

THE COMPANY "DEL c.z." (CZECH REPUBLIC)
NES NOVA DUBNICA sro (SLOVAK REPUBLIC)
UNIVERSITY OF MALAYSIA PAHANG (MALAYSIA)
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (MÉXICO)



DEVELOPMENT STRATEGIES FOR MODERN EDUCATION AND SCIENCE

MATERIALS
OF THE VII INTERNATIONAL RESEARCH AND
PRACTICAL INTERNET CONFERENCE

February 23–25, 2026

Zdar nad Sazavou, 2026

DEL c.z.

DEL c.z. Strojírenská 38, 591 01 Žďár nad Sázavou, CZECH REPUBLIC

Materials of the VII International Research and Practical Internet Conference "Development Strategies for Modern Education and Science", - 2026.

ISBN 978-966-8896-15-8

Development Strategies for Modern Education and Science : Materials of the VII International Research and Practical Internet Conference (February 23-25, 2026) : collection of abstracts [for the general ed. Ph.D Serhii Onyshchenko]. Zdar nad Sazavou : "DEL c.z.", 2026. 41 p.

The collection includes materials of the VII International research and practical internet conference "Development strategies for modern education and science". The materials of the collection will be useful for researchers, scientists, graduate students, researchers, teachers, students

The author is responsible for the content of the articles and the correctness of the citation.

© Authors, 2026

© DEL c.z., 2026

CONTENT

PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY

Serhii Onyshchenko Digitalization Education in the Modern Realities of Higher Education	5
Бушер Т.В., Степенко С.В. Дослідження властивостей маятника Ньютона на лабораторних роботах з фізики в старших класах	9
Дмитрієва С.М., Біла О.М. Психолого-педагогічна характеристика емоційної сфери дітей молодшого шкільного віку	12
Курок О.О. Стратегічні орієнтири модернізації підготовки майбутніх економістів	15
Самусь Т.В. Фахова підготовка майбутніх педагогів професійного навчання: відповідність стандартам і потребам ринку праці	18

BASICS OF HEALTH. PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

Olesia Ivanko, Valentina Makhnyuk, Ivan Fedosenko Assessment of the Impact of Radiofrequency Electromagnetic Radiation in the Military Environment	21
Olesia Ivanko, Valentina Makhnyuk, Ivan Fedosenko Justification for the Selection of Modern Research Methods for the Hygienic Assessment of the Impact of Electromagnetic Radiation on Humans	24
Olesia Ivanko, Valentina Makhnyuk, Ivan Fedosenko Scientific Justification for Updating the State Sanitary Norms and Rules for Working With Sources of Electromagnetic Fields (DSaNPiN 3.3.6.096-2002) in the Context of Implementation of European Union Directives and International Standards	27

TECHNICAL SCIENCES

Nataliia Popova, Taras Mysiura, Volodymyr Zavalov Optimization of the Composition of Enriched Glassed Cheeses Using Experimental Design Methods	30
Горбунович І.В., Ільченко І.О. Дослідження деформацій коротких балок різних перерізів аналітичним та скінченно-елементним методами	33
Кропівний В.М., Мітев Д.О., Кузик О.В. Контроль форми графітних включень у чавунах за сигналом акустичної емісії	36

Кузик О.В., Атрощенко Д.О.

Параметричний аналіз впливу швидкості потоку та геометрії проточної частини на гідродинамічне навантаження елементів вакуум-апарату 39

PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY

DIGITALIZATION EDUCATION IN THE MODERN REALITIES OF HIGHER
EDUCATION

Serhii Onyshchenko,
PhD, Associate Professor
(Berdyansk State Pedagogical University)

In the 21st century, digitalization is becoming the main vector of development of society and education in general. The processes of digital transformation affect all spheres of life, but it is in higher education that they acquire decisive importance. Digitalization in education is not only the introduction of the latest technologies into the educational process, but also a fundamental change in approaches to organization, methods of teaching, assessment, cooperation and access to knowledge. The COVID-19 pandemic, and subsequently the full-scale invasion of the territory of Ukraine, accelerated digital changes that were previously considered promising or experimental, turning them into critically necessary elements of the educational environment. In such conditions, higher education is experiencing not just reform, but a radical transformation that requires a new conceptual model of learning, integrated with digital platforms and services.

