту обробки робочих поверхонь деталей [2].

2. Використання відходів у якості вторинної сировини шляхом її повернення у виробництво у вигляді домішок до вихідного продукту. Проте на багатьох виробництвах об'єм відходів до вихідної сировини обмежений зниженням якості кінцевої продукції.

3. Подрібнення стружкових відходів і використання порошків у вигляді наповнювачів у виробництві композиційних матеріалів з наступним виготовленням різних деталей побутового і господарського призначення.

Процес вторинної переробки відходів машинобудівних і металообробних виробництв включає вибір самих технологій і підбір технологічного обладнання. Одним із головних моментів, який визначає економічність і доцільність утилізації металевих відходів, є дослідження галузей застосування виготовлених на їх основі матеріалів. Має місце той факт, що існує певний перелік технологічних способів ущільнення металевих відходів (рис. 1.1).

Причинами відходоутворення у виробничій системі є:

- втрати енергії, обумовлені її розсіюванням при перетворенні;
- багатоеlementність сировинної бази, її засміченість компонентами, які не представляють життєвого інтересу для даного технологічного процесу;
- специфіка самої технології, вибрані засоби обробки сировини, технічне забезпечення вибраної технології [3].

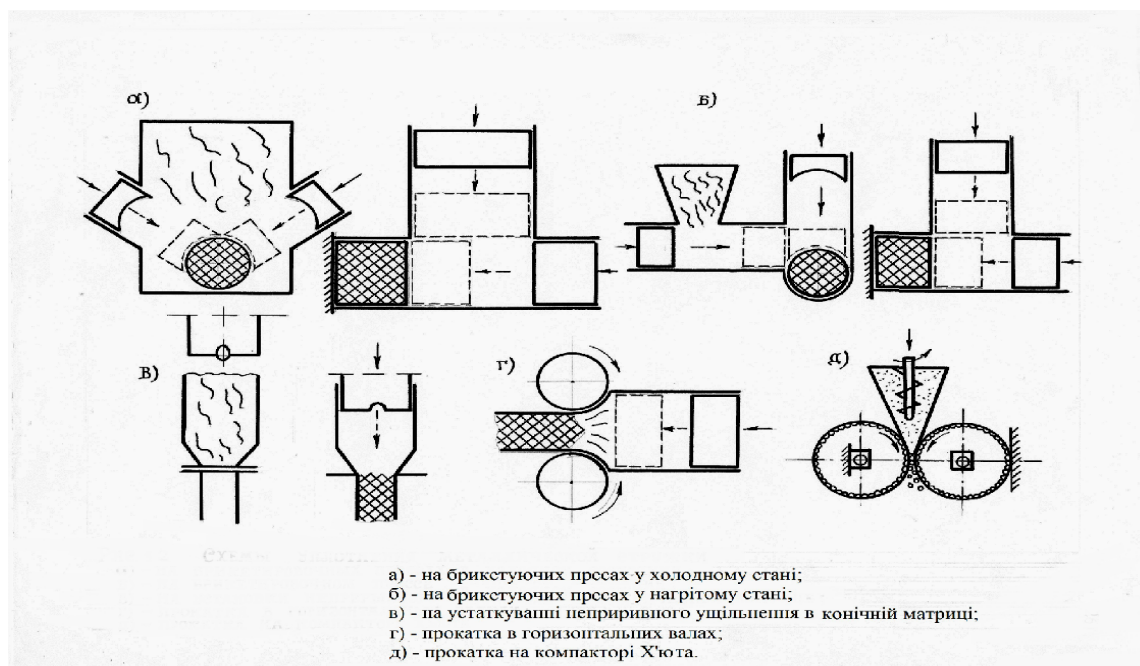


Рисунок 1.1 - Способи ущільнення металеві стружки

Огляд науково-технічної літератури і аналіз розробок, що існують, показав, що велика кількість відходів і вторинних матеріалів, які утворюються в металургійній і металообробній галузях промисловості потребують розробки і впровадження ефективних технологій їх утилізації. Найбільш важко перероблюваною сировиною є поліметалічні мідні руди, складно утилізованими відходами є шлами (гальванічні, травлення металовиробів, нейтралізації травильних і гальванічних розчинів), прокатна окалина з ЗОР, дрібні дисперсні відходи обробки різних високолегованих сталей, сплавів титану, цирконію тощо (рис. 1.2).

Кожен тип вищезгаданих відходів має свої особливості, які повинні бути взяті до уваги при розробці процесів рециклінгу. Всі ці особливості роблять пряму переробку таких відходів в шахті плавильних печей досить важкою, оскільки переплавні процеси супроводжуються великими втратами дорогих легуючих елементів таких, як хром, вольфрам, титан, молібден та алюміній. Проблема витягання металів зі сточних вод також є надзвичайно актуальною. Це дозволяє підвищити екологічність різних виробництв і є дуже вигідним з економічної точки зору[4]. Тому, проблема вибору раціональних технологій вилучення і відновлення металів є безумовно актуальною.

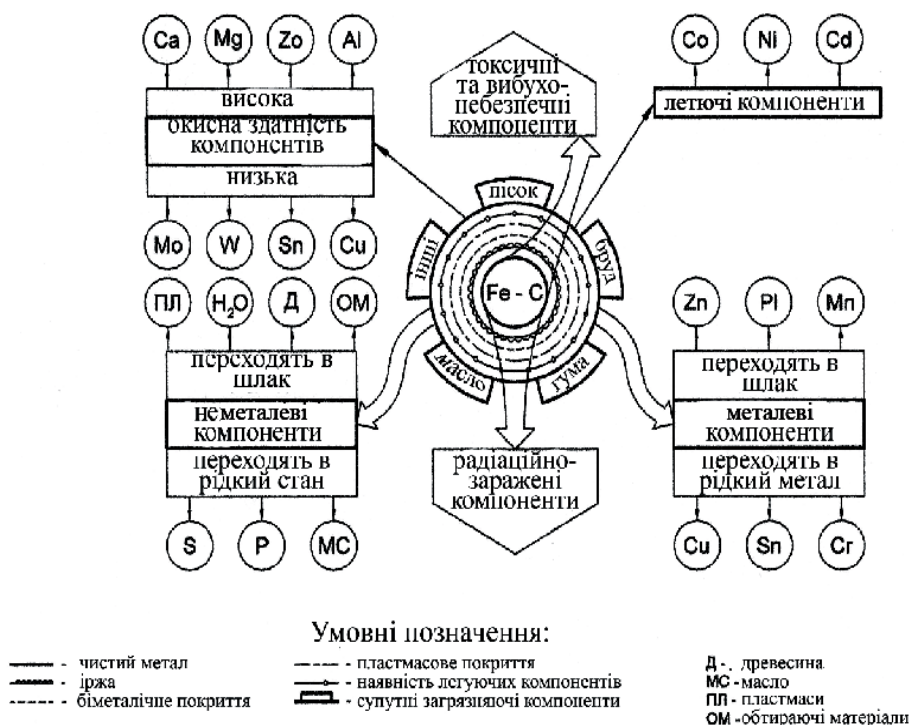


Рисунок 1.2 - Системна модель речовинно-хімічного складу металовідходів, що утилізуються

Велике значення при розробці ефективних технологій переробки вторинної сировини має фізико-хімічне обґрунтування впливу різних технологічних факторів на інтенсифікацію процесу та пошуку оптимальних співвідношень для одержання високих показників. Первинна інформація може бути одержана при термодинамічному моделюванні рівноважних характеристик розподілу елементів між фазами, для чого існують різні програмні засоби для розрахунку. Тому, особливий інтерес становлять теоретичні бази даних, що є придатними для аналізу процесів відновлення техногенних відходів (рис. 1.3).

Під безвідходною технологією, виробництвом, системою розуміють не просто технологію або виробництво того або іншого продукту, а принцип організації функціонування виробництва. При цьому раціонально використовуються усі компоненти сировини і енергії у замкнутому циклі (первинні сировинні ресурси – виробництво – споживання – вторинні сировинні ресурси), тобто не порушується сформована екологічна рівновага у біосфері (рис. 1.4).

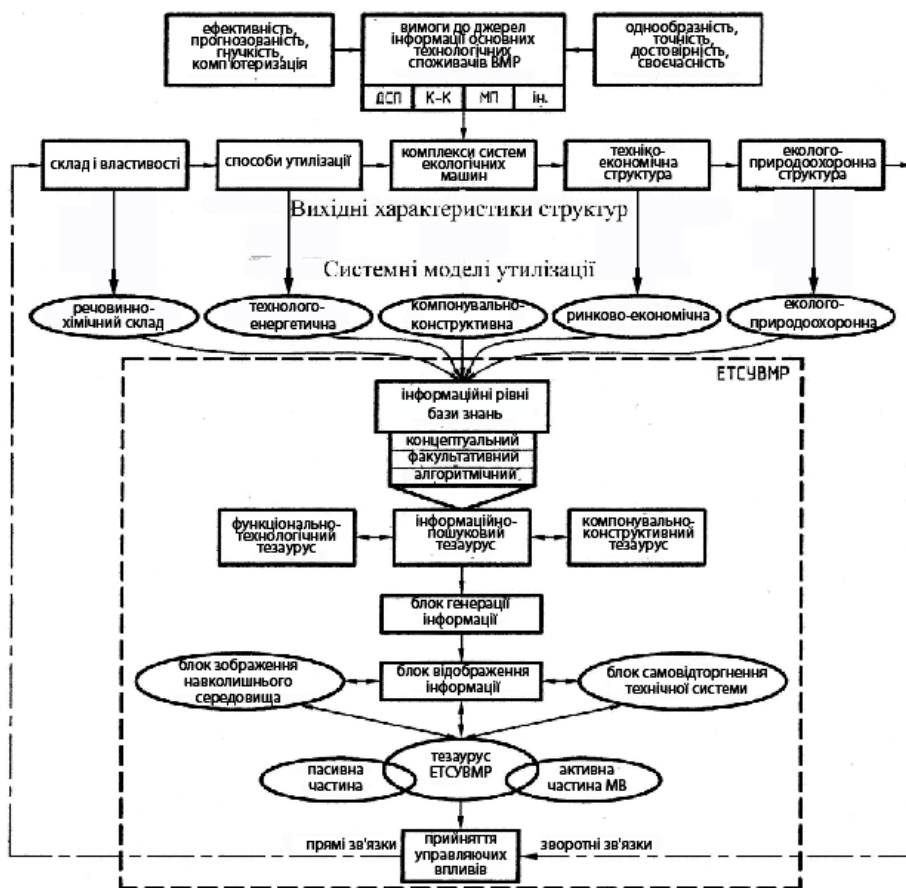


Рисунок 1.3 - Структурна схема системної інформаційно-управляючої моделі утилізації вторинних металоресурсів (ВМР)

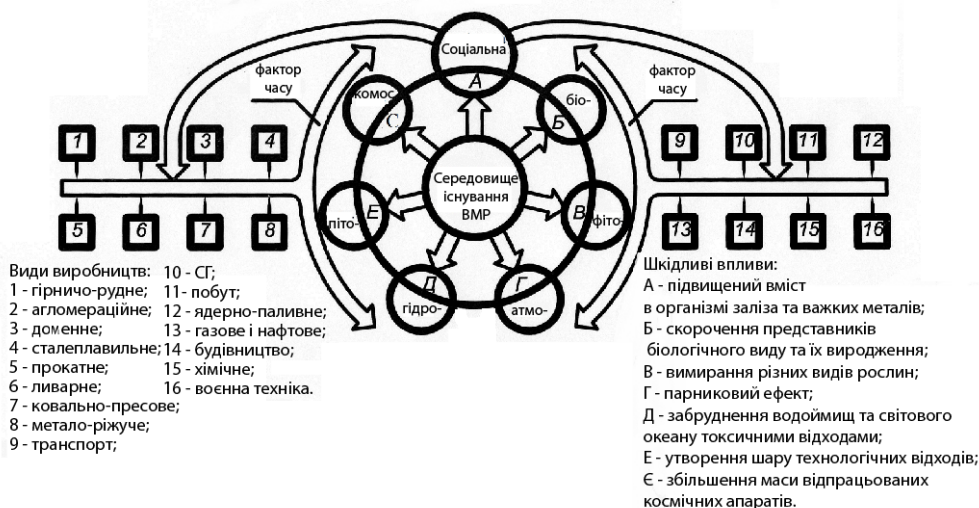


Рисунок 1.4 - Схема системної екологічно-природоохоронної моделі утворення вторинних металоресурсів (ВМР)

Якщо структурно розглянути металофонд країни (рис. 1.5), то можна



побачити, що він є зв'язуючим між підсистемними технологічними комплексами ($M_1...M_5$), системо-утворюючими факторами ($D_1...D_{10}$) і одночасно є центром кругообігу металу в усіх його формах. Тобто на стадії розробки безвідходної технології треба враховувати комплекс інформаційно-управляючих, матеріало-речовинних, технологічних, екологічних і економічних аспектів, які дозволять максимально ефективно оптимізувати час її існування. На рис. 1.6 подано більш конкретну схему повного життєвого циклу вторинних і попутних металоресурсів, вони дозволяють виявити доцільність застосування деяких стадій розроблюваного процесу і спрогнозувати ступінь використання коефіцієнту металу.

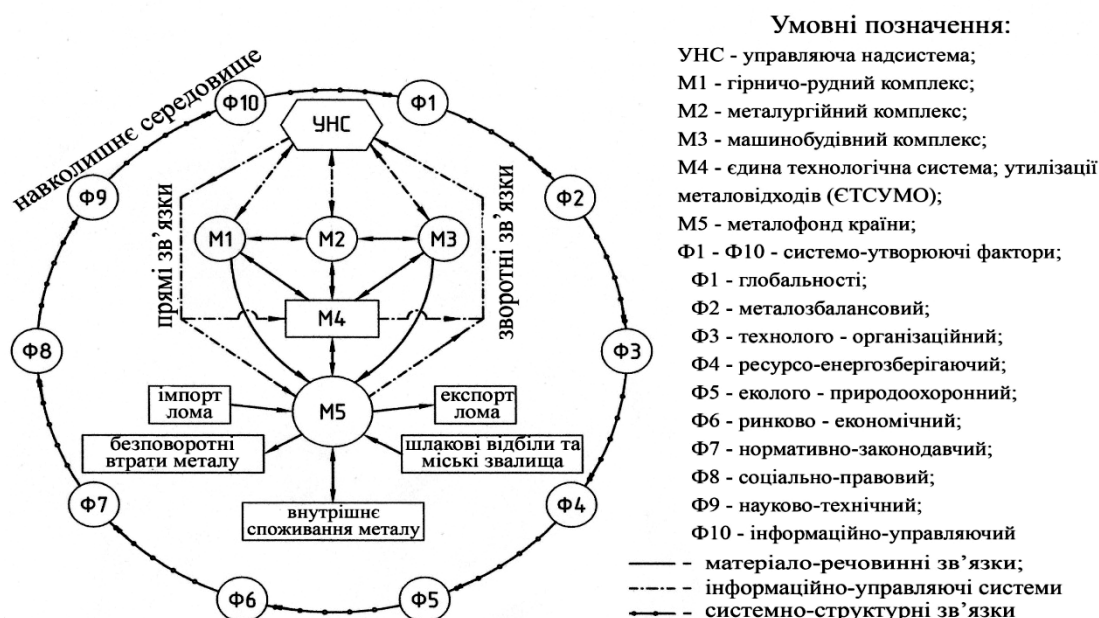


Рисунок 1.5 - Структурна схема управління, взаємозв'язків підсистемних комплексів (M1, M2, M3, M4, M5) і факторів технологічної системи «Металоресурси України»

Традиційні способи переробки металовідходів частіше не відповідають сучасним екологічним вимогам, або є недостатньо ефективними по технічним і економічним міркуванням. Наприклад, чавунна стружка зазвичай переплавляється в металургічних печах. Із-за властивій чавуну крихкості стружка погано брикетується, а переплав розсипної стружки супроводжується чадом металу (до 40%) і викидом у атмосферу великої кількості дисперсних оксидів, сажі і шкідливих газів.



Структурна схема взаємозв'язків стадій повного життєвого циклу (ПЖЦ) вторинних і попутних металоресурсів

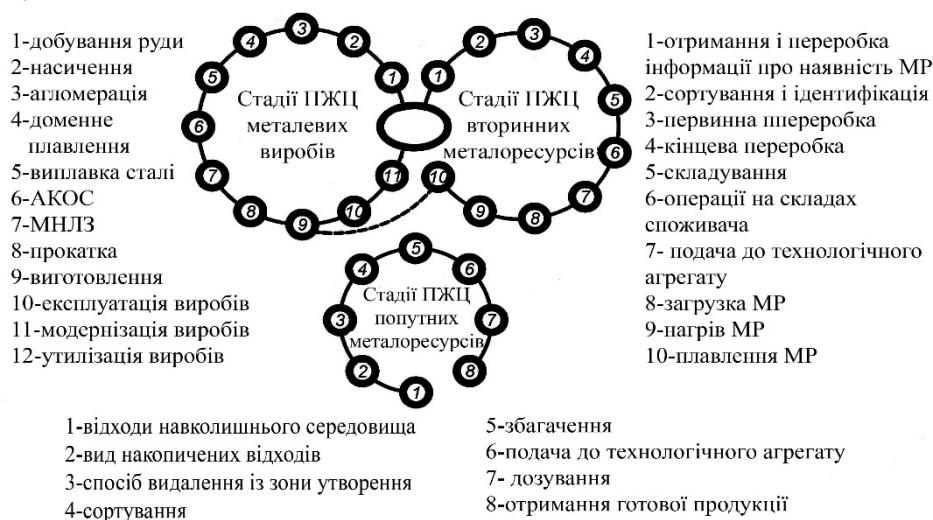


Рисунок 1.6 - Структурна схема взаємозв'язків стадій повного життєвого циклу (ПЖЦ) вторинних і попутних металоресурсів

Дорогими є операції збору стружки і транспортування від місць утворення до місць переплаву. Перераховані проблеми призводять до того, що значна частина чавунної стружки взагалі не перероблюється і накопичується у відвалах, засмічуючи землю.

Стружка і кускові відходи крихких металевих матеріалів перероблюються у порошки методом механічного подрібнення. Таким способом були виготовлені порошки осколочної форми із чавунної стружки, стружки інструментальних сталей і кускових відходів твердих сплавів на основі карбиду вольфраму.

Для переробки відходів із пластичних металів і сплавів розроблена комплексна технологія, яка включає в себе підготовку відходів до переплаву і переплав з відцентрованим розпиленням рідкого металу у порошок. При підготовці до переплаву стружкових відходів, останні диспергуються, обчищуються від сторонніх домішок і брикетуються з щільністю 0,6 – 0,7 від теоретичної. Висока щільність брикетів різко знижує чад металу при переплаві. Оригінальна конструкція відцентрованої розпилювальної установки і її малі габарити роблять процес високопродуктивним і найбільш економічним порівняно з



існуючими способами розпилення рідких металів газом або водою .

Забезпечується сферична форма частинок з гладкою поверхнею і розмір їх легко регулюється зміненням швидкості обертання установки для розпилення. При твердінні частинок швидкість їх охолодження досягає 10 К/с, що створює у розпиленних частинок унікальну мікрокристалічну структуру з дисперсним і однорідним розподіленням домішок і зміцнюючих фаз. Ця особливість структури розпиленних частинок дозволяє отримувати з них високоміцні і зносостійкі порошкові матеріали при мінімальному вмісті дорогих і дефіцитних легуючих елементів, а у деяких випадках і без них. Наприклад, можна отримати білий порошковий чавун, який легко піддається гарячій пластичній деформації з межею міцності при розтягу 1500 МПа. Способом відцентрованого розпилення отримували порошки із відходів алюмінію, міді, різних сплавів на основі заліза і нікелю.

Порівнюючи ціни порошоків та відходів і враховуючи вартість металургійної переробки, можна орієнтовно спрогнозувати економічну ефективність виробництва порошоків із відходів. Результати прогнозованих рахунків, приведені до одної тони порошкової продукції для різних металевих відходів, представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Результати прогнозованих рахунків, приведених до одної тони порошкової продукції для різних металевих відходів [6]

| Метал або сплав | Ціна відходів, \$/т | Вартість переробки, \$/т | Собівартість порошку, \$/т | Ціна порошку, \$/т | Очікуваний прибуток, \$/т |
|--------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------|
| Алюміній | 990 | 400 | 1390 | 4070 | 2680 |
| Мідь | 1640 | 450 | 2090 | 3600 | 1610 |
| Чавун (стружка) | 20 | 300 | 320 | 650 | 330 |
| Нержавіюча сталь | 475 | 900 | 1375 | 4180 | 2805 |
| Швидкоріжуча сталь | 390 | 1500 | 1890 | 6000 | 4110 |
| Титан (стружка) | 900 | 2500 | 3400 | 20000 | 16600 |
| Тверді сплави | 4500 | 2000 | 6500 | 16000 | 9500 |



Аналіз табличних даних вказує на високу економічну ефективність виробництва порошків із металевих відходів. Відпрацьовано ряд бізнес-проектів по створенню виготовлення порошків із чавунної стружки та кускових відходів твердих сплавів, а також виробництва розпилених порошків із титану, інструментальної сталі і направляючих матеріалів.

До речі, чавунна стружка є надзвичайно цінним і одночасно екологічно небезпечним чорним вторинним металом, який вимагає рішення питання її рециклінга. Існуючі методи переробки стружки екологічно недосконалі і не дають можливості раціонального повернення у виробничий цикл. У зв'язку з цим розробка ефективної раціональної технології переробки чавунної стружки, яка дозволяє виключити її екологічну небезпеку і одночасно підвищити її споживчі властивості, є актуальною проблемою (рис. 1.7).

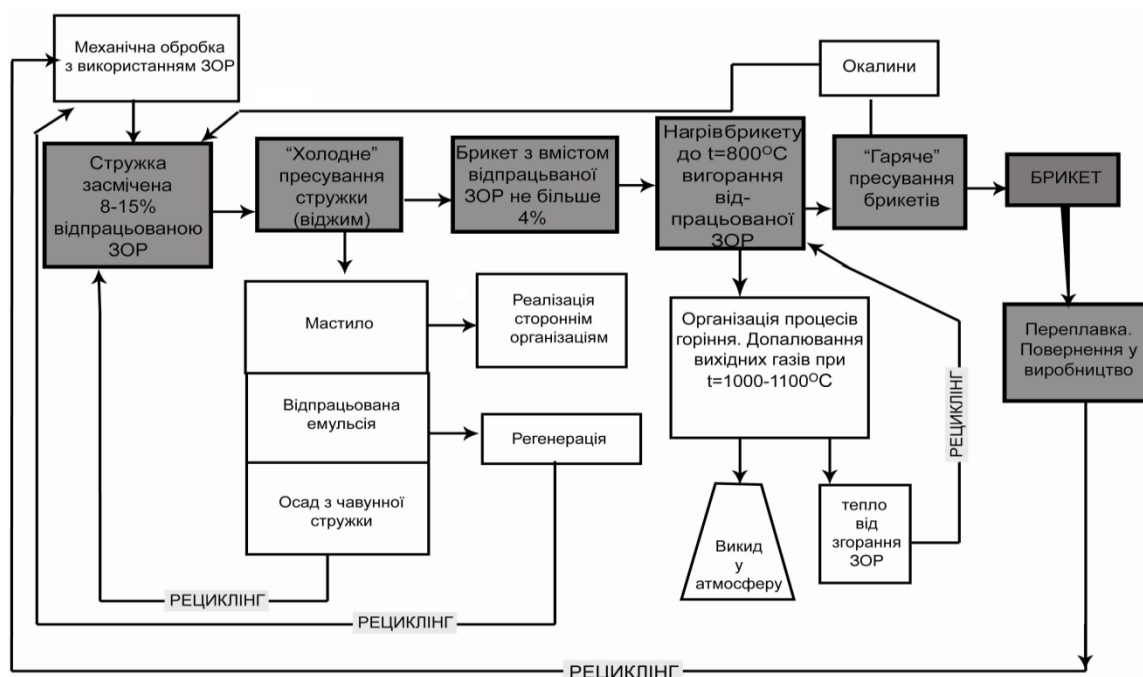


Рисунок 1.7 - Схема екологічно безпечної технології переробки чавунної стружки

Зміст змащувально-охолоджуючої рідини (ЗОР) у стружці безпосередньо досягає 20...25 %. Найбільш простим методом зменшення вмісту ЗОР є пасивний відток стружки. Проте проведені дослідження показали, що таким методом можливо знижувати вміст ЗОР до (8...10)% при терміні відстою 6 годин. Збільшення такого терміну не призводить до



суттєвого зниження концентрації ЗОР (рис. 1.8). Аналіз ЗОР після відстою показав, що концентрація мастила у ЗОР складає 4%, у той же час у ЗОР, яка залишилась у стружці, концентрація мастила досягає 33%, що говорить про тенденцію його концентрації у стружці і першочерговому усуненні водної складової.

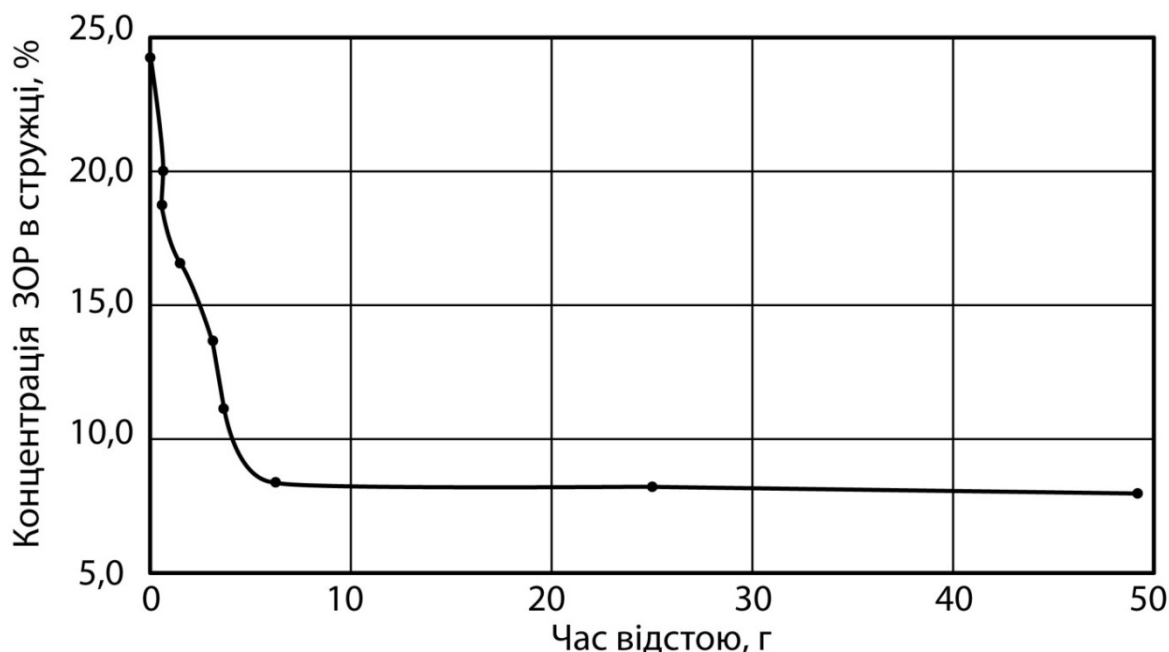


Рисунок 1.8 - Залежність концентрації ЗОР в стружці від терміну відстою

Для зниження вмісту ЗОР у стружці менше 8% передбачалось використовувати віджим з одночасним брикетуванням. При дослідженні складу ЗОР, що вилучені та які залишилися у стружці після відстою і пресування, був встановлений ефект концентрування мастильної складової ЗОР у стружці. Так, у процесі обробки вміст мастила у стружці змінюється з 3,0% до 2,7%, у той час як вміст води знижується з 15% до 1,2% у відстояній і збрикетованій стружці. При цьому віджата речовина представлена у основній водній складовій ЗОР (рис. 1.9).

Даний ефект пояснюється першочерговим видаленням води із стружки завдяки її низькій кінематичній в'язкості і високій адгезійній здатності мастила до поверхні металу. Встановлений ефект має принципово важливе значення для подальшої термічної обробки брикетів [7].

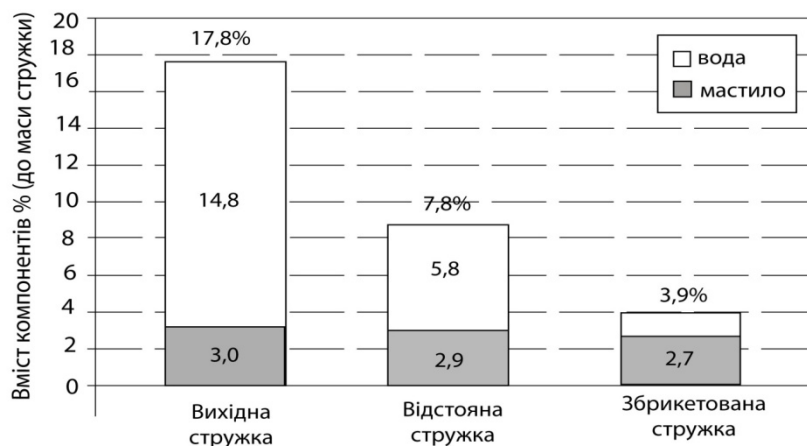


Рисунок 1.9 - ЗОР в стружці на різних етапах обробки

Запропонована термічна обробка брикетів у вибраних температурних режимах пов'язана із згорянням залишків ЗОР, які виділяються при нагріванні брикетів. Таким чином, процеси температурної обробки приводять до утворення значної кількості газоподібних токсичних речовин, у тому числі канцерогенних, що обумовлює потенційну екологічну небезпеку розроблюваної технології (рис. 1.10).

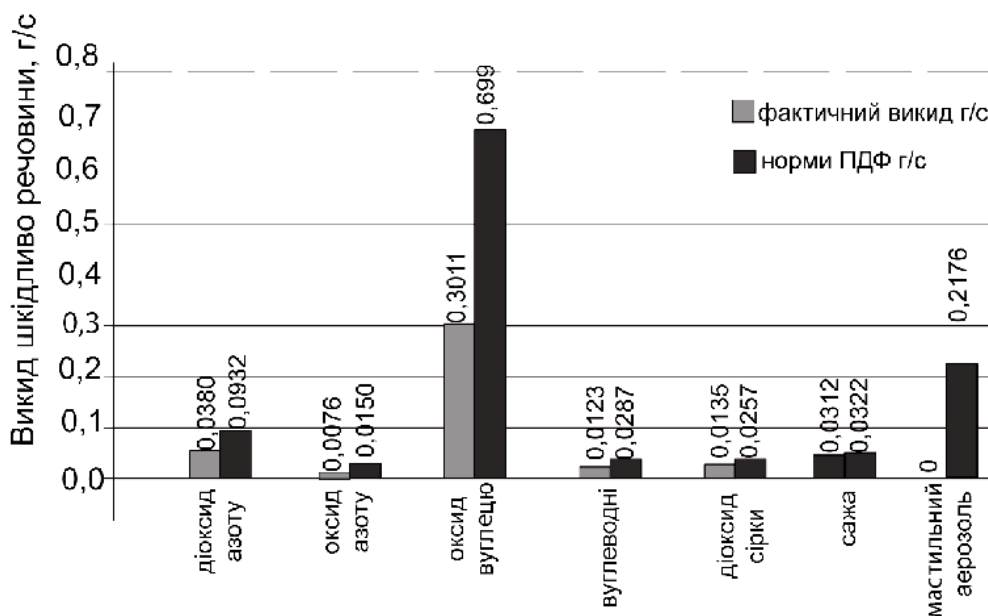


Рисунок 1.10 - Концентрація шкідливих речовин у продуктах згоряння ЗОР

Відомо про спосіб переробки металевих стружкових відходів з додаванням їх у склад шихти з послідуочим плавленням. При цьому значна частина металу (до 30%) втрачається з-за вигорання легуючих



домішок, що є великим недоліком цього методу переробки. Подрібнені металеві відходи можуть використовуватись у вигляді наповнювачів при виготовленні металополімерних композицій з використанням останніх в подальшому виробництві деталей машин.

Найбільш трудомісткою операцією в порошковій металургії є виготовлення порошків. Порівняння методів виробництва порошків показує поряд з перевагами і їх недоліки. Найбільш поширеними способами виготовлення порошку є наступні методи:

- механічний вплив (удар або стирання) в інертному або в рідкому середовищі;
- хімічна або хіміко-термічна обробка;
- використання поверхнево-активних речовин (ефект Ребіндера);
- охолодження стружки до температури нижче точки переходу порогу крихкості металу.

Вивчення і аналіз методів переробки металевих стружкових відходів машинобудівного виробництва, що використовуються та пропонуються різними авторами, і проведені дослідження дозволили авторам розробити технологію їх комплексної переробки, що містить у собі: попереднє подрібнення металевої стружки у грубодисперсний порошок, його кінцеве диспергування у середовищі олігомеру. Така шихта використовується у якості матеріалу для подальшого виготовлення з неї методом гарячого формування виробів складної конфігурації з послідуною витримкою останніх в термошкафу для більш швидкого твердіння до необхідних параметрів [8].

Важливим напрямком використання стружкових відходів алюмінієвих сплавів є виготовлення високопористого піноалюмінія щільністю $0,6 \dots 1,2 \text{ Г/см}^3$. Широке його використання стримує висока ціна (4...8 \$ за 1 кг), яка в значній мірі залежить від вартості сировини алюмінієвого порошку. Виготовити значно дешевий піноалюміній можливо із алюмінієвих відходів за допомогою економічного диспергуючого пристрою, який дозволяє виробляти із стружки порошок дисперсністю 2000 мкм, енергозатрати при цьому не перевищують 0,3 \$ на



1 кг. І навіть при використанні такого дорогого вспінювача, як гідрид титану, собівартість виготовлення піноалюмінію знижується в 1,5 – 2 рази, що по оцінкам закордонних спеціалістів, різко збільшує попит на нього. Піноалюміній, маючи високе звукопоглинання і добрий екрануючий ефект від електромагнітного випромінювання, непогану тепло і вогнестійкість, питому міцність, є привабливим матеріалом у будівництві [9].

Значними споживачами алюмінієвих порошків на основі стружкових відходів є підприємства по випуску поробетону. Активно реагуючи з вапном з виділенням водню, він формує пористу структуру поробетону – матеріалу з низькою щільністю і високими теплоізолюючими властивостями.

Треба підкреслити, що алюмінієвий газоутворювач із стружкових відходів раціонально виготовляти у дві стадії. Спочатку проводиться диспергування підготовленої стружки у порошок розміром 20...500 мкм і дозволяє виконувати процес у повітрі без додаткових засобів захисту. На другій стадії здійснюється процес домолу у присутності рідкого захисновідновлювального середовища з добавкою диспергаторів і інгібіторів корозії [10].

Порівняльні дані про ефективність виробництва алюмінієвої пасти з різних видів сировини вказує на значно менші витрати при її виготовленні із алюмінієвої стружки механічним диспергуванням (табл. 2).

Таблиця 2 - Порівняльні дані ефективності виробництва алюмінієвих паст із різних видів сировини

| Параметри процесу | Розпилення розплаву зі злитку | Розпилення розплаву з відходів | Механічне диспергування стружки |
|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Питомі витрати енергії, кВт .г/т | 1100-1200 | 1200-1300 | 500-600 |
| Питомі витрати праці, кВт .г/т | 20-35 | 30-35 | 15-18 |



1.2 Критерії прогнозування, що сприяють мінімізації відходів в технологічних процесах

Існує багато показників, які в тій чи іншій мірі впливають на процеси відходоутворення. Деякі з них є очевидними. Приступаючи до системних досліджень, треба брати до уваги всі без винятку значущі показники, впливаючі на механізм даного явища. Зі збільшенням обсягів виробництва об'єм відходів також буде зростати. Ця залежність має непропорційний характер і з перевищенням нормативних показників по інтенсифікації окремих технологічних процесів в дію вступають системні ефекти та залежність може мати як характер кривої розгону, так і відповідати характеру функції насичення. Певну роль відіграє випадковість даних явищ, яка може переходити в хаотичні процеси. Для розв'язання таких питань треба звернути особливу увагу на співвідношення всіх технологічних показників, які пов'язані з утворенням відходів, а також проаналізувати їх причинно-наступні зв'язки[11].

На сьогоднішній день є певне протиріччя між офіційним тлумаченням термінів «рециклінг» та «утилізація». Наприклад, металева стружка може бути оброблена за технологією механічного подрібнення, при якій змінюються її морфологічні властивості, але хімічний склад залишається майже незмінним, окрім випадків, пов'язаних з механо-хімічним легуванням. Переплав стружки в металургії обумовлен зміною її агрегатного стану і повертає останню у виробничий процес з метою виготовлення матеріалу з новим хімічним складом.

Тобто виникає питання у чому принципова різниця? Організація збору відходів є початковою точкою відліку як для рециклінгу, так і для утилізації.

Поступово переходячи до термінів «виріб» і «матеріал», починаємо розуміти, що рециклінг більш стосується використання відходів після певного технологічного процесу в межах одного підприємства і залежить від коефіцієнту використання матеріалу у виробничому циклі.

Якщо при виготовленні деяких виробів шляхом механічної обробки



до 85 % металу перетворюється у відходи, то, безумовно, доцільно їх перероблювати в новий метал в плавильному агрегаті, який є завжди на балансі середнього машинобудівного підприємства.

Утилізація пов'язана вже з часом життєвого циклу готового виробу: від виготовлення до завершення його споживацьких і фізичних властивостей.

Утилізація і рециклінг є критеріями процесу відходоутворення і визначаються адресністю при переробці відходів. В цілому, мінімізація відходів не припускає простого застосування цих обох термінів. Під мінімізацією швидше всього розуміють будь-яку діяльність, результатом якої є зниження відходів, які з'являються в процесі виробництва. В кінцевому результаті це спеціалізована «бізнес-програма», інструментом якої є цілеспрямована оптимізація матеріальних потоків у виробничій системі, раціоналізація ресурсів системи, створення умов для підвищення загальної культури виробництва.

Методологія мінімізації відходів є більш найкращою порівняно з методами економії матеріалів, охорони навколишнього середовища тощо. Одним зі способів мінімізації є прогнозування причинно-наступних зв'язків, забезпечуючих механізми відходоутворення при механічній обробці.

Наприклад, ланка міжгрупових причин при механічній обробці сировини (рис. 1.11) у вигляді формули $C_5—E_1—S_3—\Xi_3$ означає наступний варіант реалізації механізму відходоутворення [12].

Надлишковий вміст сировини (причина C_5) при відсутності достатнього енергозабезпечення (причина E_1) та неможливості розширити і використати інші ресурси системи (причина S_3) для того, щоб переробити надлишок сировини, призводить до планування у виробничій системі відходів у вигляді необробленого сировинного матеріалу.

На практиці цей механізм відходоутворення може бути віднесений долюбих процесів різання металу.

Визначившись зі способом переробки сировини і виявивши хоча б одну із явних причин, із-за яких в системі утворюються відходи, можна

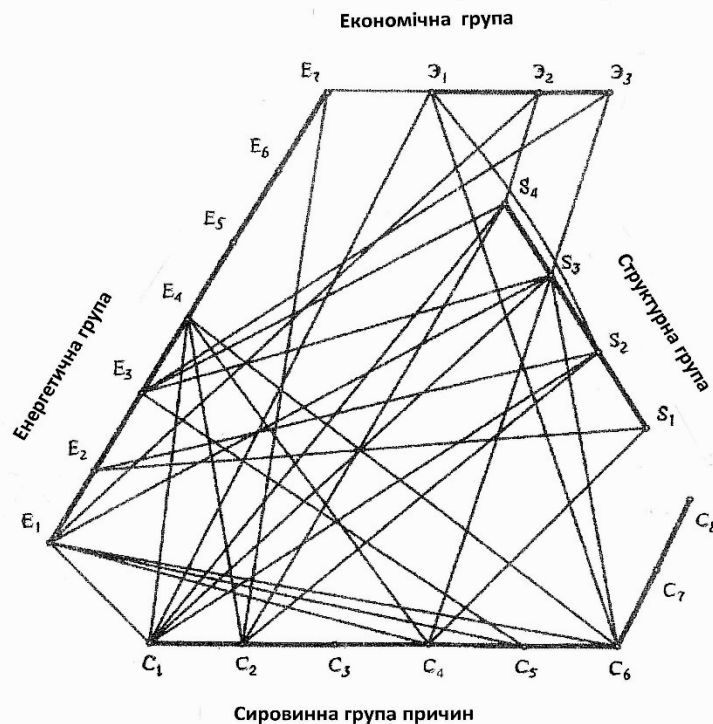


Рисунок 1.11 - Схема міжрівневих причинно-наступних зв'язків, що забезпечують механізми відходоутворення при механічній обробці

далі по ланці відновити інші основні причини та сформулювати основні принципи і механізми для даного виду виробництва.

Спробуємо виконати це, наприклад, для технології обробки деталі на токарному верстаті. Явною причиною відходоутворення у вигляді стружки є надлишковий вміст металу в заготовці (причина C_5). Розглянемо далі схему причинно-наступних зв'язків для чисто механічної обробки, починаючи з причини C_5 (рис. 1.11). Ми одержуємо дві достатньо розвинуті схеми (рис. 1.11, 1.12). Прочитаємо першу з них.

Надлишковий вміст компонентів сировинної бази (причина C_5) і відсутність в системі очевидних енергетичних ресурсів для їх переробки (причина E_1) призводить до того, що отримана стружка не має достатньої споживчої цінності. При цьому в системі нема додаткових ресурсів (причина S_3), щоб цю відторгнуту стружку забезпечити певною споживчою привабливістю[13].

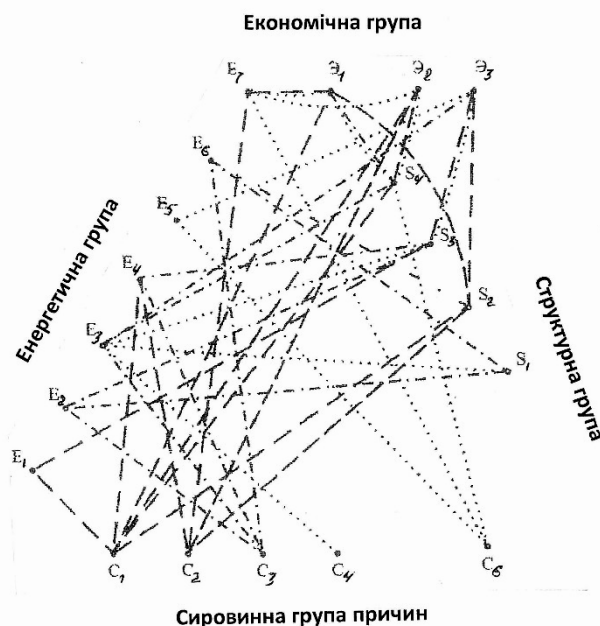


Рисунок 1.12 - Версія механізму утворення стружки в технології токарної обробки деталі

Це означає, що, приймаючи у якості сировини механічну заготовку певних розмірів, ми заздалегідь запроваджуємо в кошторис затрат ті чи інші витрати на утворення та утримання одержаної стружки у вигляді запланованого відходу.

У другому випадку механізм стружкоутворення може бути заснований на причині E_3 , розуміючи під недостатньою енергетичною провідністю опосередкований параметр – швидкість різання на верстаті. Якщо нема достатніх ресурсів для збільшення швидкості різання, а також для розширення функціональних можливостей верстата (причина S_3), то ми знову переходимо до результату причини \mathcal{E}_3 . Якщо ми маємо справу зі зношеним верстатним обладнанням (причина S_4), то в результаті маємо \mathcal{E}_2 , або просто кажучи брак. Такий в першому приближенні механізм утворення стружкового відходу.

Останнім часом набагато зросла та набула окремої популярності серед виробників тенденція використання металізованих фарб під час оформлення пакувань та іншої рекламної продукції. Однак, в сучасних умовах розвитку поліграфічної продукції слід розуміти реальну практичну користь від використання металевих пігментів у фарбах та, як наслідок,



суттєвого розширення застосування металевих порошків для одержання якісних поліграфічних виробів. Важливими економічним і екологічним важелем у даному випадку є використання у якості металевих пігментів із стружкових відходів [14].

Металеві порошки можна використовувати як каталізатори у різних хімічних виробництвах, поліграфії, порошкській металургії, сировиною для яких є поширена і недорога металева стружка.

Така перевага має велике економічне значення, оскільки дозволяє не лише оперативно реагувати на потреби виробництва, а й регулювати витрати на матеріали та виробництво відповідно до прогнозованої ціни товару.

Одним із шляхів утилізації металевої стружки, як вже зазначалося вище, є її використання у поліграфічній промисловості в якості пігментів для друкарських фарб, що знайшли широке застосування при виробництві пакувань [15]. Зазвичай в якості задрукованого матеріалу при виготовленні пакувань є: скло, пластик, полімерна плівка, різні метали. Самою важливою властивістю групи цих матеріалів є відносно малий строк життєвого циклу (від виготовлення пакувань до їх видалення перед початком експлуатації основного виробу). Час життєвого циклу тарно-пакувальних матеріалів напряму залежить від ліквідності основної продукції і вимірюється часом, який витрачається на пакування основного виробу.

