

**SCI-CONF.COM.UA**

# **INNOVATION AND DEVELOPMENT IN WORLD SCIENCE**



**PROCEEDINGS OF VII INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE  
APRIL 27-29, 2026**

**ZURICH  
2026**

# **INNOVATION AND DEVELOPMENT IN WORLD SCIENCE**

Proceedings of VII International Scientific and Practical Conference  
Zurich, Switzerland  
27-29 April 2026

**Zurich, Switzerland  
2026**

**UDC 001.1**

The 7<sup>th</sup> International scientific and practical conference “Innovation and development in world science” (April 27-29, 2026) MDPC Publishing, Zurich, Switzerland. 2026. 396 p.

**ISBN 978-3-954753-21-5**

The recommended citation for this publication is:

*Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Innovation and development in world science. Proceedings of the 7th International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Zurich, Switzerland. 2026. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/vii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-innovation-and-development-in-world-science-27-29-04-2026-tsyurih-shvejsariya-arhiv/>.*

**Editor**

**Komarytskyy M.L.**

*Ph.D. in Economics, Associate Professor*

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

**e-mail: [zurich@sci-conf.com.ua](mailto:zurich@sci-conf.com.ua)**

**homepage: <https://sci-conf.com.ua>**

©2026 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2026 MDPC Publishing ®

©2026 Authors of the articles

## TABLE OF CONTENTS

### AGRICULTURAL SCIENCES

1. **Борисенко В. І., Тарасенко О. А.** 11  
НАУКОВО ОБҐРУНТОВАНІ ПІДХОДИ ДО ВИРОЩУВАННЯ  
ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ  
ЗА УМОВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У ЛІВОБЕРЕЖНОМУ  
ЛІСОСТЕПУ
2. **Калганков А. Є., Сергєєв К. В., Самойчук О. Е., Таран В. Є., Яницька М. О.** 16  
ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ СУШАРОК ДЛЯ ЗЕРНА
3. **Клименко М. О., Варжель О. В., Рабешко Я. І.** 22  
АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ВМІСТУ ГУМУСУ В ОРНИХ ЗЕМЛЯХ  
БАСЕЙНУ Р. УСТЯ
4. **Самоленко Д. В.** 27  
ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗАСОБІВ ДЛЯ  
ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ПОСІВІВ КАРТОПЛІ

### BIOLOGICAL SCIENCES

5. **Шевчук Т. І., Хлєстова С. С., Горбатюк С. М.** 33  
ЦИТОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РАННЬОГО ЕМБРІОГЕНЕЗУ У  
ЛЮДИНИ

### MEDICAL SCIENCES

6. **Babenko O. I., Kostitska I. O., Hrydzhuk T. I., Petryna V. O., Kuryliv H. M.** 40  
ASSESSMENT OF SMALL INTESTINAL BACTERIAL  
OVERGROWTH IN CHRONIC PANCREATITIS ACCORDING TO  
EXOCRINE PANCREATIC INSUFFICIENCY AND POST-  
PANCREATITIS DIABETES MELLITUS STATUS
7. **Mykhaloiko I.** 42  
EVALUATION OF ANTITHROMBIN III LEVELS IN PATIENTS  
WITH GLOMERULONEPHRITIS AND NEPHROTIC SYNDROME
8. **Аніщенко П. І., Бабкова В. О., Куделя А. С., Негода Ю С., Пономаренко Н. С.** 44  
ПОЗИТРОННО-ЕМІСІЙНА ТОМОГРАФІЯ (ПЕТ) ЯК ЗАСІБ  
ВІЗУАЛІЗАЦІЇ МЕТАБОЛІЧНОЇ АКТИВНОСТІ КЛІТИН
9. **Бондаренко М. Ю., Редька К. О., Таран О. М.** 49  
ВПЛИВ ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ НА  
ПСИХІЧНИЙ СТАН ДІТЕЙ РІЗНОГО ВІКУ В УКРАЇНІ
10. **Варивончик Д. В., Копач К. Д.** 53  
ЗАХОДИ ПРОФЕСІЙНОЇ ТА МЕДИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ  
ПРАЦІВНИКІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ПІСЛЯ ПЕРЕНЕСЕНОГО  
COVID-19