Digitalization of education is the process of introducing digital technologies into the educational space, which includes the creation and use of electronic educational resources, distance platforms, assessment tools, adaptive learning based on data, support for mobile and cloud services, and the use of artificial intelligence and analytics to personalize the educational process. The main goal of digitalization is to improve the quality, accessibility, and efficiency of higher education, as well as the formation of digital competence of students and teachers [6].

Digital technologies do not replace traditional learning, but expand the capabilities of pedagogical strategies. According to scientists, digitalization is not just a mechanical introduction of electronic tools, but “a deep transformation of all elements of the educational system, leading to changes in the methods of learning, organization of education, content, and forms of interaction of participants in the educational process” [2].

One of the key forms of digitalization is the introduction of distance and blended learning. The use of platforms such as Moodle, Canvas, Microsoft Teams, or Zoom allows you to organize a full-fledged educational process regardless of the physical presence of students. These platforms provide tools for video lectures, seminars, group discussions, testing and knowledge control [4].

Blended learning combines online resources and traditional classroom classes, which contributes to the flexibility of the educational process and better adaptation to the individual needs of students. The main advantage of this approach is the ability to combine social interaction and live communication with digital educational resources.

Development Strategies for Modern Education and Science

Electronic educational resources include digital textbooks, educational videos, interactive modules, simulations, wiki projects and multimedia presentations. They allow you to diversify educational material, make it more accessible and adaptable to different learning styles.

Open educational resources are also highly effective, providing free access to materials and can be used for course development, independent training of students, as well as supporting academic mobility.

Digital tools also allow for the automation of knowledge assessment – from online tests with instant feedback to analytics of student participation and progress. This provides a more objective and rapid assessment of success, and also allows teachers to timely identify difficult topics for students and adjust curricula [5].

In addition, digital systems support adaptive tests that adjust to the level of knowledge of each student, creating individual learning trajectories.

Digital technologies significantly expand access to education. They allow students to acquire knowledge regardless of geographical location, health status or social status. Online courses and open lectures from the world's leading universities are becoming available to a wide audience, which contributes to the democratization of education.

Students can study at their own pace, choose individual learning paths and resources that meet their needs. This is especially important for students with different levels of preparation and different styles of information perception.

Analysis of educational data makes it possible to predict student success, identify risks of lagging behind and implement corrective measures in a timely manner. This approach helps to increase motivation for learning and reduce the level of academic anxiety.

One of the key advantages of digitalization is the formation of digital literacy of students and teachers. Skills in working with digital platforms, data processing, online communication and information security are becoming an integral part of the professional training of specialists in any field.

This is important not only for the academic sphere, but also for the further professional activity of graduates in the digital economy, where these competencies are the standard of employer requirements.

Despite its numerous advantages, the digitalization of education faces a number of challenges [1]. First of all, this is inequality of access to high-quality digital infrastructure. A significant part of students and teachers may have limited access to fast Internet, the availability of light at certain times (looking at the realities in which Ukrainian education is currently located) or modern devices, which creates a “digital divide” and threatens social inequality in education.

The second challenge is the professional training of teachers to work in a digital environment. Not all teachers have a sufficient level of digital competencies, which requires a systematic approach to advanced training and continuous professional development.

The third challenge is the issue of quality and academic integrity in the context of online assessment. The issues of ensuring the reliability of test results, preventing

plagiarism and the use of unfair practices are gaining special attention, which requires the implementation of special technological and organizational solutions.

Digitalization is not limited to technical aspects; it causes a change in the very structure of higher education. New models of university organization are emerging: virtual campuses, digital laboratories, online cooperation with enterprises and international partners. These formats stimulate the integration of science, education and practice, which is an important element of training competitive specialists.

Digital platforms also contribute to the development of interdisciplinary programs, which allows students to master complex topics and work with real data in simulations and modeling.

Thus, the digitalization of higher education is an integral part of the modern educational process. It opens up new opportunities for accessibility, personalization of learning, improving the quality of education and forming key competencies of future specialists. However, its effective implementation requires overcoming significant challenges: ensuring equal access to digital infrastructure, training teachers, guaranteeing academic integrity and adapting the organizational structures of universities to the new requirements of modernity.

Digitalization is not an end in itself – it should be a means to create flexible, inclusive and high-quality higher education that meets the needs of the digital economy and knowledge society. In this context, it is important to consider digital technologies not as a replacement for traditional education, but as a powerful tool that expands its capabilities and contributes to the formation of competitive graduates.