З точки зору витрат, вищезгадані матеріали дозволяють співставляти витрати на пакування відповідно до вартості основного виробу. Фахівцям у галузі виготовлення пакувань добре відомо про існування певного протиріччя, яке полягає в тому, що тарно-пакувальні матеріали спочатку орієнтовані на підвищений затратний механізм, але на відміну від основної продукції тим менший, чим більш ефективні вони є.

Через зростання рівня споживання нині перед світовою спільнотою постала проблема накопичення відходів. Серед наявних на звалищах матеріалів можна знайти пакети, тару всіх видів, матеріали для обгортання, фіксуючі, опорні елементи, необхідні при транспортуванні,



формує та захисні матеріали тощо. Полімерні складові таких матеріалів мають досить великий термін розпаду і тому, за відсутності, зокрема, в Україні налагодженої системи переробки відходів десятиріччями зберігаються на наших звалищах [16].

Основна проблема, з точки зору відходів для цього виду виробів, полягає у тому, що обставини природи цього явища є ідеальними для реалізації раніш запланованих механізмів відходоутворення. Вони закладаються умовами, априорі, не вигідними для навколишнього середовища. Як результат ми маємо у відходах велику кількість (як по масі, так і по номенклатурі) тарно-паковальних матеріалів.

Навіть коли мова заходить про переробку, металізовані пігменти у фарбі мають свої переваги. Переробка пакувань є достатньо вигідною не тільки з екологічної точки зору, а також з економічної для самого виробника, тому що через свою достатньо довговічну стійкість пігмент не втрачає своїх головних властивостей, отже він може бути використаний повторно у виготовленні друкарських фарб (рис. 1.13). Ця стійкість забезпечується саме тим, що пігмент утворюється із металевої стружки і, за рахунок попередньої її обробки та введення у дисперсійне середовище друкарської фарби, він може добре зчеплюватися з задруковуваним матеріалом та відшаровуватись від нього, не пошкоджуючись при переробці.

Таким чином, можна зробити висновок, що в технічній термінології настає потреба «провести аудит» нормативних засад терміноутворення в сучасній царині декілька хаотичного тлумачення. Так, наприклад, термін «безвідходна технологія» теоретично існує, а практично є маловідходна технологія, яка перетворюється в останню тільки при умові наявності функціонального рециклінгу.

Етап розділення матеріалопотоків в ході виробничого процесу є визначальним в розумінні природи відходоутворення. Механізм цього розподілу, залежить від об'єктивних явищ, що закладені в технології отримання корисного продукту і в кінцевому результаті характеризує рівень екологічної стійкості всієї системи в цілому.



Рисунок 1.13 - Кругообіг металевих пігментів із стружкових відходів

Екологічна стійкість багаторівневої технічної системи може бути оцінена, наприклад, по її відношенню до роздільних ресурсопотоків виробництва по сировині, готової продукції, відходам, враховуючи, що кожний з цих потоків в рівному ступені є потенціальним джерелом забруднення середовища в просторово-часових координатах.



1.3. Процеси відходоутворення в тарно-пакувальних матеріалах та механізми їх реалізації

У наш час важко собі уявити, що на початку минулого століття пластикових виробів не існувало взагалі, і майже всі промислові вироби, включаючи пакування, виготовлялися з органічних матеріалів. На жаль, десь в середині минулого століття людство пережило революцію синтетичних матеріалів, після якої пластик за мить замінив більшість інших матеріалів. Це було викликано, в першу чергу тим, що пластикові вироби виявилися надзвичайно ефективними, а їх виробництво – порівняно недорогим і практичним.

Однак, не зважаючи на усі свої привабливі властивості, пластик має ряд недоліків. Серед них виділяють два основних: по-перше, пластикові вироби виготовляються з невідновлювальних ресурсів – нафти, вугілля, газу, а по-друге, довговічність пластика, яка дуже довго вважалася перевагою, обернулася в головний недолік і зараз загрожує екології. З кожним роком споживання пластмаси зростає, а разом з цим зростають і гори відходів, що не розкладаються, забруднюючи навколишнє середовище.

Розробка «ідеальних» ресурсозберігаючих технологій передбачає не тільки економію витратних матеріалів та енергетичних ресурсів, які є для неї супутніми, але і утилізацію відходів, які утворюються [16]. Оскільки будь-яка штучна технологія на стадії проектування повинна починатися з умовного управління відходами, розглянемо декілька видів біодобавок, що у майбутньому мають можливість стати альтернативою пластику (табл. 3).

Есо-pla – особливий полімер, що виготовляється з поновлюваних сільськогосподарських ресурсів: зернових і цукрового буряка. В його основі лежить рослинний цукор. Розроблений полімер має гарну прозорість, міцність, вологостійкість і також, як і ПЕТ, не пропускає запахи. Можлива сфера застосування – це різні пакувальні плівки, тверді контейнери і навіть покриття. Фахівці компанії стверджують, що пакування з PLA-полімеру здатна повністю розкладатися протягом сорока



п'яти діб за умови створення відповідної структури компостування [17].

Таблиця 3 - Найбільш застосовувані сучасні біодобавки

| Матеріал | Розкладання | Переваги | Способи застосування |
|----------------|--|---|--------------------------------------|
| Eco-pla | 45 діб | виготовляється з поновлюваних сільськогосподарських ресурсів: зернових і цукрового буряка | пакувальні плівки, тверді контейнери |
| Solanyl | 12 тижнів | має основу з крохмалю та відходів кукурудзи і картоплі | плівки, обгортки |
| EastarBio COPE | з тією ж швидкістю, з якою розкладається звичайна газета | має напівкристалічну основу, гарні властивості прозорості | харчова упаковка, мішки, пакети |
| Mater-Bi | здатний до біорозкладання у гарячій і холодній воді | основа- полівініловий спирт, фізичні характеристики плівки кращі, ніж з полівінілхлориду та поліетилену | пакувальна плівка |

Solanyl – біополімери на основі крохмалю з відходів кукурудзи і картоплі; за своїми фізико-механічними характеристиками цей матеріал близький до поліпропілену і полістиролу. У компості він розкладається менш ніж за 12 тижнів, при цьому час повного розкладання залежить від складу, технології отримання і зовнішнього середовища [18].

Новітні технології використала американська корпорація Metabolix, що концентрує свої зусилля на РНА, матеріалі зі складною структурою, виробленому за допомогою розробленої компанією трансгенної технології. Ця технологія дозволяє виробляти РНА безпосередньо, шляхом використання процесів фотосинтезу, або ж опосередковано, через ферментацію цукрів. Полімер РНА представляє собою висококристалічний термопластик, схожий за властивостями з поліпропіленом, включаючи однакову точку плавлення, межу міцності на



розрив, температуру склеювання і саму кристалічність. Передбачається, що цей матеріал стане застосовуватися на ринку пакування для фастфудів або в якості одноразового пакування різних медичних препаратів [19].

Так, американська компанія Easten Chemical нещодавно приступила до виробництва складного полієфіру Eastar Bio COPE. Його також передбачається використовувати як харчове пакування, у виробництві мішків і пакетів для садівничого і сільськогосподарського призначення. Матеріал має напівкристалічну основу, гарні властивості прозорості, а його бар'єрні характеристики що до кисню вище, ніж у поліетиленової плівки. Цей вид пакування розкладається на діоксин вуглецю, біомасу та воду – з тією ж швидкістю, з якою розкладається звичайна газета.

Після дванадцяти місяців роботи дослідники з державного університету Кампінас (Сан-Паулу) знайшли унікальний матеріал для їстівної липкої плівки – борошно амаранту (поживний хлібний злак, який вирощувався в Південній Америці) [20].

Фірма BASF випустила плівки COPE і Ecoflex, які володіють технологічними властивостями, аналогічними поліетилену низької щільності (LDPE). Плівки Ecoflex мають високий ступінь опору проколу і водонепроникності. При цьому вони, на відміну від поліетиленової плівки, повітропроникні.

Швейцарська фірма Du Pont оголосила про комерційне виробництво матеріалу Біомах, що представляє собою гідробіорозкладаємий полієфір. Володіючи властивостями звичайного поліетилентерефталату, він лише трохи дорожче у виробництві в порівнянні зі своїм хімічним аналогом [21, 22].

Серед інших виробників, що пропонують нестандартні розробки матеріалів для біопакування, виділяються такі компанії, як італійська фірма Novamont Spa і англійська компанія Environmental Polymers Group (EPG). Італійці створили і запустили у виробництво чотири композиції матеріалу марки Mater-Vi, нетоксичного поліацеталу на основі крохмалю. Англійці працюють над створенням особливого типу полівінілового спирту, який здатний до біорозкладання у гарячій і холодній воді. Цей



матеріал передбачається використовувати для виробництва пакувальної плівки методом екструзії з роздуванням. Пропонована компанією EPG технологія включає два моменти: запатентовану технологію екструзії і власні розробки біодеградантів на основі полівінілового спирту (PVON). При цьому представники компанії повідомляють, що властивості виготовленої пакувальної плівки будуть відповідати або навіть перевищувати фізичні характеристики плівки з полівінілхлориду та поліетилену, а за своєю вартістю зможуть конкурувати з іншими біоматеріалами.

Ряд компаній вже зараз пропонують матеріали, в яких можна регулювати параметри біорозкладання. Наприклад, британська компанія Symphony Environment Ltd випустила на ринок біополімер на поліетиленовій основі, в якому ступінь розкладання контролюється особливими добавками. В залежності від кількості та якості з попередньо доданими речовинами повне розкладання пакування може змінюватись в термінах від трьох місяців до п'яти років.

Пакування харчових продуктів в Україні в останні часи розвивається дуже активно, швидко наздоганяючи світовий рівень, при якому вона дуже потрібна і виробництву, і торгівлі, і споживачу. Традиційні матеріали пакування удосконалюються, поєднуються з новими, народжуючи нові багатошарові матеріали пакування – більш сучасні та високоякісні, широко застосовуються нові наукові та технологічні досягнення по покращенню властивостей матеріалів, що дозволяє зменшити товщину та вагу пакування, створюються нові конструкції тари багаторазового використання. Але, на жаль, при цьому відходи харчового пакування вносять все більш вагомий внесок у 600 млн. т відходів, які щорічно накопичуються в Україні [22].

Світове виробництво упаковки складає 1350 млн. т на рік, продовжує стрімко розвиватися і за прогнозами світових професіоналів у найближчі роки структура використання пакувальних матеріалів складатиме: картон та папір 42 – 50 %, полімери 30 – 40 %, метали 10 – 15 %, скло 5 – 10 %. До 2040 року світовий обсяг виготовлення пакування буде збільшуватись



із щорічним приростанням по металу на 1,2 %, картону і паперу на 1,3 %, склу на 1,8 %, полімерам на 4 %, тому зрозумілим є занепокоєння людства, що з усім цим робити після використання продуктів (рис. 1.14).



Рисунок 1.14 - Діаграма витрат матеріалів

В Україні ця проблема є гострою, бо тільки близько половини населення охоплене муніципальним обслуговуванням сміттєзбору, 66 % сміттєвідвалів відносяться до розряду несанкціонованих, а 90 % санкціонованих працюють в режимі перенавантаження. З 2267 сміттєзбірних полігонів тільки 290 відповідає санітарній нормі. Щорічно в житлофонді міст та селищ міського типу накопичується близько 11 млн. т твердих побутових відходів, з яких понад 50 % приходить на таропакувальні матеріали.

Окремо треба сказати про вторинне використання відходів і ширше використання багаторазових пакувань. Лідером вторинного використання пакування у світі є Німеччина, де загальний рециклінг перевершує 70 %, у тому числі: папір і картон 90 %; скло 82 %; полімери 60 %; біла жерсть 64 %; комбіновані матеріали 51 % (рис. 1.15).

Перспективним напрямком утилізації є переробка відходів полімерів у штучне рідке дизельне паливо, газ і бензин. Відповідні технології вже розроблені, причому в Німеччині та Японії ціни на таке паливо виходять нижчими, ніж на паливо з нафти. Миколаївські науковці разом з НВП «Екотехнологія» вже розробили високорентабельний енерготехнологічний

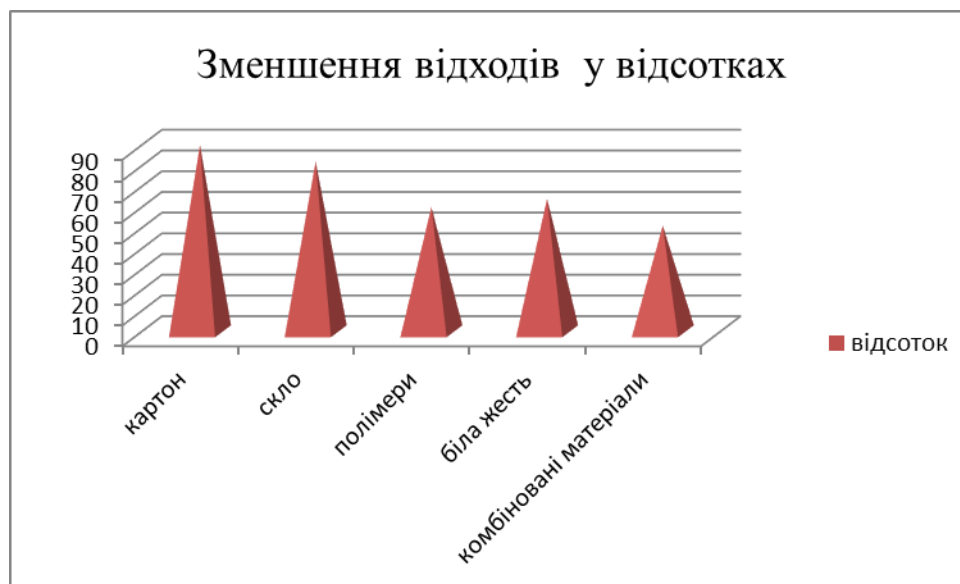


Рисунок 1.15 - Зменшення відходів у відсотках шляхом рециклінгу

комплекс, де відходи полімерів переробляються на рідке паливо, на якому працює газотурбінна електростанція. В умовах екологічної безпеки водночас вирішується проблема утилізації відходів і отримання енергії.

Найбільш вдалий варіант адміністрування в галузі управління природокористуванням був досягнутий в США, де утворена раціо-нальна фіскально-адміністративна система обмежень для підприємств та суб'єктів – забруднювачів навколишнього середовища. До адмініструючих функцій управління природокористуванням відносяться, зокрема, встановлення граничних і поточних нормативів на забруднення, угодою між державною владою, яка представляє інтереси усіх мешкаючих на території, з одного боку, і підприємствами-забруднювачами – з другого [23].

Організаційно-правові методи підходу до управління елементами природокористування засновані на юридичному регулюванні відносин у галузі природокористування і всесторонній проробці державних заходів та умов співіснування тих, хто забруднює навколишнє середовище.

У тих самих Сполучених Штатах Америки існує трьохрівнева система правового управління – федеральне національне Агентство, центральні агентства штатів і місцеві природоохоронні агентства. Перші з них відповідають за політику природоохоронної діяльності, визначають основні концептуальні напрямки. Другі визначають політику обмежень на



забруднення для усіх, хто цьому сприяє, стягують штрафи за перевищення заданих нормативів. Місцеві агентства здійснюють функції інспектування, контролю за діяльністю підприємств, спостерігають за можливими порушеннями у галузі забруднення навколишнього середовища в самих різноманітних виявленнях [24].

Японська економічна система дозволяє реалізувати можливості для підприємств частково звільнитися від непродуктивних витрат на цілі природоохоронної діяльності за рахунок того, що державна система має можливості здійснювати самостійне цільове фінансування цієї діяльності шляхом перерозподілу національного прибутку з пріоритетом на екологічні заходи і, в свою чергу використовуючи фінансово-економічний вплив, примушує займатися такою діяльністю приватні фірми. Зокрема, держава ввела в дію правило погодження розміру прибутку підприємства з викидами в навколишнє середовище.

Таким чином, оптимізація ресурсопотоків відходоутворення будь-якого виробництва є одним з найбільш значущих завдань у галузі управління природокористуванням. У тому числі, в галузі прогнозування динаміки розвитку ресурсної бази промислових регіонів і міст. Враховуючи, що відходи можуть складати суттєву частину ресурсного потенціалу, ця задача стає актуальною.

1.4. Методологічні та еколого-економічні аспекти існування технологічних систем утилізації відходів, зокрема поліграфічних

Будь-яка система, у тому числі технічна, виникає спочатку уявно, шляхом виділення її з навколишнього середовища, завдяки якій вона «живе», функціонує і розвивається (рис. 1.16).

Для можливості формального виділення технологічної системи із навколишнього середовища, установлення її меж, внутрішньої структури та характеру взаємозв'язку з нею, запроваджуються системоутворюючі фактори. При утворенні та організації нової технологічної системи утилізації металовідходів до них відносяться:

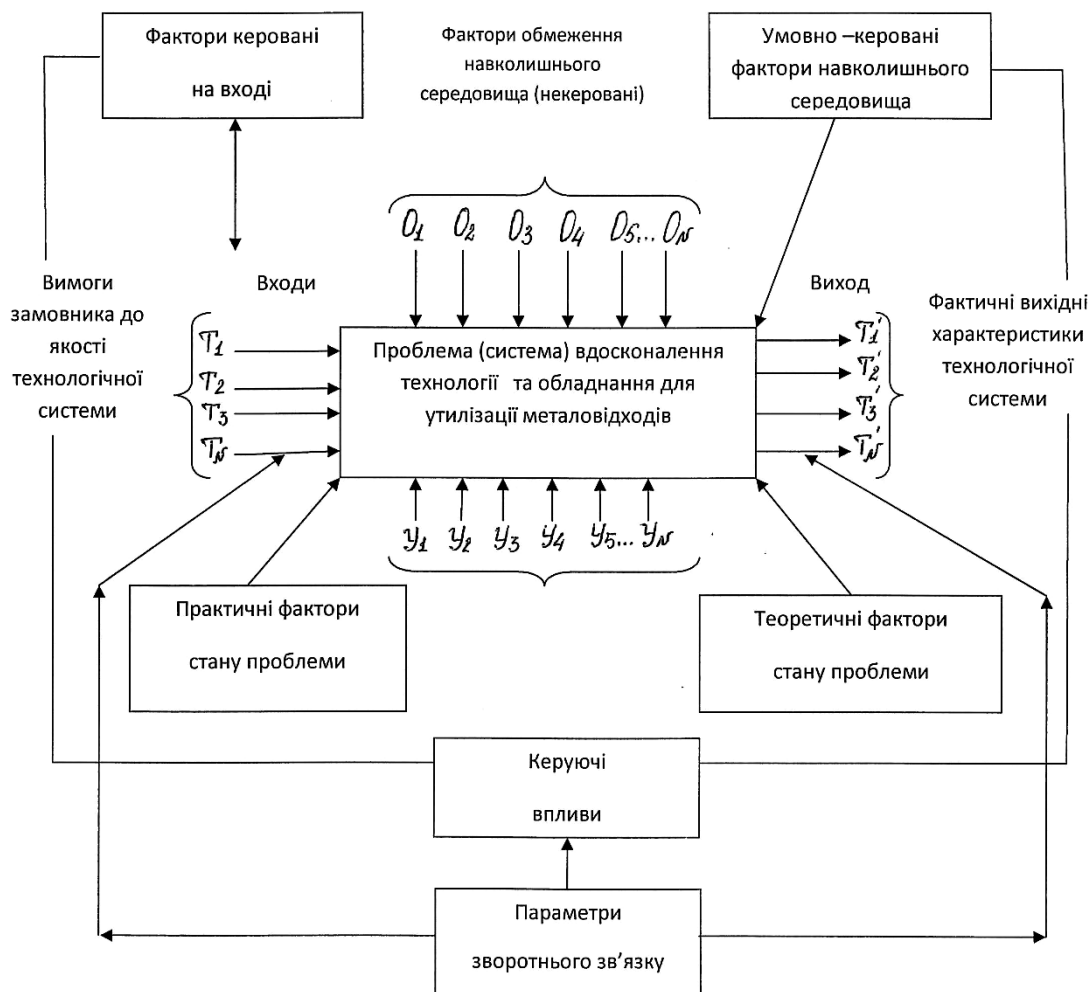


Рисунок 1.16 - Структурна схема моделі, яка утворена технологічною системою для утилізації металовідходів

- глобальна необхідність раціональної утилізації всіх матеріальних відходів;
- збалансованість виробництва металевих виробів та якісної утилізації відходів, які при цьому утворюються;
- підтвердження факту первинності прогресивної технології і вторинності технічних засобів, що їх забезпечують;
- необхідність обліку стадій ПЖЦ утворення металовідходів .

Нині при розробці безвідходних технологій відсутня методологія наступних аспектів: пошуку компромісних рішень виникаючих альтернатив при використанні простих та створенні складних технологічних систем (рис. 1.17), забезпечення функціонально-



технологічного і методологічного спрямування будови і розвитку систем, організації технологічних і інформаційних зв'язків проектувальної системи з навколишнім середовищем. Якщо при розробці останніх не враховувати особливості впливу навколишнього середовища, то, наприклад, екологічна складова таких технологій буде мінімальною. Але умови розвитку новітніх ресурсозберігаючих технологій в Україні потребують нових підходів до розв'язання таких проблем.

Одним із важливіших структуроутворюючих факторів технологічних систем для утилізації металовідходів є структура, статика та динаміка металофонду країни, так як саме через металофонд, як генеральне перехрестя, проходять і перетинаються основні матеріальні, економічні і технологічні потоки [25].

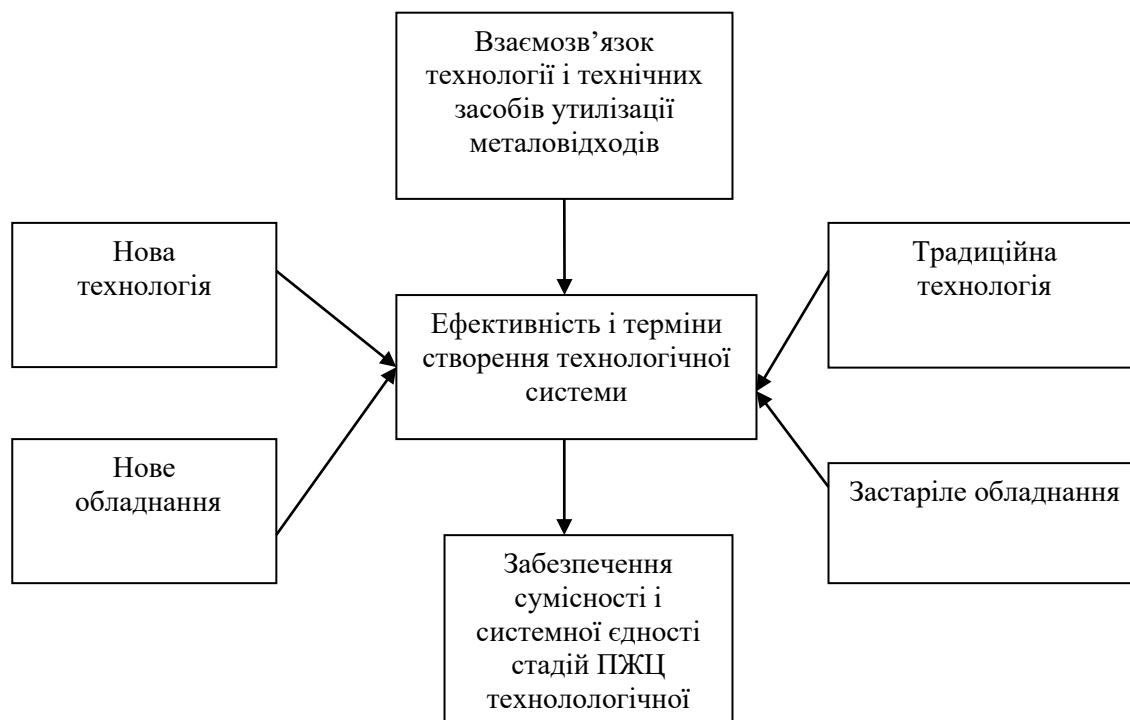


Рисунок 1.17 - Структурна схема компромісного рішення при утворенні технологічної системи по утилізації металовідходів

На рисунку 1.18 надана структурна схема металофонду як замкнутого системного об'єкту, яка показує, що між навколишнім середовищем та самим металофондом існує постійний обмін безперервними потоками. Окрім того, на структурній схемі виділяються прямі зв'язки між

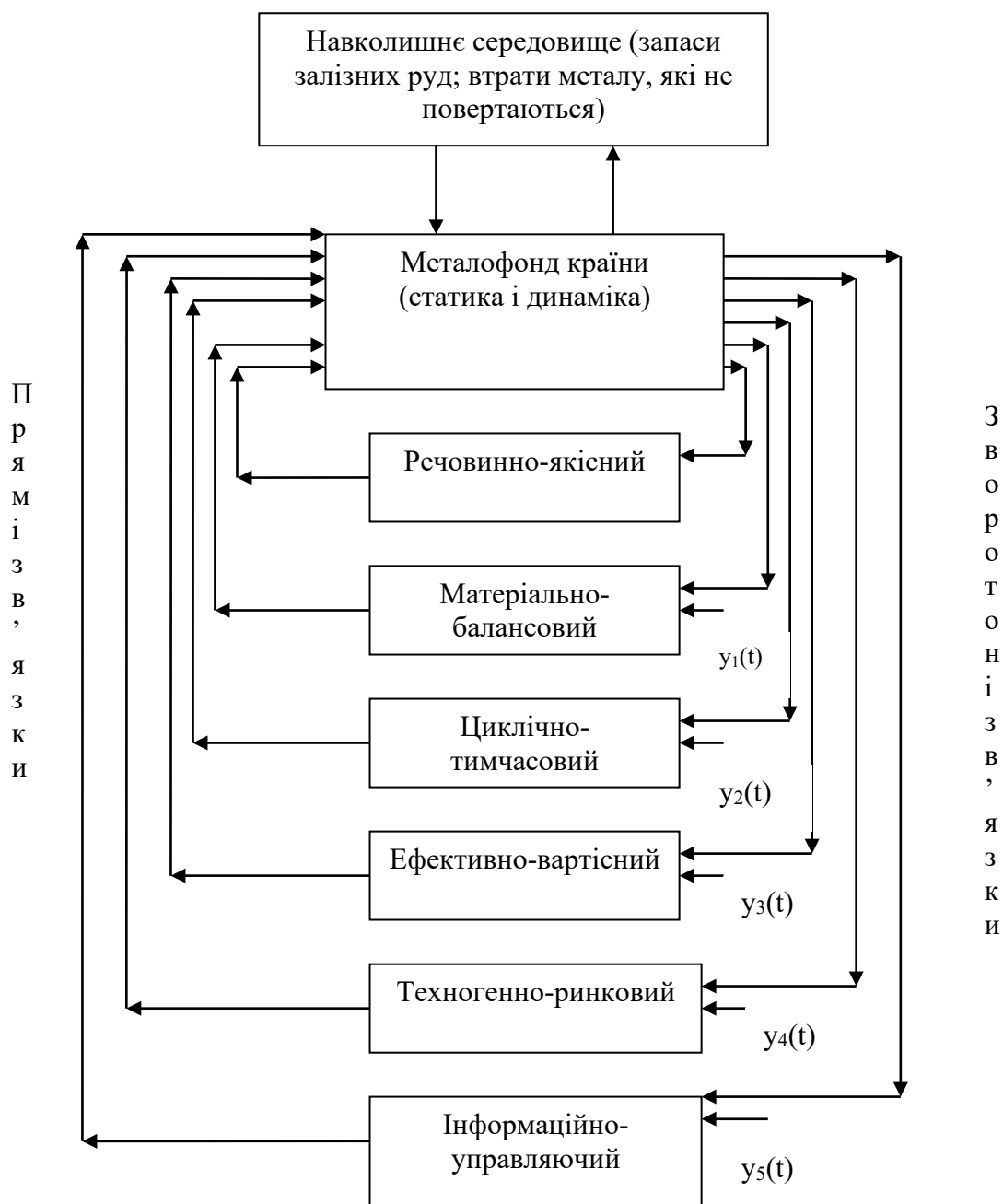


наступними факторами металофонду, які визначають статику і динаміку (речовинно-якісний; матеріально-балансовий; циклічно-тимчасовий; ефективно-вартісний; техногенно-ринковий; інформаційно-керований).

На рисунку 1.19 представлено розподілення витрат та показників ефективності кожного етапу ПЖЦ технологічної системи незалежно від її призначення. Теоретична та методологічна цінність обліку ПЖЦ технологічної системи відкриває великі реальні можливості для удосконалення управління сукупністю етапів, сформованих в єдину організаційну модель.

На основі єдиної системи ПЖЦ відкриваються реальні шляхи удосконалення управління народним господарством, зокрема, у напрямку перерозподілу тривалості етапів циклу. Треба досягнути такого становища, щоб етапи дослідження, проектування, технології, виробництва і ліквідації стали більш короткими за часом за рахунок оптимізації циклу, а експлуатація більш тривалою.

На рис.1.20 представлена структурна схема критеріїв стикування та сумісності окремих стадій ПЖЦ технологічної системи (ТС) для утилізації металовідходів. Висвітлення стадій ПЖЦ як інтегрувального методологічного засобу дозволяє забезпечити стабільність наукової творчості та керування з єдиних позицій знов утвореної організаційної системи. Нова організаційна система (цілісність стадії ПЖЦ) насамперед забезпечує єдиний безперервний процес та можливість на кожному етапі досягти максимальної соціально-економічної ефективності при фіксованих витратах або задану ефективність при мінімальних ресурсоенергетичних вкладаннях. Проте, до сьогоденного часу в теорії і практиці створення, зокрема металургійного обладнання, в кращому випадку оптимізуються лише окремі стадії неповного «життєвого» циклу машин. У той же час, відомо, що поетапна оптимізація технологічної системи в цілому, відсутність системного підходу до аналізу стадій ПЖЦ технологічних машин приводить до великих помилок, особливо при розрахунку їх вартості, а також прогнозуванні термінів фізичного та морального зносу.



Фактори, які впливають на утворення металофонду

Рисунок 1.18 - Структурна схема металофонду як замкнутого системного об'єкту

На сьогодні вже існує ряд реалізованих принципових підходів до переробки загальних відходів [26]. Піроліз дозволяє переробляти органічні відходи в горючі гази або рідке паливо, але потребує доволі

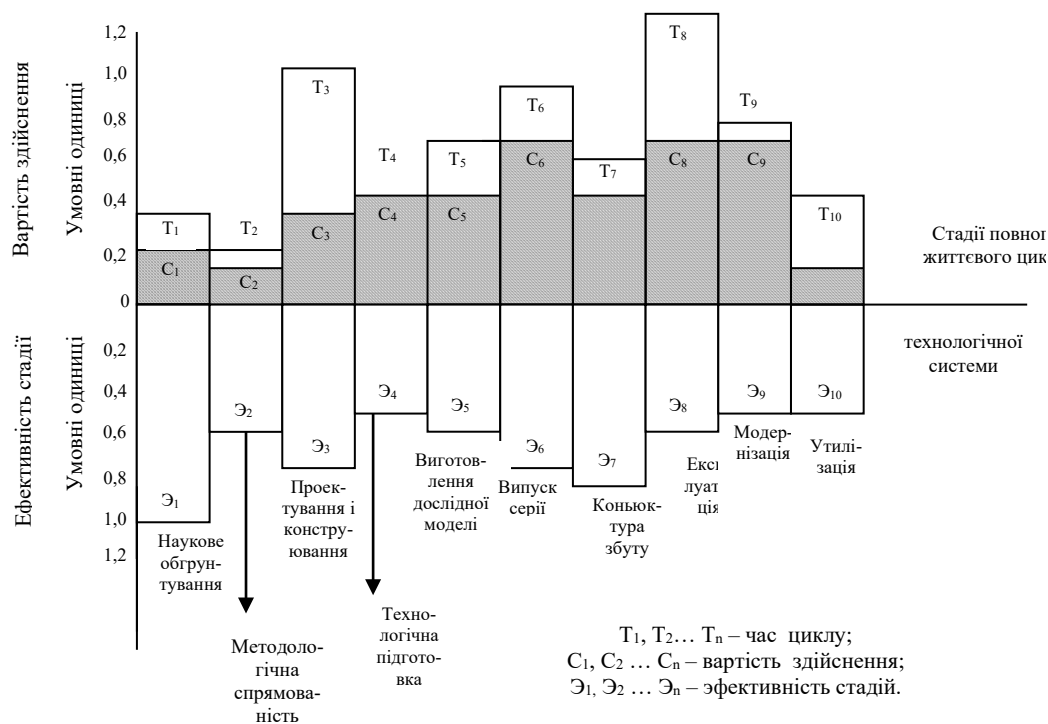
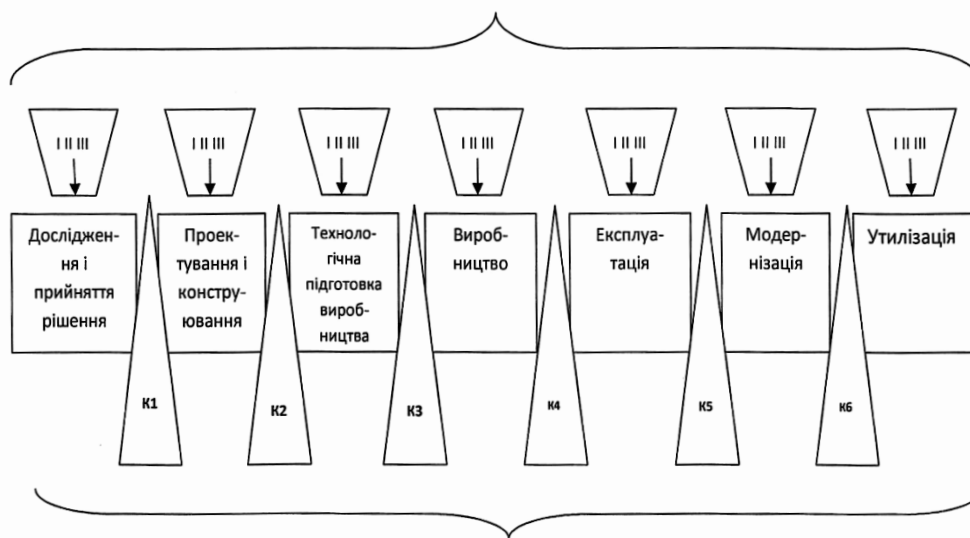


Рисунок 1.19 - Якісна діаграма основних показників стадій ПЖЦ технологічної системи для утилізації металовідходів (в умовних одиницях)

однорідної маси, як пластики або шини. Ферментація головним чином використовується для відходів сільського господарства, але може бути використана для муніципальних відходів при виробництві біогазу. Анаеробна переробка руйнує органіку до метану і твердого залишку. Поглиблена переробка може застосовуватись для полімерів, але вартість її занадто висока, вона потребує сортування, транспортування на місці переробки, очищення тощо. Відходи полімерів можна також використовувати як джерело енергії для виробництва металу, наприклад, у Німеччині використовується більш 100 000 т пластиків наступним способом. Шини та розчинники використовують для заміщення палива у виробництві цементу та вапна, спалювання у плазмі може зменшувати об'єм муніципальних відходів до 90 %, але потребує додаткову обробку вихідних газів і до 30 % додаткових капіталовкладень. Біомеханічна переробка дає можливість відділити скло, метали, пластики та залишок піддати компостуванню, що практикується в Австрії і Німеччині.



Етапи використання закону прогресивного розвитку техніки при створенні технологічних систем



Критерії стикування і сумісності окремих стадій повного життєвого циклу технологічної системи

Рисунок 1.20 - Структурна схема управління якістю при утворенні стадій ПЖЦ технологічної системи як єдиного цілого

В Англії щорічно біля 10 млн. т відходів, або 9 % всіх відходів, складають пакування, половина яких надходить від домашнього господарства. Найвищий відсоток переробки пакувальних матеріалів в Німеччині, а в середньому для країн Європи він не перевищує 20 – 30%. У відходах пакувальних матеріалів основне місце займає скло та пластики. Понад 375 000 т алюмінію щорічно перероблюються із відходів пакування. Однак, із пластикових пакувань перероблюється біля 15 %, що стримується відсутністю роздільного збору.

У відповідності з директивними документами Європейського союзу, розрізняють матеріальний та сировинний рециклінг. Перший – це рециклінг відходів, при якому здійснюється механічне виділення чистих матеріалів без їх хімічного змінювання, які надходять для виробництва нових продуктів [27].

Прикладом такого матеріального рециклінгу є механічне подрібнення стружкових відходів, коли метал порошку відповідає певному металу або сплаву, із якого була отримана стружка.



Під сировинним розуміють рециклінг відходів, при якому здійснюється хімічне руйнування матеріалів та виробництво нових. Рециклінг матеріалів можна здійснювати різними методами, а саме: екструзією, інтрузією, методом шприц-литва, пресуванням. Продукція із вторинних матеріалів знаходить використання у багатьох галузях: шумозахисних стінок, дренажних труб, плівок, віконних рам, елементів обшивки тощо.

Для великої кількості багат шарових і забруднених полімерів рециклінг можливий тільки після попередньої тонкої очистки (облагоджування). Передумовою ресурсно-екологічного оновлення інфраструктури виробництва в ринкових умовах є активна діяльність спеціалізованої інноваційної інфраструктури. Зокрема, на шляху гармонічного посилення ресурсно-екологічного орієнтування податкового законодавства можливі наступні новації [28]:

1. На рівні місцевого самоврядування дозволити і рекомендувати запроваджувати 5 – 10-річний мораторій (екологічні податкові канікули) на всі види оподаткування виробництв і підприємств, задіяних у переробці відходів, які раніше не піддавались утилізації;

2. На загальнодержавному рівні відновити та ввести екологічний збір;

3. Задаток, тобто державний збір з вартості товару, що запакований в біохімічний інертний матеріал (скло, картон тощо), з відшкодуванням сум податку у випадку утилізації або повторного використання пакування фірмою-виробником;

4. Впровадити екологічний акциз, поступово, починаючи з 5 % стартової ставки і з один відсотковим щорічним нарощуванням суми акцизу на екологічно небезпечні вироби, по відношенню до яких відома технічна альтернатива (наприклад, кадмієві батарейки, бензин з свинцевими домішками), і до рівня 25 % акцизу на товари із біохімічних інертних матеріалів одноразового використання (пакети із полімерних плівок, полімерні стрічки, пляшки тощо), пропонуючи виробникам цих матеріалів замінити технологію виробництва такою, яка дозволяє



створювати їх біоконверсію (біотехнологічну переробку).

Наприклад:

- можлива заміна алюмінієвої фольги плівкою із поліацетилену надвисокого тиску, яка здатна гнити;
- додавання некондиційної муки або відходів паперового, бавовнопаперового виробництва в полімерну масу при виготовленні плівки, що прискорює гниття та дозволяє використовувати такі модифікати у вермікультурі (для годування відходами, сміттям селекційних дощових черв'яків, які вироблюють цінне добриво - біогумус);
- перспективними є також полімери - нешкідливі продукти біотехнологічного виробництва, використання бактерій – утилізаторів продуктів генної інженерії тощо.

З екологічної та економічної точки зору найбільш кращим способом утилізації вторинної полімерної сировини представляє повторна переробка в новий вид матеріалу та виробів. Мийка, сушіння та інші операції відповідають повторній обробці, пакуванню і застосуванню, а також санітарні органи повинні розрішити або заборонити повторне використання продукту. Такий шлях, мабуть, витримає тільки пляшкова тара ПЕТФ.

Піроліз ПВХ з добавкою відходів ПЕ, ПП та ПС при $T = 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ та тиску до 30 атм. у присутності каталізатора Фріделя-Крафта і при обробці суміші воднем, дозволяє нам отримати дуже багато цінних хімічних продуктів наприклад, таких як бензол, толуол, пропан, кумол, хлористий водень, метан. Хоча і піроліз має ряд недоліків, він все ж таки має ряд переваг над процесами традиційного спалювання.

Піроліз неєдиний спосіб трансформації вторинної сировини. В світі існує інший спосіб – термоліз. Суть термолізу полягає у використанні більш низьких температур, які в деяких випадках дають можливість одержувати мономери, такі як ПЕТФ, ПС. Мономери, які були одержані, використовуються в подальшому, як сировина при проведенні процесів полімеризації та поліконденсації. Наприклад, в США із використаних



ПЕТФ-пляшок отримують дефіцитні мономери, які використовують для синтезу ПЕТФ необхідних молекулярних мас, при цьому знов виготовляючи пляшки.

Зріст пакувальних відходів і надмірні витрати на їх утилізацію примусили вчених замислитись над можливістю створення матеріалів, які б мали такі ж самі бар'єрні властивості як полімерне пакування, але при цьому мали можливість легко розкладатися під впливом сонячного світла, кисню, мікроорганізмів, води та інше. Основні зусилля наукового пошуку зосереджені у двох напрямках. Перше - це створення високомолекулярних сполук з натуральної сировини на зразок крохмалю, целюлози та інших речовин, які можуть бути задіяні у якості живильного середовища для мікроорганізмів. Друге - надання традиційним синтетичним полімерам (поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду, полістиролу) властивостей прискореного біорозкладу. Одним із самих перспективних біоматеріалів, які розкладаються, є продукт конденсації молочної кислоти - поліактид (ПЛА). Його можна отримати як синтетичним способом, так і шляхом бродіння суслу кукурудзи, картоплі, зернових культур, сахарного тростнику та іншої сировини натурального походження. Вироби із ПЛА характеризуються високою жорсткістю, прозорістю і блиском, а також кращою здатністю зберігати форму після стиснення або кручення порівняно з поліетиленом.

Звернемо увагу на наступний парадокс, закладений при роботі з тарно-пакувальними матеріалами.

Ці матеріали сприяють збільшенню споживчої вартості основної продукції, але тільки у якості запланованого у недалекому майбутньому додаткового відходу, над відходами основного виробництва.

В першу чергу, звертають на себе увагу полімерні матеріали (пакети, тара усіх видів, обгорткові та обв'язочні матеріали, фіксуючі, упорні та опорні елементи, необхідні при транспортуванні, формоутворюючі і захисно-запобіжні матеріали тощо). Як правило, ці полімерні матеріали у великих кількостях і з невеликим періодом життєвого циклу у відходах, мають дуже великий період природного розкладу, а отже, постійно



накопичуються і зберігаються іноді десятиріччями без будь-якої переробки. Сьогодні вони складають біля 20 % всіх відходів людської діяльності, але у складі побутових відходів - до 40 %. Світове споживання полімерних матеріалів сьогодні складає 150 млн. т на рік, причому на особу населення у країнах Європи припадає 70 – 80 кг/рік, у Східній Європі – 50 кг/рік, а в Україні - 10 – 15 кг/рік. Майже 50 % з цієї кількості випадає на тарно-пакувальні матеріали, отже, в кінцевому рахунку, скеровуються у відходи, яких накопичується за рік не менше 70 млн. тон, але це – особливі відходи. Вони вічні, так як не розкладаються сотні тисяч років. Це відноситься насамперед до поліетилену, поліпропілену і полістиролу, на долю яких припадає сьогодні 70 % європейського ринку тарно-пакувальних матеріалів, з яких кожні 9 із 10 тон використовуються на харчові пакування [29].

Таким чином, захоронення та спалювання не вирішують проблеми полімерних відходів, а лише переводять її у нове, небезпечне і важкопередбачуване русло. Тому Директивою 94/62 ЄЕС було законодавчо закріплена необхідність переходу від простого знищення відходів до вторинної переробки (рециклінгу). У відповідності з указаним документом в країнах ЄЕС, США, Японії і ряді інших держав, розроблені національні державні програми та організовані спеціальні служби для налагоджування систем збору, транспортування і повторної переробки використаного полімерного пакування. Пріоритет рециклінгу перед іншими методами переробки твердих побутових відходів (ТПВ) у цих країнах закріплено законодавчими актами. При цьому, вторинні пластмаси не тільки перероблюються разом із первинною сировиною, але і можуть розглядуватися як реакційноздатні високомолекулярні сполучення, із яких шляхом модифікації можна одержувати полімерні композиційні матеріали з новими унікальними властивостями. Перспективно виготовлення сендвіч-матеріалів із ряду «вторинних» полімерів методом соекструзії, коли шар «вторинного» полімеру знаходиться між двома шарами «свіжого» полімеру. Цей спосіб використання відходів є універсальним: так як середнім шаром може бути ПЕТФ, ПП та інші, а зовнішнім



практично будь-які полімери, перероблювані соекструзією [30]. Проте рециклінг має свої економічні і технічні межі.

Існує так званий поріг корисності (break-even point) – точка, де прибуток від отриманої сировини дорівнює різниці витрат на рециклінг та знищення відходів. При перевищенні цього рівня рециклінг економічно недоцільний і його технічні межі обумовлені різними причинами. Однією із проблем є зниження молекулярної маси полімерів і, відповідно, погіршення їх експлуатаційних властивостей. При послідовній переробці більшість полімерних матеріалів через 3-5 циклів різко понижують свої первинні механічні властивості.