11. **Карташова М. О., Бура М. С., Малявіна В. М.** 58  
ОСОБЛИВОСТІ КОРЕКЦІЇ ПОРУШЕНЬ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛУ У ДІВЧАТ-ПІДЛІТКІВ НА ТЛІ РОЗЛАДІВ ХАРЧОВОЇ ПОВЕДІНКИ (АНОРЕКСІЇ ТА БУЛІМІЇ)
12. **Колотило М. О., Мальцев Д. В., Старостенко О. В., Натрус Л. В.** 61  
КОРЕЛЯЦІЯ МІОГЛОБІНЕМІЇ ТА NT-proBNP ЯК ВІДОБРАЖЕННЯ СУБКЛІНІЧНОГО УШКОДЖЕННЯ КАРДІОМІОЦИТІВ ПРИ ХРОНІЧНІЙ СЕРЦЕВІЙ НЕДОСТАТНОСТІ
13. **Маничева Ю. О., Костроміна А., Діаманта Сінаріте, Тумачок А. О.** 65  
ДИСБІОЗ І ВІСЬ «КИШЕЧНИК–ПЕЧІНКА–МОЗОК»
14. **Мотрюк В. Б., Вашиків І. А., Венгринюк М. О.** 73  
НЕОНАТАЛЬНИЙ ДИСБІОЗ: ПРИЧИНИ, МЕХАНІЗМИ ТА КЛІНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ
15. **Рогова В. В., Токарик Г. В.** 79  
БІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВІТАМІНУ С
16. **Соніна Д. Д., Бугро В. І.** 81  
ФОРМУВАННЯ ХВОРОБ ЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМИ, РОЗЛАДІВ ХАРЧУВАННЯ, ПОРУШЕННЯ ОБМІНУ РЕЧОВИН В ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНИХ УСТАНОВАХ МВС УКРАЇНИ
17. **Філіппова Л. В., Полякова Н. Є.** 84  
МАГНІЙ ЯК КЛЮЧОВИЙ МАКРОЕЛЕМЕНТ: БІОХІМІЧНІ ФУНКЦІЇ ТА КЛІНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ
18. **Хромагіна Л. М., Скиба В. Я., Адубецька А. Ю., Бондарь А. А., Ходаков І. В.** 88  
СПОСІБ МОДЕЛЮВАННЯ ХОЛОДОВОГО СТРЕСУ У ЛАБОРАТОРНИХ ЩУРІВ

#### TECHNICAL SCIENCES

19. **Banzak O. V., Banzak H. V., Oliash H. I., Zherebtsova L. N.** 92  
PHOTODETECTORS BASED ON SOLID SOLUTIONS  $Cd_{1-x}Hg_xTe$
20. **Gorbatyuk Ie., Terentyev O.** 97  
DEVELOPMENT OF A DIGITAL INFRASTRUCTURE TO GAUGE THE MERIT OF ARCHITECTURAL DESIGNS THROUGHOUT THE ERECTION OF STRUCTURES
21. **Ihnatiuk O., Dmytriv D.** 102  
INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR CYBERSECURITY
22. **Ihnatiuk O., Prymachuk N.** 105  
THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE HUMAN MIND ON EACH OTHER