Reference

1. Іваненко П.С. Інформаційні технології в освіті: сучасні тенденції та виклики. Харків : Вид-во ХДУ, 2022. 256 с.
2. Сергієнко І.В. Цифровізація освіти : теорія, практика, перспективи. Київ : Освітній простір, 2020. 312 с.
3. Смирнова О.М., Ковальчук В.Т. Дистанційне та змішане навчання в умовах цифрової трансформації вищої освіти. *Педагогіка і психологія освіти*. 2021. Вип. 28. С. 37–52.
4. Onyshchenko S. Digital Educational Technologies in Professional Training of Higher Education Students in the Energy Field. *Modern Conditions of Development of Science, Education and Production in the World – 2025 : collective monograph*. (Series of monographs Slovak Publishing House NES Nová Dubnica s.r.o. Monograph 3). Nová Dubnica : NES Nová Dubnica s.r.o., 2025. P. 77–86. URL : <https://dspace.bdpu.org.ua/handle/123456789/5432>
5. Onyshchenko S. Theoretical and Methodological Foundations of the Use Digital Technologies in the Process of Training Specialists in the Specialty A5 Vocational Education (Energy, Electrical Engineering and Electromechanics). *The Latest Foundations for the Development of Production, Science and Education – 2025 : collective monograph*. (Series of monographs Slovak Publishing House NES Nová Dubnica s.r.o. Monograph 3). Nová Dubnica : NES Nová Dubnica s.r.o., 2025. Pp. 95–106. URL : <https://dspace.bdpu.org.ua/handle/123456789/5412>

Development Strategies for Modern Education and Science

6. Onyshchenko S. Theoretical Basis of the Use of Digital Technologies in Technology Lessons in General Secondary Education Institutions. *Promising Scientific Achievements in Science, Education and Production – 2025 : collective monograph*. (Series of monographs Slovak Publishing House NES Nová Dubnica s.r.o., Monograph 4). Nová Dubnica : NES Nová Dubnica s.r.o., 2025. P.183–197. URL : <https://dspace.bdpu.org.ua/handle/123456789/5487>

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАЯТНИКА НЬЮТОНА НА
ЛАБОРАТОРНИХ РОБОТАХ З ФІЗИКИ В СТАРШИХ КЛАСАХ

Бушер Тимур Вікторович,
учень 11 класу
(Одеський ліцей №69, Одеса, Україна)
Степенко Світлана Вікторівна,
вчитель вищої категорії, вчитель-методист
(Одеський ліцей №69, Одеса, Україна)

В ідеальному маятнику Ньютона [1], на відміну від фізичного маятника, відбуваються перетворення трьох видів енергії (без урахування втрат):

1. Потенціальна енергія E_p першого маятника, відхиленого від вертикалі на кут α , перетворюється в кінетичну енергію E_k його кульки у вертикальному стані;
2. E_k послідовно перетворюється у потенціальну енергію E_p пружного стиснення внутрішніх кульок;
3. E_p останньої кульки перетворюється у її кінетичну енергію E_k ;
4. E_k перетворюється у E_p останньої кульки при максимальному відхиленні.

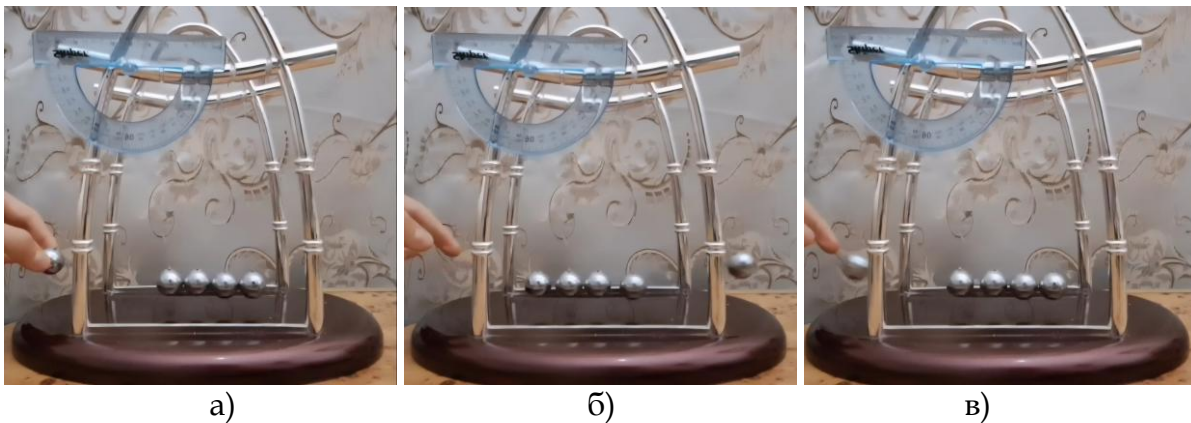
Далі цикл повторюється у зворотному напрямку.