Розробка «ідеальних» ресурсозберігаючих технологій передбачає не тільки економію витратних матеріалів та енергетичних ресурсів, які є для неї супутніми, але і утилізацію відходів, які утворюються.



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 склав 31,92 бал. (оцінка «задовільно»).



Таблиця 1 – Результати МН№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.) | МН№1 (45 бал.) | ПІБ | МПК№1 (20 бал.) | МК№1 (25 бал.) | МН№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 | | | | |
| Середнє значення | 14,38 | 17,54 | 31,92 | Середнє значення | 16,90 | 21,73 | 38,63 |

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).

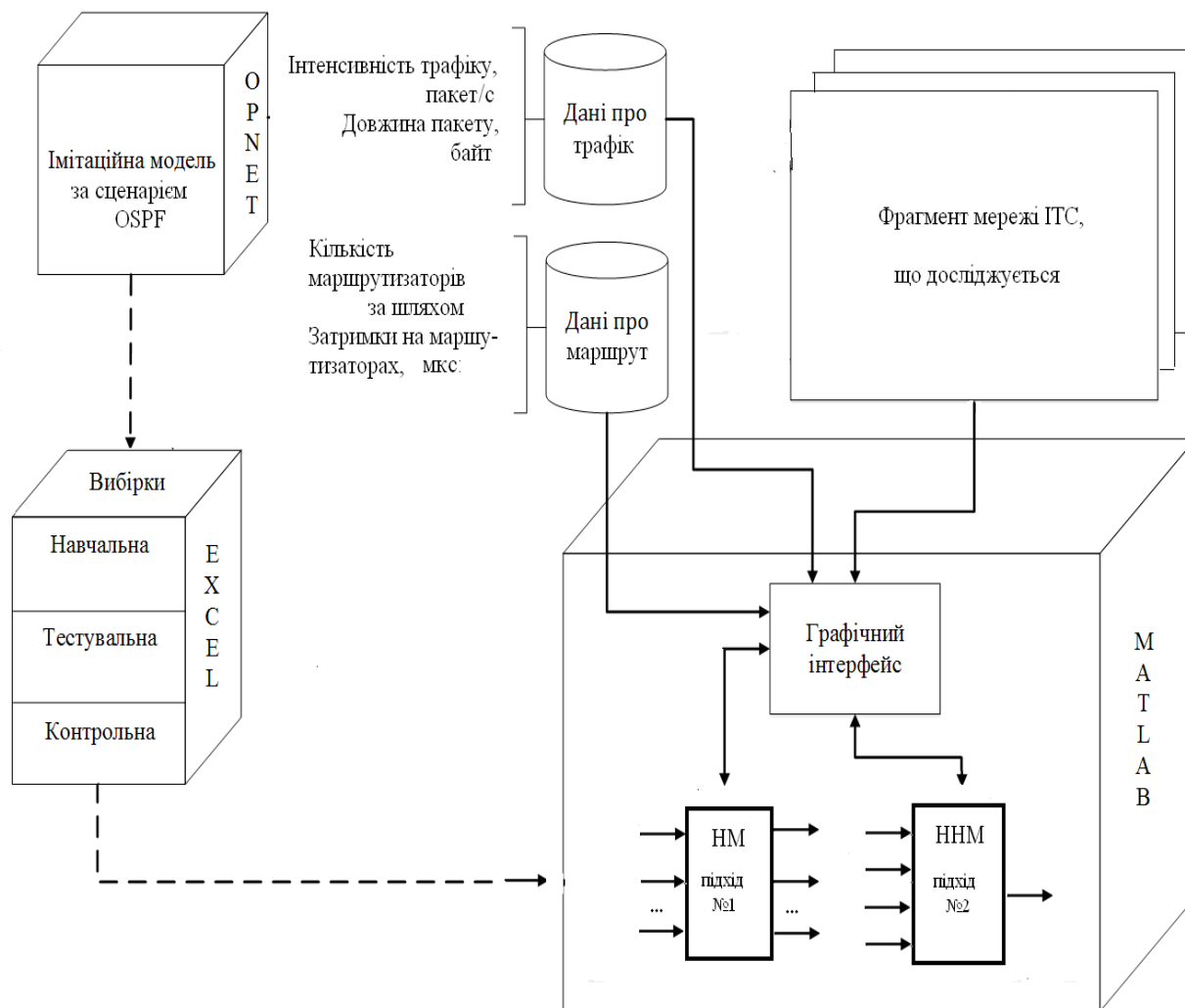


Рисунок 1 – Загальна структура системи маршрутизації в мережі ІТС [19]

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 нейронечіткої 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.

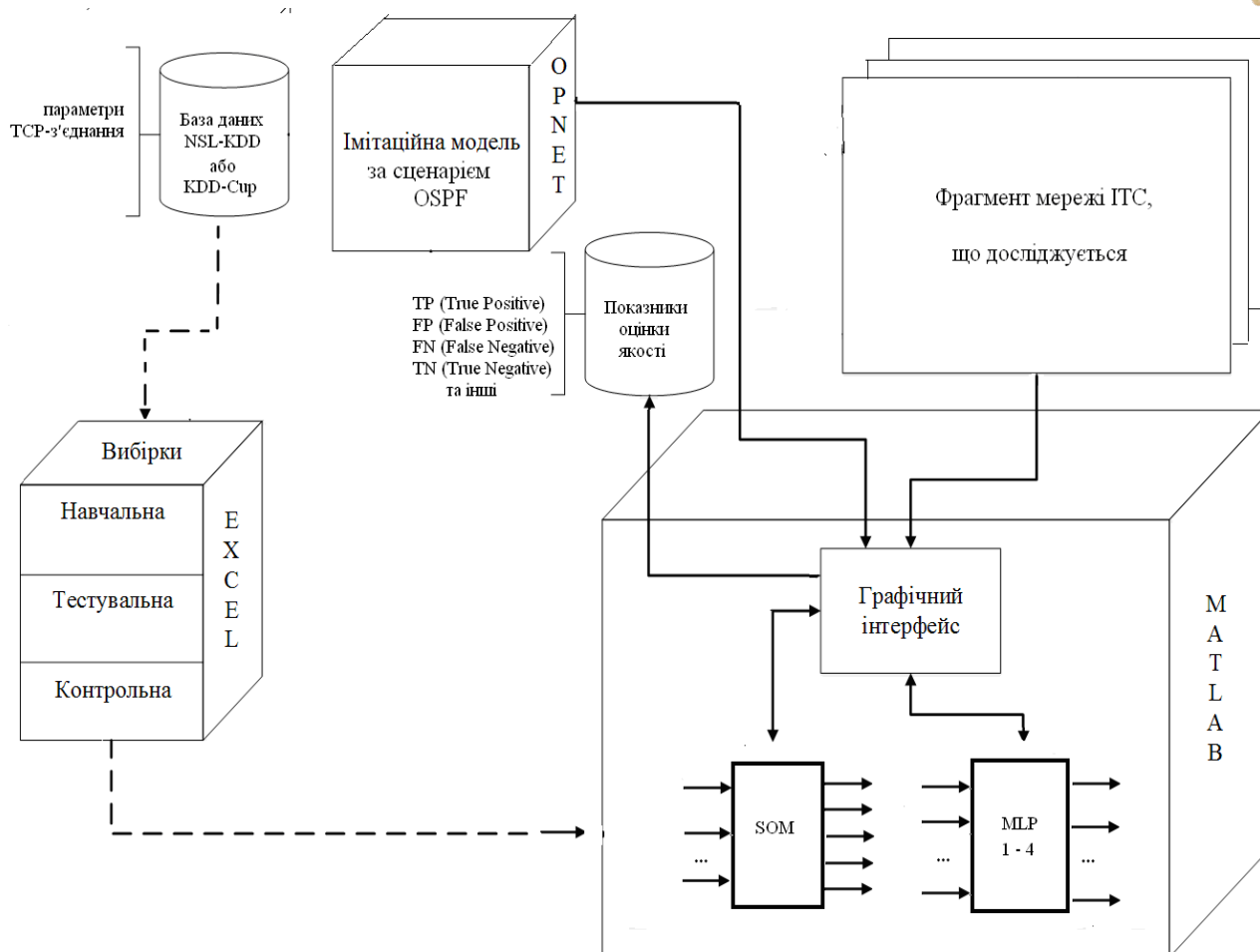


Рисунок 2 – Загальна схема визначення атак на комп'ютерну мережу ІТС
 Авторська розробка

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 вайжливих 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.

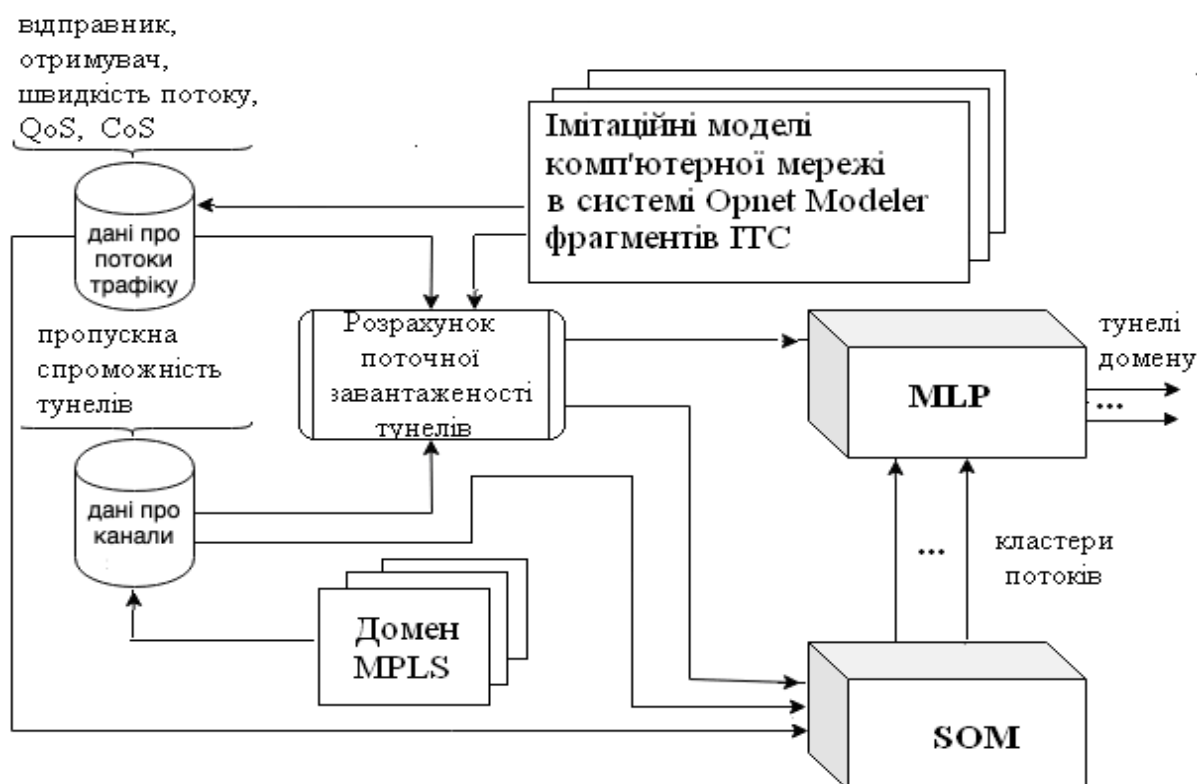


Рисунок 3 – Загальна структура системи маршрутизації в MPLS

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].

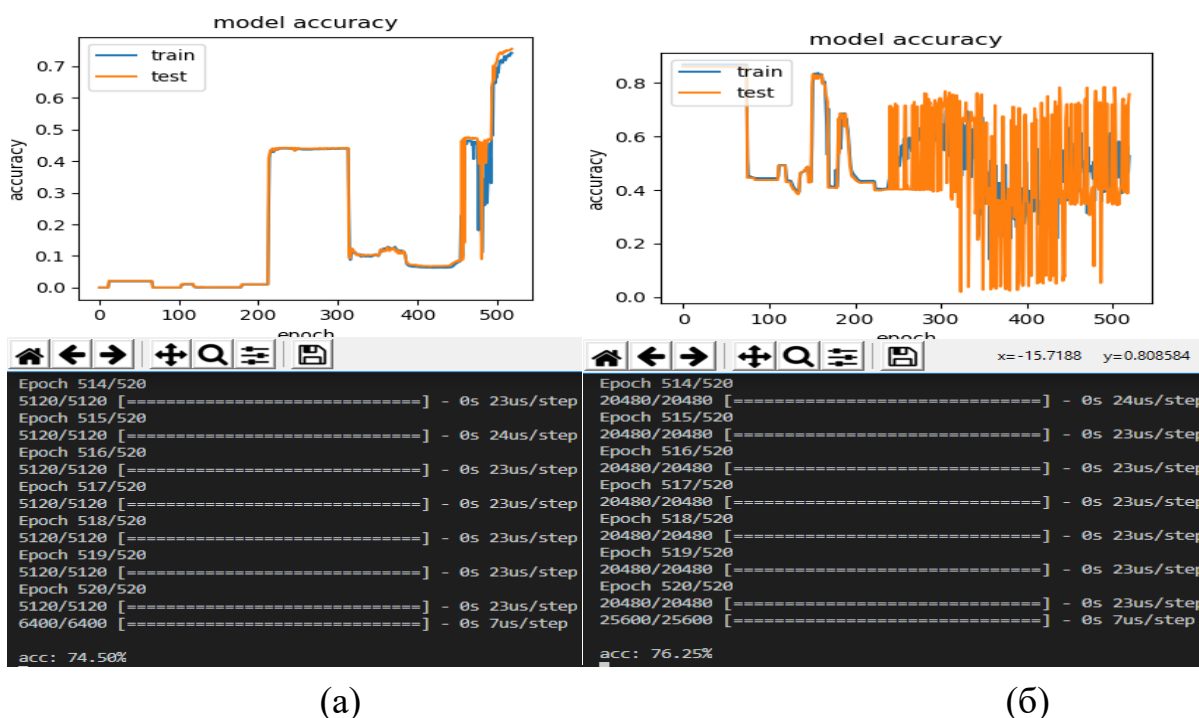


Рисунок 4 – Дослідження впливу довжини вибірки на точність прогнозу НМ: (а) – 6400 прикладів; (б) – 25600 прикладів

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).

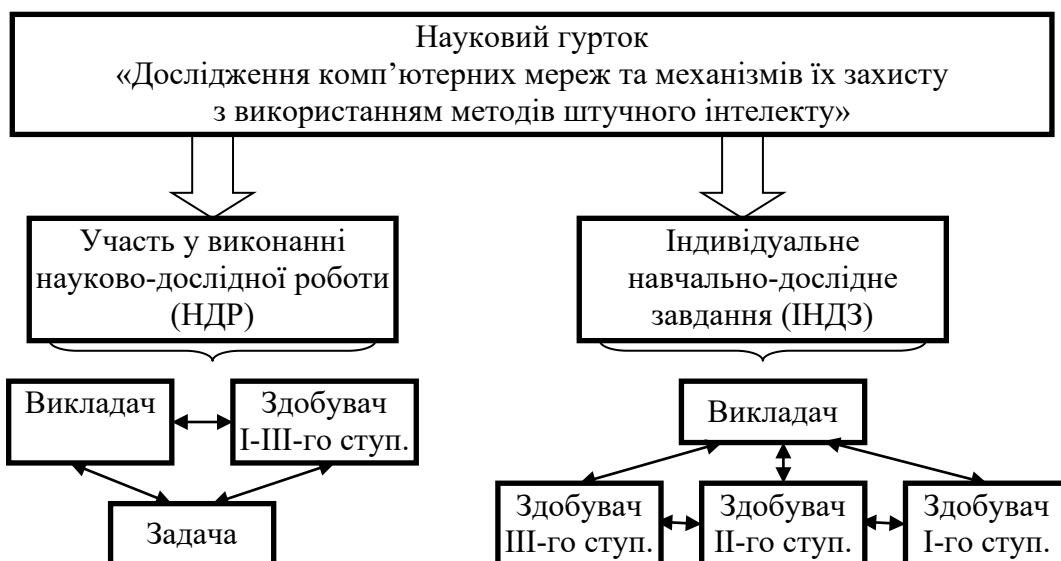


Рисунок 5 – Основні напрямки діяльності НГ



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.

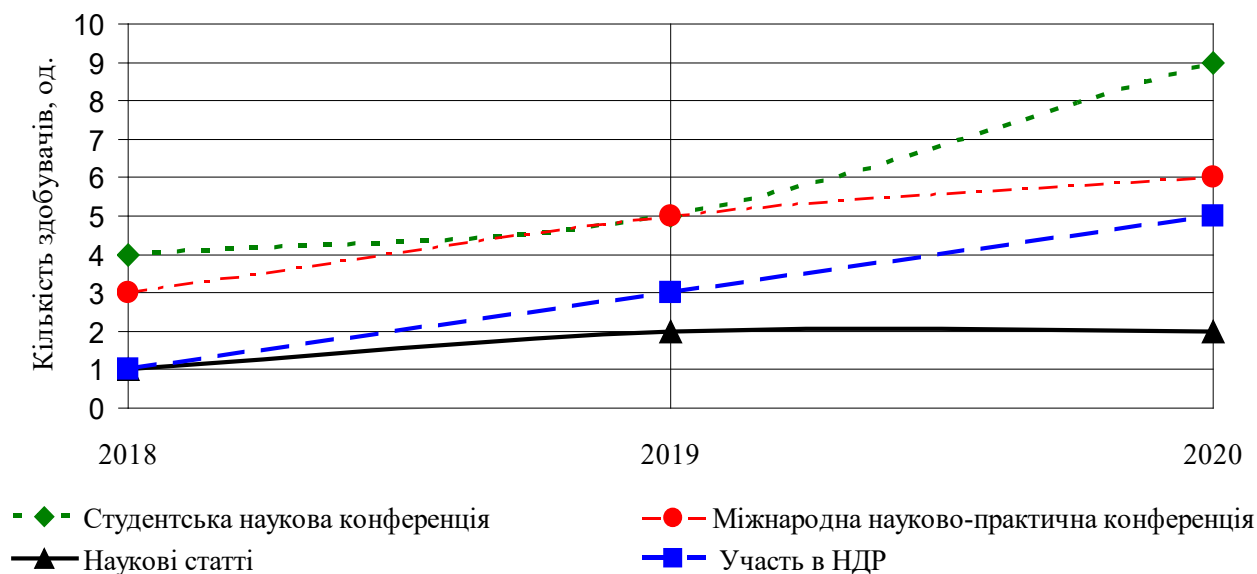


Рисунок 6 – Результати роботи НГ за останні роки

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.

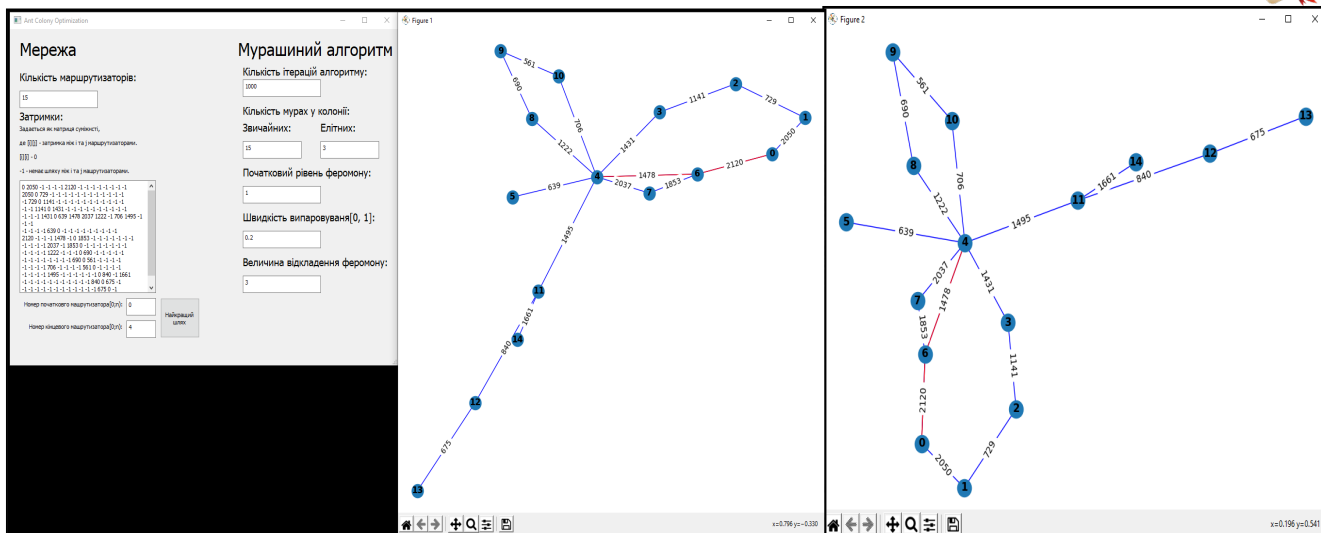


Рисунок 7 – Визначення на програмній моделі «Two-ACO» оптимального маршруту за різними критеріями [20]

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.

**KAPITEL 3 / CHAPTER 3****BIOMECHANICAL ANALYSIS OF ORTHOPEDIC EQUIPMENT AFTER RESECTION OF THE UPPER JAW****БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ ОРТОПЕДИЧНОЇ АПАРАТУРИ ПІСЛЯ РЕЗЕКЦІЇ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ****DOI: 10.30890/2709-2313.2021-05-02-014****Вступ.**

Одним із важких захворювань із тяжкими наслідками є захворювання кісток верхньої або нижньої щелепи в наслідок злоякісних новоутворень, при яких необхідно проводити резекцію частини або всієї щелепи [1, 2, 11]. Ця операція нерозривно пов'язана із тяжкими наслідками як фізіологічного, так і психологічного характеру [5, 12]. Лікування таких захворювань після проведення оперативних утручань мають дуже важливе значення для хворих, які стикнулися з таким діагнозом, і активне повноцінне життя яких залежить від успіху та технологій проведення таких складних операцій і наступної ортопедичної реабілітації [1, 6, 13]. Тому наукове обґрунтування таких операцій, технологій їх реалізації, раціонального протезування мають важливе значення. Методики виконання таких операцій, виготовлення ортопедичної апаратури повинні бути теоретично та практично фундаментально обґрунтовані, сплановані та всебічно теоретично та науково проаналізовані.

Біомеханіка в сучасному вигляді - це порівняно нова наука, що знаходиться на стику останніх досягнень біології, медицини, фізики та механіки, без використання апарату якої сьогодні неможливі подальші досягнення та прориви в галузі великої кількості наук: це і системи управління, гнучкого регулювання складних технологічних та механічних процесів [3]. В наш час досягнення біомеханіки особливо стали необхідними та широко використовуються в травматології, стоматології, інших суміжних науках в галузі біології, медицини [4]. Це пов'язано із досконалими рішеннями багатьох задач, які природа досконало вирішила та перевірила практично ще багато часу тому назад. Біомеханіка характеризується застосуванням та використанням основних законів та принципів механіки до живих організмів [7]. Сучасна біомеханіка базується на комплексному використанні комплексу біологічних і медичних дисциплін (залежно від спеціалізації) та результатів й



можливостей інженерно-технічних дисциплін: теоретичної механіки, опору матеріалів, загальної та спеціальної будівельної механіки, теорії пружності, пластичності, деталей машин, матеріалознавства, математичного моделювання (метод скінченних елементів, аналітичні методи) і т. ін., з використанням комп'ютерної томографії не тільки для діагностики, а й для 3D моделювання з подальшим скінчено-елементним аналізом [3, 4]. В ортопедичній стоматології, при моделюванні та лікуванні різноманітних захворювань та вад зубного ряду, щелепи, протезуванні тощо неможливо в наш час обійтись без використання біомеханіки, її методів та досліджень [4].

3.1. Біомеханічний аналіз ортопедичної апаратури після резекції верхньої щелепи (у загальному вигляді)

Деякі захворювання різного виду тяжкості лікуються на сьогодні виключно шляхом проведення операції резекції частини кісток верхньої або нижньої щелепи [8]. Повернення хворого до нормального способу життя, до нормального зовнішнього вигляду обличчя пов'язано із правильно та вдало обраним шляхом лікування, що, в першу чергу, залежить від вибору технології лікування, а також – від конструкції та властивостей протезу, який буде застосовано при цьому [6, 9, 10]. Зрозуміло, що сама конструкція протезу, її обґрунтування мають вирішальне значення, що забезпечить успіх майбутнього процесу лікування та його результати. Нижче розглянуто етапи біомеханічного аналізу та обґрунтування конструкції протезу верхньої щелепи після її часткової резекції. Протез в даному випадку має дугоподібну форму. Яка повинна відповідати формі та розмірам піднебіння.

Розглянемо розрахункову схему резекційної апаратури (РА), яка фіксується до зубного ряду верхньої щелепи (ВЩ) з обох боків. Розрахункова схема такого конструктивного рішення наведена на рис. 1.

Опорні реакції визначаються з рівняння рівноваги (рівняння статyki): [203].

$$\sum Y = 0 \quad (1)$$

$$\text{або} \quad ql - R_A - R_B = 0. \quad (2)$$

$$\text{Внаслідок симетрії} \quad R_A = R_B = \frac{ql}{2}.$$

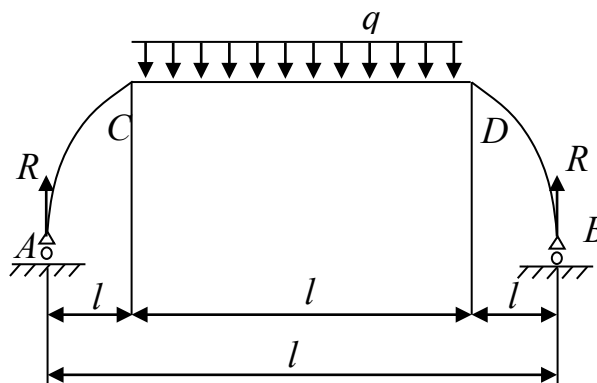


Рисунок 1 - Розрахункова схема резекційної апаратури, яка розміщена на двох опорах.

У лікувальній практиці використовуються, в основному, три типорозміри таких конструкцій, всі геометричні розміри яких наведено (табл.1). Вважаємо при цьому, що ділянки AC та DB можна апроксимувати дугою кола, радіус якого дорівнює l_2 .

Таблиця 1 - Геометричні параметри різних ймовірних модифікацій резекційної апаратури на верхній щелепі (медіана)

| № з/п | Типорозмір модифікації протезу | Геометричні параметри | | | | |
|-------|--------------------------------|-----------------------|----------------|----------|------------|----------|
| | | l'_1 (см) | b'_1 (см) | l (см) | l_2 (см) | r (см) |
| 1 | I | $l'_1 = 4$ | $b'_1 = 3$ | 2 | 1 | 1 |
| 2 | II | $l''_1 = 4,5$ | $b''_1 = 4$ | 2 | 1,25 | 1,25 |
| 3 | III | $l'''_1 = 4,5$ | $b'''_1 = 4,5$ | 2 | 1,25 | 1,25 |

Тоді для I-го типорозміру $l'_1 = 4 - 2 = 2$ см.

Вважаючи, що максимальне навантаження, діюче на щелепу, навіть у здорової людини буде дорівнювати в середньому $P_{max} = 100 \text{ Н} = 10 \text{ кг}$ [267], отримаємо, що інтенсивність розподілення навантаження

$$q = \frac{P}{l} = \frac{10}{2} = 5 \text{ кг/м.} \tag{3}$$

Це означає, що $R'_A = R'_B = \frac{5 \cdot 2}{2} = 5 \text{ кг.}$ (4)



Зрозуміло, що у хворої людини сила скорочення м'язів, що стискають щелепи буде суттєво меншою, ніж у здорової.

Проте, проводимо розрахунки по максимальним навантаженням, оскільки можуть мати місце випадкові імпульсивні скорочення м'язів, які можуть при цьому викликати значно більші, ніж розрахункові середні навантаження. Якщо міцність конструкції буде забезпечуватися при різних максимальних значеннях навантажень, то вона тим більше буде забезпечуватися при дійсних, значно менших величинах.

У таблиці 1 використовуються наступні умовні позначення (рис.2):

l – прольоти склепіння; b_i – ширина перерізу армуючої пластини склепіння; $l_2 = r$ – радіус частини склепіння (правої або лівої); l_1 – загальна відстань між опорами.

Наведені у таблиці 1 значення геометричних розмірів в подальшому використовують для визначення розрахункових величин максимуму, мінімуму напружень та відповідних зусиль в матеріалі елементів конструкції протеза.

Для оцінки міцності параметрів приймаємо екстремальне значення величини зовнішнього навантаження, при якому $R_A^+ = R_B^+ = 5$ кг.

А. Схема І-го типорозміру

Розглянута схема має три ділянки: AC , CD , DB .

І ділянка AC : $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$

ІІ ділянка: CD ($1 \leq x \leq 3$ см)

ІІІ ділянка BD : $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$

Для кожної з позначених ділянок записується система рівнянь $N=f(x)$, $Q=f(x)$ та будуються відповідні епюри.

За отриманими розрахунковими значеннями будуємо епюри - повздовжніх сил N , поперечних сил Q та згинаючих моментів M (рис.2).

Екстремальне значення M_{\max} буде за умови, коли на ІІ ділянці $x = 1$ см

$$M = 5 \cdot 2 - \frac{5 \cdot 1}{2} = 10 - 2,5 = 7,5 \text{ кг} \cdot \text{см},$$

$$Q = \frac{dM}{dx} = 0 \text{ (умова існування екстремуму функції)} \quad (5)$$

Аналогічно наводимо розрахунки для тієї ж розрахункової схеми у разі розмірів з типорозмірами за варіантом ІІ.

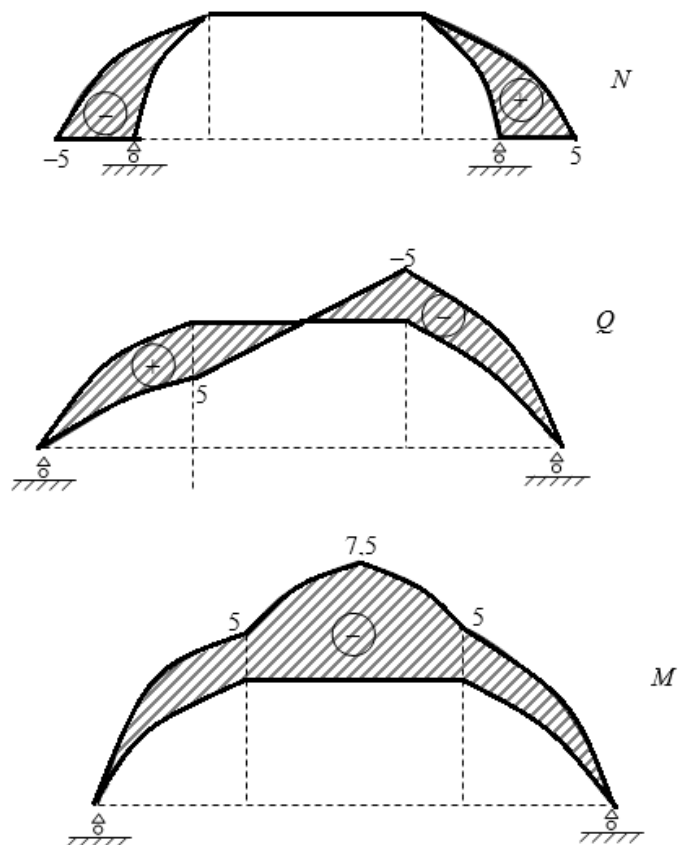


Рисунок 2 - Епюри внутрішніх силових факторів для І-го типорозміру апаратури

В. Схема II-го типорозміру

I ділянка AC : $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$

II ділянка: CD ($1,25 \leq x \leq 3,25$ см)

III ділянка BD ($0 \leq \alpha \leq 90^\circ$)

За отриманими значеннями будуюмо відповідні епюри (рис.3).

Аналогічно розраховуємо відповідні значення та будуюмо епюри для типорозмірів варіанту III.

С. Схема III-го типорозміру

I ділянка AC ($0 \leq \alpha \leq 90^\circ$)

II ділянка: CD ($1,25 \leq x \leq 3,25$ см)

III ділянка BD ($0 \leq \alpha \leq 90^\circ$)

За отриманими розрахунковими даними будуюмо епюри (рис.4).

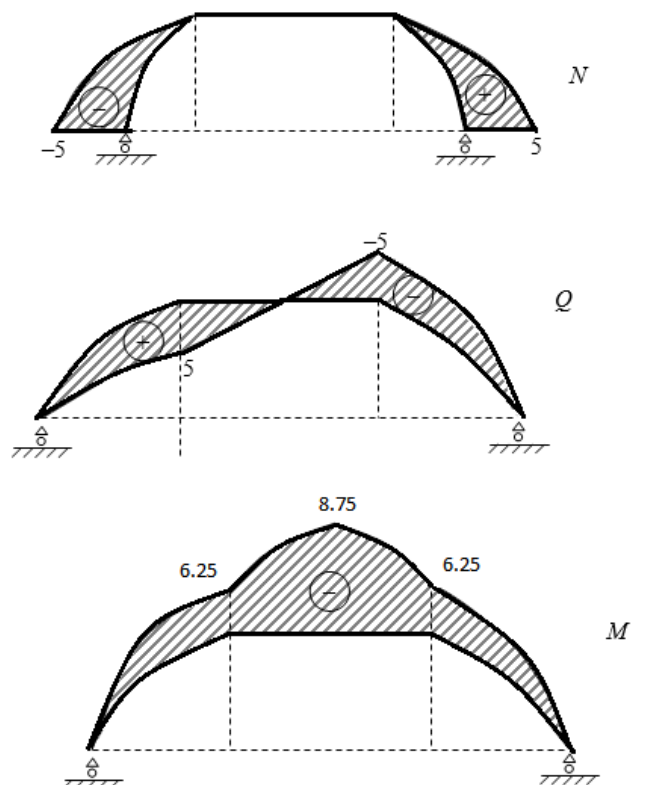


Рисунок 3 - Епюри внутрішніх силових факторів для II-го типорозміру апаратури

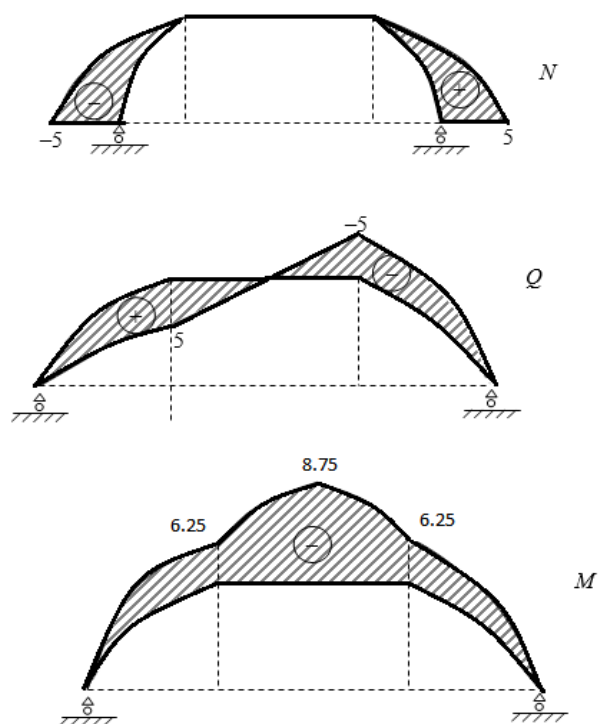


Рисунок 4 - Епюри внутрішніх силових факторів для III-го типорозміру конструкції резекційної апаратури



Для зручності подальших розрахунків і аналізу зводимо отримані результати у таблицю 2.

Таблиця 2 - Значення максимальних моментів у небезпечному перерізі

| № з/п Схеми | M_{\max} (кг · см) | b (см) | H_1 (см) | h_2 (см) | W_1 (см ³) | W_2 (см ³) |
|----------------|----------------------|----------|------------|------------|--------------------------|--------------------------|
| I | 7,5 | 3 | 0,1 | 0,05 | 0,005 | 0,00125 |
| II | 8,75 | 4 | 0,1 | 0,05 | 0,0067 | 0,00167 |
| III | 8,75 | 4,5 | 0,1 | 0,05 | 0,0075 | 0,00188 |

У таблиці 2 h_1 та h_2 – товщини армуючої пластини протезу, W_1 та W_2 – осьові моменти опору перерізу пластини при згині, які визначаються за виразом

$$W_i = \frac{b_i h_i^3}{6}. \quad (6)$$

Вважаємо, що товщина армуючої пластини може бути $h_i = 1$ мм, $h_i = 0,5$ мм.

Підставляючи відповідні числові значення, отримаємо:

Для пластини товщиною $h = 1$ мм: $W_1^I = 0,005$ см³; $W_1^{II} = 0,0067$ см³;

$W_1^{III} = 0,0075$ см³; для пластини товщиною $h = 0,5$ мм: $W_2^I = 0,00125$ см³;

$W_2^{II} = 0,00167$ см³; $W_2^{III} = 0,00188$ см³.

Використовуючи умову міцності при згині:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{ix}} \leq [\sigma] \quad (7)$$

визначаємо максимальні напруження σ_{\max} при згині та порівнюємо їх значення із допустимими величинами напружень для матеріалу армуючої пластини: для армуючих пластин товщиною $h = 1$ мм для всіх типорозмірів

$$\sigma_{\max_1}^I = -1500 \text{ кг/см}^2, \quad \sigma_{\max_1}^{II} = 1305,9 \text{ кг/см}^2, \quad \sigma_{\max_1}^{III} = 1166,7 \text{ кг/см}^2;$$

для армуючих пластин товщиною $h = 0,5$ мм для всіх типорозмірів протезів:

$$\sigma_{\max_2}^I = 6000 \text{ кг/см}^2; \quad \sigma_{\max_2}^{II} = 5239,5 \text{ кг/см}^2; \quad \sigma_{\max_2}^{III} = 4654,2 \text{ кг/см}^2.$$



Аналіз отриманих даних свідчить, що при товщині в 1,0 мм забезпечується міцність запропонованої конструкції протеза. Проте, якщо потоншити товщину пластини, що армує протез до 0,5 мм, міцність конструкції надійно не може бути забезпеченою.

Тому, виходячи з умови міцності, визначимо таку товщину армуючої пластини, яка буде забезпечувати міцність та надійність роботи апаратури, при цьому значно зменшивши її вагу.

Виходячи з умови міцності (7):

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$$

підставляючи вираз для визначення моменту опору (6)

$$W_x = \frac{bh^2}{6}$$

отримаємо:

$$\sigma_{\max} = \frac{6M_{\max}}{bh^2} \leq [\sigma],$$

звідки

$$h \geq \sqrt{\frac{6M_{\max}}{b[\sigma]}}$$

Наприклад, сплав Віроніум ($M_o - 10-63\%$; $Cr - 29\%$; $M_n - 0,25\%$ має значення модуля пружності I-го роду $E = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па} = 2,1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$, а $\sigma_B^P = 940 \text{ Н/мм}^2 = 94000 \text{ кг/см}^2$ – межа міцності при розтягу) [203].

Вводячи коефіцієнт запасу міцності $k = 2$, $[\sigma] = \frac{\sigma_B^P}{2} = 4700 \text{ кг/см}^2$,

отримаємо значення товщини армуючої пластини, яка забезпечить міцність протеза:

$$h \geq 0,061 \text{ см} = 0,61 \text{ мм.}$$

Отримане значення товщини армуючої пластини забезпечить міцність всіх існуючих типорозмірів протезів та є таким, менше якого допускати товщину пластини небажано з метою забезпечення міцності протезу.

Якщо оцінити можливу необхідну товщину цього елемента конструкції для всіх розглянутих вище типорозмірів, отримаємо (для сплаву Віроніум):

а) для I-го типорозміру: $h_I = 0,056 \text{ см} = 0,56 \text{ мм}$;

б) для II-го типорозміру: $h_{II} = 0,053 \text{ см} = 0,53 \text{ мм}$;

в) для III-го типорозміру: $h_{III} = 0,0498 \text{ см} = 0,5 \text{ мм}$.

Аналогічні результати для необхідної товщини армуючої пластини можна



отримати, використовуючи запропоновану методику для армуючих пластин, виготовлених зі сплаву «Віталіум» ($\sigma_B^P = 6300 \text{ кг/см}^2$), до складу якого входять наступні елементи: Si = 0,3 ÷ 0,5%, Mn = 0,5 ÷ 0,7%, Cr = 26%, Ni = 64%, Ag = 0,5%, Fe = 2,7 ÷ 3,5 %, Co = 67%.

Призначаючи аналогічний, як і у попередньому випадку коефіцієнт запасу міцності $k = 2$ отримаємо значення допустимо напруження

$$[\sigma] = \frac{\sigma_B^P}{2} = 3150 \text{ кг/см}^2$$

Отже, товщина армуючої пластини для протезів:

- а) I-го типорозмірів (3 матеріалу Віталіум): $h_I = 0,69 \text{ мм}$;
- б) для другого типорозміру: $h_{II} = 0,65 \text{ мм}$;
- в) для третього типорозміру: $h_{III} = 0,61 \text{ мм}$.

Використовуючи для виготовлення армуючої пластини з кобальто хромового сплаву Р9М4К8, $\sigma_B = 530 \text{ МПа} = 5300 \text{ кг/см}^2$). Отже,

$$[\sigma] = 2650 \text{ кг/см}^2$$

- а) Для I-го типорозміру: $h_I = 0,75 \text{ мм}$;
- б) для II-го типорозміру $h_{II} = 0,70 \text{ мм}$;
- в) для III-го типорозміру $h_{III} = 0,66 \text{ мм}$.

Для зручності аналізу та подальшого використання отриманих результатів зводимо їх у таблицю 3.

З даних таблиці 3 видно, що найменша середня товщина армуючої пластини (тобто її вага) будуть менше у разі використання сплаву «Віроніум», який має більше значення σ_B^P .

Таблиця 3 - Товщина армуючої пластини, виготовленої з різних сплавів для конструкції із закріпленням з обох боків

| № п/п Типорозміру | Марка сплаву | | |
|----------------------|--------------|----------|---------|
| | Віроніум | Віталіум | Р9М4К8 |
| I | 0,56 мм | 0,69 мм | 0,75 мм |
| II | 0,53 мм | 0,65 мм | 0,70 мм |
| III | 0,5 мм | 0,61 мм | 0,66 мм |
| середній розмір | 0,53 мм | 0,65 мм | 0,70 мм |

Поступово товщина пластини буде збільшуватися (Віроніум, Віталіум,



P9M4K8) разом із зменшенням величини σ_B^P :

а) для Віроніуму: $\sigma_B^P = 9400 \text{ кг/см}^2$.

б) для Віталіуму: $\sigma_B^P = 6300 \text{ кг/см}^2$.

в) для сплаву P9M4K8: $\sigma_B^P = 5300 \text{ кг/см}^2$.

Запропонована методика може бути використана для визначення товщини армуючої пластини у разі використання будь-яких матеріалів для їх виготовлення. Слід лише підставляти в розрахункові формули відповідні для цих сплавів фізико-механічні характеристики.

Оскільки розглянута конструктивна схема протезу для ВЩ може бути також і іншою, нижче розглянуто ще один варіант конструктивного виконання такої апаратури для відповідної операції протезування ВЩ після резекції її частини.

3.2. Конструкція резекційної апаратури верхньої щелепи із піднебінним шарнірним кріпленням

Уточнюючи розрахункову схему, наближаючи її до конструкції, запропонованої нами, враховуючи наявність шарніра (аттачмена), відносно якого обертається рухома частина протезу, можливо з певним наближенням представити її у наступному вигляді (рис.5) :

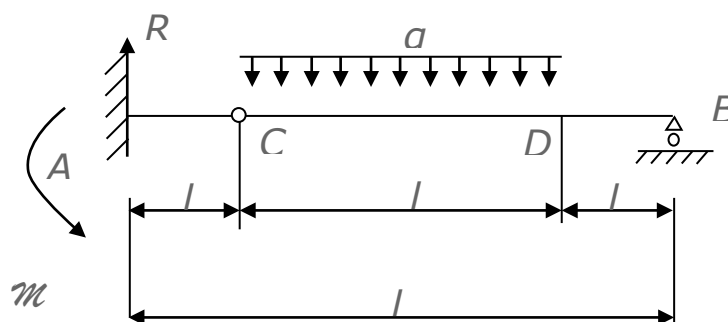


Рисунок 5 - Розрахункова схема конструкції резекційної апаратури з шарніром

В точці А відбувається жорстке закріплення ніжки АС за допомогою імплантату, який в точці С має шарнір (атачмен). Відносно цієї точки відбувається поворот рухомої частини апаратури запропонованої конструкції.



Розміри l_i , наведені на рис. 5 – такі ж самі, як і у попередньому випадку (рис.1) для всіх трьох розглянутих типорозмірів. Розподілене навантаження q на ділянці CD – тиск піднебіння на рухому частину протезу. Без наявності шарніра C конструкція була б 1 раз статично невизначеною, навпаки, наявність шарніра робить її статично визначеною.