|                                           |                                                                                                                                                                                              |     |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 23.                                       | <b>Kupchak N. D., Sribniak A. R.</b><br>THE PROBLEM OF CYBER SECURITY IN UKRAINE                                                                                                             | 110 |
| 24.                                       | <b>Kyrylenko O.</b><br>ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN PROGRAMMING: A HUMAN-CENTERED APPROACH TO TECHNOLOGICAL INNOVATION                                                                  | 114 |
| 25.                                       | <b>Sokolovska O., Valevska L., Pecherova K.</b><br>ISSUES OF CERTIFICATION OF SMALL FARM ELEVATORS                                                                                           | 119 |
| 26.                                       | <b>Кузьменко Т. С., Раєвський О. В.</b><br>СИСТЕМИ ЧИСЛЕННЯ ЯК ФУНДАМЕНТ КРИПТОГРАФІЇ НА МОВІ ПРОГРАМУВАННЯ PYTHON                                                                           | 126 |
| 27.                                       | <b>Кулявець В. Р., Василюк А. С.</b><br>ВЕБА-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ПОРІВНЯННЯ ВАРТОСТІ ХМАРНИХ ПРОВАЙДЕРІВ                                                                                     | 131 |
| 28.                                       | <b>Рудешко І. В., Хусаїнов О. В.</b><br>КОМПЛЕКСНИЙ ЗАХИСТ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІД КОМБІНОВАНИХ АТАК (ФІЗИЧНИХ І КІБЕРНЕТИЧНИХ)                                                | 134 |
| 29.                                       | <b>Фролов О. М.</b><br>МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ КОЕФІЦІЄНТА ПІДСИЛЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ р-п-р ТРАНЗИСТОРІВ В ОБЛАСТІ ВЕЛИКИХ СТРУМІВ                                                             | 140 |
| 30.                                       | <b>Хачатурян Карине Карлосовна, Гегия Нестани Акакиевна, Ткемаладзе Мурад Важаевич, Уклеба Екатерине Нугзаровна</b><br>ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕНТОНИТОВ ГУРИИ (ГРУЗИЯ) | 145 |
| 31.                                       | <b>Шановал Н. О.</b><br>ПРОГРАМНО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ КРИСТАЛІЗАЦІЇ                                                                                                    | 151 |
| 32.                                       | <b>Щепетов В. В., Фіалко Н. М., Бись С. С.</b><br>ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВОГО СКЛАДУ І СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ НАНОПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ РЕАГЕНТІВ МАГНІЮ                                    | 155 |
| 33.                                       | <b>Щепетов В. В., Фіалко Н. М., Бись С. С.</b><br>ОСОБЛИВОСТІ САМОЗМАЩУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ ІЗ СПОЛУК МАГНІЮ                                                                        | 159 |
| <b>PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES</b> |                                                                                                                                                                                              |     |
| 34.                                       | <b>Kudryavtsev I.</b><br>SUPERPOSITION OF RING CURRENT MAGNETIC FIELDS                                                                                                                       | 163 |
| 35.                                       | <b>Romanchuk N., Kovaliuk A., Volkotrubenko Ye.</b><br>HISTORY AND CONTEMPORARY ASPECTS OF PRIME NUMBER SEQUENCES                                                                            | 168 |

## GEOGRAPHICAL SCIENCES

36. *Яковлева В. А., Чайківський Р. С.* 171  
ОСОБЛИВОСТІ ЗАЙНЯТОСТІ НАСЕЛЕННЯ В УКРАЇНІ

## GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES

37. *Buynovich I. V., Carroll Brian J.* 174  
LICHENOMETRIC ASSESSMENT OF VOLCANIC SUBSTRATES  
ON SÃO MIGUEL ISLAND (AZORES ARCHIPELAGO):  
APPLICATIONS TO GEOLOGICAL AND ARCHAEOLOGICAL  
RESEARCH

## ARCHITECTURE

38. *Ужегов С. О., Гоца А. Р.* 182  
РОЗВИТОК ТА ЗАНЕПАД БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ АНГЛІЇ

## PEDAGOGICAL SCIENCES

39. *Kismetova G. N., Maksotova M. M.* 185  
THE ROLE OF COMMUNICATION SKILLS IN LEARNING A  
FOREIGN LANGUAGE
40. *Zhurylo S. V., Vasylenko O.* 195  
MODERN EDUCATION AND SELF-DIRECTED LEARNING IN  
THE FIELD OF KNOWLEDGE 18 “PRODUCTION AND  
TECHNOLOGIES”: A CASE STUDY OF THE DISCIPLINE  
“PROCESSES AND EQUIPMENT OF FOOD PRODUCTION”
41. *Головатюк Л. М., Кратко О. В.* 200  
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ НАВЧАННЯ БІОЛОГІЇ В СУЧАСНИХ  
УМОВАХ
42. *Данюк Н., Яковлева В.* 203  
МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ КОНТУРНИХ КАРТ У ПРОЦЕСІ  
ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «КОРИСНІ КОПАЛИНИ УКРАЇНИ»
43. *Невмержицький О. П., Добрянський В. В., Красовська Л. В.* 206  
ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ УЧНІВ ТЕХНІКИ ДЕКУПАЖ НА  
УРОКАХ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
44. *Подольський М. М.* 211  
ЦИФРОВІ ПЛАТФОРМИ ТА ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК  
ЗАСОБИ ФОРМУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ  
МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ
45. *Ткаченко О. М., Радул О. С.* 215  
ЕТНОПЕДАГОГІЧНИЙ АСПЕКТ ПОЛІКУЛЬТУРНОЇ  
КОМПЕТЕНТНОСТІ ПЕДАГОГА
46. *Шишлова І. А., Власенко Р. П.* 220  
ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM/STEAM-ТЕХНОЛОГІЙ  
У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ГЕОГРАФІЇ У ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ  
СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