В ідеальному маятнику ці дії повторюються нескінченно. В звичайному фізичному маятнику втрати енергії відбуваються внаслідок тертя кульки в повітрі та тертя точки опору маятника. В маятнику Ньютона реальні кульки не є абсолютно твердими, тобто при ударах відбуваються втрати енергії на непружні деформації, ми чуємо звук ударів, тобто частина енергії витрачається на створення звукових хвиль та їх розповсюдження за межі кульок. Тому згасання коливань в маятнику Ньютона відбувається значно швидше. Цей процес описується рівнянням $\alpha(t) = \alpha_0 e^{-\xi t/T} \cos\left(2\pi t \sqrt{1 - \xi^2 / T}\right)$.

Метою роботи є розробка методики дослідження властивостей реального маятника Ньютона, визначення періоду коливань і втрат енергії в кожному періоді.

Матеріали дослідження.

У досліді використано маятник Ньютона з 5-и кульок, на який додатково встановлено транспортер для вимірювання параметрів коливань (рис. 1, а). Реєстрацію виконано за допомогою відеозйомки камерою смартфона. Маса кульок – 0.0315 кг, діаметр кульок – 0.020 м, висота маятника L (від вісі кріплення до центру маси кульок) – 0.148 м.



а)

б)

в)

Рисунок 1 – Маятник Ньютона з встановленим транспортером: а) – початкове положення (0 с); б) – завершення першого півперіоду (0.39 с); в) – завершення першого періоду (0.79 с)

Смартфон дозволяє знімати з частотою 120 Гц, що фактично забезпечує можливість вимірювання часових інтервалів у покадровому перегляді з точністю до 0.01 с і дозволяє визначити період коливань (рис. 1, а...в).

Дослід проведено для двох початкових відхилень першої кульки від вертикалі на $\approx 30^\circ$ та $\approx 45^\circ$ з вимірюванням максимальних відхилень після кожного періоду коливань протягом двох періодів.

Середнє значення періоду коливань маятнику Ньютона – 0.79 с – з похибкою не більше 0.02 с збігається з розрахунковою формулою для ідеального маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.148}{9.81}} = 0.77 \text{ с.}$$

За формулою $E = mg\Delta h = mgL(1 - \cos(\alpha))$ визначено потенціальну енергію кульки на початку коливань і після кожного періоду, що дозволяє розрахувати абсолютні ΔE та відносні $\Delta E / E$ втрати енергії протягом періоду (табл. 1).

Таблиця 1.

Результати вимірювань та обчислень параметрів коливань

Дослід	$\alpha, ^\circ$	α_{i+1} / α_i	$\alpha_p, ^\circ$	$\Delta h, \text{ м}$	$E, \text{ мДж}$	$\Delta E, \text{ мДж}$	$\Delta E / E$
1	28			0.0173	5.35		
	25	0.893	25.0	0.0139	4.30	1.05	0.196
	22	0.880	22.3	0.0108	3.34	0.96	0.223
2	42			0.0380	11.75		
	38	0.905	37.5	0.0314	9.70	2.05	0.174
	34	0.895	33.5	0.0253	7.81	1.89	0.195

Отримані дані дозволяють розрахувати середнє відносне зменшення амплітуди за період – 0.893 – та розрахувати амплітуду кожного наступного періоду як геометричну прогресію, що відповідає теоретичному опису згасання коливань. Розраховані значення наведено у стовпчику $\alpha_p, ^\circ$. Відхилення від фактичного значення не перевищує 0.5° .