Запишемо можливі рівняння статички:

$$\sum Y = 0, R_A - ql + R_B = 0. \quad (8)$$

Сума моментів відносно точки C лівої та правої частин конструкції дорівнює нулю:

$$\sum M_C = 0, \frac{ql^2}{2} - R_B(l + l_2) = 0, \quad (9)$$

$$\sum M_C = 0, R_A \cdot l_2 - M_A = 0. \quad (10)$$

Звідки отримаємо, що

$$R_B = \frac{ql^2}{2(l + l_2)}, \quad R_A = ql - \frac{ql^2}{2(l + l_2)}, \quad M_A = R_A l_2 = \left[ql - \frac{ql^2}{2(l + l_2)} \right] l_2.$$

Враховуючи, що виготовляли 3 типорозміри PA з геометричними розмірами, які наведені у табл. 1, проведемо відповідні розрахунки. Для розрахункової схеми з розмірами варіанту конструктивного виконання і отримаємо:

$$R_B = 3,33 \text{ кг}, R_A = 6,67 \text{ кг}, M_A = 6,67 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Визначаємо вертикальну реакцію R_C , яка виникає в шарнірі C . Для правої частини (рис.6).

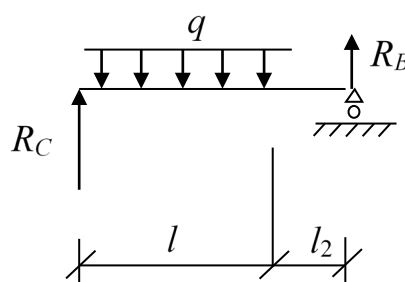


Рисунок 6 - Схема правої рухомої частини апаратури

$$\sum Y = 0, R_C - q \cdot l + R_B = 0, R_C = ql - R_B = 6,67 \text{ кг}.$$

Для лівої частини (рис.7)

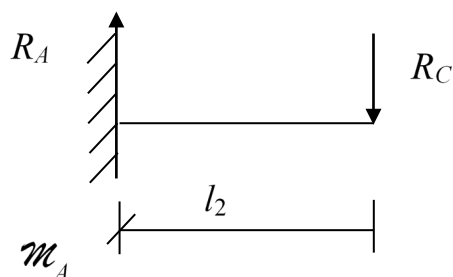


Рисунок 7 - Схема лівої нерухомої частини апаратури

$$\sum Y = 0 \quad R_A - R_C = 0, \quad R_C = R_A = 6,67 \text{ кг.}$$

Що співпадає із попереднім результатом.

Таким чином, по знайденим опорним реакціям будуюмо епюри поперечних сил та згинаючих моментів.

Балка (розрахункова схема) має три ділянки навантаження:

I ділянка AC

II ділянка BD

III ділянка DC

Визначаємо екстремальне значення згинаючого моменту:

$$Q = -R_B + q(x - 1) = 0, \quad x = \frac{R_B}{q} + 1 = 1,667 \text{ см, } x = 1,667 \text{ см: } M = 4,43 \text{ кг} \cdot \text{см.}$$

Епюри поперечних сил та згинаючих моментів матимуть вигляд (рис.8).

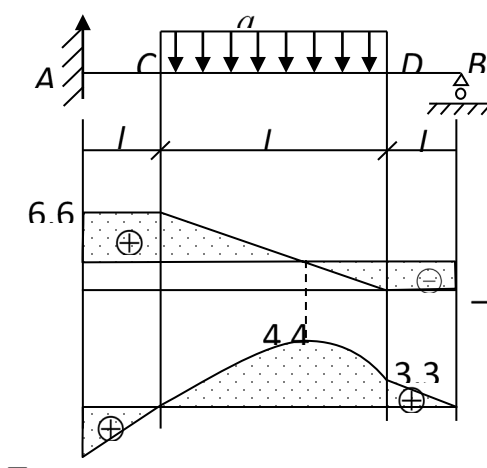


Рисунок 8 - Епюри поперечних сил та згинаючих моментів для I-го типорозміру резекційної апаратури

Розрахункові схеми з типорозмірами II та III будуть мати однакові опорні реакції та однакові значення на епюрах Q і M :



$$R_B = \frac{ql^2}{2(l+l_2)} = 3,08 \text{ кг}, R_A = ql - \frac{ql^2}{2(l+l_2)} = 6,92 \text{ кг}, M_A = R_A \cdot l_2 = 8,65 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Реакція R_C в шарнірі $R_C = ql - R_B = 6,92$ кг.

За отриманими даними будуюмо епюри поперечних сил та згинаючих моментів

I ділянка AC.

II ділянка BD.

III ділянка DC.

Визначаємо екстремальне значення моменту

$$Q = -R_B + q(x - 1,25) = 0, \quad x = \frac{R_B}{q} + 1,25 = 1,866 \text{ см}, \quad x = 1,866 \text{ см}: M = 4,8 \text{ кг}.$$

За отриманими розрахунковими даними будуюмо епюри поперечних сил та згинаючих моментів: (рис.9).

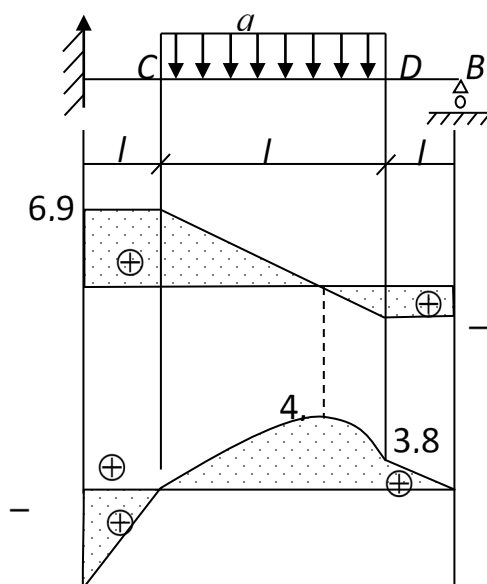


Рисунок 9 - Епюри внутрішніх поперечних сил та згинаючих моментів для II-го та III-го типорозмірів конструкції

Порівняння епюр Q і M для I та II, III типорозмірів пластини протезу свідчить, що внутрішні силові фактори для типорозмірів II та III дещо більше, ніж у разі використання конструкції з типорозміром I.

Проте – оцінку міцності можливо провести лише після визначення



напружень у матеріалі всіх трьох модифікацій.

Згідно із загальною умовою міцності при згині:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{x_i}} \leq [\sigma]$$

Для пластини піднебіння для всіх модифікацій:

$$M_{\max_I} = 4,43 \text{ кг} \cdot \text{см}, M_{\max_{II}} = 4,8 \text{ кг} \cdot \text{см}, M_{\max_{III}} = 4,8 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Осьові моменти інерції, як вже було визначено, дорівнюють:

$$W_{x_I} = \frac{b_I h_I^2}{6} = 0,005 \text{ см}^3, W_{x_{II}} = \frac{b_{II} h_{II}^2}{6} = 0,0067 \text{ см}^3, W_{x_{III}} = \frac{b_{III} h_{III}^2}{6} = 0,0075$$

см³,

$$\sigma_{\max_I} = \frac{M_{\max_I}}{W_{x_I}} = 886 \text{ кг/см}^2, \sigma_{\max_{II}} = \frac{M_{\max_{II}}}{W_{x_{II}}} = 716,42 \text{ кг/см}^2,$$

$$\sigma_{\max_{III}} = \frac{M_{\max_{III}}}{W_{x_{III}}} = 640 \text{ кг/см}^2.$$

Порівняння результатів розрахунку напружень у протезі без шарніру та з шарніром при однаковій товщині армуючої пластини $\delta = 1$ мм наведено у табл.4.

Як свідчать дані таблиці 4 конструкція протеза із шарніром дозволяє суттєво знизити величини напружень у випадках всіх трьох типорозмірів. Це означає, що запас міцності конструкції суттєво вище, пластину можливо виготовляти тоншою, а протез в цілому – легшим, ніж у випадку суцільної конструкції.

Таблиця 4 - Напруження у різних конструкціях резекційних протезів верхньої щелепи

| № модифікації | Напруження в матеріалі конструкції | |
|---------------|------------------------------------|------------|
| | без шарніру | з шарніром |
| I | 1500 | 886 |
| II | 1305,9 | 716,42 |
| III | 1166,7 | 640 |

Така особливість конструкції (з шарніром) дає можливість також уникнути появи динамічних навантажень на її окремі елементи, що, як відомо, набагато більш небезпечно, ніж статичні. Це досягається завдяки запропонованій автором конструкції, коли рухома частина апаратури в кінці екскурсії завдяки своєрідному демпферу м'яко лягає на слизову оболонку протезного ложа, що



суттєво знижує напруження в матеріалі всіх частин протеза.

Визначимо, яка гранична товщина армуючої пластини може бути застосована для всіх типорозмірів протезу при використанні різних металевих сплавів для їх виготовлення.

Для сплаву Віроніум: $\sigma_B^P = 9400 \text{ кг / см}^2$, $[\sigma] = 4700 \text{ кг/см}^2$.

Для сплаву Віталіум: $\sigma_B^P = 6300 \text{ кг / см}^2$, $[\sigma] = 3150 \text{ кг/см}^2$.

Для сплаву Р9М4К8: $\sigma_B^P = 5300 \text{ кг / см}^2$, $[\sigma] = 2650 \text{ кг/см}^2$.

Тоді з розрахункових виразів для сплаву Віроніум для всіх трьох типорозмірів:

$$h_I = \sqrt{\frac{6M_{\max I}}{b_I[\sigma]}} = 0,43 \text{ мм}, h_{II} = \sqrt{\frac{6M_{\max II}}{b_{II}[\sigma]}} = 0,39 \text{ мм}, h_{III} = \sqrt{\frac{6M_{\max III}}{b_{III}[\sigma]}} = 0,37 \text{ мм}.$$

Для сплаву Віталіум:

$$h_I = \sqrt{\frac{6M_{\max I}}{b_I[\sigma]}} = 0,53 \text{ мм}, h_{II} = \sqrt{\frac{6M_{\max II}}{b_{II}[\sigma]}} = 0,48 \text{ мм}, h_{III} = \sqrt{\frac{6M_{\max III}}{b_{III}[\sigma]}} = 0,45 \text{ мм}.$$

Для сплаву Р9М4К8:

$$h_I = \sqrt{\frac{6M_{\max I}}{b_I[\sigma]}} = 0,58 \text{ мм}, h_{II} = \sqrt{\frac{6M_{\max II}}{b_{II}[\sigma]}} = 0,51 \text{ мм}, h_{III} = \sqrt{\frac{6M_{\max III}}{b_{III}[\sigma]}} = 0,49 \text{ мм}.$$

Для зручності аналізу та можливості співставлення зводимо отримані розрахункові дані у табл.5.

Таблиця 5 - Товщина армуючої пластини, виготовленої з різних сплавів для конструкції протезу з шарніром

| № типорозміру | Марка сплаву | | |
|------------------|-----------------------|----------|--------|
| | Віроніум | Віталіум | Р9М4К8 |
| | Товщина пластини (мм) | | |
| I | 0,43 | 0,53 | 0,58 |
| II | 0,39 | 0,48 | 0,52 |
| III | 0,37 | 0,45 | 0,49 |
| Середнє значення | 0,397 | 0,487 | 0,53 |

Співставлення даних таблиці 5. та таблиці 3 свідчить, що запропонована рухома конструкція частини протезу, яка обертається навколо атакмену дозволяє суттєво знизити товщину армуючої металевій пластини (без



порушення міцності), її вагу, унеможливити появу динамічних навантажень та напружень, що є значною, суттєвою перевагою розробленої та запропонованої конструкції.

Висновки.

1. У роботі представлені можливі шляхи вирішення важливих і нагальних проблем хірургії, які раніше були майже «вироком» для онкохворих від цілого ряду захворювань і пов'язаних з ними можливих способів вирішення післяопераційних наслідків і реабілітації.

2. Запропонована методика може бути використана для визначення товщини армуючої пластини у разі використання будь-яких матеріалів для їх виготовлення. Слід лише підставляти в розрахункові формули відповідні для цих сплавів фізико-механічні характеристики.

3. Така особливість конструкції (з шарніром) дає можливість також уникнути появи динамічних навантажень на її окремі елементи, що, як відомо, набагато більш небезпечно, ніж статичні. Це досягається завдяки запропонованій автором конструкції, коли рухома частина апаратури в кінці екскурсії завдяки своєрідному демпферу м'яко лягає на слизову оболонку протезного ложа, що суттєво знижує напруження в матеріалі всіх частин протеза.

4. Віддалені спостереження підтвердили правильність розрахунків для нових технологій при лікуванні та ортопедичній реабілітації із застосуванням ортопедичної апаратури при лікуванні онкохворих після резекції верхньої щелепи.

**KAPITEL 4 / CHAPTER 4****ISSUES OF USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS FOR
PREDICTING DISEASES****ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ****DOI: 10.30890/2709-2313.2021-05-02-023****Introduction**

The relevance of this topic is that when studying the incidence of pulmonary diseases, along with databases in the Access and DBF format, Excel tables can be the capabilities of geographic information systems (GIS) were used.

In the recent past, forecasting as a specific type of scientific analysis found more or less widespread use in the field of natural phenomena (weather forecast, floods, productivity, etc.), now it has covered the most various spheres of human activity: politics, international relations, economics, scientific and technological progress, demographic and social processes, education, etc. A new scientific direction is being formed - forecasting, in which prospective assessments of the development of social processes and phenomena are developed on the basis of a synthesis of methods borrowed from philosophy, sociology, statistics, mathematics, and their own methods [1].

The problems that can be solved using the methods of probability theory and mathematical statistics are very diverse. During our research, the most typical tasks were considered. So, in one of the tasks set, the achievement of the level of accuracy of the obtained statistical data or confidence limits for the true probability of events is determined based on the frequencies of these events obtained during observations. In the second task, statistically significant regularities are revealed when comparing the frequencies of homogeneous events [2, 3].

Statistical forecasting methods are not the only possible ones. Others are known as well. For example, in recent years, in forecasting scientific and technological progress, various normative (i.e., based on the study of possible future needs for technical innovations) and statistical methods have been intensively used. Forecasts based on expert assessments are widely used. In some cases, they resort to the development of so-called development scenarios, morphological analysis, historical analogies, etc. A new approach to forecasting scientific and technological progress is



"symptomatic forecasting", the essence of which is to identify the "harbingers" of future advances in technology and technology. Great opportunities for forecasting lie in the use of simulation models [4, 5]. In the practice of forecasting the economy, however, the prevailing methods, at least until now, are statistical methods. As mentioned above, this is mainly due to the presence of inertia in the development of economic phenomena and objects. It is also important for practical work that statistical methods rely on the apparatus of analysis, the development and practice of which have a rather long history.

At present, one cannot seriously talk about forecasting, except perhaps the simplest methods of collecting and processing expert assessments without assuming intensive use of computers. The point, first of all, is that if the use of a computer is not provided, then this sharply limits the set of possible analysis tools and narrows the range of approaches used for forecasting - the researcher will have to exclude methods that involve the implementation of labor-intensive calculations or calculations that cannot be performed at all manually or on calculating machines. Thus, the speed of computers, the ability to use them to cover a large amount of information, perform complex and laborious calculations and thereby increase the realism of the description of the processes and phenomena under study is the main reason that determines the need to use computers in forecasting [6, 7].

The solution to the global environmental problems of our time, the protection and improvement of the human environment and the biosphere as a whole determine the development of new directions in science. Medical geography deserves special attention. Arising at the intersection of medicine and geography, this interdisciplinary branch of science has developed from the very beginning as a complex discipline, the integration tendencies of which, borrowed from geography, have especially intensified in recent years in connection with the general ecologization of sciences. The medical-geographical approach reflects, in essence, the ecological way of thinking, which is increasingly penetrating medicine, environmental spheres of activity and becomes characteristic of the modern era.

According to classical concepts, medical geography is the science of the laws of the geographical distribution of human diseases and the factors that cause these diseases [7, 8]. The focus of any medical-geographic problem is always the relationship between environment and health.

The structure of medical geography as a research area that integrates data from many sciences to solve the complex problem of anthropoecological assessment of the



quality of the environment in connection with its impact on public health. An important reason for the development of many diseases, including infectious ones, are unfavorable environmental factors. To obtain reliable data on this issue, it is necessary to organize ecological and analytical monitoring, which is an integral part of the general monitoring of the state of the natural environment. The quality of its implementation largely depends on the effectiveness of the information technology used for this purpose, which makes it possible to manipulate a vast information base. An important circumstance influencing the choice of information technologies corresponding to the goals and objectives of the population study is the exceptional significance of the spatial and temporal characteristics for the analysis of various data on the environment and population health. Assessment of medical and environmental factors in space and in time should be carried out using standard procedures that allow them to be compared with a variety of data on the terrain, the state of the environment and the health of the population. For this purpose, geographic information systems (GIS) can be successfully used, which today are actually accepted as a standard software tool in the analysis of spatially distributed data, and which are best suited for collecting and processing information materials both for medical and environmental assessments and for the purposes of monitoring [9, 10].

The use of GIS technologies in medicine allows specialists of various profiles to obtain valuable data on the mutual influence of various components of these spatial databases. The speed of processing database arrays, the convenience of concentrating all the information layer by layer at one workplace, the clarity of the image of the studied process in dynamics, the reliability due to the use of modern mathematical and statistical apparatus, as well as the ability to predict the process in the presence of a given condition, make GIS technologies indispensable, especially in sections of epidemiology and hygiene.

4.1. General prediction theory

Respiratory diseases are one of the most common groups of diseases. Health care is involved in the protection and promotion of public health. In medicine, various information technologies are used, for example, as GIS-technologies.

Health care is a system of state, public and other measures aimed at protecting and strengthening the health of the population (public health). Health care is a special



area of the state's activity to ensure the rights of citizens to life and health, and in this regard, it should become one of the highest priority areas in the political, economic and social life of the country and society [11, 12].

Health protection of the population is one of the foundations of the constitutional building Russia.

This right is ensured by providing citizens with free medical care in state and municipal health care institutions, financing federal programs for protecting and strengthening the health of the population, implementing measures on the development of state, municipal, private health systems, encouraging activities that promote the development of physical culture and sports, environmental and sanitary-epidemiological well-being [13].

The tasks that can be solved using the methods of probability theory and mathematical statistics are very diverse. During our research, the most typical tasks were considered. So, in one of the tasks set, the achievement of the level of accuracy of the obtained statistical data or confidence limits for the true probability of events is determined based on the frequencies of these events obtained in the course of observations. In the second problem, statistically significant regularities are revealed when comparing the frequencies of homogeneous events [8].

The method for solving the first problem is defined as follows. Let there be the frequency of an event obtained in the course of observations $h = k / n$, where n is the total number of observations from the list of interest. For example, in accordance with the data obtained during the questioning and interviewing of patients with ICD, the total number of the surveyed contingent can be considered as n , and k is the number of patients with disabilities. Obviously, the true probability of having a disability in a given contingent p differs from h . Knowing h , it is required to estimate the boundaries within which the true probability lies, which will actually make it possible to predict this event.

The solution to the problem is based on the use of known relations for the deviation of p from h

$$|h - p| \leq g \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}, \quad (1)$$

where g is a number determined by the level of significance of the obtained results of calculating the boundaries, that is, the probability that inequality (1) is fulfilled.

An important reason for the development of many diseases, including infectious ones, are unfavorable environmental factors. To obtain reliable data on this issue, it is



necessary to organize ecological and analytical monitoring, which is an integral part of the general monitoring of the state of the natural environment. The quality of its implementation largely depends on the effectiveness of the information technology used for this purpose, which makes it possible to manipulate a vast information base. An important circumstance influencing the choice of information technologies corresponding to the goals and objectives of the population study is the exceptional significance of the spatial and temporal characteristics for the analysis of various data on the environment and population health. Assessment of medical and environmental factors in space and in time should be carried out using standard procedures that allow them to be compared with a variety of data on the terrain, the state of the environment and the health of the population. For this purpose, geographic information systems (GIS) can be successfully used, which today are actually accepted as a standard software tool in the analysis of spatially distributed data, and which are best suited for collecting and processing information materials both for medical and environmental assessments and for the purposes of monitoring.

The use of GIS technologies in medicine allows specialists of various profiles to obtain valuable data on the mutual influence of various components of these spatial databases. The speed of processing database arrays, the convenience of concentrating all the information layer by layer at one workplace, the clarity of the image of the studied process in dynamics, the reliability due to the use of modern mathematical and statistical apparatus, as well as the ability to predict the process in the presence of a given condition, make GIS technologies indispensable, especially in sections of epidemiology and hygiene.

The epidemiological direction of the use of maps involves obtaining, with their help, conclusions about the nature of the uneven distribution of diseases, which leads to the development and development of hypotheses about the relationship of morbidity with environmental factors and, ultimately, to the identification of its causal factors.

GIS and environmental maps of global, continental, national, regional, sub-regional, local and local levels can be used to support existing environmental programs in the country. Depending on the level, i.e. the size of the territory, the creation and use of GIS and maps pursues its own goals and solves certain problems in the appropriate scale of collecting, processing and displaying data.

Today, GIS technologies are used in solving various cadastral problems: Land cadastre, Urban cadastre, real estate registers, environmental information systems,



regional information systems. The development of regional and national information systems and databases, ensuring in the future their connection with the corresponding medical information systems will undoubtedly entail the widespread use of GIS technologies in the systems of medical and hygienic, medical and epidemiological, medical and environmental monitoring.

4.2. Forecasting with the help of GIS

The solution of global environmental problems of our time, the protection and improvement of the human environment and the biosphere as a whole determine the development of new directions in science. Medical geography deserves special attention. Arising at the intersection of medicine and geography, this interdisciplinary branch of science has developed from the very beginning as a complex discipline, the integration tendencies of which, borrowed from geography, have especially intensified in recent years in connection with the general ecologization of sciences. The medical-geographical approach reflects, in essence, the ecological way of thinking, which is increasingly penetrating medicine, environmental spheres of activity and becoming characteristic of the modern era.

Modern geographic information systems (GIS) are a new type of integrated information systems that, on the one hand, include data processing methods of many pre-existing automated systems (AS), on the other hand, they have specific features in the organization and processing of data. In practice, this defines GIS as multipurpose, multidimensional systems.

In terms of use, GIS is unmatched. They are used in transport, navigation, geography, economics, etc. The transition to automated methods for creating maps using GIS has a number of advantages.

The methodological basis of information processing in GIS is digital terrain modeling, which combines the processes of collecting primary information, its modeling and updating, processing and formation of documents.

The use of GIS occurs at different levels. This is due to the variety of geoinformation technologies.



4.3. Medical-geographical regionalization

Over the past two decades, the theoretical and methodological issues of medical-geographical regionalization have been generalized. The main general patterns of epidemiological geography have been identified, in particular:

- 1) spatial unevenness of the epidemic process;
- 2) dispersion and concentration of epidemiological phenomena in space;
- 3) cyclicity in the dynamics of the epidemic process;
- 4) the adequacy of the complex of geographical conditions to the elements of the epidemic process;
- 5) the zonality and azonality of the prerequisites and manifestations of the epidemic process.

In this regard, research is promising, the purpose of which is medico-geographical zoning large regions, taking into account natural, socio-economic and health conditions. Each of the regions is characterized by a wide range of indicators - from assessing the comfort of natural conditions for the life of the population and the level of environmental pollution to a quantified assessment of the quality of public health and data on the reduction in the average life expectancy of the population in the early 90s.

The principle of ranking Russian regions by the quality of the environment and the rating of the quality of public health is based on an integral weighted average assessment of natural conditions (about 30 parameters of bioclimatic, landscape comfort), living standards of the population, indices of air pollution, water bodies. For example, to assess the intensity of pollution of a territory by anthropogenic emissions into the atmosphere, the index of technogenic load (ITN) on an urbanized territory was used. ITI is a coefficient obtained as a result of correlating the value of the total emission into the atmospheric air from stationary sources of pollution per unit of the urbanized area of the region with a similar all-Russian indicator. Low values of ITI were noted, in particular, in the Kaluga and Voronezh regions - respectively 0.22 and 0.24 in comparison with the all-Russian indicator equal to 1, and the maximum is typical for the Monchegorsk (11.26) and Norilsk (3.17) industrial regions. .

To assess the population health ranking, a coefficient was used, the value of which represents the region's place in the ranking for each of the following five indicators: infant mortality, average life expectancy for men and women,



standardized mortality rates for men and women separately. The combination of such assessments made it possible to rank the regions of Russia in terms of the level of medical and geographical well-being. Despite regional differences, some European regions of Russia with a higher level of health (high rating) are characterized by better natural conditions, higher living standards and lower pollution rates. The opposite pattern is also expressed for the last four regions of Siberia in the table - the lowest level of health (low rating) was recorded in regions with the most severe natural conditions, low living standards and high anthropogenic pressures on the environment.

The ranking of the region's districts according to the comfort of living conditions will require for the respective territories the development of a differentiated program for stabilizing the ecological situation with limiting the levels of anthropogenic loads on the environment and the development of the social sphere in areas with unfavorable conditions.

Consideration of modern problems of medical geography shows that rapid the pace of development of this science is associated with the effectiveness of an interdisciplinary approach in the study of systems of habitat - health of the population at the intersection of medicine, ecology and geography. Priority development of new directions - medical-geographic zoning, modeling and assessment of the quality of the environment - will create regional systems for monitoring the environment and public health, as well as ensure the development of an effective global environmental policy.

Conclusion

Modern GIS today are becoming more and more important tools for predictive and analytical research in epidemiology and epizootology. They can significantly reduce the time and labor intensity of research, to obtain the required results in the course of the development of epidemics or epizootics. This is extremely important for the organization of measures to effectively combat pathogens, because provides not only the objectivity of the epidemic analysis of previously existing situations, but also allows you to move on to the search and formation of rational strategies to counter both "old" and new types of pathogens. Despite the fact that GIS has developed consistently over the past several decades, it is only today that they have become



available to scientists and specialists. Modern GIS offers expanding functionality for solving applied problems of epidemiology and epizootology at a relatively low cost. When conducting an epidemiological analysis of the spread of infectious diseases using GIS tools, specialists already have a lot to choose from, especially in terms of visualizing research results on geographical maps.



KAPITEL 5 / CHAPTER 5

RESEARCH OF THE CHARACTERISTICS OF ATTACKS IN COMPUTER NETWORKS

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АТАК В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-05-02-024

Introduction

The development of modern information technologies leads to a gradual transition to the integration of autonomous computers and local networks into a single corporate network of the organization. In addition to the obvious advantages, such a transition also brings with it a number of problems specific to corporate networks. These problems are faced by both security specialists and employees of automation departments [1]. The reasons for these problems include:

- The complexity and heterogeneity of the software and hardware used. At the moment, it is very difficult to find networks built on the basis of only one network operating system (OS). Experience shows that in Russian organizations the following variant of building a corporate network is used: workstations running Windows.

- A large number of corporate network nodes, their territorial distribution and lack of time to control all settings. It is no longer a rarity when nodes united into a corporate network are scattered across different territories of not only one city, but also a region. This feature, as well as the lack of time to control all settings, does not allow administrators to personally and timely control the activities of system users on all nodes of the corporate network and the compliance of software and hardware settings with specified values [2].

- Connecting the corporate network to the global Internet and access of external users (customers, partners, etc.) to the corporate network. This reason leads to the fact that it is often very difficult to determine the boundaries of the network and all users connected to it, which can lead to attempts of unauthorized access to protected information [3].

One of the important problems arising from the above reasons is the increase in the number of corporate network vulnerabilities. Therefore, to eliminate them and ensure an appropriate level of protection of information circulating in the corporate network, various mechanisms and security tools are used. The appropriate setting of these tools depends on the information processing technology adopted in the



organization, the procedure and rules for handling protected information. The collection of such rules, laws and practical recommendations for ensuring security, covering all the features of the information processing process, is called a security policy. Firewalls, intrusion detection systems, traffic encryption systems, "mobile code" control systems (Java, ActiveX), etc. can be referred to the means that ensure the security policy and, accordingly, the protection of information processing technology.

The main feature of any distributed system is that its components are distributed in space and communication between them is physically carried out using network connections and programmatically using a message mechanism. In this case, all control messages and data sent between distributed aircraft objects are transmitted over network connections in the form of exchange packets. This feature is the main one for remote attacks on the infrastructure and protocols of distributed aircraft.

The protocols of the IP family are the basis for the construction of Intranets and the global Internet. Despite the fact that the development of TCP / IP was funded by the US Department of Defense, TCP / IP is not completely secure and allows various types of attacks, including DoS attacks.

These days, attacks on computer networks such as "denial of service "(DoS, Denial of Service) are the most common attacks. The purpose of such attacks is to bring the server (the object to which the attack is directed) into a state where it cannot respond to client requests [4, 5]. A side effect of such attacks is that there is a lot of traffic directed towards the target of the attack. With the help of this attack, the largest and most famous companies, such as Yahoo !, eBay, Buy.com, Amazon.com, CNN.com and a number of lesser known ones, have been disabled for a long time.

The main feature of a DoS attack is that there is no computer that is too powerful for it. For a server of any capacity, you can always select the required number of computers participating in the attack, which will disable the attacked server with their packets. It should also be noted that most Internet worms that spread their bodies via e-mail are also a DoS attack that disables mail servers.

Examples are the Morisson worm and the Melissa virus, which indicate that you can disable a mail server of any power.

The second feature of a DoS attack is the extremely difficult localization of attackers. In addition to the fact that the attack comes from many addresses (which makes it difficult to counter by simply blocking traffic outgoing from these addresses), these addresses may well belong to unsuspecting users. An attacker can



only be traced by a message about the start of an attack, and the path of this message is not so easy to trace [6, 7].

Finally, the third, no less formidable, feature of a DoS attack is the relative simplicity of its implementation. With the use of off-the-shelf software, a distributed attack can be organized by a group of individuals who have a very poor understanding of the internal organization of computing systems and act only out of hooligan motives.

To carry out such attacks, a potential attacker must have control over at least one of the systems connected to the Internet [8, 9].

In remote attacks, the attacker interacts with the recipient of information, the sender and / or intermediate systems, possibly modifying and / or by filtering the contents of TCP / IP packets. These types of attacks often seem technically difficult to implement, but it is not difficult for a good programmer to implement the appropriate tools. The ability to generate arbitrary IP packets is a key point for carrying out active attacks, including DoS attacks.

5.1. Classification of types of threats

5.1.1. Classification of threats by the type of damage

Threats are classified according to the possibility of causing damage to the subject of relations in violation of security objectives. Damage can be caused by any subject (crime, guilt or negligence), as well as become a consequence that does not depend on the subject of manifestations.

- while ensuring confidentiality of information:
 - theft (copying) of information and means of its processing,
 - loss (unintentional loss, leakage) of information,
- while ensuring the integrity of information :
 - modification (distortion) of information ,
 - denial of authenticity of information,
 - imposition of false information,
- when information is available:
 - blocking of information,
 - destruction of information and means of its processing.



5.1.2 Classification of sources of threats

The carriers of threats to information security are sources of threats. Both subjects (personality) and objective manifestations can act as sources of threats. Moreover, the sources of threats can be located both inside the protected organization - internal sources, and outside it - external sources [11, 12].

All sources of threats to information security can be divided into three main groups:

1. Caused by the actions of the subject (anthropogenic sources of threats).
2. Due to technical means (man-made sources of threat).
3. Conditioned by spontaneous sources.

5.1.3. Classification of security vulnerabilities

Threats, as possible dangers of taking any action directed against the protected object, do not manifest themselves, but through vulnerabilities (factors) leading to a breach of information security on a particular object of informatization.

Vulnerabilities are inherent in the object of informatization, are inseparable from it and are caused by deficiencies in the functioning process, properties of the architecture of automated systems, exchange protocols and interfaces used by the software and hardware platform, operating conditions and location.

Sources threats can use vulnerabilities to violate the security of information, to obtain illegal benefits (damage to the owner, owner, user of information). In addition, there may be no malicious actions of threat sources to activate certain vulnerabilities that cause harm [13, 14].

Each threat can be various vulnerabilities have been compared. Elimination or significant mitigation of vulnerabilities affects the possibility of implementing threats to information security.

For ease of analysis, vulnerabilities are divided into classes and subgroups. Information security vulnerabilities can be:

1. objective
2. subjective
3. random.

5.1.4. Classification of methods of implementation of threats

The methods of implementation can be divided into groups according to the methods of implementation.



- Analytical;
- Technical;
- Software;
- Software and hardware;
- Organizational;
- Social.

It should be borne in mind that the very concept of "method" is applicable only when considering the implementation of threats by anthropogenic sources. For man-made and natural sources, this concept is transformed into the concept of "prerequisite".

Classification of opportunities for the implementation of threats (attacks), is a set of possible options for the threat source by certain implementation methods using vulnerabilities that lead to the implementation of the attack goals. The goal of an attack may not coincide with the goal of implementing threats and may be aimed at obtaining an intermediate result necessary to achieve further implementation of the threat. In the event of such a discrepancy, the attack is considered as a stage of preparation for the commission of actions aimed at realizing the threat, that is, as "preparation for committing" an unlawful action. The result of an attack is consequences that are the realization of the threat and / or contribute to such realization [13, 14].

5.1.5 Classification of the threat of denial of service

The organization of information security should be comprehensive and based on an in-depth analysis of possible negative consequences. In doing so, it is important not to overlook any significant aspects. Analysis of negative consequences involves the mandatory identification of possible sources of threats, factors contributing to their manifestation and, as a consequence, the definition of actual threats to information security, as well as the types of information security breaches that may result from the implementation of these threats.

5.1.6 Classification of threats by the type of information security breach

From the above general classification of threats, it can be concluded that a threat of the type of denial of service, in relation to the types of information security breach, is aimed at blocking information (threat of availability) and leads to:

- failure of information processing means;



- blocking access to information processing means;
- destruction of information;
- blocking access to information.

Let us classify the types of IS violation by security properties. Class index - capital letter of information availability - index "D".

The class of types of information security violations are divided into types according to the type of impact. Type index - a capital letter after the class index, while ensuring the availability of information:

- blocking information - index "B";
- destruction of information and means of its processing - index "U". Each type of information security violation is assigned a unique code.

5.2. Management of information risks

Information risks are the risk of loss or damage as a result of the use of information technology by a company. In other words, IT risks are associated with the creation, transmission, storage and use of information using electronic media and other means of communication [15, 16].

IT risks can be divided into two categories:

- risks caused by information leakage and its use by attackers (hackers, competitors or employees) for purposes that could harm the business;
- risks of technical failures of equipment and disruption of the operation of technical means, software installed on them and information transmission channels, which can lead to losses.

The work to minimize IT risks is to prevent unauthorized access to data, as well as accidents and equipment failures. The process of minimizing IT risks should be considered comprehensively:

- Identifying risks;
- Analyzing and assessing the priority of risks;
- Planning responses;
- Minimizing risks. potential problems are identified, and then it is determined in what ways they can be solved [17].



5.2.1. Identification of IT risks

In practice, ways to identify IT risks do not differ from the methods for determining any other risks: risk maps are drawn up, expert opinions are collected, etc.

To identify the most critical information risks, it is necessary to check the following key points in the security system of an automated system: one. Availability of access control to information systems in which closed information is generated and stored.

2. The ability of the system to process external and internal requests and the availability of access to information (authorized) at any time.

3. The ability to integrate existing technologies for working with information in the system for new components in the course of modernization or replacement of the system.

4. Availability of means and methods for protecting information processed in an automated system.

5. The presence of a clear algorithm for actions in a critical situation (failure of computer networks, virus attacks, unauthorized access).

6. Correspondence of the method of processing information resources in the system to the general tasks presented to the automated system.

It is rather difficult to accurately determine the possible damage from most IT risks, but it is quite possible to estimate them approximately.

5.2.2 Priority analysis and assessment

Risks of different severity require different levels of response. The criticality of the risk (K) is determined by the value associated with the probability of its occurrence. The magnitude of the risk, in turn, is determined by the probability of a successful attack and the magnitude of the possible damage. The amount of possible damage is determined by the criticality of the resources (P) against which the attack is directed. The probability of a successful attack (A) is determined by the effectiveness of the methods and the magnitude of the vulnerability of the protection system used to carry it out. The magnitude of the vulnerability is determined by the effectiveness of the system (Z_{sys}) and network layer (Z_{set}) countermeasures used to counter this type of threat.

The formula for determining the level of risk severity is as follows:

$$K = (P + A) - (Z_{sis} + Z_{set})$$



Of interest are only those risks whose criticality is higher than a certain value.

To determine the level of criticality of risk (K), a numerical scale from -10 to +10 is used. The criticality of a network resource (P) is determined on a 5-point scale based on the purpose of this network resource and the functions it performs.

5: ME, DNS server, router;

4: mail gateway; provider's server;

2: UNIX workstation;

1: user's host.

The probability of a successful attack and the type of damage (A) is determined by the following scale:

5: an attacker can obtain superuser rights on a remote system;

4: denial of service as a result of a network attacks;

3: obtaining the rights of an unprivileged user on a remote system, for example, by intercepting a password transmitted over the network in clear text;

2: disclosing confidential information as a result of unauthorized network access; 1: the probability of a successful attack is very small.

The effectiveness of the implemented system-level countermeasures (SIS) can be assessed on the following scale:

5: modern OS, all software patches (service packs) are installed, additional (overlaid) network protection tools;

3: Outdated OS version, some software corrections are not installed;

1: There are no specialized protection tools, there is no password management policy, passwords are changed given over the network in clear text.

The effectiveness of the implemented countermeasures of the network layer (Zset) can be assessed on the following scale:

5: ME, which implements the principle of minimizing privileges, is the only entry point into the network 4: ME and the presence of additional points of entry into the network

2: ME allowing everything that is not explicitly prohibited (permissive access control policy).

5.2.3 Minimizing IT risks

IT risk prevention strategies are based on three basic rules.

Rule No. 1. Access of employees to information systems and documents of the information system should be different depending on the importance and



confidentiality of the content of the document.

Rule No. 2. Control of access to information and protection of vulnerabilities of information systems should be provided.

Rule No. 3. Systems (system components), on which the operability of the information system directly depends (strategically important communication channels, data archives, computer network), must work smoothly even in the event of a crisis.

For To ensure the necessary protection against IT risks and security control, the following measures should be taken [17, 18].

1. Determine the circle of persons responsible for information security, create regulatory documents that describe the actions of the company's personnel aimed at preventing IT risks, as well as provide reserve capacity to work in a critical situation.

2. Develop unified standards for automated systems within the organization, that is, go to unified reporting forms, as well as unified rules for calculating indicators that will be applied in all software products used in the company's information system used for this purpose.

3. Classify data according to the degree of confidentiality and differentiate access rights to them.

4. Control the processing of data within the information system. It should be carried out using systems centrally installed on computers. The installation of any other programs must be authorized, otherwise the risk of failures and virus attacks will increase dramatically.

5. Implement controls to monitor the status of all automated systems: in the event of unauthorized access, the system must either automatically deny entry or signal a hazard so that personnel can take action.

In addition to the listed measures, it is necessary to prepare for the consequences of possible crisis situations and describe the actions of the personnel to overcome the crisis. To do this, you should:

- analyze the scenarios of unauthorized actions, as well as conduct training activities in order to work out the model of behavior of employees responsible for information security in crisis situations [19];

- develop options for solving problems associated with the modernization and failure of important information elements (software update, hardware replacement);

- prepare spare information capacities (servers, computers), as well as backup lines.



Conclusion

It should be noted that the development and implementation of a policy to minimize IT risks will not be beneficial if the recommended standards and rules are not used correctly. Therefore, the work to ensure IT security must be comprehensive and well thought out.

**KAPITEL 6 / CHAPTER 6****SYSTEM OF ROADS CONDITION DIAGNOSIS AS A TOOL OF
OPERATIONAL MAINTENANCE STRATEGIC PLANNING****СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ КАК
СРЕДСТВО СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО
СОДЕРЖАНИЯ****DOI: 10.30890/2709-2313.2021-05-02-029****Вступ**

Для вирішення проблем експлуатації автомобільних доріг з кінця 1970-х років в кількох країнах з розвинутою економікою почали розробляти власні системи управління станом дорожніх одягів, так звані PMS (Pavement Management System), згодом – аналогічні системи BMS для управління станом мостів. Зокрема, згідно з даними [1] в 1980 році лише 5 штатів США розробили та почали використовувати системи PMS, а вже в 1998 році такі системи функціонували в дорожніх департаментах всіх 50 штатів.

В Україні першу систему керування станом дорожніх покриттів почали розробляти у 1994 році в Київському автодорожньому інституті (КАДІ) на замовлення Чернігівського облавтодору, але на загальнодержавному рівні, на жаль, вона досі не впроваджена.

Комплекс діагностування разом із Системою управління станом покриттів (СУСП) [2] не був затребуваний та не набув розвитку в колишньому СРСР, адже це інструмент управління в умовах ринкової економіки. Проте, в Україні з 2006 року успішно функціонує Аналітична експертна система управління мостами (АЕСУМ) [3], що дозволяє успішно прогнозувати ресурс та безпеку експлуатації мостів, обґрунтування стратегій ремонтів і реконструкції в умовах обмеженого фінансування. Сьогодні ця система розглядається як універсальний засіб системи експлуатації мостів, їх моніторингу і підтримки в безпечному експлуатаційному стані.

Питання діагностування та систем керування станом покриття досліджували багато вітчизняних та зарубіжних вчених, зокрема С. С. Кизима, О. П. Канін [2], Б. С. Радовський, І. І. Леонович, F. Finn [1] та ряд інших.

Ці дослідження були проведені переважно в 90-х-2010 роках та не мають відповідного продовження в даний час.



Діагностування автомобільних доріг та функціонування СУСП досі остаточно не впроваджені в Україні, що не дає можливості в повній мірі реалізувати їхній потенціал.

6.1. Підходи до оцінки експлуатаційного стану автомобільних доріг

Згідно з [4] стан доріг визначається через декілька взаємопов'язаних понять:

– технічний рівень доріг – ступінь відповідності нормативним вимогам постійних (не змінних в процесі експлуатації або змінних тільки при реконструкції і ремонті) геометричних параметрів і характеристик дороги і її інженерних споруд;

– експлуатаційний стан – ступінь відповідності нормативним вимогам змінних параметрів і характеристик дороги, інженерного устаткування і облаштування, які змінюється в процесі експлуатації в результаті дії транспортних засобів, метеорологічних умов і рівня утримання;

– транспортно-експлуатаційний стан дороги – комплекс фактичних значень параметрів і характеристик а) технічного рівня і б) експлуатаційного стану в поточний момент часу;

– техніко-експлуатаційні якості або характеристики доріг – характеристики надійності і працездатності дороги як інженерної споруди, до яких відносять міцність дорожнього одягу, рівність, шорсткість і зчіпні якості покриттів, стійкість земляного полотна, тощо;

– споживацькі властивості дороги – це їх основні транспортно-експлуатаційні показники, до найважливіших з яких відносять забезпечені дорогою швидкість, зручність і безпеку руху, допустиме осьове навантаження і загальну масу автомобілів, що безпосередньо впливають на продуктивність автомобілів, собівартість перевезень, витрату палива, час доставки вантажів і пасажирів і інші характеристики спільної роботи автомобільного транспорту і автомобільних доріг;

– якість дороги – ступінь відповідності всього комплексу показників технічного рівня, експлуатаційного стану, інженерного устаткування і облаштування, а також рівня утримання нормативним вимогам, що забезпечують споживацькі властивості дороги даної технічної категорії.



У свою чергу, автомобільна дорога – це система, яка складається з об'єктів та їх елементів [5], експлуатаційний стан яких визначається через область значень показників, що характеризують придатність елементу забезпечувати споживчі якості дороги. Згідно світового досвіду стан автомобільної дороги або її елементу можна описати набором числових (рейтинг) і лінгвістичних (назва стану та його опис) характеристик.

Стан елементу дороги є змінною величиною у часі та має тенденцію до погіршення, оскільки елемент весь час знаходить під дією різного роду чинників (наприклад, дорожній рух, погодно-кліматичні, ґрунтово-гідрологічні чинники, старіння матеріалів тощо). Цей процес прийнято називати деградацією елементу. Його можна відобразити кривими деградації при різних стратегіях відновлення параметрів стану (рис. 1).

В Україні основні дослідження проводилися в напрямку розробки власних моделей деградації дорожнього одягу [6-7].

В зарубіжній практиці дорожньо-ремонтні роботи (впливи на елементи доріг) прийнято розділяти на такі категорії [8]:

- поточне утримання (Routine Maintenance);
- планово-попереджувальні (превентивні) ремонтні заходи (Preventive Maintenance);
- ремонтно-відновлювальні заходи (Rehabilitation).