## PSYCHOLOGICAL SCIENCES

47. **Замкова Я. В.** 226  
СПЕЦИФІКА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ КОГНІТИВНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ІРРАЦІОНАЛЬНИХ ПЕРЕКОНАНЬ СУДДІВ У ПРОЦЕСІ ОЦІНКИ ДОКАЗІВ
48. **Косигіна О. В.** 232  
ОСОБЛИВОСТІ ПСИХОКОРЕКЦІЙНОЇ ІНТЕРВЕНЦІЇ У ВИПАДКАХ ТРИВОЖНИХ СТАНІВ У КЛІЄНТІВ ІЗ ЗНИЖЕНИМ ЗОРОМ
49. **Слепухова К. Г., Турченко К. В., Гриненко А. В.** 240  
ПСИХОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ ТА ПОДОЛАННЯ КРИЗОВИХ СТАНІВ У ДОРОСЛИХ: ІНДИВІДУАЛЬНИЙ, ПРОФЕСІЙНИЙ ТА СІМЕЙНИЙ ВИМІРИ
50. **Юнг Н. В., Алексеєва А. С.** 254  
ЛОГІЧНІ ОПЕРАЦІЇ МИСЛЕННЯ СТАРШИХ ДОШКІЛЬНИКІВ ЯК ПОКАЗНИК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ГОТОВНОСТІ ДО ШКОЛИ

## SOCIOLOGICAL SCIENCES

51. **Taranenko I. V., Strelchenko I. I., Sokolova V. V.** 259  
DRIVERS OF YOUTH RETENTION IN UKRAINE: THE ROLE OF EU-ORIENTED STUDY PROGRAMS (EVIDENCE FROM THE ERASMUS+ JEAN MONNET MODULE)

## ART

52. **Лачко О. Ю.** 266  
ПЕРФОРМАТИВНІ МИСТЕЦТВА В СУЧАСНІЙ КУЛЬТУРІ: ІННОВАЦІЇ ТА НОВІ ФОРМИ ВИРАЖЕННЯ

## POLITICAL SCIENCES

53. **Ренькас В. В.** 273  
ПРОПАГАНДА ТА КОНТРПРОПАГАНДА В РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ 2014-2026 РОКИ

## PHILOLOGICAL SCIENCES

54. **Beisembayeva A. U., Sayat A. S., Oralbayeva Z. N.** 276  
CODE-SWITCHING AS A NARRATIVE STRATEGY IN 21st-CENTURY DISCOURSE
55. **Simonova I. V., Ukrainets Yu. M.** 282  
ABBREVIATIONS IN MEDICINE: EFFICIENCY OR DANGER?
56. **Бейсембаева А. У., Оразгельдина К. Б., Турлаева Ж. А.** 284  
ЖЕНСКИЙ ГОЛОС В ЛИТЕРАТУРЕ И ОБЩЕСТВЕ
57. **Домброван В. В.** 288  
АНГЛІЦИЗМИ В НІМЕЦЬКІЙ МОВІ: ІСТОРИЧНИЙ РОЗВИТОК ТА СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ

|                          |                                                                                                                                               |     |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 58.                      | <b>Ермеков Н. Р., Пуштаева Д. А., Тусупова Т. Д.</b>                                                                                          | 290 |
|                          | ЛЕКСИКО-СЕМАНТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОЛОДЕЖНОГО<br>СЛЕНГА В СОВРЕМЕННОМ АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ                                                        |     |
| 59.                      | <b>Константинова І. В.</b>                                                                                                                    | 296 |
|                          | ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕКЛАДУ НІМЕЦЬКИХ ФРАЗЕОЛОГІЗМІВ<br>УКРАЇНСЬКОЮ МООВОЮ: КОНТРАСТИВНИЙ ПІДХІД                                                    |     |
| 60.                      | <b>Советов М. С., Бейсембаева А. У.</b>                                                                                                       | 298 |
|                          | НЕОЛОГИЗМЫ В АНГЛОЯЗЫЧНОМ ИНТЕРНЕТ-ДИСКУРСЕ:<br>СПОСОБЫ СЛОВООБРАЗОВАНИЯ                                                                      |     |
| 61.                      | <b>Файденко С. Р.</b>                                                                                                                         | 303 |
|                          | ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИКИ CLIL У КОНТЕКСТІ<br>ФОРМУВАННЯ ІНШОМОВНОЇ КОМУНІКАТИВНОЇ<br>КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ<br>СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ |     |
| 62.                      | <b>Холстинина К. А., Шоланова А. О.</b>                                                                                                       | 310 |
|                          | ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ЛЕКСИЧЕСКОЕ<br>ИЗМЕНЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ                                                           |     |
| 63.                      | <b>Шыныбаев Е. Ұ., Бейсембаева А. У.</b>                                                                                                      | 316 |
|                          | ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА<br>СОВРЕМЕННУЮ ПРАКТИКУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ<br>АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА                                               |     |
| <b>ECONOMIC SCIENCES</b> |                                                                                                                                               |     |
| 64.                      | <b>Gurbanov Agil Abid, Azizli Zuleykha Ilkin</b>                                                                                              | 322 |
|                          | IMPROVEMENT OF CORPORATE CONTROL IN KONTAKT<br>HOME LLC                                                                                       |     |
| 65.                      | <b>Iatsyk Yu., Ionane N.</b>                                                                                                                  | 337 |
|                          | TEAM MANAGEMENT UNDER WARTIME CONDITIONS                                                                                                      |     |
| 66.                      | <b>Mysiuha V., Ihnatiuk O.</b>                                                                                                                | 341 |
|                          | THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON BUSINESS DECISION-<br>MAKING                                                                                    |     |
| 67.                      | <b>Вінскевич О. О., Любохинець Л. С.</b>                                                                                                      | 345 |
|                          | СИСТЕМНА КРИЗА ПІДПРИЄМНИЦТВА ТА ЇЇ КЛЮЧОВІ<br>ОЗНАКИ                                                                                         |     |
| 68.                      | <b>Дьомін І. В.</b>                                                                                                                           | 352 |
|                          | ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА В<br>УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ                                                 |     |
| 69.                      | <b>Колянова Т. В.</b>                                                                                                                         | 357 |
|                          | ЗМІНИ В СТРУКТУРІ РИНКУ УКРАЇНИ ПІСЛЯ<br>ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ                                                                          |     |
| 70.                      | <b>Прийдак Т. Б., Лега О. В., Яловега Л. В., Фролова С. В., Голуб Т. О.</b>                                                                   | 362 |
|                          | ОБЛІКОВО-АНАЛІТИЧНІ АСПЕКТИ ОБЛІКУ ТАРИ ТА ЇЇ<br>ВПЛИВ НА ФІНАНСОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ПІДПРИЄМСТВ                                                    |     |

|                       |                                                                                                                                                       |     |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 71.                   | <b>Синиченко А. В., Мельник К. І.</b>                                                                                                                 | 367 |
|                       | ТРАНСФОРМАЦІЯ МЕНЕДЖМЕНТУ В ЕПОХУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ<br>ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ                                                                               |     |
| 72.                   | <b>Скрипник М. І.</b>                                                                                                                                 | 372 |
|                       | ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ<br>БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВ ТА НАПРЯМИ ЙОГО РОЗВИТКУ                                                            |     |
| 73.                   | <b>Штундер О. О.</b>                                                                                                                                  | 377 |
|                       | ЦИФРОВІЗАЦІЯ МІЖНАРОДНИХ РОЗРАХУНКІВ ТА РИЗИК-<br>МЕНЕДЖМЕНТ УКРАЇНСЬКИХ КОРПОРАЦІЙ В УМОВАХ<br>ГЕОПОЛІТИЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ                          |     |
| <b>LEGAL SCIENCES</b> |                                                                                                                                                       |     |
| 74.                   | <b>Samadova Nargiz Namig</b>                                                                                                                          | 383 |
|                       | INTERNATIONAL LEGAL REGULATION OF ELECTRONIC<br>COMMERCE: ACTIVITIES OF INTERNATIONAL<br>ORGANIZATIONS AND INTERNATIONAL LEGAL DOCUMENTS              |     |
| 75.                   | <b>Вольвак О. М., Малолєткіна Д. Р.</b>                                                                                                               | 391 |
|                       | ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРАВОВОГО<br>РЕГУЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ВИКОНАННЯ ПОКАРАНЬ ТА<br>ІНСТИТУТУ ЗВІЛЬНЕННЯ ВІД КРИМІНАЛЬНОЇ<br>ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ В УКРАЇНІ |     |