Розрахуємо середні втрати енергії при одному зіткненні кульок, враховуючи, що протягом періоду відбувається 8 ударів:

1) Перший період при початковому відхиленні 28 °:

$$\Delta E_1 = \Delta E_{12} / 8 = (5.35 - 4.30) / 8 = 0.131 \text{ мДж}, \Delta E \% = 0.131 / 5.35 * 100 = 2.4 \%$$

2) Другий період

$$\Delta E_2 = \Delta E_{23} / 8 = (4.30 - 3.34) / 8 = 0.120 \text{ мДж}, \Delta E \% = 0.120 / 4.30 * 100 = 2.79 \%$$

Для другого досліду:

1) Перший період

$$\Delta E_1 = \Delta E_{12} / 8 = (11.75 - 9.7) / 8 = 0.256 \text{ мДж}, \Delta E \% = 0.256 / 11.75 * 100 = 2.18 \%$$

2) Другий період

$$\Delta E_2 = \Delta E_{23} / 8 = (9.70 - 7.81) / 8 = 0.161 \text{ мДж}, \Delta E \% = 0.161 / 9.70 = 1.66 \%$$

Середні втрати енергії протягом одного періоду складають 19.7 %, при одному зіткненні 2.46 %.

Висновки

Запропоновано методику проведення лабораторної роботи з фізики для дослідження основних властивостей маятника Ньютона. В результаті роботи порівняно період коливань маятника з розрахунковим, похибка склала не більше 0.02 с, розраховано втрати енергії від впливу непружних зіткнень, які складають від 0.120 до 0.256 мДж на зіткнення і збільшуються при збільшенні початкового кута відхилення. Розраховано середнє відносне зменшення амплітуди коливань, що дозволяє розраховувати максимальне відхилення в наступних періодах як геометричну прогресію. Похибка склала не більше 0.5 °. На точність розрахунків найбільше вплинула похибка вимірювання кута відхилення маятника від вертикалі.

Список використаних джерел:

1. "Newton's Cradle". Harvard Natural Sciences Lecture Demonstrations. Harvard University. 27 February 2019.

**ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕМОЦІЙНОЇ СФЕРИ
ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ**

Дмитрієва Світлана Михайлівна,
кандидат психологічних наук, доцент

Біла Олена Миколаївна,

здобувачка магістерського рівня вищої освіти за спеціальністю 016.01
«Спеціальна освіта. Логопедія»

(Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна)

У межах психолого-педагогічних досліджень емоційна сфера посідає провідне місце, оскільки розглядається як фундаментальний компонент становлення особистості дитини та регуляції її поведінки. Саме емоції забезпечують суб'єктивне переживання життєвих подій, визначають ставлення до себе, інших людей й оточуючого світу, впливають на мотивацію навчальної діяльності та міжособистісну взаємодію. У молодшому шкільному віці емоційна сфера набуває особливої значущості, адже в цей період відбувається активне формування самосвідомості, моральних уявлень, довільності поведінки та здатності до емоційної саморегуляції.

Розвиток емоційної сфери тісно пов'язаний із функціонуванням інших психічних процесів – мислення, пам'яті, уваги, мовлення, а також із формуванням вольової сфери особистості. Емоції виконують регулятивну, сигнальну та мотиваційну функції, сприяючи адаптації дитини до нових умов шкільного навчання. Успішність навчальної діяльності значною мірою залежить від емоційного благополуччя молодшого школяра, його здатності переживати позитивні емоції, конструктивно долати труднощі, керувати власними почуттями та адекватно реагувати на оцінку дорослих.

Дослідження В.Мухіної показують, що молодші школярі емоційно залежні від своїх вчителів, і цей емоційний зв'язок є значним. Т.Піскарьова виявила, що молодші школярі більш сприйнятливі до навколишнього середовища та починають розуміти свої емоції в знайомих ситуаціях, хоча, можливо, ще не вміють артикулювати ці емоційні переживання словами. Є.Ільїн вказує на те, що у дітей молодшого шкільного віку спостерігається прояв їхньої емоційної сфери та соціалізації через їхню поведінку. За Л.Виготським, розвиток дитини супроводжується не придушенням чи послабленням емоцій, а скоріше зростанням кривої розвитку емоцій від аутистичного мислення, де емоції відіграють провідну роль в інтелектуальному процесі, до реалістичного інтелектуального процесу, де відбувається синтез інтелектуального й емоційного процесу. За думкою західних психологів, увесь процес соціалізації дитини відбувається у стані тривоги, оскільки вона намагається уникнути неприємних переживань. З віком реакції гніву дитини визначаються двома типами: вибухові реакції гніву та спрямовані реакції гніву, які виникають внаслідок батьківського невдоволення та покарання [1].