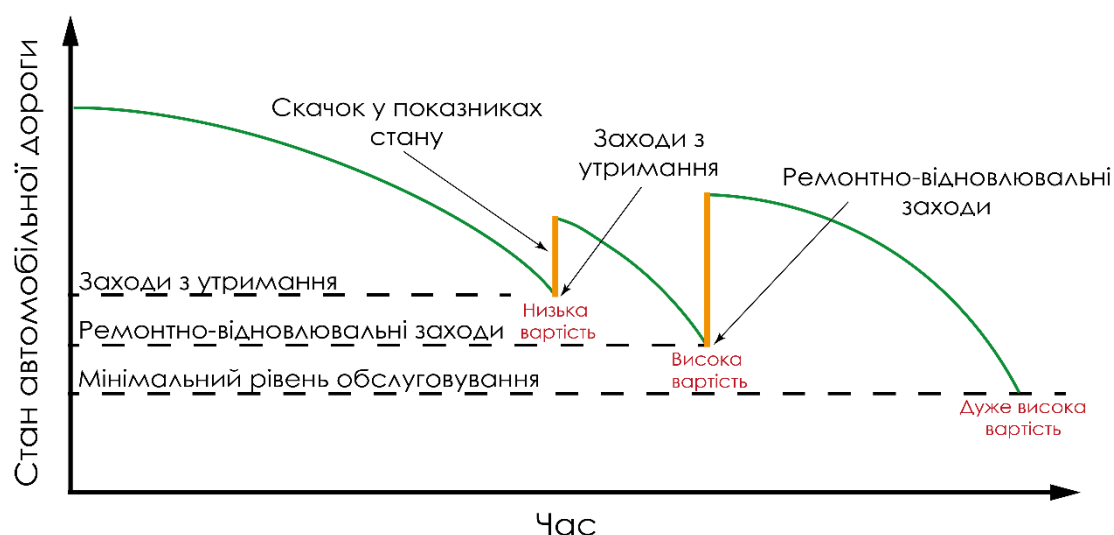


Рисунок 1 – Процес деградації елементу дороги та вплив ремонтних робіт

Перші дві категорії призначені для попередження розвитку процесів деградації елементів доріг та відновлення їх деяких техніко-експлуатаційних



властивостей.

Слід зауважити, що в вітчизняних нормативно-технічних документах відсутні критерії призначення різних видів робіт, крім капітального ремонту [9]. Розробка таких критеріїв для всіх видів робіт з ремонтів та експлуатаційного утримання елементів доріг є підставою для визначення річних об'ємів робіт.

В США в 1956–1960 рр. Американською Асоціацією державних дорожніх службовців (AASHO – в даний час – дорожньо-транспортних службовців – AASHTO) була розроблена п'ятибальна система оцінки експлуатаційного стану PSI (Present Serviceability Index) покриття, що є комплексним показником, призначенням якого є обґрунтування набору ремонтно-відновлювальних заходів [10]. Різного типу конструкції дорожнього одягу випробовувались рухом сидельних тягачів з напівпричепами. Група експертів кожні 2 тижні оцінювала стан покриття на окремій дослідній секції з позиції споживача, не маючи інформації про конструкцію дорожнього одягу, осьові навантаження, загальну кількість проїздів даною ділянкою та не маючи вимірювальних засобів. У ході візуального обстеження кожен експерт виставляв оцінку і надавав її керівнику комісії. Для цього заповнювалися 2 робочі формуляри: в одному експерт відзначав бал від 1 до 5, а на другому – відповідав на питання, чи придатна дорога для подальшої експлуатації (можливі були три відповіді: «так», «ні» і «не визначено»). З'ясувалось, що по мірі збільшення кількості проїздів оцінка експлуатаційного стану (середнє значення PSI) зменшувалась від 4 – 5 до 1,5 – 2 балів. У випадку оцінки PSI = 2,5 половина експертів вважала стан покриття непридатним, а у випадку PSI=1,5 всі члени комісії вважали подальшу експлуатацію дороги неможливою. Таким чином дійшли висновку, що майже нове покриття має оцінку між 4 та 5, капітальний ремонт необхідний, коли значення PSI менше 2,5, а за оцінки PSI < 1,5 необхідна докорінне перевлаштування шарів дорожнього одягу, включаючи шари основи [10].

Оцінка експлуатаційного стану покриття може бути здійснена за 5-бальною чи 100-бальною шкалою (рис.2).

Для раціонального розподілення ресурсів на утримання та ремонт різних ділянок дорожньої мережі та коштів на нове будівництво в ряді країн в 1970-80-х роках почали розробку систем управління станом дорожніх одягів – PMS (Pavement Management System). При цьому система враховувала ефективну



витрату ресурсів в часі для кожного об'єкту за рахунок призначення черговості ремонту різних ділянок, вибору виду та послідовності їх виконання для кожної ділянки.

В якості оцінки експлуатаційного стану було прийнято рішення використати 100-бальний показник PCI (Pavement Condition Index), який можна розглядати як добуток PSI на 20 (5-бальний показник AASHO) (табл.1).

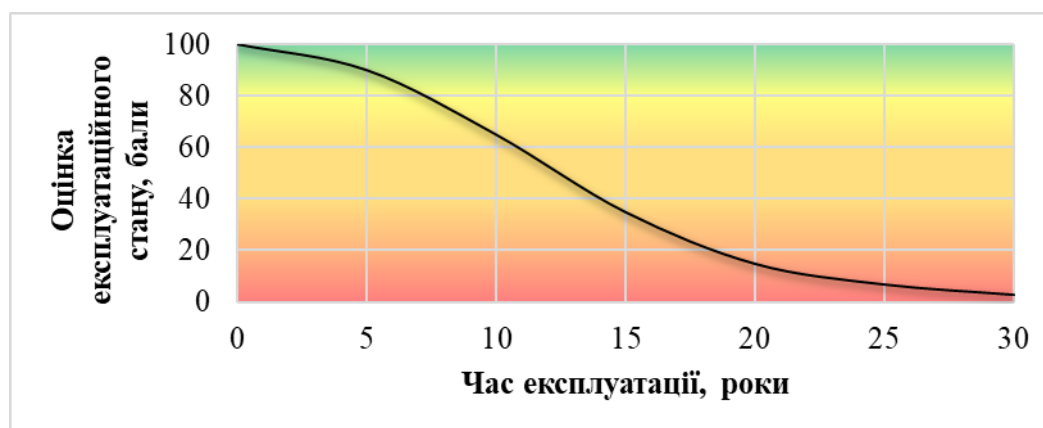


Рисунок 2 – Тенденція зміни стану дорожніх активів в процесі експлуатації автомобільної дороги

Таблиця 1 – Призначення заходів в процесі утримання автомобільних доріг в залежності від стану дорожніх активів

| Оцінка | Бали | | Стан дорожніх активів | Необхідні заходи |
|--------|------------|-------------|-----------------------|---|
| | нижня межа | верхня межа | | |
| A | 90 | 100 | Відмінний | Експлуатаційне утримання |
| B | 80 | 89 | Хороший | Поточний ремонт |
| C | 70 | 79 | Задовільний | Капітальний ремонт покриття |
| D | 60 | 69 | Незадовільний | Капітальний ремонт (можлива заміна шарів основи та земляного полотна) |
| | 50 | 59 | | |
| E | 40 | 49 | Критичний | Реконструкція |
| | 30 | 39 | | |
| | 20 | 29 | | |
| | 10 | 19 | | |
| | 0 | 9 | | |

Рішення про вид ремонту залежить від оцінки експлуатаційного стану покриття (рис. 3). Стан покриття при $PSI = 80-100$ вважається хорошим, тому



відповідає оцінці комісії AASHO від 4 до 5 балів для нового чи майже нового покриття. За такого стану можна обмежитись утриманням та поточним ремонтом. Зниження оцінки експлуатаційного стану на 40 балів (від 100 до 60) відбувається зазвичай протягом приблизно 65–75 % терміну служби до капітального ремонту покриття, якщо вважати термін служби вичерпаним за оцінки 30-40 балів. Момент виконання капітального ремонту покриття обирають з врахуванням категорії дороги: для доріг вищої категорії – від 55 до 60 балів, для доріг державного значення – від 50 до 55, для міжрегіональних – від 45 до 50 і для місцевих – від 40 до 45. При нижчих оцінках для кожного типу покриття передбачають заміну покриття та основи.

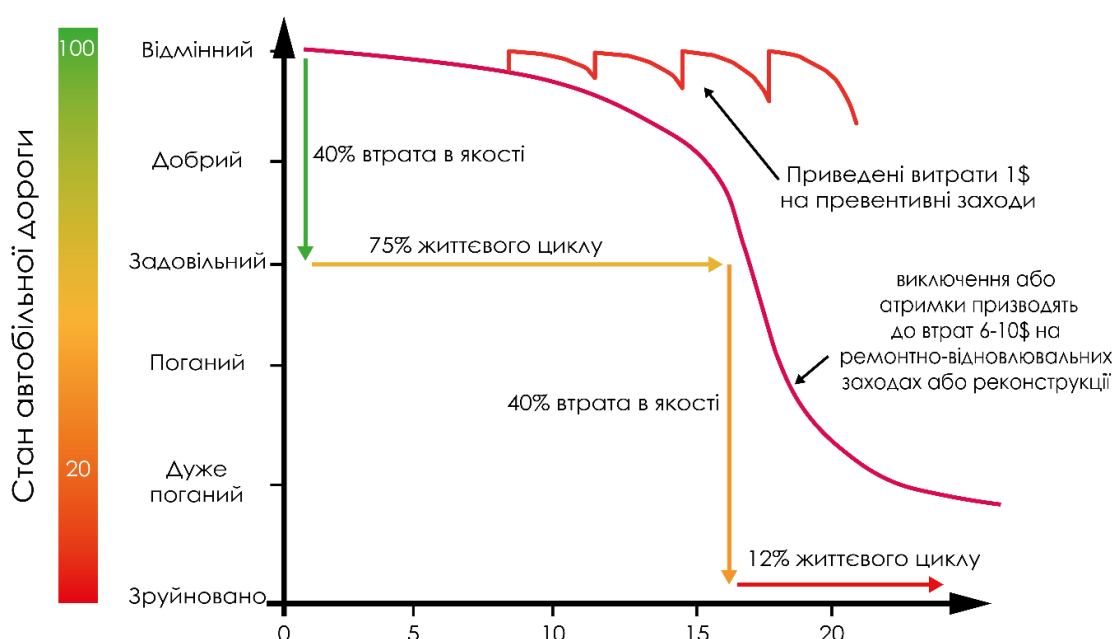


Рисунок 3 – Ремонтні заходи залежно від бальної оцінки стану покриття

Вибір виду та послідовності виконання заходів з ремонту та утримання – техніко-економічне завдання, що вирішується в межах визначеного періоду аналізу на основі даних, про вартість будівництва дорожнього одягу, терміну служби за різними технологіями, вартістю виконання цих ремонтів та залишковій вартості дорожнього одягу до кінця періоду, що розглядається.

Вартість життєвого циклу визначають для різних стратегій експлуатації. На рис. 4 чорним кольором зображена прогнозована зміна оцінки стану без проведення будь-яких ремонтних робіт. Блакитна лінія відповідає стратегії планово-попереджувальних ремонтів, за якої хороший стан покриття підтримується утриманням та поточним ремонтом. Червоною лінією зображена



зміна оцінки стану за альтернативної стратегії – проведенні 2-ох капітальних ремонтів покриття на 13-ий та 23-ій роки після вводу дороги в експлуатацію.

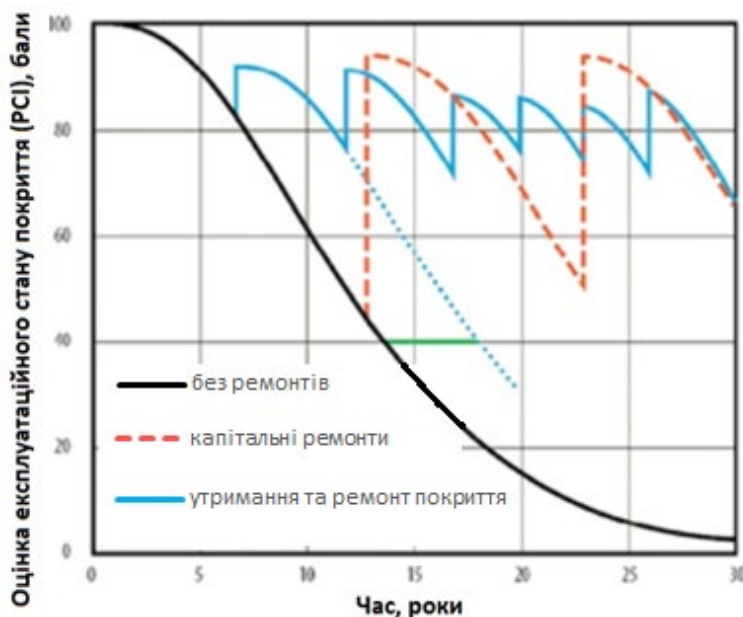


Рисунок 4 – Зміна експлуатаційного стану покриття за різних стратегій виконання ремонтів

Ефективність ремонту також істотно залежить від моменту його проведення. Комісією AASHO було виявлено, що 1 долар, витрачений на ремонт при стані покриття з оцінкою вище 60, економить 4–5 доларів на ремонт при оцінці 30. Залишкова вартість дорожнього одягу оцінюється за методом приведення вартості до даного часу.

6.2. Моделі оцінки стану автомобільних доріг

Дослідник Al-Swailmi [11] визначив основи для систем управління обслуговуванням міських доріг. Він пропонує методологію, яка використовується для розробки системи управління станом доріг, яка поєднується з підсистемою міста для усунення конфліктів між будівництвом та експлуатаційним утриманням доріг.

Процедура управління станом доріг HDM (The Highway Development and Management Model), розроблена менеджером Світового банку та була спробою наблизитись до комплексного управління дорожньою мережею. Вона включала



розширену базу історичних даних, поточних вимірювань показників та обстежень [12].

В 1997 Livneh [13] описав підхід до розробки моделей кривих деградації дорожніх покриттів. Він вважає, що моделі прогнозування деградації дорожнього покриття повинні вдосконалюватися систематично, оскільки вони є дуже важливими для дорожнього господарства.

Medina та ін. [14] описали ефективність використання геоінформаційних систем (ГІС) спільно з системою управління дорожнім покриттям (PMS), особливо для невеликої мережі доріг. У дослідженні представлено передумови використання ГІС та те, як їх можна використовувати для координації з PMS, щоб допомогти урядовим установам ефективно формувати стратегії та обґрунтовано приймати рішення щодо вдосконалення утримання дорожньої мережі.

В дослідженні [15] вперше визначено методологію призначення ремонтно-відновлювальних заходів залежно від оціненого стану автомобільних доріг.

Ralf Haas у своєму дослідженні згрупував більшість моделей прогнозу експлуатаційних якостей в такі класи: емпіричні, механіко-емпіричні та ймовірнісні моделі деградації стану елементів доріг [16]. Зазначені моделі були покладені в основу формування систем управління станом доріг, таких як, наприклад, Pavement Management System (PMS), Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM).

В цілому, слід відзначити, що процес управління покриттям за допомогою моделей PMS оснований на базі даних, яка включає фактичні дані та різні стани покриття. База даних – це тільки невелика частина необхідної інформації для того, щоб передбачати майбутні стан покриття, проте, без математичних виразів, або моделей, неможливо оцінити витрати і втрати, і вибрати дієві стратегії управління [17-18].

Наприклад, модель якостей (параметрів) покриття заснована на математичному вирівнюванні, що дає можливість зобразити стани покриття за його віком.

Моделі PMS класифікуються наступним чином [17-20]:

- Моделі стану покриття: основою яких є визначення індексу (СІ). Значення показника градується за шкалою від 0 до 100 балів. Фактичне обчислення індексу основане на використанні методу рейтингу.



- Моделі якостей: дані моделі використовуються, щоб оцінити стан покриття на перспективу. Ці моделі можуть використовуватися для окремих сегментів, або – для групи сегментів покриття.

- Моделі потреби в ремонтних роботах: використовуються, щоб ідентифікувати, які сегменти покриття повинні підлягати ремонту через даний проміжок часу, який підлягає аналізу.

- Моделі вірогідності впливів: якщо сегмент ідентифікований як кандидат для ремонту, програма управління станом покриття застосовує шаблони аналізу, щоб визначити, які ремонтні альтернативи повинні бути використані.

- Моделі виділення впливів: якщо більш ніж одна ремонтна альтернатива визначена як ймовірна для ремонту сегменту покриття. Моделі виділення впливів використовуються, щоб вибрати рекомендований ремонт.

- Пріоритетні моделі: використовуються, щоб визначити пріоритет сегментів покриття, куди необхідно вкласти кошти першочергово.

За способом розробки моделі якостей покриття можуть бути розподілені на:

- детерміністичні;
- імовірнісні.

Детерміністичні моделі дозволяють визначити середнє значення залежної змінної (наприклад, строк життєвого циклу покриття або рівень руйнування). Детерміністичні моделі для обчислення індексу стану (*IC*) мають вигляд:

$$IC = C - m \times A^P, \quad (1)$$

де *C* – модельна константа для максимального рейтингу (звичайно 100);

m – коефіцієнт нахилу;

A – вік (час, що пройшов після спорудження елемента або останнього ремонту чи реконструкції);

P – константа, яка задає кривизну кривої деградації (ступінь полінома).

Більшість цих моделей засновані на регресійному аналізі [30].

При цьому наводиться поліноміальна форма вирівнювання регресії:

$$y = b_0 + b_1(x) + b_2(x^2) + b_3(x^3) + \dots + b_n(x^n), \quad (2)$$



де y – значення змінної, яку необхідно визначити;

x – незалежна змінна;

b – константи регресії.

Найпростіша форма регресійної залежності - це лінійна регресія, яка має вигляд:

$$y = b_0 + b_1(x) . \quad (3)$$

Регресійні залежності вищого порядку (багаточлени) дають криволінійні залежності між незалежними і залежними змінними [17]. Дані регресійні моделі досить прості для розуміння, але вони можуть бути не досить точними через те, що для передбачення однієї змінної (стан покриття) використовується одна незалежна змінна (вік покриття).

Багатопараметричні регресійні моделі є дуже складними й вимагають використання великих комплексів вихідних даних.

Імовірнісні моделі передбачають ряд (або послідовність) значень для залежної змінної. Вони засновані на теорії марківських процесів. Для кожного стану розроблені оцінки, щоб передбачити, який відсоток секцій покриття буде залишатися в тому ж стані або перейде в інший умовний стан. Дані моделі також припускають, що імовірність переміщення постійна у часі.

Імовірнісні моделі на основі марківської теорії [17, 21] базуються на припущенні, що імовірність переходу системи з одного стану в інший залежить тільки від поточного стану. Стосовно елемента дороги або його частини це припущення означає, що, наприклад, стан ділянки покриття наступного року залежить тільки від стану ділянки покриття в поточному році і не залежить від того, який був поточний стан ділянки покриття в минулому.

Для кожного даного стану розробляється оцінка для прогнозу відсотка ділянок елемента (наприклад, ділянок покриття), що їх стан:

- а) залишиться такими ж самим;
- б) перейде в інший стан.

Для калібрування такої моделі потрібно накопичувати в базі даних історичні дані про зміни стану конкретного елемента дороги на всіх його ділянках або на певній їх кількості, виділеної для спостереження.

Марківська модель виходить з припущення стаціонарності процесу



переходу з одного стану в інший і залежить тільки від стану. Однак і інші фактори важливі для передбачення майбутнього стану, наприклад, вік та повторні навантаження покриття дорожнього одягу. Транспортні навантаження залежать від приросту приведеної інтенсивності руху. Тому припущення стаціонарності перехідних імовірностей реалістичні лише на протязі короткого часу. Це вимагає застосування так званих напівмарківських процесів.

Можна використовувати індивідуальні ділянкові та групові моделі прогнозу експлуатаційних якостей. Індивідуальні ділянкові моделі використовують історичні дані для конкретної ділянки дороги або елемента для розробки моделі прогнозу.

Моделі визначення якостей покриття можуть також класифікуватися як механістичні, емпіричні, або механістично-емпіричні, залежно від їх формулювання і від того, чи використовуються в моделі механістичні змінні [22-23]. Емпіричні моделі засновані на результатах експериментів або досвіду експертів. Механістичні моделі засновані на основних принципах поведінки покриття при впливі навантаження. Емпірично-механістичні моделі об'єднують елементи обох підходів.

Система управління станом покриття м. Вашингтона заснована на індивідуальному сегментному підході. Індивідуальна сегментна модель використовує історичні дані про окремий сегмент покриття для розробки моделі визначення якостей покриття. Інший підхід - це групова модель якостей покриття, до якої залучають сегменти покриття, на яких передбачаються подібні ремонтні роботи [17].

Алгоритми моделей потреби в ремонтних роботах складаються з двох кроків. Перший крок в використанні даної моделі – це вибір критерію, який буде використовуватися для ідентифікації сегментів дороги, де необхідно виконати певний вид ремонту. Другий крок – це встановлення порогу критерію згідно з класифікацією доріг та типів покриттів. Моделі потреб у ремонтних роботах потрібно періодично переглядати і змінювати.

Моделі вірогідності впливів використовуються для визначення ремонтних альтернатив на сегменті покриття.

Моделі виділення впливів використовуються у випадку, коли більш ніж одна ремонтна альтернатива ідентифікована як можлива для певного сегменту покриття. Суть даних моделей полягає в використанні імітаційного моделювання процесу вибору альтернативного типу ремонту, що ґрунтується



на минулій практиці даної дорожньої організації. Проте, як вважають американські спеціалісти, найкраще при виборі альтернативного варіанту ремонтних робіт використовувати критерій співвідношення вигоди-вартість.

Пріоритетні моделі дозволяють дорожній організації виявити проекти, які є пріоритетними до впровадження в даному році та відповідають фінансовим обмеженням, що встановлені річним бюджетом.

Проте, слід зазначити переваги та недоліки використання приведених моделей (табл. 2) [24, 25].

Таблиця 2 – Переваги і недоліки використання різних моделей прогнозування стану (адаптовано з FHWA, 1990)

| Моделі 1 | Переваги 2 | Недоліки 3 |
|------------------------|--|---|
| Регресії | <ul style="list-style-type: none"> • Просте програмне забезпечення, що в даний час широко доступне для виконання аналізу. • Ці моделі можуть бути використані в системах управління станом покриття. • На розрахунки потрібно небагато часу. | <ul style="list-style-type: none"> • Потрібні великі бази даних для найкращої реалізації моделі. • Працює лише в межах діапазону вхідних даних. • Існують похибки в прогнозуванні, прогноз можливий на невеликий проміжок часу. • Вибір оптимальної форми зробити досить важко, що займає тривалий час. |
| Криві життєвого циклу | <ul style="list-style-type: none"> • Порівняно легко виконувати обробку даних. • Показують ймовірність відмов відповідно до віку дорожнього покриття. | <ul style="list-style-type: none"> • Може бути виявлена велика похибка при використанні незначної кількості показників. |
| Марковські моделі | <ul style="list-style-type: none"> • Забезпечують зручність вводу та отримання даних. • Відображає тенденції показників стану незалежно від їх нелінійного характеру. | <ul style="list-style-type: none"> • Немає готового адаптованого до галузі програмного забезпечення. • Результати інвестування в минулому не мають впливу. • Не враховує фізичні фактори, що впливають на зміни. • Потрібні великі потужності, витрати часу на обробку та збереження. |
| Напівмарковські моделі | <ul style="list-style-type: none"> • Можуть базуватися виключно на суб'єктивних даних. • Потрібно набагато менше полів даних. • Забезпечують зручність вводу та отримання даних. • Можуть враховувати показники, визначені в минулому. | <ul style="list-style-type: none"> • Немає готового адаптованого до галузі програмного забезпечення. • Потрібні великі потужності, витрати часу на обробку та збереження. |



| Моделі | Переваги | Недоліки |
|------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Механістичні | <ul style="list-style-type: none"> • Прогнозування засноване на причинно-наслідкових зв'язках, отже, дає кращий результат. | <ul style="list-style-type: none"> • Потрібні великі потужності, витрати часу на обробку та збереження. • Базуються на використанні великої кількості змінних, які здебільшого не входять у традиційну систему управління станом покриття. • Дозволяють виконувати прогноз тільки основних параметрів. |
| Механо-емпіричні | <ul style="list-style-type: none"> • Прогнозування в першу чергу засноване на причинно-наслідкових зв'язках, отже, дає кращий результат. • Легко працювати з отриманими вихідними параметрами. • Потребують менших обчислювальних потужностей і витрат часу. | <ul style="list-style-type: none"> • Залежать від поля даних розвитку емпіричних моделей. • Не використовують суб'єктивні дані. • Працюють з фіксованими частинами незалежної змінної. • Базуються на використанні великої кількості змінних, які здебільшого не входять у традиційну систему управління станом покриття. |
| Байєсові | <ul style="list-style-type: none"> • Можуть бути розроблені з урахуванням минулого досвіду з обмеженим полем даних. • Простіше, ніж Марковські і Напівмарковські моделі. • Можуть враховувати показники, визначені в минулому. | <ul style="list-style-type: none"> • Не розглядають механістичну поведінку. • Неправильне рішення може призвести до побудови помилкової моделі. |

Детерміновані моделі розробляються з використанням регресійних, емпіричних та комбінованих механістично-емпіричних методів. Вибір математичної форми, для якої буде використано модель ефективності управління дорожнім покриттям повинні відповідати спостережуваним даним та регресійно-статистичному аналізу [26].

Регресійний аналіз використовувався для моделювання стану дорожнього покриття в ряді досліджень. Наприклад, в [27] описано використання регресійного аналізу для моделювання стану дорожнього покриття на вибраних об'єктах армії США, у Стратегічній програмі досліджень мережі доріг США (SHRP) для отримання прогнозних моделей управління станом доріг для різних типів дорожнього покриття, умов дорожнього руху та навколишнього середовища та для отримання зв'язку між характеристиками дорожнього покриття з точки зору PSI та терміну служби автомобільної дороги [27].

Регресійні моделі досить часто використовуються для розробки



оптимізаційних моделей, оскільки їх перевагою є легкість програмної реалізації та інтерпретації за допомогою загальнодоступних пакетів аналізу. Проте, недоліком регресійних моделей є те, що основні припущення щодо використання регресії повинні бути перевірені даними, перш ніж такий аналіз може бути використаний [27]. Крім того, на точність моделей регресії може негативно вплинути будь-яка корельована незалежна змінна.

Аналіз за кривими життєвого циклу може використовувати детермінований підхід, включаючи єдине бальне значення або імовірнісний підхід, що включає середнє значення, дисперсію та розподіл ймовірності. Tighe провів імовірнісний аналіз витрат життєвого циклу для автомобільних доріг та дійшов висновку, що типові змінні проектів, такі як товщина та вартість, визначаються за нормальним логарифмічним розподіленням, а не за звичайним розподілом [27]. Ігноруючи логарифмічний характер цих змінних можна внести значні упередження в загальну оцінку вартості життєвого циклу.

Загальною рисою серед різних типів детермінованих моделей є те, що вони базуються на великій кількості довгострокових спостережуваних польових даних та обробляються шляхом регресійного аналізу згідно з [26].

З іншого боку, більшість імовірнісних моделей розробляються для характеристики невизначеної поведінки процесів деградації дорожнього покриття (Panthi 2009) [28].

Модель Маркова виявилася ефективним інструментом моделювання поведінки дорожніх активів, що проаналізовано і доведено дослідником Naas [16]. Модель Маркова використовується завдяки своїй здатності фіксувати ймовірнісну поведінку дорожнього покриття та процес погіршення стану в умовах невизначеності, що залежить від часу, а також для обрання різних ремонтно-відновлювальних заходів (Panthi 2009) [28]. Модель базується на переходу дорожнього покриття з певного стану в інший протягом певного періоду часу.

Фундаментальним припущенням моделі Маркова є те, що процес майбутнього розвитку активу залежить від поточного стану. Отже, коли ми спостерігаємо за станом дороги в момент "t", ми може вивчити ймовірність того, що дорога погіршиться лише в різних умовах за станом на той час.

Моделі Маркова класифікуються відповідно до різних припущень на однорідні та неоднорідні. Однорідна марковська модель передбачає, що змінні (такі як навантаження, трафік, навколишнє середовище тощо) постійні



протягом усього періоду період аналізу (Liu 1997) [26]. З іншого боку, неоднорідна марковська модель враховує швидкість змін, що відбулися на кожному різному етапі. Моделі ланцюгів Маркова поділяються на моделі використання часового періоду (ймовірності часу, необхідного для переходу з одного стану в інший) або моделі на основі стану (ймовірності переходу з одного стану до іншого у заздалегідь визначений проміжок часу).

Вітчизняним науковцем, Радовським Б.С., було описано модель деградації дорожнього покриття на основі капітальності конструкції, якості будівництва і властивостей матеріалів [29], що базується на випробуваннях дорожнього одягу на полігоні Американської Асоціації державних дорожніх службовців (AASHO), які стали основою для функціонування Pavement Management System (PMS). Криві деградації побудовані за формулою [29]:

$$PCI(t) = 100 \times \Phi \left[\frac{1}{c} \left(1 - \left(\frac{t}{T} \right)^{\frac{1}{b}} \right) \right], \quad (4)$$

де $PCI(t)$ – показник експлуатаційного стану покриття;

$\Phi(x)$ – інтеграл ймовірності;

t – час, після закінчення якого визначається цей показник;

T – час до зниження первісної оцінки вдвічі, залежний від конструкції дорожнього одягу, природних умов її роботи і інтенсивності руху, приведеної до розрахункового осьового навантаження;

b – постійна, що характеризує опір матеріалу повторним навантаженням;

c – коефіцієнт варіації, що характеризує розкид запасу міцності щодо його середнього значення.

Згідно досліджень Радовського Б.С. прийняття рішення про вид ремонту залежить від експлуатаційного стану покриття, а при прогнозуванні зміни стану дорожнього одягу в часі слід виходити з закономірностей поведінки дорожньо-будівельних матеріалів при повторних навантаженнях, так як всі види пошкоджень обумовлені багаторазово повторюваними силовими або температурними впливами.

Отже, експлуатаційний стан елементу дороги [30, 10] ґрунтується на



безрозмірній шкалі рейтингу стану [31], яка відображує спільний вплив на стан різних типів пошкоджень, а елементи дороги протягом життєвого циклу перебувають послідовно в одному з п'яти експлуатаційних станів (таблиця 3).

Таблиця 3 – Класифікація експлуатаційних станів елементів доріг

| Експлуатаційний стан | Назва стану | Границі рейтингу стану елементу, балів |
|----------------------|-------------|--|
| Стан 1 | Відмінний | понад 80 до 100 включно |
| Стан 2 | Добрий | понад 60 до 80 включно |
| Стан 3 | Задовільний | понад 40 до 60 включно |
| Стан 4 | Поганий | понад 20 до 40 включно |
| Стан 5 | Аварійний | понад 0 до 20 включно |

Кожен тип пошкодження характеризуються двома параметрами:

- рівнем серйозності;
- рівнем розповсюдження.

Рівень серйозності характеризує ступінь або міру ураження елементу, а рівень розповсюдження – ступінь охоплення елементу пошкодженням. Як правило, рівень серйозності поділяється на три рівні: низький, середній і великий [31-32]

Кожне пошкодження окремо впливає на рейтинг стану елементу дороги. Рейтинг пошкодження визначається інтерполяцією між граничними значеннями інтервалів розповсюдження пошкоджень, які відповідають експлуатаційним станам [31]:

$$r_{ij}^{PC} = b_{ij}^{\max} - \frac{PP_i^{PC} - P_{ij-1}^{PC}}{P_{ij}^{PC} - P_{ij-1}^{PC}} \times (b_{ij}^{\max} - b_{ij}^{\min}), \quad P_{ij-1}^{PC} < PP_i^{PC} \leq P_{ij}^{PC}, \quad (5)$$

де r_{ij}^{PC} – рейтинг i -го пошкодження з рівнем серйозності PC в j -му експлуатаційному стані;

b_{ij}^{\max} – верхня границя для j -го стану в балах;

PP_i^{PC} – фактичний вимірний (оцінений візуально або інструментально) об'єм пошкодження (рівень розповсюдження);

P_{ij}^{PC} – границя рівня розповсюдження i -го пошкодження j -го стану;

b_{ij}^{\min} – нижня границя для j -го стану в балах.



Стан елемента визначається через рейтинг в залежності від сумісного впливу кожного пошкодження елемента.

Для визначення стану елемента в цілому по всім зафіксованим пошкодженням розраховується його рейтинг:

$$R_i^e = f_{n_i} \left(\sum_{j=1}^{j=n_i} [100 - r_{ij}] \right), j = 1 \dots n_i, \quad (6)$$

де R_i^e – середньозважений рейтинг стану і-го елемента;

f_{n_i} – функція обчислення рейтингу, яка враховує сумісний вплив на стан елемента декількох пошкоджень.

Для всіх видів елементів застосовуються однакові функції f_{n_i} [32].

Для обчислення f_{n_i} скористуємось залежностями, отриманими в [32].

Позначимо $x = \sum_{j=1}^{j=n_i} [100 - r_{ij}]$:

для одного пошкодження:

$$f_1 = x; \quad (7)$$

для двох пошкоджень:

$$f_2 = -3,95 + 0,78x - 0,0014x^2; \quad (8)$$

для трьох пошкоджень:

$$f_3 = -7,76 + 0,75x - 0,0013x^2; \quad (9)$$

для чотирьох пошкоджень:

$$f_4 = -13,05 + 0,74x - 0,0012x^2; \quad (10)$$

п'ять пошкоджень і більше:



$$f_5 = -14,83 + 0,69x - 0,0011x^2; \quad (11)$$

r_{ij} – рейтинг стану j -го пошкодження;

n_i – число спостережених пошкоджень i -го елемента.

Стан елемента визначається в залежності від обчисленого рейтингу:

$$C_i^e = j, b_j^{\min} < R_i^e \leq b_j^{\max}, \quad (12)$$

де C_i^e – стан i -го елемента j -го пошкодження;

j – номер стану;

b_j^{\min} – нижня границя рейтингу j -го стану;

R_i^e – рейтинг елемента;

b_j^{\max} – верхня границя рейтингу j -го стану.

Виконання різних видів ремонтних робіт призводить до різних значень величини підвищення рейтингу i до переходу до кращого стану елемента дороги. Визначення величини підвищення рейтингу здійснюється через застосування моделі впливу ремонтів, яка звичайно задається таблицею з трьома входами: вид ремонту, інтервал рейтингу стану, вплив даного виду ремонту на підвищення рейтингу елемента дороги [26].

6.3. Розвиток системи управління станом дорожніх активів в Україні

Згідно з [3] типова модель системи управління станом дорожніх одягів може бути представлена у вигляді піраміди, що складається з 4-ох частин (рис. 5).

Основа цієї піраміди (нижня частина) – база даних про стан дорожнього одягу з оцінкою поточного стану покриття, створена на основі результатів діагностування за допомогою програмного забезпечення, що виконує збір, опрацювання, передачу, зберігання та використання даних про транспортно-експлуатаційний стан мережі автомобільних доріг. В цій базі повинні



Рисунок 5 - Система управління станом дорожніх активів

зберігатись дані про матеріали та товщини конструктивних шарів дорожнього одягу та ґрунти земляного полотна, погодно-кліматичні умови (максимальні літні та мінімальні зимові температури), усадки та глибина промерзання, навантаження та інтенсивність руху з врахуванням складу транспортного потоку. Найважливішими показниками цієї бази даних мають бути дані про транспортно-експлуатаційні показники: виконані ремонти із застосуванням певної технології, кількість часових та фінансових ресурсів, витрачених на експлуатаційне утримання даної ділянки дороги, показника рівності за IRI, міцності дорожнього одягу, шорсткості покриття, глибина колії та інформація про дефекти: викришування, тріщини, ямковість тощо. Стан кожної однорідної (з однаковою конструкцією дорожнього одягу) ділянки може бути оцінений за сукупністю об'єму різних пошкоджень.

Оптимальним варіантом впровадження бази даних системи СУСП є її інтеграція в модуль «утримання доріг» інтерактивної мапи «Укравтодору» (рис. 6-7) в комплексі з геокалькулятором «КМ+». Мапа дозволить візуалізувати поточний експлуатаційний стан на всій мережі автомобільних доріг загального користування чи на окремих її ділянках з можливістю відфільтрувати інформацію за областями, дорогами або окремими транспортно-експлуатаційними показниками.



Застосування геокалькулятора «КМ+» дозволить перераховувати лінійні кілометрові прив'язки відносно певної автомобільної дороги загального користування (км+) в глобальні координати (WGS84) і навпаки.

Геодані можуть підвищити точність збирання, опрацювання й аналізу даних про автомобільні дороги, об'єкти та споруди на них, транспортні потоки та події і допоможуть краще аналізувати і планувати роботу балансоутримувачам доріг. Вони спростять аналіз обсягу виконаних робіт та суму коштів, витрачених на експлуатаційне утримання певної ділянки дороги. Використання цих даних допоможе замовникам здійснювати якісний контроль за виконанням планів ремонту та будівництва доріг, покращити керування дорожнім господарством, забезпечити якісне планування.

Другою частиною СУСП є модуль, який дає прогнозування стану покриття в процесі експлуатації дороги. Різноманітні математичні моделі на основі аналізу дій повторних навантажень на дорожній одяг, результатів випробувань повторних проїздів на стендах, полігонах та експериментальних ділянках, а також на досвіді служби покриттів у даному регіоні дозволяють спрогнозувати динаміку погіршення стану покриття після його ремонту різними методами.

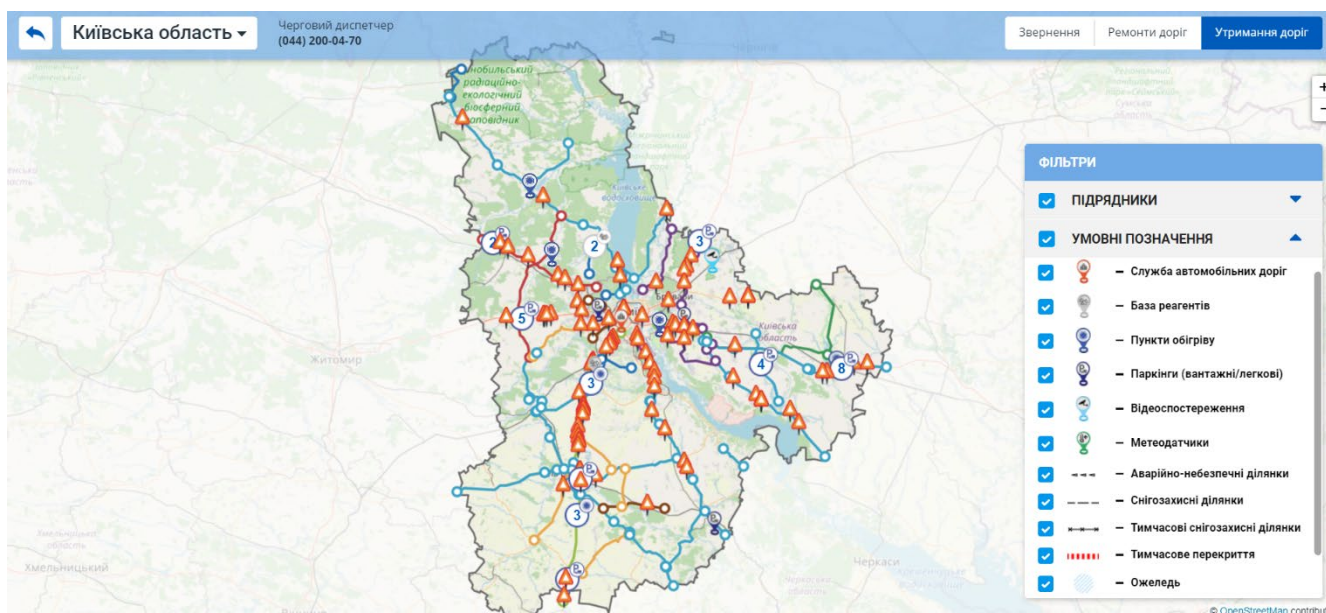


Рисунок 6 – Оболонка інтерактивної карти Укравтодору

Наприклад, на рис. 8-9 зображені графіки зміни оцінки стану покриття у штаті Айова після влаштування тонкошарового покриття за методом Slurry Seal для двох ділянок доріг з інтенсивністю до 5 000 авт./добу із <5 % вантажного

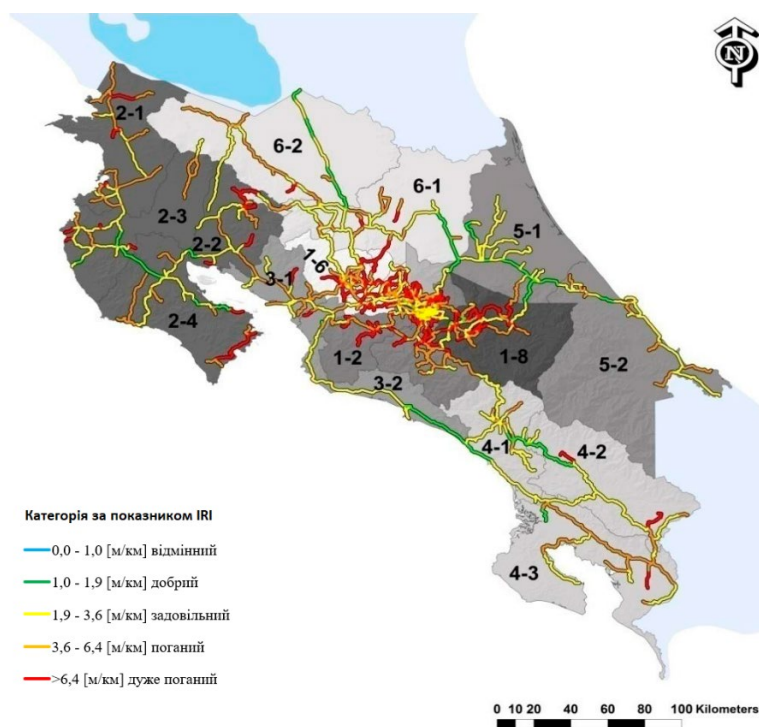


Рисунок 7 – Приклад інтеграції бази даних СУСП з інтерактивною мапою. Візуалізація стану національної мережі доріг у Коста-Риці за показником рівності IRI (2017 р.)

транспорту у складі транспортного потоку, та з інтенсивністю > 5 000 авт./добу із > 5 % вантажного транспорту у складі транспортного потоку [2].

З наведеного прикладу видно, що при інтенсивності до 5 000 авт./добу (в тому числі < 5 % вантажних) початкова майже відмінна оцінка (95 балів) протягом 7 років знизилась до незадовільної (30 балів), за якої необхідне проведення капітального ремонту (табл.4).

При інтенсивності руху > 5 000 авт./добу та > 5% вантажних автомобілів у транспортному потоці процес зниження показника якості до незадовільного стану відбувається за 4 роки.

В обох випадках прогнозовані дані добре корелюються із фактичними показниками оцінки якості покриття. Це досягається калібруванням моделі прогнозу стану відносно до місцевих умов.

Прогнозний період в роках, який залишився до капітального ремонту дорожнього одягу нежорсткого виду, обчислюється за формулою [33]:

$$T_{кр} = 1 + u \times \log_{10}(K_{змф} / K_{змд}) / (0,0035 / m + n \times \log_{10}(q)), \quad (13)$$

де u – коефіцієнт, що враховує вплив дорожньо-кліматичної зони;

$K_{змф}$ – фактичний коефіцієнт запасу міцності;



$K_{зид}$ – допустимий коефіцієнт запасу міцності;

m – коефіцієнт, що враховує погіршення властивостей в'язучого;

n – коефіцієнт, що враховує процеси втомлювання покриття;

q – коефіцієнт приросту інтенсивності руху.