# ПРОГРАМНО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ КРИСТАЛІЗАЦІЇ

**Шаповал Наталя Олександрівна,**

к.т.н., доцент

Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
м. Миколаїв, Україна

**Вступ.** Оскільки відсутні апробовані методики розрахунку процесу наморозування металу на закристалізований безперервний злиток, було створено алгоритмічний підхід, який дозволяє досліджувати теплові та динамічні характеристики кристалізації за допомогою програмного моделювання.

**Мета роботи** є підвищення ефективності процесу кристалізації, зменшення глибини рідкої лунки, рівномірного розподілу температур по перерізу злитка та зниження масо-габаритних характеристик машини безперервного лиття, розроблено математичну та програмну модель процесу наморозування металу на закристалізований безперервний злиток.

**Матеріали та методи.** Робота виконана на базі аналізу наукових джерел інформації та проведено чисельний експеримент.

**Результати обговорення.** Розглядається випадок, коли безперервний злиток з розмірами  $A \times B$  подається в розплав металу того ж складу зі сталою швидкістю  $u$ . В початковий момент часу задано розподіл температур у тілі злитка, температуру рідкого металу та його фізичні властивості. Таким чином, формулюється симетрична задача теплопереносу.

Для чисельного аналізу процесу злиток дискретизується на елементи з урахуванням трьох зон:

- зони повністю затверділого металу,
- двофазної (перехідної) зони,
- буферної зони контакту з розплавом.

Математична модель базується на системі рівнянь збереження маси,

енергії та теплового балансу [2, 3]:

1. Закон збереження маси:

$$\frac{dm}{dt} = m_1'' - m_1'$$

де  $m_1'$ ,  $m_1''$  — витрата металу, що кристалізується на вході та виході відповідно.

2. Закон збереження енергії (ентальпійна форма):

$$c_1(T_{\text{вих}} - T_{\text{вх}}) + \alpha_j F_1 (T_j - T_{\text{кр}}) = r \frac{dm}{dt}$$

де  $\alpha_j$  — коефіцієнт тепловіддачі,  $r$  — питома теплота фазового переходу.

3. Умова теплового балансу на межі кристалізації:

$$\lambda_1 \frac{dT}{d\delta} = \alpha_j (T_j - T_{\text{пов}}),$$

де  $\delta$  — товщина намороженої корки.

Система цих рівнянь є суттєво нелінійною, тому для побудови програмної моделі виконується її лінеаризація методом малих приращень. Отримані рівняння зводяться до диференціального рівняння щодо зміни товщини корочки з часом:

$$\Delta\delta = \frac{\frac{d\delta}{dt}\big|_{t=0}}{\omega} \cdot \sqrt{\left(\beta + \frac{(N_4)}{\frac{N_1 d\xi}{dt}\big|_{t=0}}\right)^2} \cdot e^{\beta \cdot t} \cdot \sin\left(\omega t - \arctg \frac{\omega}{\beta} + \arctg \frac{\omega}{\beta + \frac{(N_4)}{\frac{N_1 d\delta}{dt}\big|_{t=0}}}\right) + \frac{N_4}{\beta^2 + \omega^2}.$$

$$\text{де } N_1 = (A + B + 2\delta)\rho_1 \Delta x \nu_1 (\delta_1 + \delta),$$

$$N_4 = \alpha_{\text{ж}} F_1 (T_{\text{ж}} - T_{\text{кр}}) \left[ \frac{\delta_1 + \delta}{n+1} \cdot \frac{m_1 c_1}{\lambda_1 F_1} + 1 \right].$$

Розв'язання цього рівняння виконується операційним методом (методом Лапласа) або чисельно — з використанням алгоритму явної/неявної різницевої схеми.