На сучасному етапі розвитку психолого-педагогічної науки проблема вивчення емоційної сфери дітей молодшого шкільного віку набуває нових акцентів у контексті реформування освіти, впровадження компетентнісного підходу та ідей емоційного інтелекту. Дослідження вітчизняних і зарубіжних учених свідчать, що саме в молодшому шкільному віці закладаються основи емоційної стійкості, емпатії, здатності до співпереживання, формуються моральні почуття та соціально прийнятні способи вираження емоцій. Водночас недостатній рівень розвитку емоційної сфери може зумовлювати труднощі адаптації до школи, конфліктність, підвищену тривожність, агресивність або емоційну замкненість.

Тривожність – найбільш виразна особливість в молодшому шкільному віці, яка пов'язана безпосередньо з емоційною сферою дитини.

У молодших школярів тривожність може супроводжуватися нав'язливими побоюваннями, які засвідчують про недовіру до себе, невпевненість у своєму «я», внутрішню суперечливість. Причинами тривожності можуть слугувати підвищена відповідальність та вимогливість школярів до себе. Тривожність у певній мірі сприяє успішності навчальної діяльності молодших школярів, проте надмірне почуття тривоги може зумовити суттєві проблеми психологічного здоров'я дитини [2].

Психолого-педагогічна характеристика емоційної сфери молодших школярів передбачає аналіз таких її компонентів, як емоційна чутливість, рівень тривожності, здатність до емпатії, особливості самооцінки, сформованість емоційної саморегуляції. У цьому віці зростає значення соціальних емоцій – почуття обов'язку, відповідальності, справедливості, сорому, гордості. Емоції дедалі більше опосередковуються пізнавальною діяльністю та моральними нормами, що сприяє формуванню внутрішніх регуляторів поведінки.

Методологія вивчення емоційної сфери молодших школярів передбачає використання комплексу діагностичних методик, спрямованих на визначення рівня тривожності, самооцінки, емоційної чутливості, особливостей міжособистісних взаємин. Комплексний підхід забезпечує об'єктивність аналізу та дозволяє виявити як загальні закономірності, так й індивідуальні відмінності у розвитку емоційної сфери.

Психолого-педагогічна характеристика емоційної сфери дітей молодшого шкільного віку має важливе практичне значення. Вона є підґрунтям для розробки програм емоційного розвитку, формування навичок саморегуляції, розвитку емпатії та позитивної самооцінки. Реалізація системного підходу, що передбачає взаємодію вчителя, практичного психолога та батьків, сприяє створенню емоційно безпечного освітнього середовища, у якому дитина може повноцінно розвиватися, навчатися та соціалізуватися.

Таким чином, емоційна сфера виступає важливим чинником гармонійного розвитку особистості молодшого школяра. Її психолого-педагогічне вивчення дозволяє глибше зрозуміти механізми формування емоційної стійкості, соціальної компетентності та успішної адаптації до умов шкільного життя, що відкриває

перспективи для подальших наукових розвідок і вдосконалення освітньої практики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Комар, Т., & Шістка, О. (2023). Психологічні особливості розвитку емоційної сфери дітей молодшого шкільного віку. *Psychology Travelogs*, 4(8). С.72.

2. Халько, М., (2020). Тривожність як чинник навчальної успішності молодшого школяра / М.С. Халько // Психологічний і педагогічний дискурс: наукові записки вчених: збірник матеріалів конференції / за заг.ред.проф. Т.О. Олефіренка. – Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2020. – С.304-306.

СТРАТЕГІЧНІ ОРІЄНТИРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ЕКОНОМІСТІВ

Курок Олександр Олександрович,
аспірант

(Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка)

Сучасні трансформаційні процеси у світовій та національній економіці, цифровізація бізнес-середовища, глобалізація ринків праці та посилення конкуренції висувають нові вимоги до професійної підготовки майбутніх економістів. Традиційні підходи до економічної освіти дедалі менше відповідають запитам роботодавців і викликам інноваційної економіки. В умовах відбудови економіки України та її інтеграції до європейського освітнього простору особливої ваги набуває модернізація змісту, технологій і організаційних форм підготовки фахівців економічного профілю [1].

Потреба в оновленні підготовки майбутніх економістів зумовлена суперечностями між: зростаючими вимогами ринку праці до означених фахівців та недостатнім рівнем практичної готовності випускників; швидкими темпами цифрової трансформації економіки та інерційністю освітніх програм їхньої підготовки; необхідністю формування гнучких компетентностей і переважанню репродуктивних методів навчання у ЗВО. Тому визначення стратегічних орієнтирів модернізації підготовки майбутніх економістів є актуальним науково-педагогічним завданням.