Таблиця 4 – Порівняння фактичного та прогнозованого показника якості протягом терміну служби покриття

| Тип покриття та умови руху | Термін служби покриття, роки | Фактичне значення показника якості | Прогнозоване значення показника якості |
|---|------------------------------|------------------------------------|--|
| Slurry Seal Незадовільний стан <5000 авт./д. <5% | 0 | 95 | 94,73 |
| | 1 | 92 | 91,30 |
| | 2 | 86 | 86,73 |
| | 3 | 80 | 80,63 |
| | 4 | 71 | 72,50 |
| | 5 | 59 | 61,66 |
| | 6 | 50 | 47,20 |
| | 7 | 31 | 27,92 |
| Slurry Seal Незадовільний стан >5000 авт./д. >5% | 0 | 85 | 83,68 |
| | 1 | 75 | 76,25 |
| | 2 | 64 | 66,25 |
| | 3 | 52 | 52,76 |
| | 4 | 38 | 34,58 |

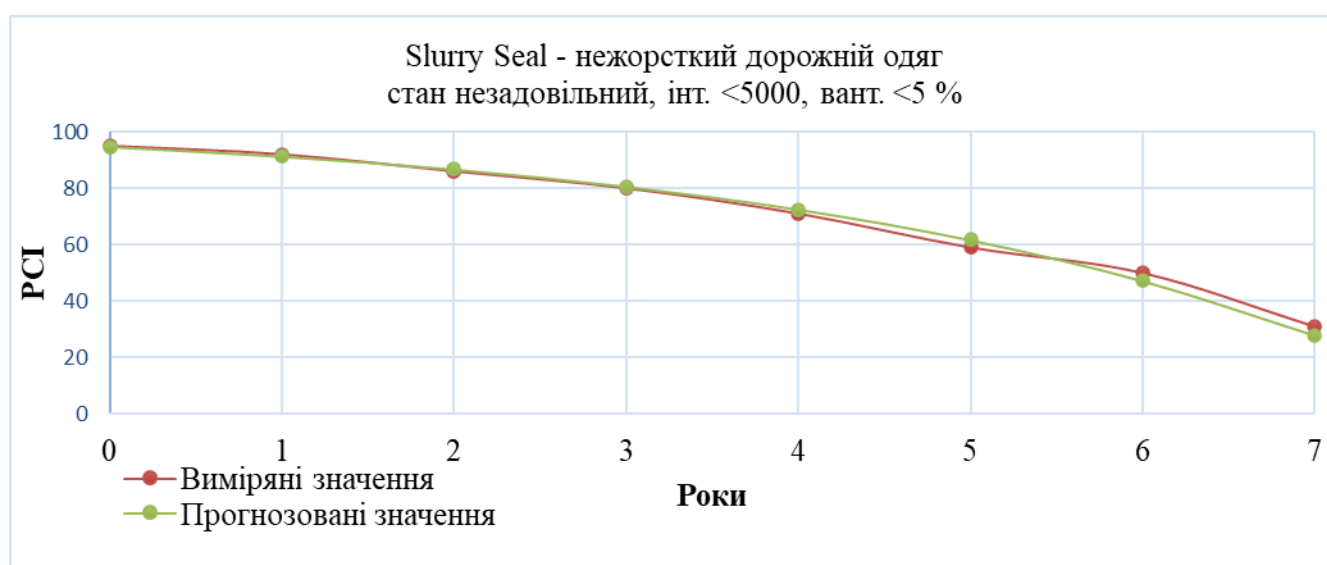


Рисунок 8 – Графік зміни показника якості протягом терміну служби покриття

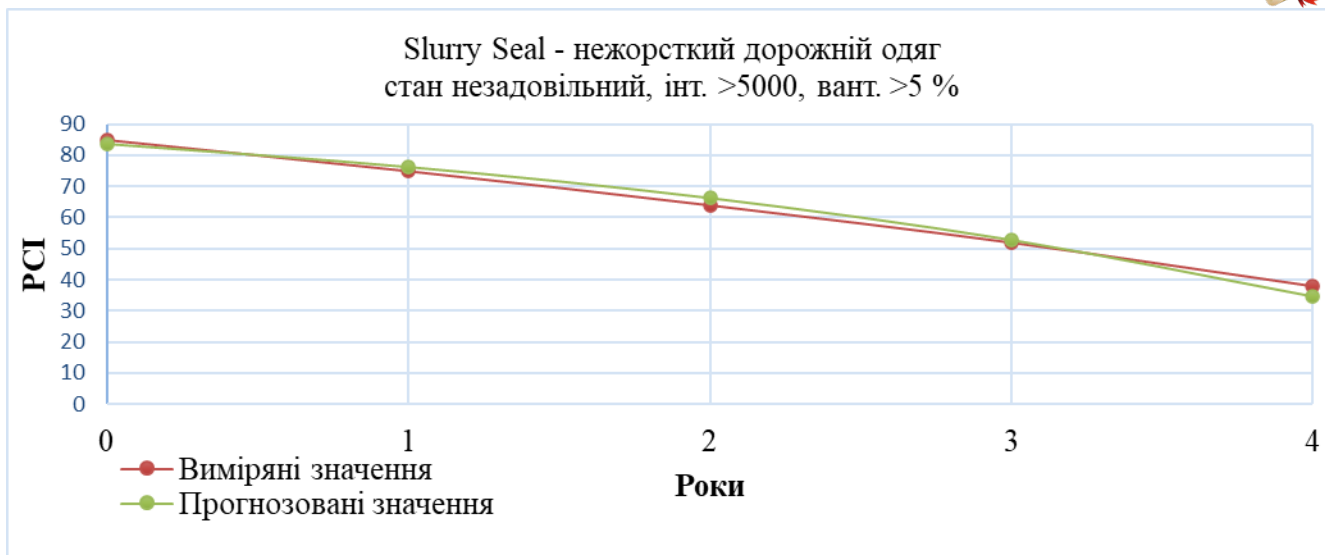


Рисунок 9 – Графік зміни показника якості протягом терміну служби покриття

Такий прогноз в Україні можна виконати за допомогою Системи управління станом покриття (СУСП) (рис. 10).

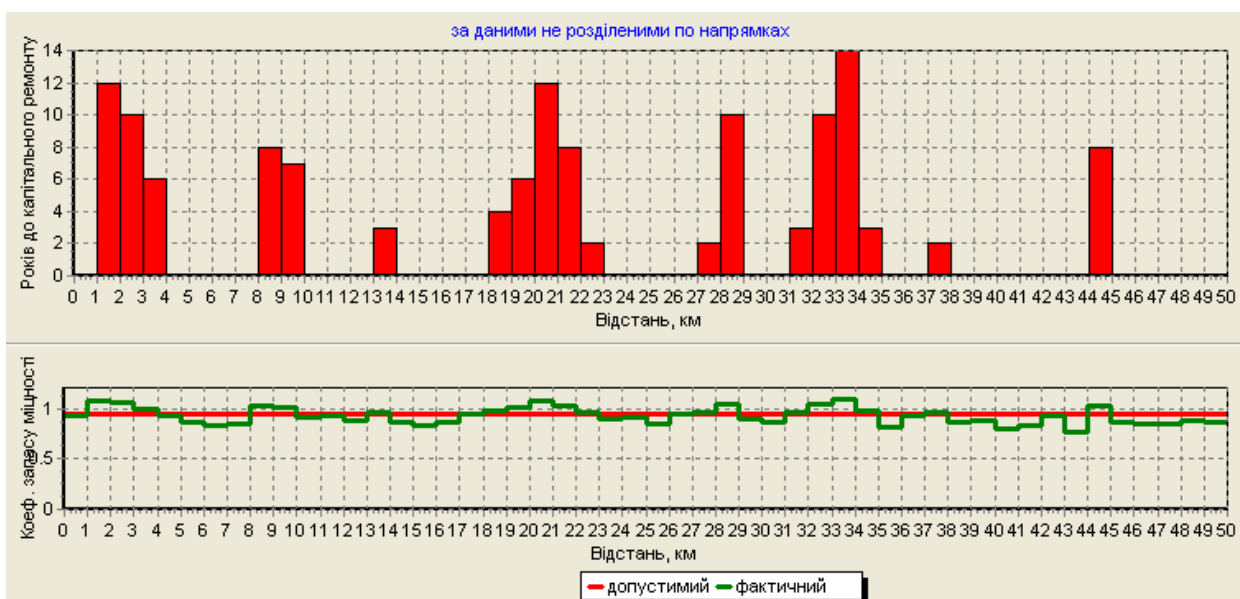


Рисунок 10 – Прогнозування капітального ремонту дорожнього одягу нежорсткого виду

Прогнозний період в роках, який залишився до відновлення рівності покриття дорожнього одягу нежорсткого виду, визначається шляхом розв’язання відносно t рівняння [34]:



$$S_0 + \alpha \times t \times e^{ct} = S_d, \tag{14}$$

де S_0 – показник рівності в рік вимірювання, см/км;

α – коефіцієнт, який залежить від дорожньо-кліматичної зони, фактичного коефіцієнта запасу міцності, типу місцевості за умовами зволоження, числа смуг руху, приведеної товщини верхніх зв'язних шарів, приведеної інтенсивності руху, показника структурної міцності несучого шару, ширини смуги руху, коефіцієнту неоднорідності міцності дорожнього одягу;

t – час, років;

S_d – допустимий показник рівності проїзної частини доріг (рис. 11);

$$c = 0,02 + 0,0035 \times (q - 1) \times 100, \tag{15}$$

де q – коефіцієнт приросту інтенсивності руху.

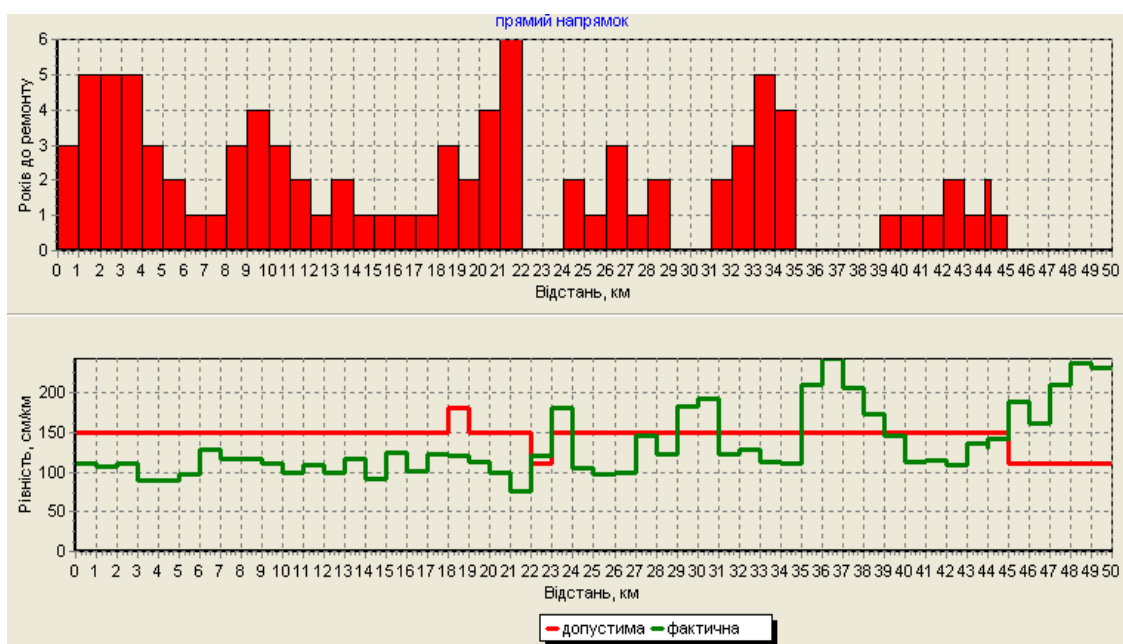


Рисунок 11 – Прогнозування ремонтно-відновлювальних заходів на основі показника рівності

Як видно, прогнози ремонтів спирається на визначені коефіцієнту приросту інтенсивності руху. Його можна обґрунтувати на основі відповідної нечітко-множинної моделі.

За необхідності виконання капітального ремонту за допомогою СУСП обґрунтовуються стратегії відновлення стану дорожніх одягів (рис. 12 – 15).

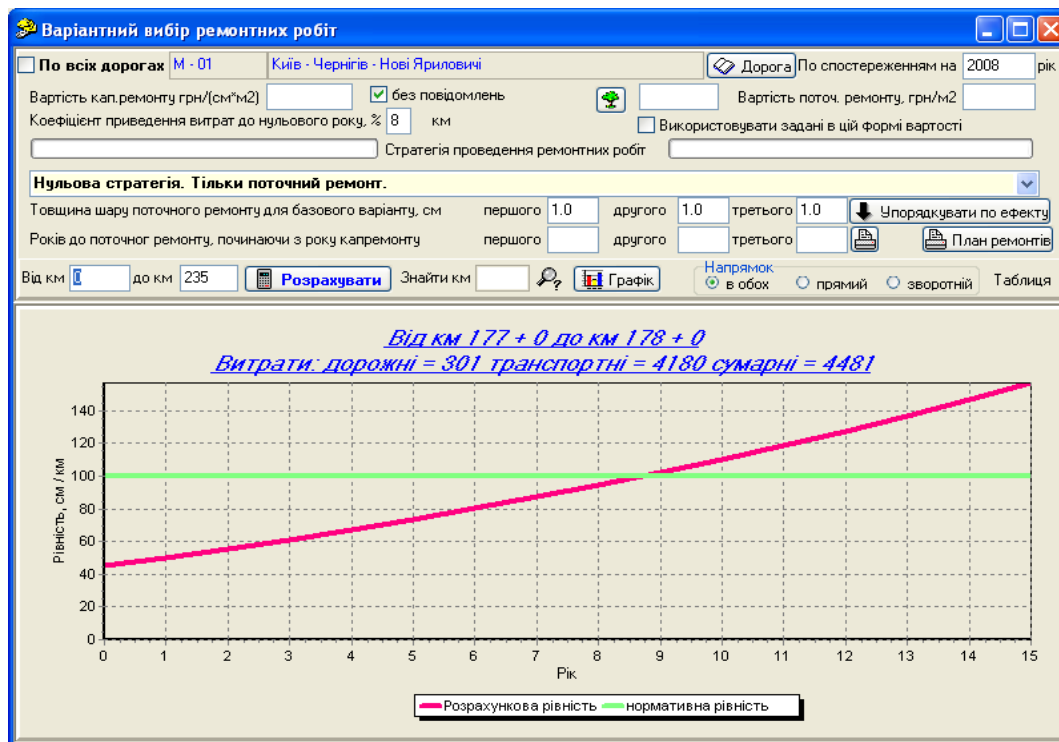


Рисунок 12 – Стратегія без поточних ремонтів

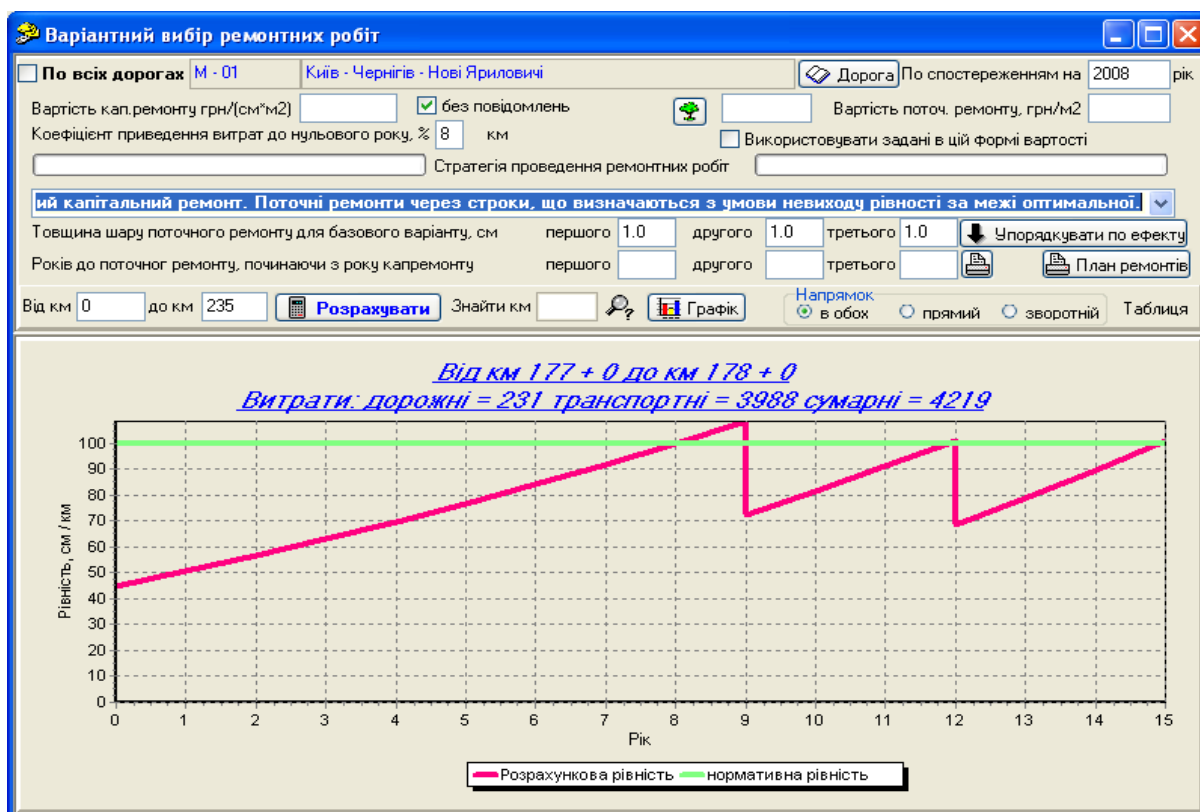


Рисунок 13 – Стратегія з поточними ремонтами.

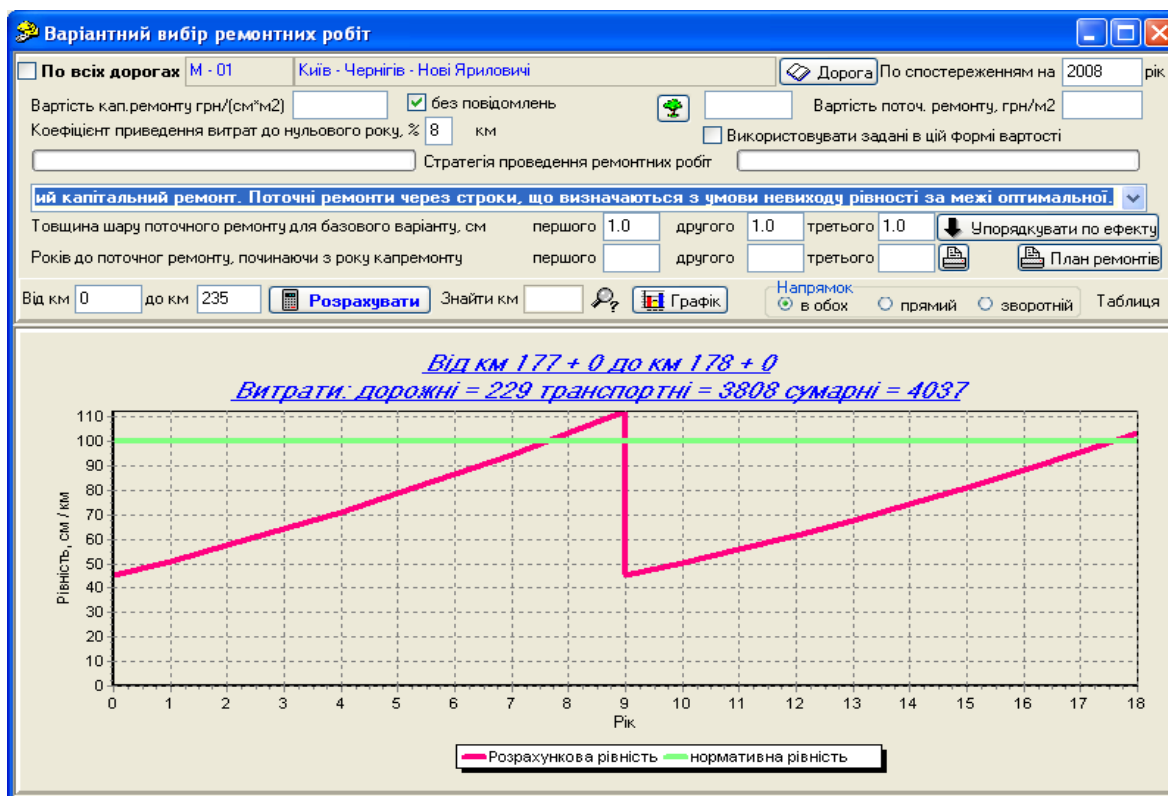


Рисунок 14 – Стратегія з двустадійним капітальним ремонтом.

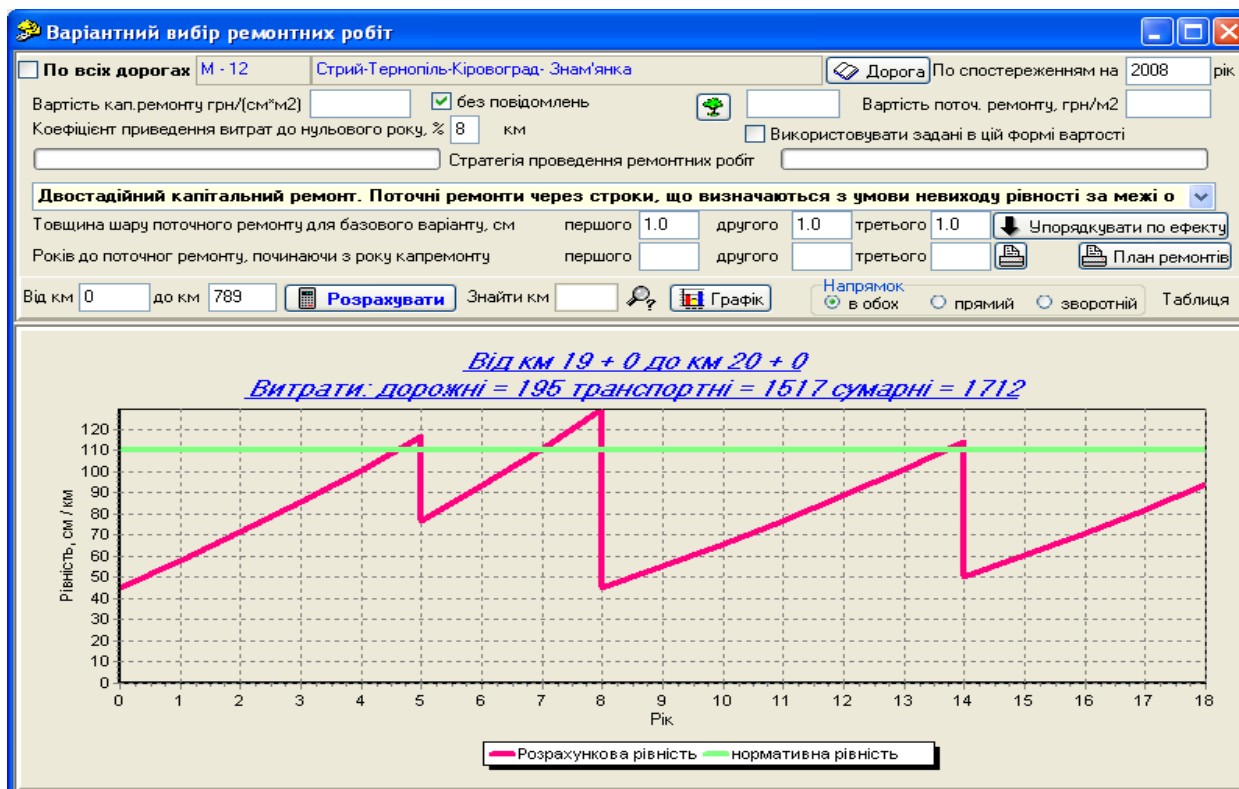


Рисунок 15 – Стратегія з двустадійним капітальним ремонтом і поточними ремонтами

Наступний етап полягає у порівнянні різних стратегій експлуатації,



оптимізація витрат та розподілення їх по ділянкам доріг мережі. Ця складова системи експлуатації реалізується у вигляді комп'ютерної програми, що дозволяє прийняти рішення на основі заданих критеріїв оптимізації, наприклад, мінімум витрат на ремонт та утримання мережі протягом заданого життєвого циклу, найбільшої протяжності доріг при заданих витратах, максимальна середньозважена оцінка стану покриття на мережі при заданому рівні витрат протягом тривалого періоду.

Останнім часом в різних країнах світу поширені програмні системи розвитку та управління дорогами, зокрема HDM-4, яка застосовується в якості інструменту для виконання економічного аналізу сумарних транспортних витрат для альтернативних варіантів покращення доріг і стратегій утримання на основі економічного оцінювання протягом терміну служби. Подібні програмні комплекси дозволяють виконати детальне моделювання впливу руйнування елементів автомобільної дороги та ефекту заходів з утримання, а також розрахувати річні витрати на будівництво, утримання доріг, експлуатацію транспортних засобів та часу перебування в дорозі.

Зокрема, в 2021 році Державне агентство автомобільних доріг України ("Укравтодор") у рамках реформи управління якістю в дорожній галузі поступово впроваджує систему HMD-4 в Україні [35]. Проте, слід зазначити, що Укравтодор не обмежує дорожні служби у використанні і розвитку вітчизняної системи СУСП.

Висновки

Широке впровадження системи управління станом дорожніх активів дозволить в повній мірі реалізувати всі її можливості щодо ефективного розподілу коштів на експлуатаційне утримання доріг, забезпечивши при цьому високий рівень транспортно-експлуатаційних показників мережі.

Оцінювання експлуатаційного стану автомобільних доріг та їх елементів повинно виконуватися систематично та визначатися на основі моніторингу - обстеженні, збиранні і аналізі інформації про: наявність і кількісні параметри елементів доріг; параметри, характеристики і умови функціонування доріг і дорожніх споруд; наявність дефектів і причини їх появи; характеристики транспортних потоків; інші дані, які необхідні для оцінки і прогнозу стану доріг



і дорожніх споруд в процесі подальшої експлуатації.

Удосконалення моделі прогнозування стану дорожнього покриття - ще один важливий компонент системи управління станом, що дозволяє виконувати формування пріоритетної програми оптимальної групи ремонтно-відновлювальних заходів.

**KAPITEL 7 / CHAPTER 7****GEOPHYSICAL PROCESSES AND GEODYNAMIC STATE OF
TRANSCARPATIA IN 2019: METEOROLOGICAL ASPECT****ГЕОФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ГЕОДИНАМІЧНИЙ СТАН ЗАКАРПАТТЯ В 2019 РОЦІ:
МЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ****DOI: 10.30890/2709-2313.2021-05-02-010****Вступ**

Геофізичні спостереження на території Закарпаття проводяться тривалий період різними науковими установами в зв'язку з особливим географічним положенням регіону та проявами різноманітних геофізичних та геологічних процесів. Крім гідрогеологічних аспектів екологічного стану регіону важливу роль відіграють геофізичні процеси. Закарпаття-сейсмонебезпечна територія, де реєструються численні місцеві землетруси різного енергетичного класу, з певною періодичністю відбуваються сильніші підземні поштовхи, які відносять до розряду відчутних. Вивчення періодичностей небезпечних геофізичних процесів актуалізує дослідження факторів, що впливають на процес їх підготовки та прояву. Одним із таких факторів поряд з гідрогеологічним та астрофізичним є метеорологічний фактор, зокрема пов'язаний з характеристиками атмосферного повітря, його температурою, атмосферним тиском, швидкості повітряних потоків та їх просторовим розподілом. Важливо вивчити взаємозв'язок різних геофізичних параметрів та необхідне розширення географії аерофізичних досліджень в регіоні.

7.1. Геофізичні аспекти досліджень в сейсмогенеруючих регіонах.

Дослідженню геодинамічного та сейсмічного стану Закарпатського внутрішнього прогину присвячено багато робіт, які розкривають їх особливості та представляють важливі результати необхідні при вирішенні екологічних проблем краю. Геологічне середовище за своєю природою є неоднорідним, всі процеси будуть відбуватися в ньому неоднаково, що відображено у внутрішній і зовнішній структурі мікрогеодинамічних зон, що відрізняються за розмірами, формою, глибиною ерозійних процесів, характером розповсюдження (1).



Відмічено фізичний вплив Місяця на природні земні сейсмічні явища, підтверджено існування залежності кількості землетрусів від параметрів фази Місяця (2). Проведені геотермічні дослідження відмічають величини змін напружено-деформованого стану масивів порід під час сейсмопрогностичного моніторингу на всій території сейсмоактивного Закарпатського прогину (3). Вивчення геологічних процесів в Закарпатському внутрішньому прогині дозволили встановити певні закономірності та відмінності у виникненні та протіканні селів, що визначається геолого-геоморфологічними та структурно-тектонічними особливостями будови даного регіону (4). Гравітаційні процеси у Закарпатської області належать до явищ, сформованих у неоднорідному, анізотропному середовищі, які формуються під впливом структурно-тектонічних та літолого-стратиграфічних факторів (5). Проаналізовано просторово-часовий характер міграції епіцентрів помірних і сильних землетрусів центральної частини Карпатського регіону, відмічено, що з плином часу відстань між епіцентрами сильних і середніх землетрусів поступово зростає, а самі епіцентри мігрують у північно-західному напрямку (6). Важливо проаналізувати можливі зв'язки між характером міграції епіцентрів землетрусів, геологічною будовою, глибинними розломами, геофізичними полями та сучасними вертикальними рухами земної кори Закарпатського внутрішнього прогину. На основі вивчення горизонтальних рухів в зоні Березівського горбогір'я, показано результати деформографічних спостережень на режимній геофізичній станції "Берегово" у Закарпатті протягом 2007-2008 рр., розглянуто вплив на проведення вимірів атмосферних факторів: температури, порівняно отримані результати з теоретично розрахованими значеннями припливної сили (7). Показано зв'язок метеорологічних параметрів із геодинамічним станом Закарпаття (8). Представлено вплив зміни аерофізичних параметрів на екологічний стан Закарпатського внутрішнього прогину (9). Дослідження сеймотектонічних процесів на геологічних структурах Закарпаття вказали на астрофізичні аспекти проявів сейсмічності-вплив фаз Місяця на розрядку напружено-деформованого стану порід (10). Проведені вимірювання параметрів геофізичних полів: магнітного поля Землі, електромагнітної емісії відмітили зв'язок динаміки параметрів магнітного поля та сучасних горизонтальних рухів кори (11). Проведені дослідження проявів сейсмічності в Закарпатському внутрішньому прогині вказують на зв'язок інтервалів інтенсивних рухів кори в зоні Оашського глибинного розлому та



інтервалів підвищеної сейсмічності (12). На території Закарпатського внутрішнього прогину функціонують пункти геофізичних досліджень-режимні геофізичні станції, сейсмічні станції та пункти деформометричних спостережень (рисунок 1).

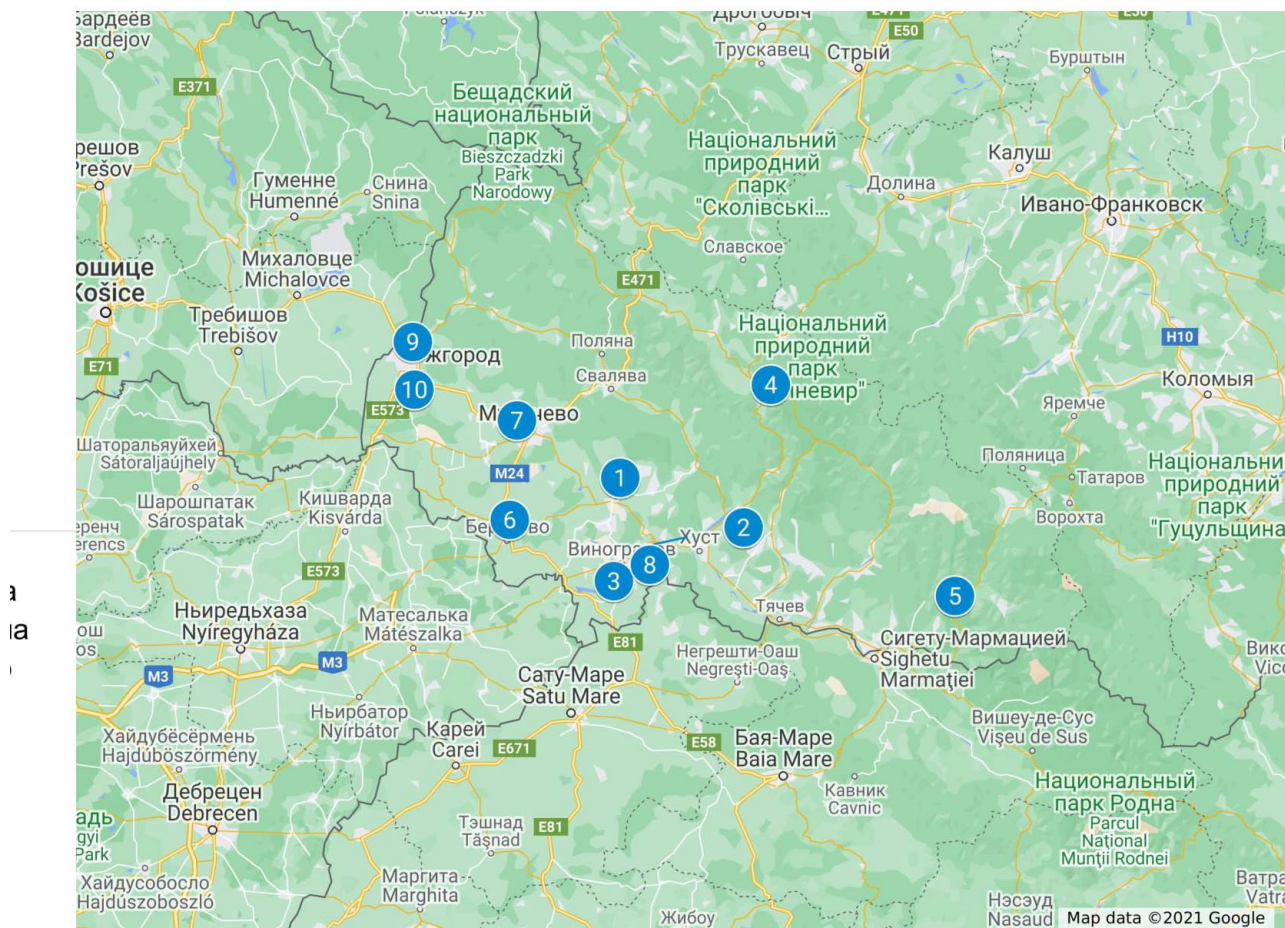


Рисунок Карта-схема розташування пункті режимних геофізичних, сейсмологічних та деформометричних досліджень на території Закарпатського внутрішнього прогину (1-Режимна геофізична станція „Брід ”; 2-Режимна геофізична станція „Нижнє-Селище”; 3-Режимна геофізична станція „Тросник”; 4-Сейсмічна станція „Міжгір’я ”; 5-Сейсмічна станція „Рахів ”; 6-Режимна геофізична станція „Берегове ”; 7-Режимна геофізична станція „Мукачеве ”; 8- Пункт деформометричних спостережень „ Королеве ”; 9-Сейсмічна станція „Ужгород ”; 10-Режимна геофізична станція „Холмовець ” [13].

Методика дослідження. *Мета роботи:* вивчення зв’язків геодинамічного стану Закарпатського внутрішнього прогину та екологічно небезпечних процесів через моніторинг геофізичних полів. *Об’єкт дослідження* – сеймотектонічні процеси в регіоні, їх зв’язки із параметрами його метеорологічного стану. *Предмет дослідження* – варіації фізичних параметрів



атмосферного повітря, їх впливи на рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому та прояви місцевої сейсмічності. Для вирішення поставлених задач було вивчено просторово-часовий розподіл параметрів метеорологічного стану-швидкості вітру, напрямків вітру, варіацію поривів вітру, температури повітря на висоті 9 м; розглянуто тенденцію динамічних характеристик сучасних горизонтальних рухів кори в центральній частині Закарпаття; побудовано просторово-часовий розподіл місцевої сейсмічності за період 2019 року. У розкритті теми дослідження використано результати режимних геофізичних спостережень, що проводяться Відділом сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім.С.І. Субботіна НАН України на території Карпатського геодинамічного полігону за вказаний період. Використано поетапний аналіз варіацій параметрів досліджуваного геофізичного поля, зокрема метеорологічного, вивчення динаміки рухів кори, що вимірювалися на деформометричних пунктах спостережень, розглядалися часові розподіли зареєстрованих місцевих землетрусів в першій половині 2019 року.

7.2. Аналіз результатів геофізичних спостережень в Закарпатському внутрішньому прогині за 2019 рік.

Квітень 2019 року. Закарпатський внутрішній прогин проявив себе 11 місцевими землетрусами. Зміщення порід - це розширення порід величиною -1 мкм. Для вивчення впливів метеорологічних факторів на геодинамічний стан регіону, розглянуто просторово-часовий розподіл величин векторів швидкостей атмосферних потоків біля поверхні земної кори рисунок 2.

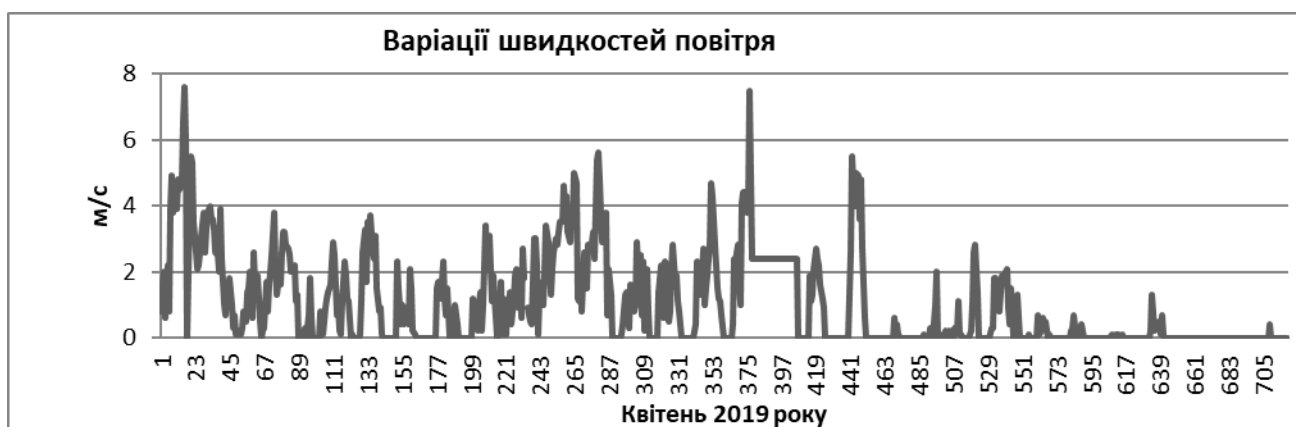


Рисунок 1 - Варіації швидкостей повітря на РГС „Тросник” за квітень 2019 року. Закарпатський внутрішній прогин.



Середнє значення величини швидкості повітря за квітень 2019 року становить: 1.06 м/с. Представлено для дослідження впливу параметрів атмосферного повітря на рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому параметри кінематики геомеханічних рухів виміряних на Пункті деформографічних спостережень „Королеве”(рисунок 2).

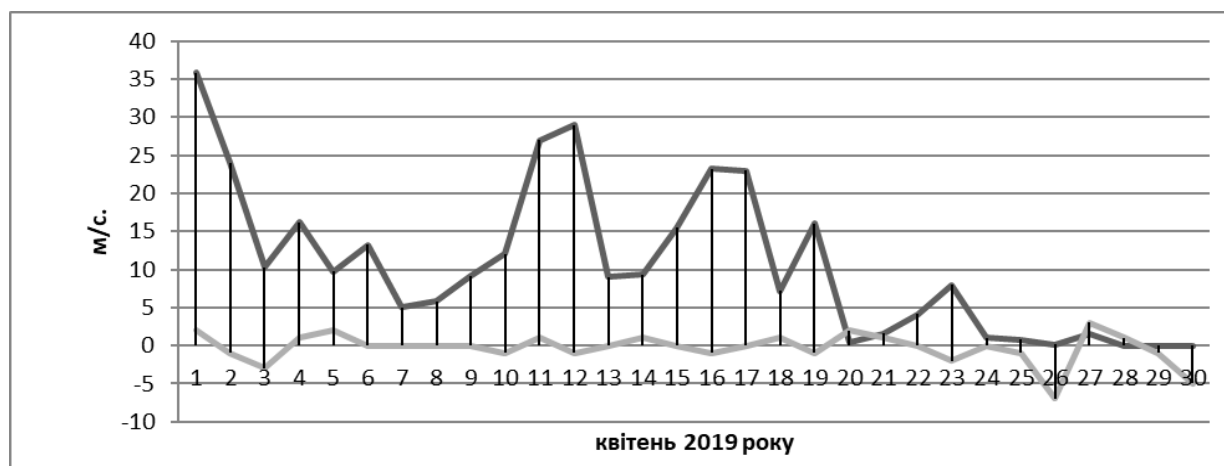


Рисунок 2 - Варіації швидкостей повітря на РГС „Тросник” в квітні 2019 року (крива чорного кольору), рухи кори (крива сірого кольору) в зоні Оашського глибинного розлому .

Динамічні зміни параметрів повітряних потоків ймовірно викликають стиснення порід, що в сумі з іншими факторами викликають акумуляцію геомеханічної енергії через стиснення та розширення порід земної кори. Важливо прослідкувати причинно-наслідкові зв'язки впливу факторів завад, деформації земної кори та вивільнення енергії пружно-деформованого стану порід, через виклад просторово-часового розподілу місцевої сейсмічності (рисунок 3).

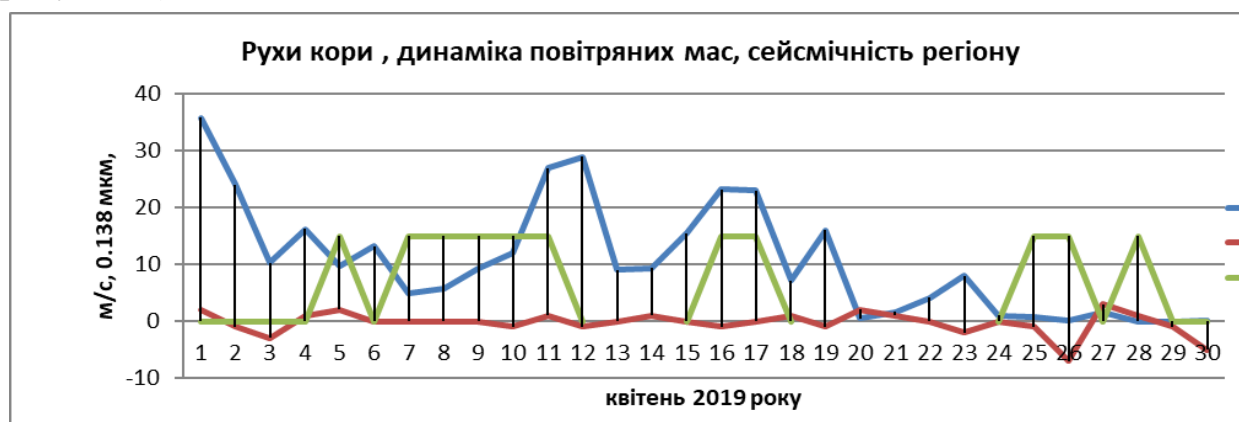


Рисунок 3 - Рухи кори (крива червоного кольору), сейсмічність регіону (крива зеленого кольору), швидкість повітряних мас (крива синього кольору) в квітні 2019 року. Закарпаття.



Землетруси в квітні відбувалися через 3-5 діб після аномалій на кривих залежностей швидкостей від часу, або в той же інтервал часу. Можливий акумулюючий ефект дії вітрів на поверхню земної кори, який завершується проявом слабкої сейсмічності в регіоні.

Травень 2019 року. В травні спостерігали стиснення порід величиною -22 мкм в зоні Оашського глибинного розлому. При цьому зареєстровано 17 місцевих землетрусів. Проведено аналіз часового розподілу швидкостей вітру(рисунок 4). Середня швидкість вітру за місяць становить 0.17 м/с.

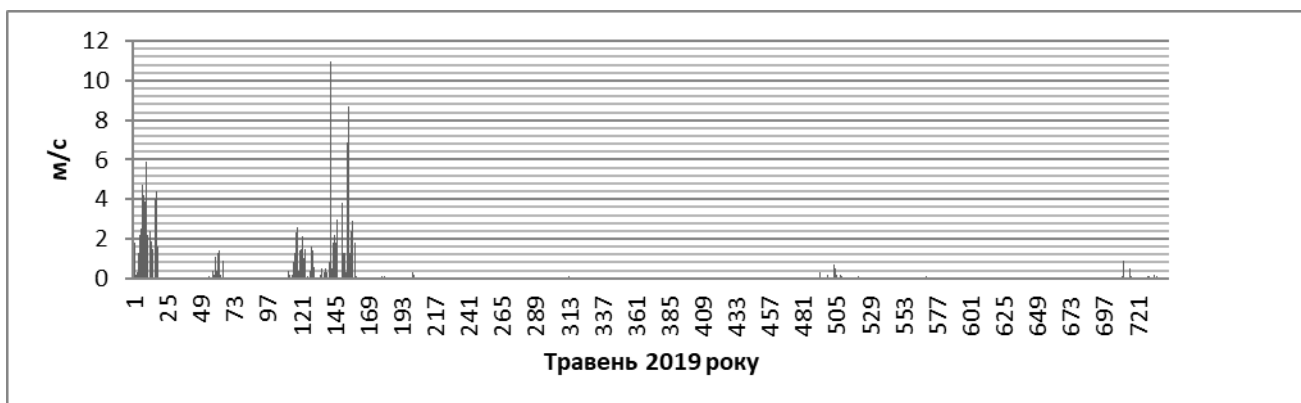


Рисунок 4 - Розподіл швидкостей вітру в травні 2019 року на РГС „Тросник”.

Проведено вивчення зв'язків деформацій земної кори та варіацій векторів швидкостей повітря них мас за досліджуваний інтервал часу(рисунок 5).



Рисунок 5 - Рухи кори(діаграма сірого кольору), швидкість вітру (крива чорного кольору) за травень 2019 року. Зона Оашського глибинного розлому.



Аналіз варіацій параметрів геодинамічного стану за травень 2019 року підтвердив факт зв'язку параметрів метеорологічного стану регіону із характером сучасних горизонтальних рухів кори - енергія вітру перетворилася на енергію рухів кори. Для визначення ступеня впливу параметрів атмосфери на екологічно небезпечні процеси проведено аналіз просторово-часового розподілу місцевих землетрусів (рисунок 6).



Рисунок 6 - Комплексний аналіз геофізичних полів в Закарпатському внутрішньому прогині за травень 2019 року: сейсмічність регіону(діаграма зеленого кольору); рухи кори(крива червоного кольору), швидкість вітру(крива синього кольору).