У програмній реалізації передбачено можливість вибору схеми

інтегрування (Euler, Crank–Nicolson, Runge–Kutta).

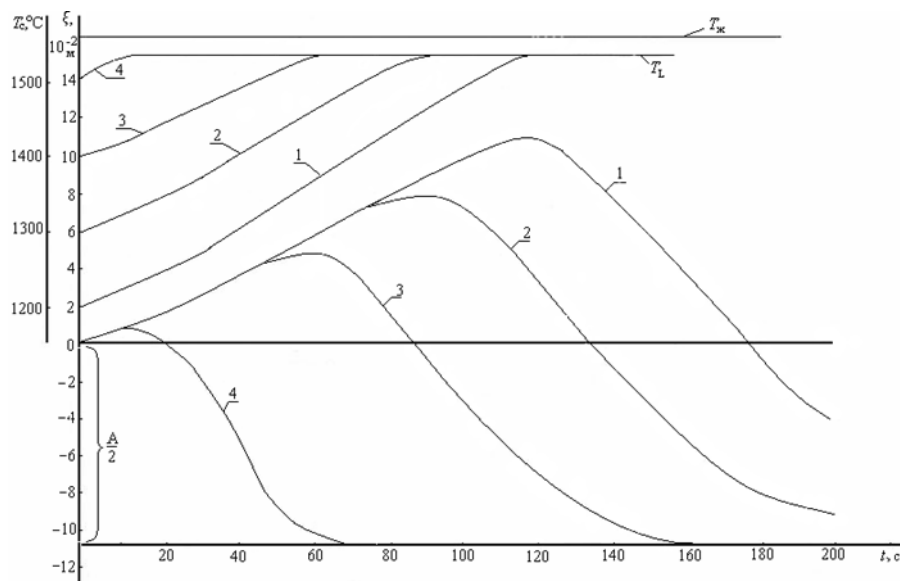
Для моделювання процесу створено програмний модуль CrystallizationSim, реалізований на Python (з використанням бібліотек NumPy, SciPy та Matplotlib).

Алгоритм роботи програми:

1. Ініціалізація фізичних параметрів (щільність, теплоємність, теплопровідність, температура кристалізації).
2. Дискретизація злитка на елементи за координатою  $x$  з кроком  $\Delta x$ .
3. Розрахунок приращень температури та товщини наморозженої корочки:

$$\delta_{i+1} = \delta_i + \frac{d\delta}{dt} \cdot \Delta t$$

4. Візуалізація результатів у вигляді графіків зміни  $T_c(t)$  та  $\delta(t)$ .



**Рис. 1. Результати чисельного моделювання.**

На рисунку 1 представлено результати чисельного моделювання процесу для злитка розміром  $A \times B = 0,2 \times 0,3$  м, при швидкості подачі  $v = 0,01$  м/с і температурах розплаву  $T_K = 1560^\circ\text{C}$ ,  $T_L = 1535^\circ\text{C}$ .

Графіки демонструють узгодженість розрахунків із експериментальними даними, а також можливість моделювання багат шарового злитка при різних температурах перегріву.

## **Висновки.**

1. Розроблена програмно-математична модель дозволяє чисельно прогнозувати динаміку кристалізації з урахуванням теплопередачі, фазових переходів та швидкості подачі металу.
2. Запропонована технологія забезпечує зменшення глибини рідкої лунки та скорочення часу кристалізації.
3. Алгоритмічна база моделі може бути інтегрована в системи автоматизованого керування (SCADA) або цифрові двійники процесів лиття.
4. Подальший розвиток роботи передбачає впровадження методів машинного навчання для оптимізації параметрів кристалізації на основі накопичених даних симуляцій.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Mu, W. (2025). *Crystallization of High-Performance Metallic Materials. Crystals.*
2. Velička, M. та ін. (2023). *Research on Solid Shell Growth during Continuous Steel Casting. Materials.*
3. Кондратюк С. Є. (2010). Структуроутворення, спадковість і властивості литої сталі. *Наукова думка*, 176 с.