Аналіз сучасної освітньої практики дозволяє виокремити низку проблем у підготовці майбутніх економістів, а саме:

- спостерігається розрив між теоретичною підготовкою означених фахівців і вимогами бізнесу. Значна частина освітніх програм орієнтована на засвоєння знань, тоді як роботодавці очікують сформованих аналітичних, комунікативних і підприємницьких умінь;
- цифрова трансформація економіки вимагає від економістів володіння інструментами data-аналізу, фінансових технологій, цифрового маркетингу, проте відповідні модулі ще недостатньо інтегровані в навчальні плани;
- недостатньо уваги приділяється формуванню soft skills: критичного мислення, командної роботи, адаптивності, лідерства;
- зберігається фрагментарність взаємодії закладів освіти з бізнес-середовищем, що знижує практичну спрямованість підготовки.

Усунення зазначених викликів зумовлює необхідність системної модернізації економічної освіти.

Компетентнісна переорієнтація змісту освіти. Ключовим орієнтиром є перехід від знанневої до компетентнісної моделі підготовки. Освітні програми мають бути спрямовані на формування інтегральних, загальних і фахових компетентностей, що відповідають потребам сучасної економіки. Чільне місце серед них посідають: аналітична (робота з великими масивами даних) та підприємницька

компетентності; фінансово-цифрова грамотність; стратегічне мислення; комунікативна та міжкультурна компетентності.

Цифровізація професійної підготовки. Цифрова економіка формує запит на економіста нового типу – фахівця, здатного працювати з цифровими платформами, аналітичними сервісами та фінансовими технологіями. Стратегічними кроками в цьому напрямі є: інтеграція курсів з data-аналізу, бізнес-аналітики, fintech; використання спеціалізованого програмного забезпечення (ERP-систем, BI-інструментів); впровадження елементів штучного інтелекту в освітній процес; розвиток змішаного та дистанційного навчання. Цифровізація має охоплювати не лише зміст, а й методи навчання, управління освітнім процесом і систему оцінювання.

Практикоорієнтована і дуальна освіта. Важливим стратегічним орієнтиром є посилення практичної складової підготовки майбутніх економістів, зокрема розширення програм дуальної освіти; залучення роботодавців до розроблення освітніх програм; впровадження кейс-методу, бізнес-симуляцій, проєктного навчання; організація стажувань і практик на підприємствах і в компаніях. Практикоорієнтована підготовка сприяє формуванню професійної ідентичності майбутніх економістів і підвищує їх конкурентоспроможність.

Розвиток soft skills майбутніх економістів. Сучасний економіст має бути не лише аналітиком, а й ефективним комунікатором і командним гравцем. Це потребує системного формування гнучких навичок: критичного мислення, емоційного інтелекту, лідерства і командної взаємодії, тайм-менеджменту і самоменеджменту; адаптивності до змін. Розвиток soft skills доцільно здійснювати через впровадження інтерактивних методів навчання, міждисциплінарних проєктів та позааудиторної діяльності.

Інтернаціоналізація економічної освіти, що передбачає її інтеграцію до європейського освітнього простору (гармонізацію освітніх програм із міжнародними стандартами; розширення академічної мобільності студентів і викладачів; впровадження курсів англійською мовою; участь у міжнародних освітніх і дослідницьких проєктах). Інтернаціоналізація сприяє формуванню глобального економічного мислення майбутніх фахівців.

Студентоцентрованість освітнього процесу. Модернізація підготовки майбутніх економістів неможлива без утвердження студентоцентрованої парадигми, реалізація якої в освітньому процесі вимагає побудови індивідуальних освітніх траєкторій, широкого переліку вибіркових дисциплін, тьюторського супроводу освітнього процесу, формувального оцінювання, розвитку рефлексивних умінь студентів.

Такий підхід підвищує мотивацію до навчання і відповідальність здобувачів освіти за власний професійний розвиток.

Ефективність модернізації підготовки майбутніх економістів забезпечується за таких педагогічних умов:

- оновлення нормативно-методичного забезпечення освітніх програм;

- підвищення цифрової та методичної компетентності викладачів, які забезпечують освітній процес;
- розвиток партнерства «освіта – бізнес – держава»;
- створення інноваційного освітнього середовища у ЗВО;
- моніторинг якості підготовки на основі зворотного зв'язку від роботодавців.