Землетруси проявилися в період стиснення порід, після аномальних періодів швидкостей повітря.

Червень 2019 року. В Закарпатському внутрішньому прогині зареєстровано 10 місцевих землетрусів. На ПДС „Королеве” зареєстровано розширення порід величиною +18.7 мкм. Середня швидкість вітрів за червень 2019 року виміряних на Режимній геофізичній станції „Тросник” становить: 0,022 м/с (рисунок 7).

Розглянуто розподіл прискорення рухів кори (рисунок 8).

Період, коли відмічено вітер, супроводжується стисненнями кори на ПДС „Королеве”. Розглянуто просторово-часовий розподіл місцевої сейсмічності (рисунок 9).

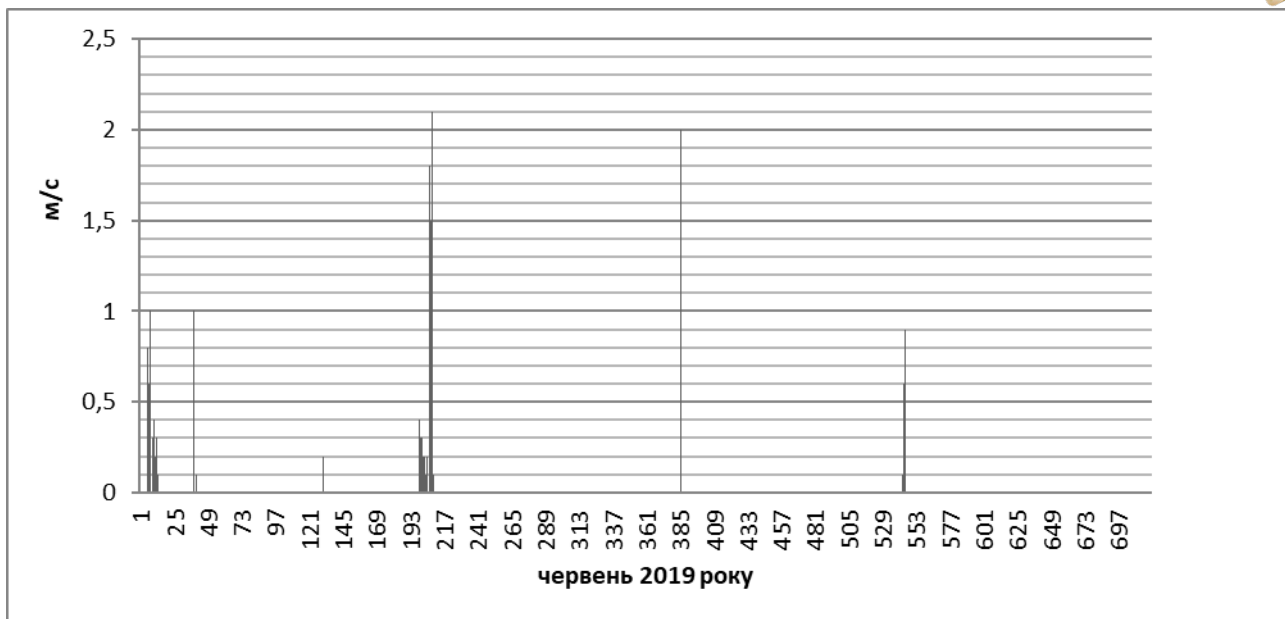


Рисунок 7 - Варіації швидкостей рухів кори на РГС „Тросник” в червні 2019 року.

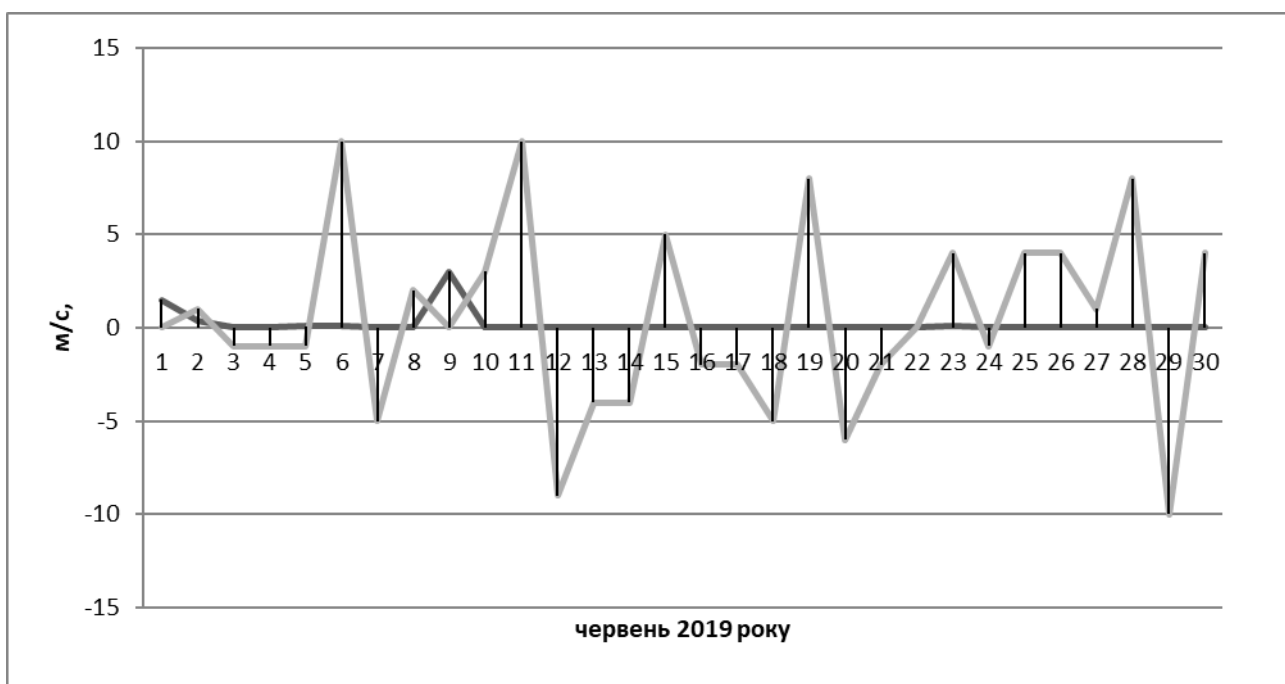


Рисунок 8 - Рухи кори(крива сірого кольору) в зоні Оашського глибинного розлому, швидкість повітряних мас(крива чорного кольору) на РГС „Тросник” за червень 2019 року.

Сейсмічність активізувалася в після стиснення порід, яке супроводжувалося підвищеними величинами швидкостей повітряних мас, в першій декаді червня 2019 року. В липні 2019 року на теренах Закарпатського внутрішнього прогину зареєстровано 5 місцевих землетрусів. На території



Оашського глибинного розлому відмічено розширення порід величиною $+3.9 \times 10^{-7}$. Вивчено розподіл енергії вітрових потоків. Відмічено зменшення вітрової енергії. Показано, як зв'язані рухи кори та варіації швидкості повітряних потоків (рисунок 10).

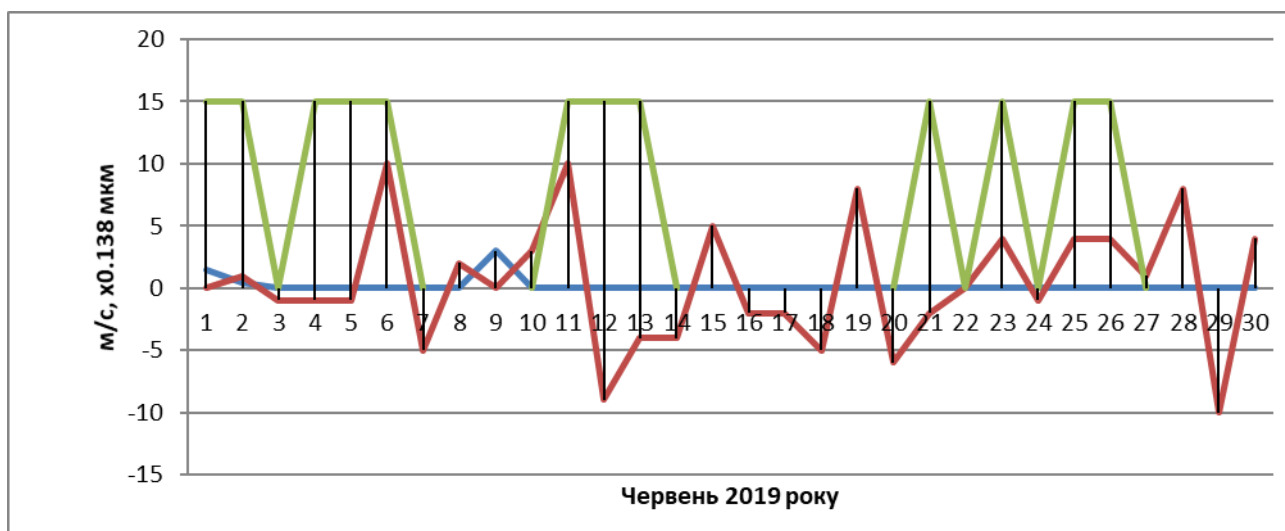


Рисунок 9 - Комплексний аналіз рухів кори(крива червоного кольору) в зоні Оашського глибинного розлому, сейсмічності регіону(діаграма зеленого кольору), швидкість вітру(крива синього кольору) в червні 2019 року. Закарпатський внутрішній прогин.

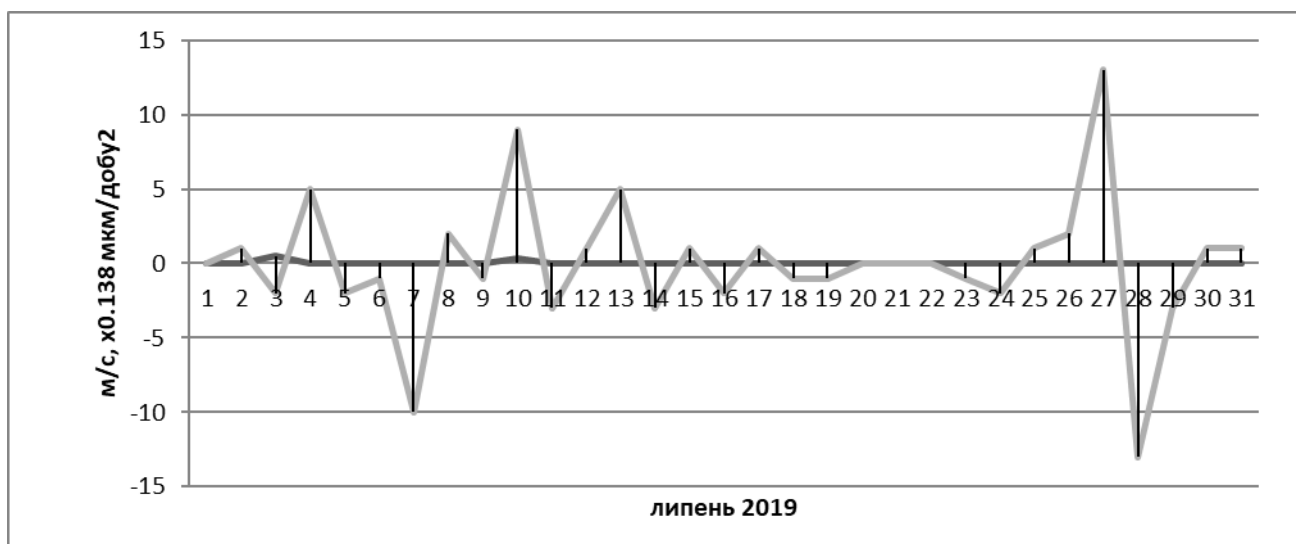


Рисунок 10 - Кінематика сучасних рухів кори(зона Оашського глибинного розлому) та варіації швидкостей повітряних потоків в липні 2019 року. Закарпатський внутрішній прогин.

Поява вітрових потоків супроводилася стисненням порід, важливо



визначити кількісні залежності, необхідні для визначення ступеня вкладу окремих факторів завад. Представлено просторово-часовий розподіл місцевої сейсмічності на предмет виявлення зв'язків геодинаміки та метеорологічного стану регіону (рисунок 11).

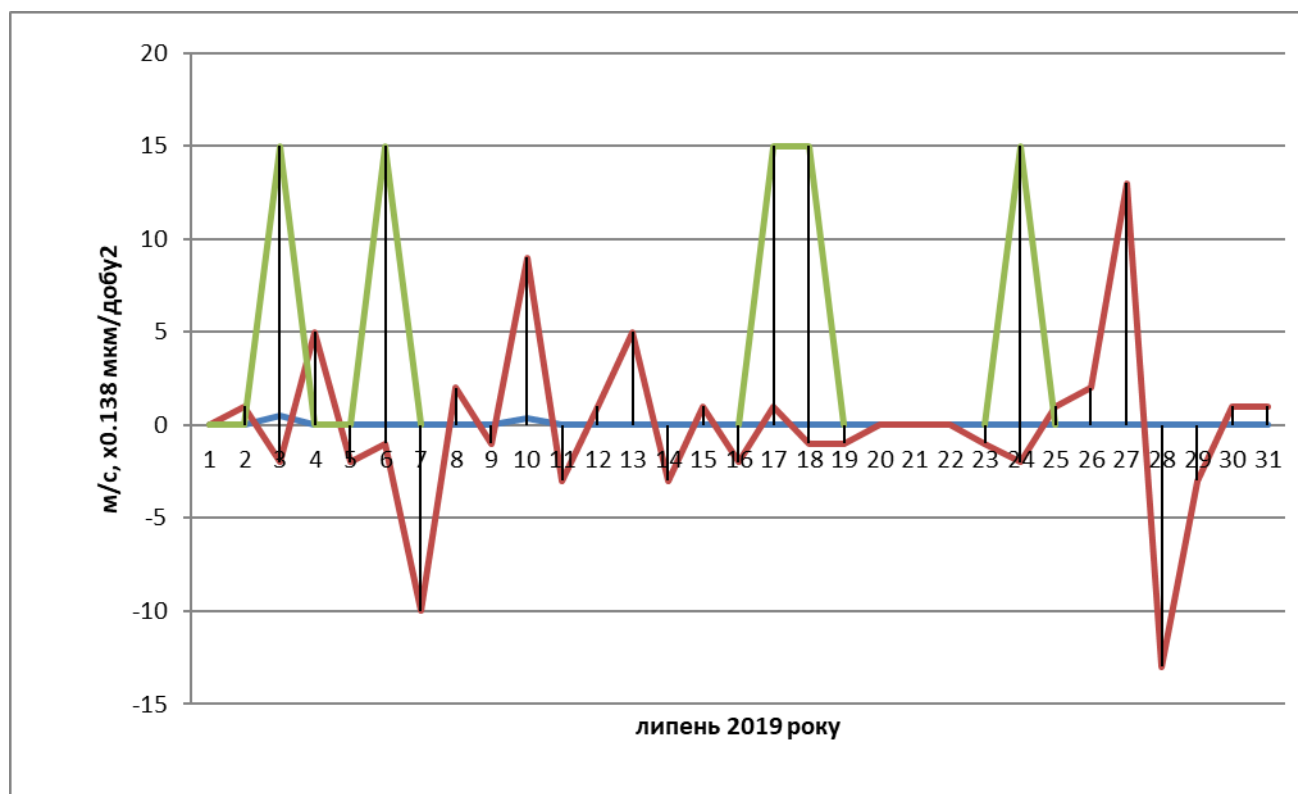


Рисунок 11 - Варіації повітряних потоків(крива синього кольору), сейсмічність регіону(діаграма зеленого кольору), кінематика рухів кори в зоні Оашського глибинного розлому в липні 2019 року.

Відмічено землетруси зареєстровано при стисненні порід, відмічених на ПДС „Королеве” в липні 2019 року. Відносно варіацій параметрів повітряних потоків, то відмічено випадок реєстрації місцевого землетрусу невеликої інтенсивності в період вітру. Більша частина місяця характерна безвітряною погодою.

Висновки

Сейсмічність Закарпатського внутрішнього прогину в 2018 році відмічена 148 місцевими землетрусами, малого енергетичного класу.



В 2019 році зареєстровано 116 місцевих поштовхів, відчутних місцевих землетрусів не відмічено.

Сучасні горизонтальні рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому за 2018 рік представляють собою розширення порід величиною $+12 \times 10^{-7}$, в 2019 році гірські породи характерні розширенням величиною $+6.5 \times 10^{-7}$.

Температура повітря суттєво не впливає на сеймотектонічні процеси в регіоні.

Атмосферний тиск зв'язаний із розрядкою напружено деформованого стану порід в регіоні.

Інтенсивні опади прискорюють протікання екологічно небезпечних процесів.

Аналізуючи графіки часових залежностей параметрів геофізичних полів за період 2012-2018 рр. відмічено: сейсмічність проявляється в період аномальних величин швидкостей вітру та прискорення рухів кори.

Повітряні маси тиснуть на поверхню земної кори, викликають зміни в рухах кори, супроводжують сейсмічну активізацію.

Літній період характерний безвітряною погодою. В результаті дослідження відмічені особливості сеймотектонічних процесів та вплив швидких рухів атмосферних потоків на прояв місцевої сейсмічності, яка характерна чисельними землетрусами в тому числі і відчутними.

Відчутних місцевих землетрусів на території Закарпаття не відбулося з середини 2015 року.

Аерофізичний аспект важливий в плані вивчення впливу факторів завад на протікання сеймотектонічних процесів поряд із гідрологічним та астрофізичним аспектом.

Вивчення ступеню впливу параметрів атмосферного повітря на можливі екологічно небезпечні процеси є актуальним і необхідним при вивченні екологічного стану регіону, що також залежить від геологічних процесів, зокрема місцевої сейсмічного стану.



KAPITEL 8 / CHAPTER 8
NOSOGEOGRAPHIC MONITORING OF THE REGION (ON THE
EXAMPLE OF SUMY REGION, UKRAINE)

НОЗОГЕОГРАФІЧНИЙ МОНІТОРИНГ РЕГІОНУ (НА ПРИКЛАДІ СУМСЬКОЇ
ОБЛАСТІ, УКРАЇНА)

DOI: 10.30890/2709-2313.2021-05-02-007

Вступ.

Рівень захворюваності та смертності населення від тих чи інших хвороб є одним з показників соціально-економічного розвитку держави. Сьогодні спостерігається погіршення демографічних показників українського суспільства, зокрема зниження загальної чисельності населення, природне скорочення населення, зростання показників смертності, старіння населення тощо. Тому моніторинг цих негативних тенденцій, особливо стану здоров'я населення в регіональному розрізі, має чітко виражений практичний аспект та є необхідною умовою при розробці стратегічних напрямів розвитку системи охорони здоров'я. Нозогеографічний моніторинг передбачає спостереження за станом здоров'я населення з метою його оцінки, контролю, прогнозу рівня захворюваності та розробки науково обґрунтованих рекомендацій.

Дослідження стану здоров'я населення передбачає вивчення первинної захворюваності, поширеності хвороб та індексу накопичення патологій серед жителів за різними класами нозоформ. Окремі аспекти нозогеомоніторингу стану здоров'я на окремі патології серед жителів Сумської області вже реалізовувалися й оприлюднювалися в наукових публікаціях [9; 10]. У цьому дослідженні метою було розглянути первинну захворюваність населення в регіональному аспекті, поширеність та накопичення патологій. У якості моніторингових нозологій розглянуто хвороби ендокринної системи, розлади харчування, порушення обміну (ХЕС), хвороби нервової системи (ХНС), інфекційні та паразитарні захворювання, хвороб крові, кровотворних органів і окремих порушення із залученням імунного механізму, хвороб сечостатевої системи, а також уроджені аномалії (вади розвитку), деформації й хромосомні порушення серед населення Сумської області.

За даними медичної статистики [4-6], протягом 2009-2019 років загальна поширеність хвороб серед жителів Сумської області зросла на 0,91 %, у той час



як кількість вперше встановлених діагнозів серед населення за цей же період скоротилася на 5,31 %. Індекс накопичення хвороб (ІНХ) (відношення поширеності хвороб до первинної захворюваності) у Сумській області у 2019 р. становив 3,28.

Хвороби ендокринної системи, розлади харчування, порушення обміну речовин у загальній структурі хвороб населення області за поширеністю займають 4-т місце, а за первинною захворюваністю – 11-е. Ця група патологій включає широкий перелік нозоформ, зокрема, цукровий діабет, ожиріння, гіпер- і гіпотиреоз, тиреоїдити тощо. Одним з найбільш поширених захворювань цієї групи є цукровий діабет. За даними ВООЗ у 2014 р. він діагностувався у 422 млн. осіб, а у 2016 р. став причиною смерті 1,6 млн. людей [3]. В Україні у 2016 р. діабетом хворіло понад 1,2 млн осіб. Інсулінозалежний діабет (І типу) складає 6,5% усіх випадків захворювання. Майже 3% первинної інвалідності дорослого населення в Україні є наслідком захворювання на діабет [1]. Ще більшою проблемою населення Землі є надлишкова вага, від якої у 2016 році страждало понад 1,9 мільярда осіб, віком старше 18 років (39 % чоловіків і 40 % жінок), з них понад 650 мільйонів (11 % чоловіків і 15 % жінок) – має ожиріння [12].

У Сумській області поширеність ХЕС протягом 2009-2019 рр. знизилася на 1,17 %. Однак найвищі значення даного показника реєструвалися у 2017 р. і становили 9 923,19 випадків на 100 тис. осіб. За період 2009-2017 рр. поширеність даної патології зросла на 5,63%, однак за останні три роки вона знизилась на 7 % (рис. 1).

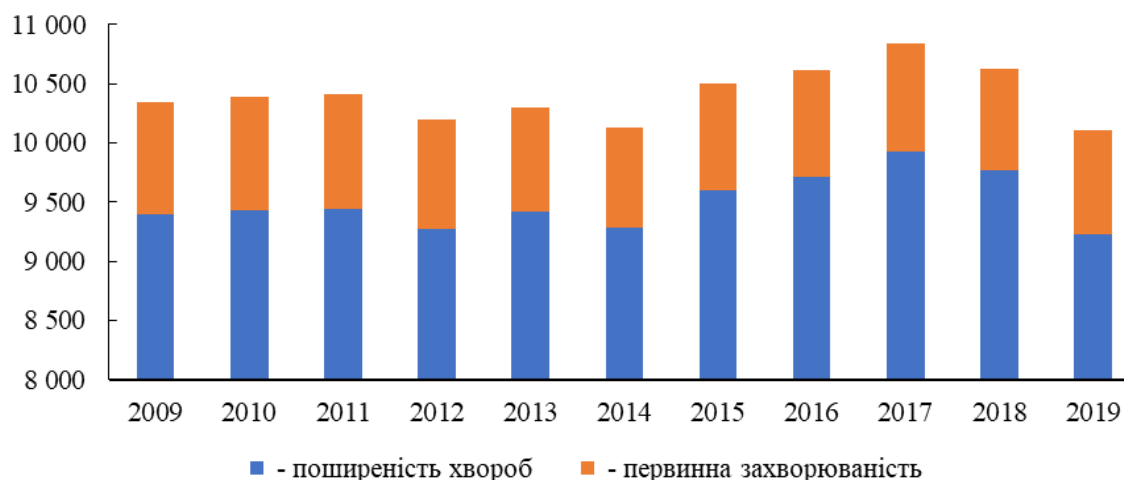


Рисунок 1 – Динаміка первинної захворюваності та поширеності ХЕС серед населення Сумської області протягом 2009-2019 років (побудовано за даними [4-6])



Позитивна динаміка зниження поширеності ХЕС серед адміністративно-територіальних одиниць Сумської області у 2019 році фіксувалася у м. Суми (на 25,85 %) та Середино-Будському (на 41,79 %) та ще чотирьох районах. Однак, у 13 районах відмічається її зростання, особливо серед мешканців Буринського (на 28,87 %), Великописарівського (на 27,79 %), Глухівського (на 18,93 %), Недригайлівського (на 17,59 %) та Липоводолинського (на 12,36 %) районів.

У 2019 р. до групи з найвищими показниками поширеності ХЕС серед населення віднесені Великописарівський (11 678,47), Недригайлівський (11 204,15), Кролевецький (10 877,97), Глухівський (10 783,54), Білопільський (10 755,44), Конотопський (10 345,36), Роменський (10 209,51) та Лебединський (10 135,93) райони. Відносно невисокі показниками мають м. Суми (7 490,41), Краснопільський (7 061,92) та Середино-Будський (6 477,2) райони.

Первинна захворюваність на ХЕС у 2019 р. становила 878,87 випадків на 100 тис. осіб, що менше ніж, у 2009 році на 7,46 % (рис. 1). Динаміка первинної захворюваності за 10 років мала коливальний характер, поступово знижуючись до 845,45 випадка на 100 тис. населення у 2014 р. Потім спостерігався стрибок захворюваності до 945,73 випадків у 2016 році і подальше поступове зниження до 2018 року. За 2019 рік вона знову зросла на 2,25 %. Загалом, за досліджуваний період первинна захворюваність на ХЕС серед адміністративних одиниць найбільше зросла у Недригайлівському (на 60,25 %); зростання також було у Краснопільському (на 4,47 %), Лебединському (на 1,91 %), Шосткинському (на 0,59 %) районах та м. Суми (на 4 %). У інших районах спостерігається зниження, особливо слід виділити Ямпільський (на 35,65 %), Тростянецький (на 42,67 %) та Середино-Будський (на 83,47 %) райони. Щодо кількості вперше зареєстрованих випадків ХЕС серед населення у 2019 році, то найвищою вона була у Недригайлівському (1 581,16), Шосткинському (1 217,96) районах та м. Суми (1 233,08 випадків на 100 тис. осіб). Найменше вперше встановлених діагнозів ХЕС було встановлено у мешканців Липоводолинського (455,22), Тростянецького (363,75) та Середино-Будського (237,35 на 100 тис. населення) районів.

Найвищий ІНХ ендокринної системи фіксується у жителів Середино-Будського (27,29), Тростянецького (26,10), Липоводолинського (21,46), Великописарівського (18,82), Білопільського (18,34), Путивльського (16,59) та Конотопського (16,23) району. Найменше ХЕС накопичено серед населення у



Недригайлівському (7,09), Шосткинському (7,07) та м. Суми (6,07).

У структурі хвороб населення області *хвороби нервової системи* за поширеністю посідають 11-е місце, а за кількістю вперше за рік встановлених діагнозів – 12-е. На ці нозології, до яких належать запальні захворювання центральної нервової системи, хвороба Паркінсона, розсіяний склероз, транзиторні церебральні ішемічні напади та споріднені синдроми, захворювання периферичної нервової системи, епілепсія, хвороби периферичної нервової системи, ураження нервів і нервових корінців, вегетосудинна дистонія та ін., страждає населення всього світу.

Стосовно України, то за останні 10 років поширеність хвороб нервової системи знизилася на 4,36 %. Найвищі її значення фіксувалися у 2015-2016 роках. Далі до 2019 року спостерігається поступове скорочення до 2 895,96 випадків на 100 тис. осіб, або на 10,8 % до 2016 року (рис. 2).

Загалом поширеність ХНС скоротилася в 11 адміністративних одиницях області із 19, особливо у Великописарівському (на 48,36 %), Буринському (на 54,22 %) та Краснопільському (на 58,57 %) райони. Серед районів, де вона найбільше зросла – Глухівський (на 46 %), Роменський (на 24,45 %) та Кролевецький (на 14,73 %).

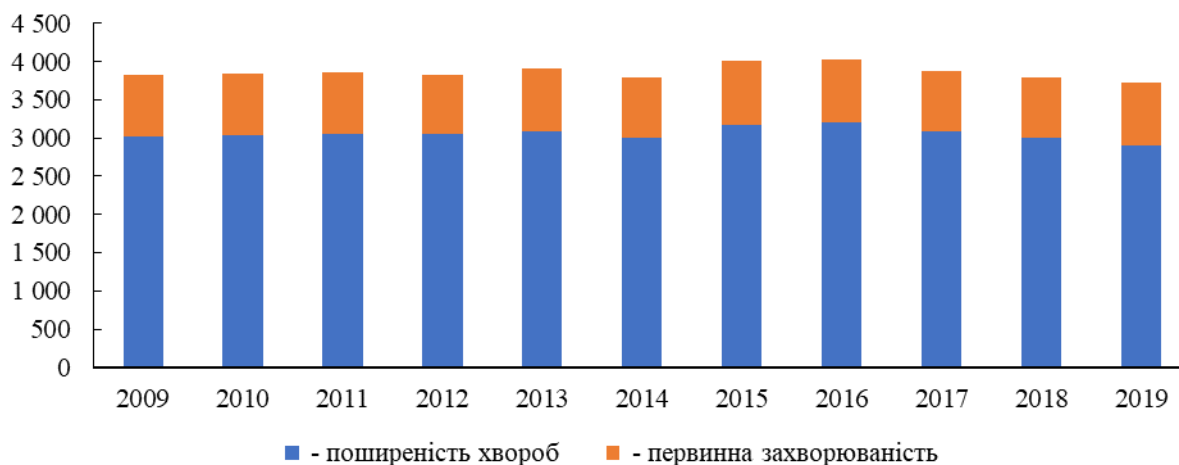


Рисунок 2 – Динаміка первинної захворюваності та поширеності ХНС серед населення Сумської області протягом 2009-2019 років (побудовано за даними [4-6])

У 2019 році найвища поширеність ХНС фіксувалася у жителів м. Суми (4 404,3), Білопільського (3 915,98), Буринського (3 889,15), Великописарівського



(3 439,98) та Глухівського (3 401,56) районів. Найрідше вони зустрічаються серед жителів Сумського (1 408,17), Тростянецького (1 395,87), Шосткинського (1 339,7) та Ямпільського (1 121,55 випадків на 100 тис. осіб) районів.

Первинна захворюваність на ХНС у Сумській області за період 2009-2019 років зростає на 5,63 %, причому найбільша кількість вперше встановлених діагнозів ХНС спостерігалася у 2015 році – 838,52 випадків на 100 тис. осіб. Далі було незначне зниження до 2018 року, а протягом 2019 року новий стрибок на 5,3 % (рис. 2). Серед адміністративних одиниць області найбільше вона зростає у Глухівському (у 2,5 рази), Охтирському (на 26,47 %), Кролевецькому (на 24,54 %) районах та м. Суми (на 41,68 %), у той час як деяких районах спостерігається її зниження, інколи більше, ніж на 50 %: Тростянецький (на 52,35 %), Ямпільський (на 57,57 %), Буринський (на 63,58 %) та Середино-Будський (на 67,24 %) райони.

За підсумками 2019 року найбільше вперше встановлених діагнозів неврологічних хвороб зареєстровано у Кролевецькому (1 424,98), Глухівському (1 408,94), Липоводолинському (1 168,21) та м. Суми (1 344,57 випадків на 100 тис. осіб). Найкраща ситуація із захворюваністю на ХНС спостерігається у Лебединському (333,06), Середино-Будському (331,04) та Шосткинському (322,62 випадків на 100 тис. населення) районах.

Найвищий ІНХ нервової системи реєструється у мешканців Недригайлівського (10,52), Середино-Будського (8,74), Лебединського (6,47) та Путивльського (6,01) районів. Найменше накопичено даної патології серед населення Ямпільського (2,9), Краснопільського (2,79), Кролевецького (2,39), Великописарівського (1,69) та Глухівського (1,43) районів.

Інфекційні та паразитарні хвороби в Сумській області за поширеністю займають 13-е місце, а за первинною захворюваністю – 9-е. У світі інфекційні хвороби займають провідне місце серед причин передчасної смерті та у структурі тимчасової непрацездатності. За даними ВООЗ [15], смертність населення унаслідок інфекційних хвороб поділяє 2-3 місця разом з онкопатологіями. В Україні щорічно реєструється 8-9 млн. випадків інфекційних хвороб, найбільш поширеними є грип і гострі респіраторні інфекції, вірусні гепатити, туберкульоз, паразитози ВІЛ/СНІД та інші інфекції [11].

У Сумській області поширеність інфекційних хвороб населення за 2009-2019 рр. знизилася на 20,94 % (рис. 3), особливо серед мешканців м. Суми (на



38,65 %), Сумського (на 56,5 %) та Краснопільського (на 44,13 %) районів. Негативна тенденція до зростання поширеності нозоформ даної групи характерна також для Білопільського (на 17,87 %), Ямпільського (на 21,66) та Конотопського (на 64,14 %) районів. У 2019 році найвищі показники поширеності інфекційних та паразитарних хвороб спостерігалися серед населення у Кролевецькому (3 315,04), Конотопському (3 259,67) та Шосткинському (2 768 випадків на 100 тис. осіб) районах.

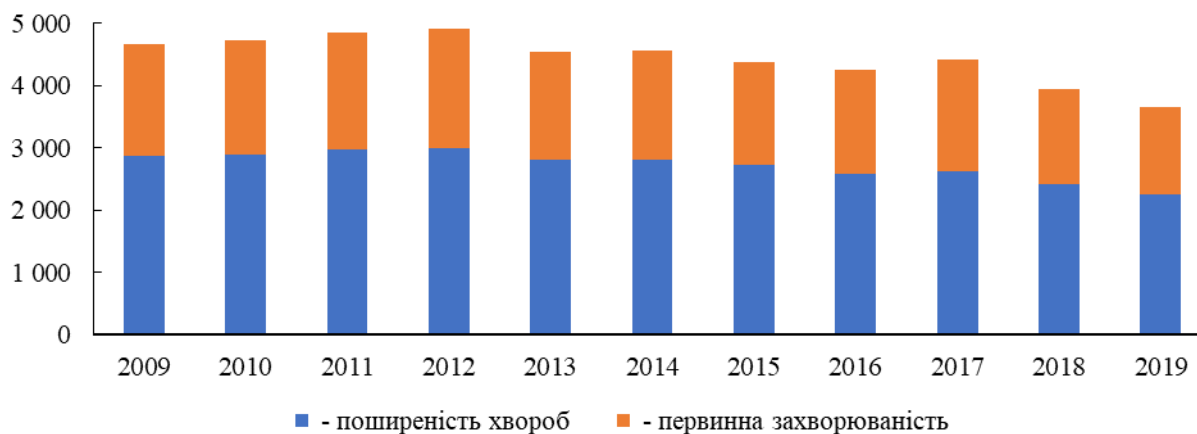


Рисунок 3 – Динаміка первинної захворюваності та поширеності інфекційних та паразитарних хвороб серед населення Сумської області протягом 2009-2019 років (побудовано за даними [4-6])

Первинна захворюваність інфекційні та паразитарні хвороби у Сумській області за останні 10 років скоротилася на 22,81 % (рис. 3), однак 5 адміністративних одиницях області спостерігається зростання інфекційної захворюваності – Білопільському (на 89,15 %), Липоводолинському (на 54,62 %), Сумському (на 25,18 %) та Кролевецькому (на 14,21 %) районах і м. Суми (на 33,65 %). У 2019 році найвищі показники первинної захворюваності населення фіксувалися у Охтирському (2 116,7), Конотопському (1 687,07) та Кролевецькому (1 657,52 випадків на 100 тис. осіб) і м. Суми (2 037,57). Найменше вперше встановлених діагнозів інфекційних та паразитарних хвороб спостерігалось серед населення Липоводолинського (460,7 випадків на 100 тис. осіб) району. Однак саме у цьому районі спостерігається один з найвищих індексів накопичення інфекційних та паразитарних хвороб (2,57), більшим він є лише серед жителів Недригайлівського (2,75) та Шосткинського (2,87) районів.

Хвороби крові, кровотворних органів і окремі порушення із залученням імунного механізму знаходяться на 14 місці як за своєю поширеністю, так і за



первинною захворюваністю серед населення Сумщини. У цій групі хвороб провідне місце займають захворювання на анемію, лейкози, всі види саркоїдозу, імунодефіцити) [10]. Поширеність даної групи патологій серед населення регіону за останні 10 років знизилася на 6,29 % (рис. 4). Найбільше за період дослідження дана патологія скоротила свій прояв у мешканців м. Суми (на 31,9 %), Середино-Будського (на 31,15 %) та Тростянецького (на 29,97 %) районів. У той же час найвище її зростання було у Роменському (на 44,73 %) та Липоводолинському (59,44 %) районах.

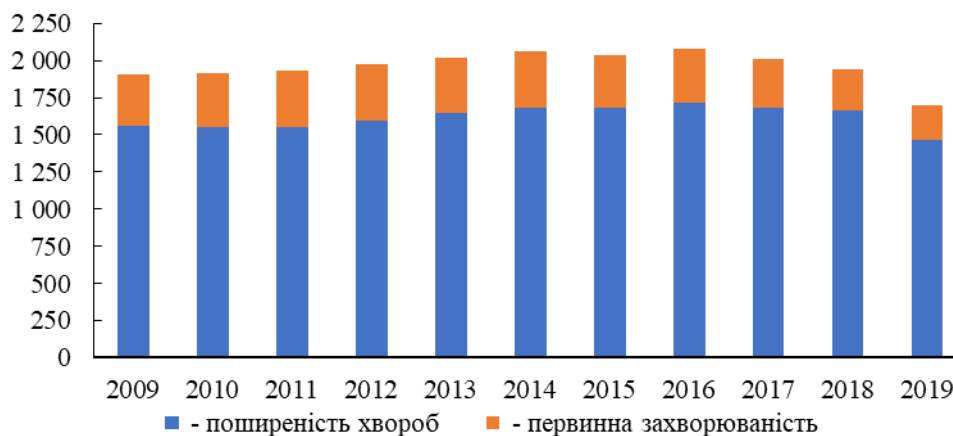


Рисунок 4 – Динаміка первинної захворюваності та поширеності хвороб крові і кровотворних органів серед населення Сумської області протягом 2009-2019 років (побудовано за даними [4-6])

Станом на 01.01.2020 року найвищі показники поширеності хвороб крові і кровотворних органів мають жителі Липоводолинського (2 884,88), Роменського (2 481,6) та Тростянецького (2 170,79 випадків на 100 тис. осіб) районів.

Щодо первинної захворюваності населення на ці нозології, то за досліджуваний період вона скоротилася на 32,74 % (рис. 4), особливо помітно серед мешканців Лебединського (на 66,87 %), Великописарівського (на 68,58 %) та Шосткинського (на 73,44 %) районів. Лише у Кролевецькому (на 18,57 %) та Липоводолинському (на 8,09 %) відбулося збільшення кількості вперше встановлених діагнозів, пов'язаних із хворобами крові і кровотворних органів. Загалом, у 2019 році найбільше таких захворювань вперше реєструвалося серед жителів Роменського (404,87), Кролевецького (383,96), Липоводолинського (356,5 випадків на 100 тис. осіб) районів.

Найвищий індекс накопичення хвороб крові і кровотворних органів мають



мешканці Лебединського (15,33), Великописарівського (12,44), Білопільського (12,14) та Шосткинського (11,73) районів.

За поширеністю серед населення *розлади психіки та поведінки* знаходяться на 9 місці, а за первинною захворюваністю – на 13 місці. До однієї з найбільш поширених у світі нозоформ даної групи відноситься депресія, від якої страждає більше 264 млн. осіб. Щорічно близько 800 тис. осіб гинуть в результаті самогубства – другої за значимістю причини смерті серед людей у віці 15-29 років [2]. Близько 30% українців протягом свого життя хоча б один раз хворіють на один із видів психічних розладів (депресивні розлади, наркотична залежність, алкоголізм, тривожний розлад та шизофренія і т.д.). Порівняно з іншими країнами, Україна має високі показники депресії. Найбільш поширеним її різновидом серед чоловіків є алкоголізм, а серед жінок – тривожний розлад та депресія. Україна має один із найвищих показників самогубств у світі (від 24 до 32 на 100 тис. населення), що відповідає третьому місцю у рейтингу головних причин смерті серед молодих людей у віці від 15 до 29 років [13]. Психічні захворювання зумовлюють негативні соціальні наслідки: зменшення середньої тривалості у середньому на 10 років, соціальні дезадаптації, суїцидальну та суспільно-небезпечну поведінку, погіршення якості життя пацієнтів та їх родичів [14].

У Сумській області поширеність серед мешканців розладів психіки та поведінки за досліджуваний скоротилася період на 7,89 % (рис. 5), особливо відчутно у Глухівському (на 15,61 %), Середино-Будському (на 16,91 %) та Кролевецькому (на 21,02 %) районах, у той час як в інших районах помітне її зростання, зокрема у Лебединському (на 14,76 %), Краснопільському (на 9,95 %) та Сумському (на 8,22 %) районах.

Станом на 01.01.2020 р. найвищі показники поширеності розладів психіки та поведінки зареєстровані у Лебединському (5 196,24) та Краснопільському (5 159,14 випадків на 100 тис. населення).

Первинна захворюваність мешканців регіону на ці розлади скоротилася на 30,71 % (рис. 5) і найбільше серед жителів Путивльського (на 54,64 %) та Білопільського (на 66,52 %). Зростання фіксується лише у Краснопільському (на 56,84 %) та Роменському (на 1,23 %) районах. Серед адміністративних районів за кількістю вперше встановлених діагнозів розладів психіки лідерами є Роменський (344), Середино-Будський (293,57) та Ямпільський (286,11 випадків на 100 тис. осіб).

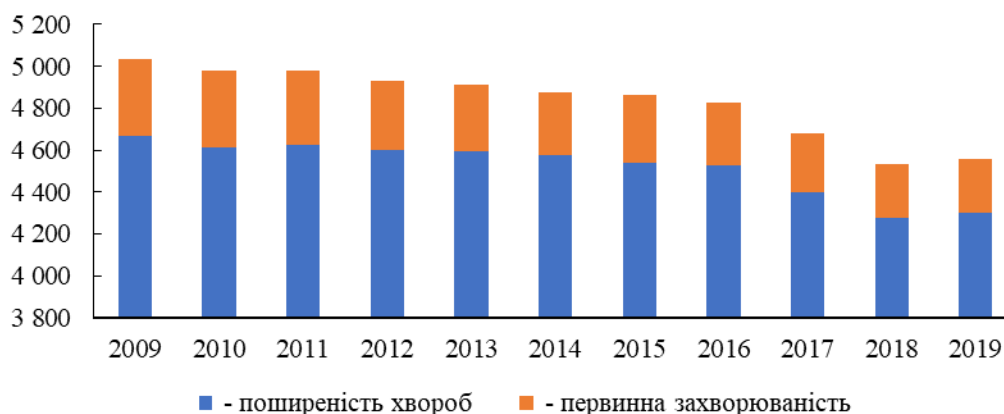


Рисунок 5 – Динаміка первинної захворюваності та поширеності розладів психіки та поведінки серед населення Сумської області протягом 2009-2019 років (побудовано за даними [4-6])

Станом на 01.01.2020 р. найвищий індекс накопичення розладів психіки та поведінки серед населення спостерігався у Білопільському (47,43), Лебединському (28,51) та Сумському (28,04) районах.

Хвороби сечостатевої системи за своєю поширеністю посідають 6-е місце у структурі захворювань, а за первинною захворюваністю – 3-є місце. В Україні захворюваність на ці нозології зростає, зокрема, за період 1991-2017 рр. вона зросла на 58,8%. Відповідно поширеність хвороб сечостатевої системи також зросла (на 87,2 % серед усього населення і на 83,2 % – серед дитячого населення [8]).

Натомість у Сумській області за 2009-2019 рр. поширеність цих патологій зменшилася на 0,47 %, а первинної захворюваності – на 4,9 % (рис. 5). Проте у 9 районах області вона зросла, особливо серед населення Роменського (на 49,3 %) та Буринського (на 22,57%) районів. Відповідно станом на 1.01.2020 р. патології сечостатевої системи були найбільш поширені були саме серед жителів Роменського (14 144,96) та Буринського (11 819,61 випадків на 100 тис. осіб), а також Конотопського (12 298,09) районів. Скорочення захворюваності зафіксоване у Сумському (на 25,13 %) та Ямпільському (на 28,21 %) районах. Найнижчі показники загальної захворюваності мають мешканці Глухівського (4 887,27), Великописарівського (4 441,88) та Ямпільського (4 226,63 на 100 тис. населення) районів.

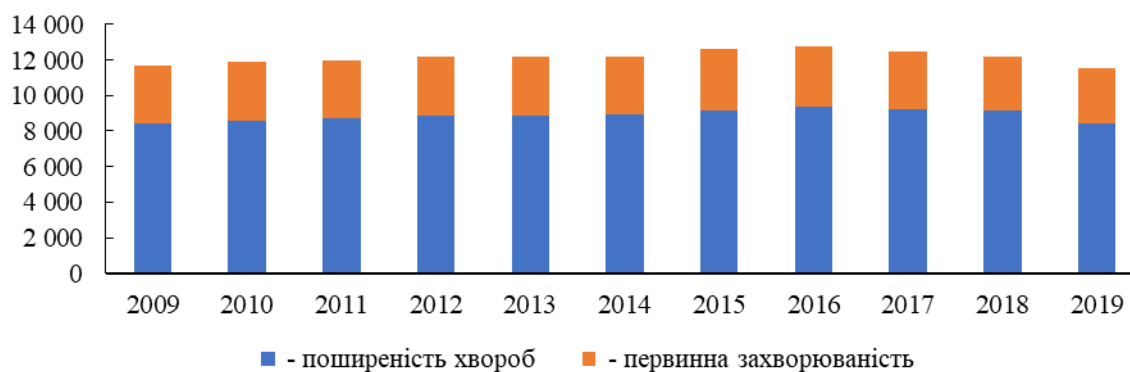


Рисунок 6 – Динаміка первинної захворюваності та поширеності хвороб сечостатевої системи серед населення Сумської області протягом 2009-2019 років (побудовано за даними [4-6])

Первинна захворюваність на сечостатеві патології зростає у 7 районах області, особливо у м. Суми (на 10,89 %) та Середино-Будському районі (на 19,23 %). У більшості ж районів відзначається її скорочення, найбільш вагоме серед жителів Ямпільського (на 55,57 %), Сумського (на 57,14 %) та Великописарівського (на 64,52 %) районів. За підсумками 2019 р. найбільше вперше встановлених діагнозів цих хвороб фіксувалося у м. Суми (4 583,58), Кролевецькому (4 545,33) та Конотопському (4 391,5) районах. Найменше захворіло на дану патологію жителів Великописарівського (763,19) та Сумського (699,86 на 100 тис. осіб) районів.

Найвищі показники ІНХ сечостатевої системи характерні для мешканців Липоводолинського (7,14), Великописарівського (5,82), Сумського (5,5) та Роменського (5,1) районів.

Крім названих вище, нозогеомоніторинг включав вивчення ситуації в області щодо поширеності, первинної захворюваності та накопичення *уроджених аномалій (вад розвитку), деформацій і хромосомних порушень*, адже останніми роками ця група патологій займає провідне місце серед причин смертності немовлят (20-35%). За даними ВООЗ [15], 2,5-3% новонароджених у світі мають прояви різних вроджених дефектів, при цьому близько 1,5-2% з них – вроджені вади розвитку, 0,5% хромосомні аномалії й 1% – інші хвороби цієї групи. Причина 60-70% вроджених порушень розвитку й досі залишається невідомою. Є думки, що їх виникнення пов'язане з впливом несприятливих факторів навколишнього середовища або комбінацією спадкових і тератогенних впливів [7].



У загальній структурі захворювань ці хвороби і за поширеністю, і за первинною захворюваністю посідають 16 місце. За період дослідження поширеність даних патологій зросла на 20,19 % (рис. 7). Особливо суттєво у мешканців Липоводолинського (вдвічі), Путивльського (на 92,92 %) Недригайлівського (на 68,65 %) та Глухівського (на 55,37 %) районів. На тлі більшості районів виділяються два, де за останні 10 років поширеність вроджених вад розвитку та хромосомних порушень скоротилася на 30,47 % та 56,69 % (у Великописарівському і Краснопільському районах).

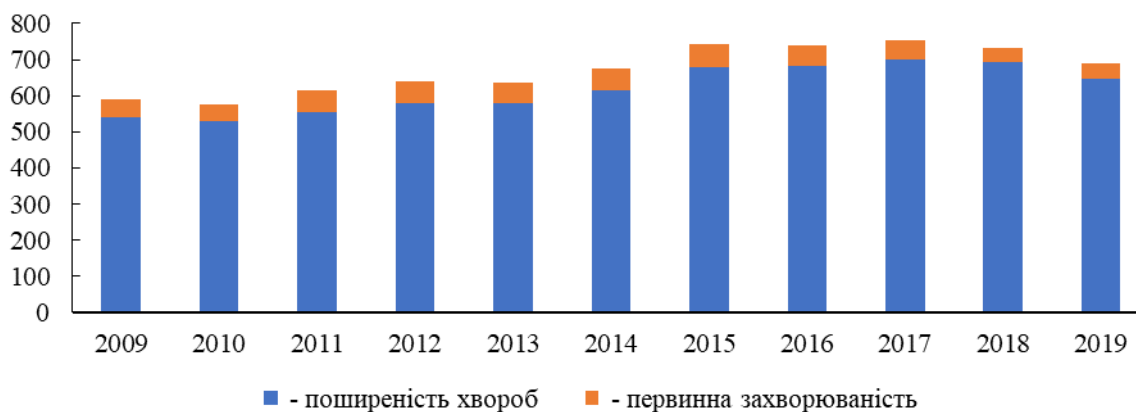


Рисунок 7 – Динаміка первинної захворюваності та поширеності уроджених аномалій (вад розвитку), деформацій і хромосомних порушень серед жителів Сумської області протягом 2009-2019 років (побудовано за даними [4-6])

Як свідчать дані статистики, динаміка первинної реєстрації уроджених аномалій (вад розвитку), деформацій і хромосомних порушень за 10 років скоротилася на 18,97 % (рис. 7). Особливо суттєво серед мешканців Білопільського (на 71,99 %), Буринського (на 82,34 %) та Середино-Будського (на 87,42 %) районів. Однак у 5 районів спостерігається її зростання, особливо у Липоводолинському (зростання удвічі) та Конотопському (зростання на 67,22 %).

Станом на 01.01.2020 р. найбільш поширеними уроджені аномалії (вади розвитку), деформації і хромосомні порушення були серед мешканців Тростянецького (1 038,46), Охтирського (923,05) та Глухівського (922,78 випадків на 100 тис. осіб), показники яких значно перевищують середній по регіону – 647,59 випадків на 100 тис. жителів. Найменше ці патології поширені серед жителів Великописарівського (263,55), Білопільського (260,43) та



Ямпільського (143,06 на 100 тис. осіб) районів. Щодо первинної захворюваності даних патологій, то у 2019 р. в області їх реєструвалося 41,14 випадків на 100 тис. жителів. Однак у деяких районах, зокрема у Глухівському, Краснопільському та Путивльському, вона перевищувала 67 випадків на 100 тис. осіб. Найменше даних патологій протягом 2019 р. вперше було діагностовано серед мешканців Середино-Будського (6,25), Ямпільського (4,34) та Кролевецького (2,7 випадків на 100 тис. осіб) районів.

Найвищі показники накопичення уроджених аномалії, деформацій і хромосомних порушення у 2019 р. були у мешканців Кролевецького (113,17), Середино-Будського (65,96), Лебединського (57,34) та Тростянецького (44,25) районів. Тут вони значно перевищують середньообласне значення ІНХ – 15,74.

Висновки.

Проведення нозогеографічного моніторингу дає можливість адекватно оцінювати сучасний стан населення, частоту захворювань на певні нозології, їх поширеність та ризики, обумовлені захворюваністю, що в свою чергу дозволяє визначити необхідний обсяг профілактичних і протиепідемічних заходів. Аналіз тенденцій первинної захворюваності та поширеності окремих хвороб за 2009-2019 роки показав, що більшість патологій має тенденцію до зниження темпів первинної захворюваності, а у деяких випадках і загальної поширеності. Зокрема, це хвороби ендокринної системи, розлади харчування, порушення обміну речовин (поширеність знизилася на 1,17 %, а первинна захворюваність – на 7,46 %), інфекційні та паразитарні хвороби (поширеність знизилася на 20,94 %, первинна захворюваність – на 22,81 %), хвороби крові, кровотворних органів і окремі порушення із залученням імунного механізму (поширеність даної групи патологій скоротилася на 6,29 %, первинна захворюваність – на 32,74 %), хвороби сечостатевої системи (поширеність – на 0,47 %, первинна захворюваність – на 4,9 %), розлади психіки та поведінки (поширеність – на 7,89 %, первинна захворюваність – на 30,71 %). Разом з тим, моніторинг хвороб нервової системи незважаючи на скорочення поширеності на 4,36 %, показав зростання первинної захворюваності на 5,63 %. Поширеність уроджених аномалій (вад розвитку), деформацій і хромосомних порушень за період дослідження зросла на 20,19 %, натомість кількість вперше встановлених діагнозів зменшилася на 18,97 %.



Нозогеомоніторинг дозволяє встановити недоліки у медичному обслуговуванні в територіальному аспекті. Результати дослідження первинної захворюваності, поширеності та накопичення хвороб серед населення Сумської області потребують більш детального вивчення у розрізі адміністративно-територіальних одиниць за окремими нозологіями.



Verweise / References

Chapter 1.

1. Морозов С. И. Тенденції переробки металеві стружки /С. И. Морозов, А. С. Морозов//Технологія і техніка друкарства.–2010.–№2. – С.103-114.
2. Морозов А. С. Методологічні та еколого-економічні аспекти існування технологічних систем утилізації відходів, зокрема поліграфічних /А. С. Морозов, Ю. М. Колесник// Технологія і техніка друкарства. – 2010.– №4. – С.169-181.
3. Морозов А. С. Процеси відходоутворення в тарно-пакувальних матеріалах та механізми їх реалізації/ Морозов А. С. //Технологія і техніка друкарства.–2011.– №2.–С.28-34.
4. Чайников Н. А. Ресурсосберегающие технологи изготовления металлополимерных материалов / Н. А. Чайников, Л. С. Беляев, А. Б. Мозжухин, В. В. Жавриков. – Тамбов: ТГТУ. – 2003. - 80 с.
5. Гороховский Г. А. Получение металлических порошков методом измельчения стружкоотходов/ Г. А. Гороховский, В. Г. Чернышев, В. П. Рева, Л. В. Коваленко// Порошковая металлургия. –1988. - №12. – С.1-8.
6. Жарин Д. Е. Конструкционные металлонаполненные полимерные композиты/ Д. Е. Жарин, О. Ю. Селиванов, А. Ф. Гумеров// Пластические массы. – 2002. – № 6. – С.37-38.
7. Овчинников В. В. Новые решения в области ресурсосберегающих технологий металлургического производства/ Овчинников В. В., Войтович П. Н., Сташкевич В. Г., Вайнер А. М., Рымбальский О. Ф.// Литье и металлургия. –2003. – №3. – С.117-121.
8. Киричок П. О. Перспективи використання стружки алюмінієвої бронзи у поліграфії. Киричок П. О., Роїк Т. А., Морозов А. С., Савченко К. І.// Технологія і техніка друкарства. – №3. – 2009. – С.81- 89.
9. Морозов А. С. Использование металлических пигментов при изготовлении этикетки и упаковки. /Морозов А. С., Савченко К. И.// Упаковка. – №2.–2008.– С.28 -31.
10. Сиденко П. М. Измельчение в химической промышленности / Сиденко П. М.– М.: Металлургия.– 1977. – 368с.
11. Киричок П. О. Основи металознавства і порошкової металургії. Навчальний посібник /П. О. Киричок, Т. А. Роїк, А. С. Морозов. К.:



НТУУ ”КПІ”, 2012. – 132 с.

12. Бреславцев А. В. Оптимизация использования вторичных ресурсов/ А. В. Бреславцев. – К.: Наукова думка, 1991. – 168 с.

13. Потапов В. В. Исследование, разработка и внедрение экологически чистой технологии переработки чугунной стружки с целью получения брикетов, свободных от СОЖ и пригодных для выплавки чугуна высокого качества при производстве отливок в автомобильной промышленности. Автореферат диссертации. – Москва. – 2009. - 27с.

14. Ресурсосберегающие технологии переработки металлических отходов.[Электронный ресурс]. – Режим доступа:// www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/184.html – Назва з екрану.

15. Ходаков Г. С. Физика измельчения/ Г. С. Ходаков. – М.: Наука, 1972. – 307с.

16. Волочко А. Т. Исследование свойств газообразователя на основе вторичных алюминиевых сплавов для производства поробетона. Волочко А. Т., Богданович Н. П.//Весці НАН Беларусі. Сер.фіз-тэхн.наук.- 2004.– №3.– С.41-48.

17. Овчинников В. В. Новые решения в области ресурсосберегающих технологий металлургического производства/ Овчинников В. В., Сташкевич В. Г., Вайнер А. М., Ромбальский О. Ф.// Литье и металургия.- 2003.– №3.– С.117-121.

18. Волошин В. С. Природа отходообразования. В. С. Волошин. – Мариуполь: Рената, 2007. – 666 с.

19. Морозов А. С., Гуца О. В., Безкоровайна Д. В., Сухіна Є. Г. Кругообіг відходів: від стружки до металевих пігментів у поліграфічній фарбі на упаковці та їх повторне використання. Материалы Тридцатой Юбилейной международной конференции ”Композиционные материалы в промышленности”. – Ялта, Крым, июнь, 2010.– С.247-250.

20. Морозов А. С., Гуца О. В., Сухіна Є. Г., Безкоровайна Д. В. Використання металізованих пігментів в поліграфічних технологіях та їх особливості. Материалы Десятой Юбилейной международной промышленной конференции ”Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях”.– Славское, Карпаты, февраль, 2010. – С. 206-208.



21. Киричок П. О. Особливості застосування металізованих фарбових плівок поліграфічного призначення./ П. О. Киричок, Т. А. Роїк, А. С. Морозов, К. І.Савченко// Наукові вісті НТУУ "КПІ". – №4– 2008. – С.94-98.

22. Киричок П. О. Металеві порошки в поліграфічних технологіях як чинник оптимізації споживацьких властивостей етикеточних і паковальних виробів. П. О. Киричок, Т. А. Роїк, А. С. Морозов, К. І. Савченко// Технологія і техніка друкарства. №3–4 .2007. – С.137-143.

23. Корягин П. В. Учет экологического и социального факторов при оценке экономической эффективности модернизации производства/ П.В.Корягин.// Технологія і техніка друкарства.– 2008.– №3.– С.136-143.

24. Морозов А. С., Власенко А. В., Яковенко Н. Р. Біодобавки як ефективне рішення утилізації полімерних матеріалів. Материали Одиннадцатой международной Промышленной конференции "Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях". – п.Плавья, Карпаты, 10-14 февраля, 2011.– С. 70-71.

25. Биоразлагаемые полимерные упаковочные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа:URL:[http:// www.betech.ru/bookecology.2.html](http://www.betech.ru/bookecology.2.html). - Назва з екрану.

26. Мировой рынок полиграфических услуг [Электронный ресурс]/ Материали исследований Консалтинг-центра "Шаг"// Журнал "Лица Бизнеса". – 2008.– № 12/1 (110). – Режим доступа: [http://www. stepconsulting.ru](http://www.stepconsulting.ru).

27. Бобович Б. Б. Утилизация отходов полимеров/ Б.Б.Бобович. – М.:МГИУ, 1998, 221 с.

28. Кухар В. П. Обращение с отходами, внедрение моделей устойчивого производства и потребления/ Кухар В. П.// Механізм регулювання економіки. – 2005. – №4. – С.13-31.

29. Горстко А. Б. Модели управления эколого-экономическими системами / А. Б. Горстко, Ю. А. Домбровский, Ф. А. Сурков. – М.: Экономика, 1994. – 120 с.

30. Соколов О. Д. Матеріалознавчі проблеми харчового обладнання та упаковки /О. Д. Соколов, О. М. Слободанюк// Наукові праці ОДАХТ. – 2001.– Вип.22.–С.195-198.



Chapter 2.

1. Биков В. Ю., Овчарук О. В. Оцінювання інформаційно-комунікаційної компетентності учнів та педагогів в умовах євроінтеграційних процесів в освіті: посібник. Київ: Педагогічна думка, 2017. 160 с.

2. Гольдштейн А. Б. Модель управления туннелирования в сети MPLS. Информатизация и связь. 2015. № 1. С. 10-14.

3. Гриневич Л. М., Морзе Н. В., Бойко М. А. Наукова освіта як основа формування інноваційної компетентності в умовах цифрової трансформації суспільства. Інформаційні технології і засоби навчання. 2020. Т. 77. № 3. С. 1-26.

4. НДР 0117U005629. Дослідження на імітаційних моделях комп'ютерних мереж залізничного транспорту: наук. кер. Пахомова В. М. 2018.

5. НДР 0119U000258. Дослідження об'єднаної комп'ютерної мережі залізничного транспорту на імітаційній та нейронній моделях: наук. кер. Пахомова В. М. 2019.

6. НДР 0120U102622. Дослідження маршрутизації в комп'ютерних мережах залізничного транспорту з використанням методів штучного інтелекту: наук. кер. Пахомова В. М. 2020.

7. НДР 0121U110676. Дослідження механізмів визначення мережевих атак з використанням методів штучного інтелекту: наук. кер. Пахомова В. М. 2021.

8. Павленко А. И., Титов Ю. П. Сравнительный анализ модифицированных методов муравьиных колоний. Прикладная информатика. 2012. № 4(40). С. 100-112.

9. Панченко С. В., Каргін А. О., Петренко Т. Г. Науково-навчальний полігон IT-Industry 4.0: стратегічні завдання підготовки IT-спеціалістів для галузі залізничного транспорту. ІКС на залізничному транспорті. 2017. №4. 3-8.

10. Пахомова В. М. Дослідження інформаційно-телекомунікаційної системи залізничного транспорту з використанням штучного інтелекту: монографія. Дніпро: Вид-во ПФ «Стандарт-Сервіс». 2018. 220 с. ISBN 978-617-7382-14-9.

11. Пахомова В. М. Дослідження інжинірингу трафіка в комп'ютерній мережі УЗ за технологією MPLS TE. Наука та прогрес транспорту. 2015. № 1 (55). С. 154-157.

12. Пахомова В. М., Коннов М. С. Дослідження двох підходів до виявлення мережевих атак з використанням нейромережної технології. Наука



та прогрес транспорту. 2020. № 3(87). С. 81-93.

URL:<https://doi.org/10.15802/stp2020/208233>

13. Пахомова В. М. Дистанційний курс в системі «Лідер» з дисципліни «Локальні мережі» для здобувачів ступеня «бакалавр» спеціальностей «Комп'ютерна інженерія» і «Кібербезпека».

14. Пахомова В. М. Теорія проєктування комп'ютерних мереж. Дослідження комп'ютерних мереж з використанням методів штучного інтелекту. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Дніпро: ДНУЗТ, 2019. 60 с.

15. Пахомова В. М. Теорія проєктування комп'ютерних мереж. Імітаційне моделювання комп'ютерних мереж в системі Opnet Modeler. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт. Дніпро: ДНУЗТ, 2020. 60 с.

16. Пахомова В. М. Теорія проєктування комп'ютерних мереж. Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту. Дніпро: ДНУЗТ, 2020. 60 с.

17. Пахомова В. М. Мережеві технології. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт. Дніпро: ДНУЗТ, 2021. 60 с.

18. Пахомова В. М., Доманська Г. А. Формування ІКТ-компетентності фахівців спеціальності «Кібербезпека» з використанням дослідницького підходу. *Modern engineering and innovative technologies*. Germany, Karlsruhe: Sergeieva&Co, «ISE&E». 2020. №13-2. pp. 82-86. DOI: 10.30890/2567-5273.2020-13-02-047.

19. Пахомова В. М. Комплексне використання інформаційних технологій у підготовці фахівців залізничного транспорту другого освітнього ступеня. Міжнародна науково-практична конференція «Global science and education in the modern realities»: USA, August 26-27, 2020. pp. 296-299.

20. Пахомова В. М., Опратний А. О. Визначення оптимального маршруту в захищеній комп'ютерній мережі з використанням двохколоніального мурашиного алгоритму. Міжнародна науково-практична конференція «International scientific integration'2020»: USA, November 13-14, 2020.

21. Пахомова В. М., Маслак А. В., Остапець Я. Д. Формування компетентностей у здобувачів ступеня «бакалавр» при дистанційному навчанні з дисципліни «Локальні мережі». *Modern engineering and innovative technologies*. Germany, Karlsruhe: Sergeieva&Co, «ISE&E». 2021. № 16-06. С. 66-70. DOI: 10.30890/2567-5273.2021-16-06-041.

22. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя



математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій: дис. докт. педаг. наук, Харківський нац. педаг. ун-т ім. Г. С. Сковороди, Харків, 2005.

23. Романов О. І., Пасько С. П. Оцінка часу затримки в мережах IP і MPLS при обслуговуванні повідомлень у складних багатотранзитних напрямках зв'язку. Наукові вісті Національного технічного університету України «КПІ». 2011. № 5. С. 11-20.

24. Самборська О. Д. Понятійний тезаурус інформаційно-цифрової компетентності майбутнього педагогічного працівника початкової освіти. Інформаційні технології в освіті. 2019. № 1(38). С. 85-96.

25. Сисоєва С. О. Інтерактивні технології навчання дорослих. Навчально-методичний посібник для викладачів системи формальної, неформальної та інформальної освіти дорослих. Київ: ВД «ЕКМО», 2011. 324 с.

26. Спірін О. М. Критерії і показники якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання. Інформаційні технології і засоби навчання. 2013. № 1(33). URL: <http://journal.iitta.gov.ua>.

27. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG). Київ: ТОВ «ЦС», 2015. 32 с.

28. Штовба С. Д. Муравьиные алгоритмы. Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2003. № 4. С. 70-75.

29. Akinsipe O., Goodarzi F., M. Li. Comparison of IP, MPLS and MPLS RSVP-TE Networks using OPNET. International Journal of Computer Applications. 2012. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/bef6fe5e.pdf>.

30. A Railway Strategy for CAREC, 2017-2030 – Asian Development Bank. URL: <https://www.adb.org/sites/default/files/-institutionaldocument/227176/carec-railway-strategy-2017-2030.pdf>.

31. Commission working document. Consultation on the future «EU2020» strategy. URL: <http://eur-lex.europa.eu/>.

32. Dorigo M., Gambardella L. M. Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem. IEEE Trans. on Evolutionary Computation. 1997. Vol. 1. Iss. 1. pp. 53-66. DOI: 10.1109/4235.585892.

33. Herguner K., Kalan R. S., Cetinkaya C., Sayit M. Towards QoS-aware routing for DASH utilizing MPTCP over SDN. IEEE Conference on Network Function Virtualization and Software Defined Networks (NFV-SDN) (6-8 Nov. 2017). Berlin, Germany, 2017. P. 1-6. DOI: [10.1109/nfv-sdn.2017.8169844](https://doi.org/10.1109/nfv-sdn.2017.8169844).



34. Khadim B. Mobile learning and education in the digital age. 2018. URL: <http://elearningindustry.com/mobile-learning-education-digital-age>.

35. Nazarova D., Pakhomova V. Research on the Possibility of the Bee Colony Algorithm for Determining the Topology of the Wireless Network at the Marshalling Yard. Central European Researchers Journal, 2020. Volume 6. Issue 1. pp. 105-117. ISSN 2453-7314. URL: <https://ceres-journal.eu/iss200601>.

36. Pakhomova V. M. Network Traffic Forecasting in information-telecommunication System of Prydniprovsk Railways Based on Neuro-fuzzy Network. Наука та прогрес транспорту. 2016. № 6(66). pp. 105-114.

37. Pakhomova V. M., Tsykalo I. D. Optimal route definition in the network based on the multilayer neural model. Наука та прогрес транспорту. 2018. № 6(78). URL: <https://doi.org/10.15802/stp2018/154443>.

38. Pakhomova V. M., Mandybura Y. S. Optimal route definition in the railway information network using neural-fuzzy models. Наука та прогрес транспорту. 2019. № 5(83). pp. 81-98. URL: <https://doi.org/10.15802/stp2019/184385>.

39. Pakhomova V. M., Miroshnychenko I. H., Skaballanovich T. I., Bondareva V. S. The use of neural network technologies in research competence formation of IT-specialists for the railway industry in multilevel training system. SWorldJournal. 2020. Issue N 6. Part 1. pp. 114-118. DOI: 10.30888/2663-5712.2020-06-01-089.

40. Zhukovyts'kyi I., Pakhomova V., Domanskay H., Nechaiev A. Distribution of information flows in the advanced network of MPLS of railway transport by means of a neural model. 2nd International Scientific and Practical Conference on Energy-Optimal Technologies, Logistic and Safety on Transport (EOT). MATEC2019 (EOT-2019), 04007(2019). pp. 1-7 URL: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201929404007>.

Chapter 3.

1. Абакаров С.И., Кулаков А.А., Лосев Ф.Ф., Сорокин Д.В., Забалуева Л.М. Ортопедическое лечение дефектов верхней челюсти с применением резекционного замещающего протеза с пневматическим obturatorом. Стоматология. 2020;99(5):74-79. <https://doi.org/10.17116/stomat20209905174>

2. Арутюнов, С.Д., Пивоваров А.А., Орджоникидзе Р.З. Современная технология ортопедического стоматологического лечения онкологических больных с дефектами верхней челюсти в ранний послеоперационный период. Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. 119.

3. Бегун П.И., Шукейло Ю.А. Биомеханика: учебник для вузов. СПб.:



Политехника. 2000: 463.

4. Беліков О.Б., Белікова Н.І. Шайко-Шайковський О.Г. Деякі біомеханічні аспекти вторинних щелепних деформацій. Колективна монографія *Monograph Trends in the Development of Medicine, Biology and Pharmacy*// Boston, USA.2021: 104-111.

5. Кочурова, Е.В., Николенко В.Н. Сравнительный анализ адаптационной способности пациентов с новообразованиями челюстно-лицевой области на этапе ортопедической реабилитации. *Клиническая стоматология*. М., 2017. № 2 (82). С. 66-68.

6. Кудасова Е.О., Кочурова Е.В., Николенко В.Н., Деменчук П.А., Зотов А.В., Васильева Т.М. Непосредственное модифицированное протезирование при новообразовании верхней челюсти: клиническое наблюдение. *Опухоли головы и шеи*. 2020;-10(2):90-96. <https://doi.org/10.17650/2222-1468-2020-10-2-90-96>

7. Сорочан О.М., Шайко-Шайковський О.Г., Бухлал Н.А., Бочарова О.А. Науково-методичні підходи до накісткового остеосинтезу кісток. Монографія. Одеса. 2020:193

8. Сыч А.В., Гордеева Т.А., Комарова Ю.Н., Донов А.Н. Влияние челюстно-лицевых протезов с винилином на процесс реабилитации больных после операционных вмешательств на челюстях. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2017.Т. 16, № 1. 64-67.

9. Gómez-Pedraza A, González-Cardín V, Díez-Suárez L, Herrera-Villalva M. Maxillofacial rehabilitation with zygomatic implants in an oncologic patient: A case report. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2020;78(4):547-556. DOI: 10.1016/j.joms.2019.10.006

10. Kar S, Tripathi A. Treatment outcome with delayed maxillary obturator prosthesis: case series of four patients. *J Prosthodont*. 2016 Feb;25(2):174-7. doi: 10.1111/jopr.12275

11. Soto-Peñaloza D, Zaragoza-Alonso R, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. The all-on-four treatment concept: Systematic review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2017;9(3):e474–e488

12. Surovas A. A digital workflow for modeling of custom dental implants. *3D Printing in Medicine*. 2019;5(9):01-11. DOI: 10.1186/s41205-019-0046-y

13. Wentaschek S, Lehmann K, Scheller H, Weibrich G, Behneke N. Polygonal area of prosthesis support with straight and tilted dental implants in edentulous



maxillae. *The International Journal of Prosthodontics*. 2016;29(3): 245-252

Chapter 4.

1. Преображенский Ю.П. Некоторые проблемы автоматизации процессов // В сборнике: Техника и технологии: пути инновационного развития. Сборник научных трудов 8-й Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 62-64.

2. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С. Применение имитационно-семантического моделирования и полумарковских процессов принятия решений в клинической практике // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 83-89.

3. Чопоров О.Н., Косолапов В.П., Наумов Н.В., Гацайниева Х.А. Интегральное оценивание и прогностическое моделирование состояния здоровья беременных, рожениц и родильниц с учетом их медико-социальных характеристик // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 91-95.

4. Чопоров О.Н., Агарков А.И., Куташова Л.А., Коновалова Е.Ю. Методика преобразования качественных характеристик в численные оценки при обработке результатов медико-социального исследования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 96-98.

5. Бережная Е.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1 (1). С. 2.

6. Черников С.Ю., Корольков Р.В. Использование системного анализа при управлении организациями // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2014. № 2 (5). С. 16.

7. Сыч Г.В., Косолапов В.П., Чопоров О.Н. Анализ значимости индивидуальных медико-социальных факторов риска и прогностическое моделирование развития онкологических заболеваний // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2016. Т. 24. № 6. С. 366-370.

8. Будневский А.В., Преображенский Ю.П. Алгоритмизация исследования эффективности использования мелатонина в коррекции психологического статуса больных гипертонической болезнью // В сборнике: I съезд терапевтов Юга России. Материалы. Ответственный редактор: В.П. Терентьев. 2000. С. 47-



48.

9. Цепковская Т.А. О характеристиках некоторых подходов, связанных с использованием геоинформационных технологий при прогнозировании заболеваний // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 13. С. 102-105.

10. Цепковская Т.А. Системы архивирования и передачи медицинских изображений // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2016. № 3 (18). С. 92-94.

11. Степанчук А.П. Методы уменьшения заболеваемости среди населения // В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны. Сборник научных статей 2-й Международной научной Конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2017. С. 115-118.

12. Степанчук А.П. Подходы, облегчающие постановку диагноза в медицине // В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны. Сборник научных статей 2-й Международной научной Конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2017. С. 118-121.

13. Бережная Е.В. Заболеваемость малярией на территории Воронежской области за период 1945 по 2011 г // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 294-298.

14. Преображенский Ю.П. Особенности прогнозирования медицинской ситуации в регионе // В сборнике: Поколение будущего: взгляд молодых ученых- 2020. Сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2020. С. 258-260.

15. Цепковская Т.А. Сетевые медицинские технологии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2016. № 3 (18). С. 69-71.

Chapter 5.

1. Фомина Ю.А., Преображенский Ю.П. Принципы индексации информации в поисковых системах // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 7. С. 98-100.

2. Воронов А.А., Львович И.Я., Преображенский Ю.П., Воронов В.А. Обеспечение системы управления рисками при возникновении угроз информационной безопасности // Информация и безопасность. 2006. Т. 9. № 2. С. 8-11.



3. Корольков Р.В. Контроллинг в торговой организации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 287-290.
4. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
5. Исакова М.В., Горбенко О.Н. Об особенностях систем управления персоналом // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 168-171.
6. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Паневин Р.Ю. Адаптивное управление марковскими процессами в конфликтной ситуации // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. № 11. С. 170-171.
7. Головинов С.О., Хромых А.А. Проблемы управления системами мобильной связи // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 13-14.
8. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 024-026.
9. Кострова В.Н., Львович Я.Е., Мосолов О.Н. Оптимизация распределения ресурсов в рамках комплекса общеобразовательных учреждений // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2007. Т. 3. № 8. С. 174-176.
10. Максимов И.Б. Классификация автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 127-129.
11. Баранов А.В. Проблемы функционирования mesh-сетей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 49-50.
12. Комаристый Д.П., Агафонов А.М., Степанчук А.П., Коркин П.С. Использование информационных систем на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 2 (21). С. 104-106.
13. Львович И.Я., Воронов А.А., Преображенский Ю.П. Факторы угрозы экономической безопасности государства // Информация и безопасность. 2006. Т. 9. № 1. С. 36-39.
14. Пеньков П.В. Экспертные методы улучшения систем управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 108-110.



15. Гостева Н.Н., Гусев А.В. Информационные системы в управлении производством // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 1 (20). С. 58-60.

16. Шишкина Ю.М., Болучевская О.А. Вопросы государственного управления // Современные исследования социальных проблем. 2011. Т. 6. № 2. С. 241-242.

17. Самойлова У.А. О некоторых характеристиках управления предприятием // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 176-179.

18. Гостева Н.Н., Гусев А.В. О возможности увеличения эффективности производства // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 1 (20). С. 76-78.

19. Завьялов Д.В. О применении информационных технологий // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 71-72.

Chapter 6.

1. Finn F. Pavement Management Systems – Past, Present, and Future. Public Roads, July/August 1998. Vol. 62. № 1

2. Кизима С.С. Наукові принципи та практичні напрямки управління станом автомобільних доріг / С.С. Кизима, О.П. Канін, М.М. Лихоступ // Сучасні проблеми та перспективи розвитку дорожньо-будівельного комплексу України. – К.: НТУ, 2004.

3. Бондар Л. П. - Програмний комплекс АЕСУМ. Сучасний стан та концепція подальшого розвитку / Л. П. Бондар // Дороги і мости. - 2010. - Вип. 12. - С. 31-39

4. Bridge Management Systems in general and the Lat-Brutus Bridge Management System in particular. By: Principal Engineer Odd Ronnestad (Norwegian Public Roads Administration), 2000. - 17 pp.

5. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог: ВСН 6-90. – Москва, 1990

6. Кизима С.С. До питання про природу та закономірності деградації рівності нежорстких дорожніх одягів. / С.С. Кизима // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, вип. 20. – К.: Будівельник, 1977.

7. Кизима С.С. Прогнозирование объемов работ по текущему ремонту и содержанию проезжей части автомобильных дорог / С.С. Кизима //



Автодорожник Украины. – 1977. – № 4.

8. Кизима С.С. Закономерности процесса деградации ровности нежестких дорожных одежд / С.С. Кизима // Совершенствование транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог. – Минск, 1996.

9. Класифікація робіт з експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування: ВБН Г.1-218-530:2006. – Київ, 2006.

10. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану: ДСТУ 3587–97. – Київ, 1997.

11. Al-Swailmi, S. *Framework for Municipal Maintenance Management Systems*. Transportation Research Record, October 1994, 1442, pp. 3–10.

12. HDM-4 Technical User Guide. Part C: Analysis Tools. C-3: Strategy Analysis. 1998. – 17 pp.

13. Liautaud, G., and A. Faiz. Simplified Rapid Assessment Approach to Road Network Management. *Transportation Research Record*, No. 1434, July 1996, pp. 73–76.

14. Medina, A., G.W. Flintsch, and J.P. Zaniewski. Geographic Information Systems-Based Pavement Management System. *Transportation Research Record*, No. 1652, 1999, pp. 151–157.

15. Hall, K.T., C.E. Correa, S.H. Carpenter, and R.P. Elliot. Rehabilitation Strategies for Highway Pavements. *NCHRP Web Document 35 (Project C1-38)*. Transportation Research Board, Washington, DC, May 2001.

16. Ralph Haas, Norman W. McLeod. International Flexible Pavements Conference Sydney, Australia, 25 – 28 September, 2011.

17. Road Maintenance Management. Concepts and Systems // Richard Robinson, Uno Danielson, Martin Snaith. – London: Macmillan press Ltd, 1998. - 286 pp.

18. Status of Pavement Management Systems (PMS) in Southeast Michigan. – SEMCOG, 2003. - 47 pp.

19. Pavement Condition Index (PCI) Method. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.belmont.gov/SubContent.asp?CatId=240000622>

20. HDM-4 Technical User Guide. Part C: Analysis Tools. C-3 [Електронний ресурс] // Strategy Analysis, 1998. – 17 pp. - Режим доступу: http://www.asphaltwa.com/wapa_web/modules/08_evaluation/08_management.htm#pms.

21. Pavement Surface Condition Rating Manual. Written by Northwest



Pavement Management Systems Users Group and R.Keith Kay Washington State Department of Transportation, 1992. - 89 pp.

22. McPherson, K. Success Factors for Road Management Systems [Text] / K. McPherson, C. R. Bennett // East Asia Pacific Transport Unit. The World Bank. Washington, D.C., 2005.

23. Dojutrek, M. S. A Methodology for Highway Asset Valuation in Indiana [Электронный ресурс] / M. S. Dojutrek, P. A. Makwana, S. Labi // Publication FHWA/IN/JTRP-2012/31. Joint Transportation Research Program, Indiana Department of Transportation and Purdue University, West Lafayette, Indiana, 2012.

– Режим доступа: URL:
<http://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3003&context=jtrp>.

24. Kamalesh Panthi. A Methodological Framework for Modeling Pavement Maintenance Costs for Projects with Performance-based Contracts / Kamalesh Panthi // Florida International University, 2009 – 120 p. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://digitalcommons.fiu.edu/etd/120>

25. Zaid Alyami. A Two-Phase Maintenance and Rehabilitation Framework for Pavement Assets under Performance Based Contracts / Zaid Alyami // A thesis presented to the University of Waterloo in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Master of Applied Science in Civil Engineering. Waterloo, Ontario, Canada, 2012.

26. Liu Chunlu., Hammad Amin, Iton Yoshito. Cost optimization of Bridge Decks Using Genetic Algorithm. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://users.encs.concordia.ca/~hammad/papers/J11.pdf>

27. Sodikov, Jamshid. (2015). Road asset management systems in developing countries: case study Uzbekistan. Science journal of transportation. 44- 48. https://www.researchgate.net/publication/272415247_ROAD_ASSET_MANAGEMENT_SYSTEMS_IN_DEVELOPING_COUNTRIES_CASE_STUDY_UZBEKISTAN

28. Kamalesh Panthi . Reliability-based Model for Estimating Long Term Pavement Maintenance Contracts Under Performance Specifications / First International Conference on Construction In Developing Countries (ICCIDC-I) “Advancing and Integrating Construction Education, Research & Practice” August 4-5, 2008, Karachi, Pakistan

29. Радовский Б.С. Проблема повышения долговечности дорожных одежд и методы ее решения в США [Электронный ресурс] / Б.С. Радовский //



Дорожня техніка. – 2006. - Режим доступу до статті:
http://dorogi.kiev.ua/site/content/publication/way_jobs/way_jobs_it21/way_jobs_it21_7

30. Технічні правила ремонтів та утримання автомобільних доріг загального користування України П-Г.1-218-113:2009. – Київ, 2009.

31. Інструкція по визначенню рівнів експлуатаційного стану автомобільних доріг державного значення та їх елементів ІН В.3.1-218-336:2010. – Київ, 2010. – 48 с.

32. Харченко А.М. Удосконалення методів проектування річної програми робіт дорожньо-ремонтних організацій: дис. канд. техн. наук: 05.13.22 / А.М. Харченко – К.: НТУ, 2010. – 183 с.

33. Golabi K., Kulkarni, R.R. and Way, G.B., A Statewide Pavement Management System, Interfaces, Vol. 12, No.6, pp. 5-21, 1982.

34. Халай Т.О. Удосконалення управління проектами експлуатації автомобільних доріг: Дис.канд.техн.наук: 05.13.22 Національний транспортний університет. — Київ, 2006. — 148с.

Chapter 7.

1. В. Бублясь. Процеси і явища в мікрогеодинамічних зонах покривних відкладів рівнинних територій. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. 1(60)/2013. Сс.42-46. ISSN 1728-3817

2. С. Вижва. А. Казанцев. Статистичний зв'язок параметрів Місяця із сейсмічними явищами на Землі. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, 2012, Геологія. №58/2012. Сс.10-13.

3. А. Назаревич, А. Микита. Геотермічний метод у сеймопрогностичних дослідженнях у Закарпатті. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, 2012, Геологія. №58/2012. Сс..16-19.

4. О. Гуда. Порівняння факторів формування селевих процесів в басейні річки Тиса(Закарпаття). Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, 2012, Геологія. №56/2012. Сс..8-12.

5. О. Іванік, О. Гуда. Динаміка формування та геолого-геоморфологічні фактори активізації гравітаційних процесів в межах Іршавського району Закарпатської області. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, №54/2011. Сс..4-7.

6. О. Тополук, О. Трипільський. Характер міграції епіцентрів землетрусів



центральної частини Карпатського регіону. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, №49/2010. Сс.21-24.

7.С. Кравець, Д. Малицький. Аналіз результатів деформографічних спостережень у Закарпатті. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, №49/2010. Сс.48-52.

8. Ігнатишин В.В., Ігнатишин М.Б., Ігнатишин В.В. Метеорологічні аспекти геодинамічного стану геологічних структур Закарпаття. Регіон-2018. суспільно-географіі аспекти : матеріали міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців(м.Харків, 3-4 квітня 2018 р.)/ Гол.ред.колегії Л.М. Немець.- Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2018. Сс.191-194. ISBN 98-966-285-482-4.

9. Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В. Аерофізичні параметри та дослідження екологічного стану Закарпатського внутрішнього прогину. Наука. Освіта. Молодь. Умань-2018: матеріали XI Всеукраїнського наукової конференції молодих науковців та студентів(м.Умань, 26 квітня 2018 року) в 2-х ч. Ч.1/ ред..кол. : В.В. СокирськаХ гол.ред.), А.І Мельник, О.А.Смерецька – Умань : ВПЦ „Візаві,2018.Сс. 179-182.

10. Ігнатишин В.В., Іжак Т.Й. Астрофізичні аспекти сейсмотектонічного стану Закарпатського внутрішнього прогину. Актуальні проблеми регіональних досліджень. Матеріали II Міжнародної науково-практичної науково-практичної інтернет-конференції. 17-18 травня 2018 року.м.Луцьк. Сс.215-219.

11. Ігнатишин А.В., Ігнатишин М.Б., Ігнатишин В.В. Геофізичні поля та геомеханічні процеси в Закарпатському внутрішньому прогині. X наукова конференція молодих вчених та спеціалістів „Геологія і геологія горючих копалин,, присвячена, 100 річчю НАН України. 19-20 вересня 2018 року. 1-2(174-175) 2018. м.Львів. Сс.81-84. ISSN 0869-0774

12. Ігнатишин В.В. Просторово-часовий розподіл сейсмічності Закарпатського внутрішнього прогину. Матеріали Міжнародної наукової конференції, „ Географічна наука та освіта : від констатації та конструктивізму, 28-29 вересня 2018 року м. Київ, Україна. Присвячена 100-річчю Національної академії наук України. Зб. наук. праць.- К., 2018. Сс. 76-78.

13.

https://www.google.com/maps/d/pdf?mid=1a8Caxd_IRw0Gn84OFTTr41rfgQVGLMvUp&hl=ru&pagew=792&pageh=612&llsw=47.391482%2C21.802482&llne=49.311348%2C24.686393



Chapter 8.

1. Всесвітній день боротьби з діабетом: що треба знати про хворобу. URL: <https://moz.gov.ua/article/health/vsesvitnij-den-borotbi-z-diabetom-scho-treba-znati-pro-hvorobu> (дата звертання: 18.05.2021).
2. Депрессия. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/depression> (дата звертання: 24.05.2021).
3. Диабет. Основные факты. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/diabetes> (дата звертання: 17.05.2021).
4. Довідник показників діяльності установ охорони здоров'я Сумської області за 2009 рік / Обласний інформаційно-аналітичний центр медичної статистики м. Суми, 2010. 240 с.
5. Довідник показників діяльності установ охорони здоров'я Сумської області за 2015 рік / Обласний інформаційно-аналітичний центр медичної статистики м. Суми, 2016. 248 с.
6. Довідник показників діяльності установ охорони здоров'я Сумської області за 2019 рік / Обласний інформаційно-аналітичний центр медичної статистики м. Суми, 2020. 260 с.
7. Дюбкова Т.П. (2008). Врожденные и наследственные болезни у детей (причины, проявления, профилактика). Минск: «Асобны». 48 с.
8. Дячук М.Д., Грузева Т.С. (2019). Моніторинг захворюваності на хвороби сечостатевої системи як основа для обґрунтування лікувально-профілактичних заходів. *Єдине здоров'я та проблеми харчування України*. №1 (50). С. 67-74. DOI:10.33273/2663-9726-2019-50-1-67-74
9. Корнус О., Корнус А., Шищук В., Скиба О., Данильченко О. (2021) Геоепідеміологія окремих захворювань населення Сумської області (Україна). Trends in the development of Medicine, Biology and Pharmacy: collective monograph Rusnak I., Suthar A., Kulachek V., Kulachek Y., etc. International Science Group. Boston: Primedia eLaunch, 254 p. Available at : DOI: 10.46299/ISG.2021.MONO.MED.I C. 167-174.
10. Корнус О.Г., Корнус А.О., Шищук В.Д. (2015). Територіально-нозологічна структура захворюваності населення Сумської області: монографія. Суми: СумДПУ імені А.С.Макаренка. 172 с.
11. Маркович І.Г. (2015). Динаміка захворюваності та поширеності інфекційних хвороб в Україні. *Інфекційні хвороби*, (2). URL: <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2015.2.4884> (дата звертання: 20.05.2021).



12. Ожирение и избыточный вес. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (дата звертання: 18.05.2021).

13. Психічне здоров'я українців. URL: <https://politkrytyka.org/2018/02/06/psihichne-zdorov-ya-ukrayintsiv/> (дата звертання: 18.05.2021).

14. Психічне здоров'я – одне з параметрів, що визначає якість життя населення. URL: <https://uozter.gov.ua/ua/pages/252> (дата звертання: 25.05.2021).

15. Global Health Observatory Data Repository / World Health Organisation. URL: <http://apps.who.int/gho/data/node.home> (дата звертання: 21.05.2021).



SCIENTIFIC EDITION

MONOGRAPH
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

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)

The scientific achievements of the authors of the monograph were also reviewed and recommended for publication at the international scientific symposium
**«Erbe der europäischen Wissenschaft /
Heritage of European science»**
(May 27-28, 2021)

The monograph is included in
International scientometric databases

Service sheet 9.94
Circulation 500 copies.
Signed: May 31, 2021

Published:
ScientificWorld -NetArkhatAV
Lußstr 13,
Karlsruhe, Germany



in conjunction with Institute «SE&E»

e-mail: orgcom@sworld.education
www.sworld.education

Monograph published in the author's edition

ISBN 978-3-949059-27-8



9 783949 059278