Таким чином, модернізація підготовки майбутніх економістів є об'єктивною вимогою сучасного соціально-економічного розвитку нашої держави. Стратегічними орієнтирами цього процесу визначено: компетентнісну переорієнтацію змісту освіти, цифровізацію навчання, посилення практикоорієнтованості, розвиток soft skills, інтернаціоналізацію та впровадження студентоцентрованого підходу.

Реалізація окреслених орієнтирів сприятиме підготовці конкурентоспроможних економістів нового покоління, здатних ефективно діяти в умовах цифрової та глобалізованої економіки.

Література

1. Стандарт вищої освіти України : спеціальність 051 «Економіка». Київ, 2018. URL : <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2021/07/28/051-Ekonomika-bakalavr.28.07-1.pdf>

**ФАХОВА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ ПРОФЕСІЙНОГО
НАВЧАННЯ: ВІДПОВІДНІСТЬ СТАНДАРТАМ І ПОТРЕБАМ РИНКУ ПРАЦІ**

Самусь Тетяна Володимирівна,

кандидат педагогічних наук, доцент

(Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра
Довженка)

У Концепції реалізації державної політики у сфері професійної (професійно-технічної) освіти «Сучасна професійна (професійно-технічна) освіта» на період до 2027 року зазначено, що «стратегічним баченням модернізації професійної (професійно-технічної) освіти є створення достатніх умов для становлення здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти як усебічно розвинених особистостей, кваліфікованих робітників, формування у них ціннісних орієнтацій і необхідних для успішної самореалізації компетентностей, виховання відповідальних громадян, здатних до свідомого суспільного вибору та спрямування своєї діяльності на користь іншим людям і суспільству задля реалізації власного потенціалу та забезпечення сталого розвитку України». Однією з таких умов є забезпечення закладів професійної (професійно-технічної) та фахової передвищої освіти педагогами професійного навчання з високим рівнем сформованості професійної компетентності. Тому, незважаючи на складні соціально-економічні умови України, модернізація фахової підготовки педагога професійного навчання залишається надзвичайно актуальною проблемою національної системи професійної освіти.

Обґрунтуванню сучасних підходів у реалізації фахової підготовки майбутніх педагогів професійного навчання присвячені праці: у галузі вищої освіти – В. Андрущенко, В. Кременя, С. Ніколаєнка, Г. Селевка та ін.; у галузі професійної освіти – С. Батишева, О. Дубасенюк, О. Коваленко, В. Ковальчука, В. Курок, Н. Ничкало, В. Радкевич, О. Щербак та ін.

Відповідно до Закону України «Про вищу освіту», згідно з принципом автономії та самоврядування, заклади вищої освіти здійснюють підготовку бакалаврів у межах ліцензованих спеціальностей на основі самостійно розроблених у відповідності до стандарту вищої освіти спеціальності й упроваджених в освітній процес освітньо-професійних програм. Стандарт вищої освіти розробляється відповідно до Національної рамки кваліфікацій й визначає сукупність вимог до освітніх програм спеціальності одного рівня вищої освіти, забезпечуючи таким чином модернізацію структури, змісту та організації освітнього процесу на засадах компетентнісного підходу.

З огляду на це у Стандарті вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня, галузі знань 01 – «Освіта / Педагогіка», спеціальності 015 – «Професійна освіта (за спеціалізаціями)», який затверджено і введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 21.11.2019 р. № 1460, визначено перелік загальних і спеціальних (фахових, предметних) компетентностей і програмних результатів навчання, спільних для всіх спеціалізацій. Таким чином, усі освітні

програми розроблені закладами вищої освіти України, побудовані на основі компетентнісного підходу і з урахуванням методичних рекомендації щодо розроблення й оновлення освітніх програм відповідно до вимог статті 44 Закону України «Про освіту» в редакції від 15.11.2024 р. № 2145-VIII, статті 10 Закону України «Про вищу освіту» в редакції від 17.11.2024 р., постанов КМУ України «Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності закладів освіти» від 30.11.2015 р. №1187 (зі змінами, внесеними Постановою № 365 КМУ від 24.03.2021 р.), «Про утворення Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти» (редакція від 30.01.2024 р. № 244), Стандартів і рекомендацій щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area)» (ESG – 2015) [4].

У Національній рамці кваліфікацій України інтегральна компетентність визначається відносно системного і структурованого за компетентностями опису відповідного кваліфікаційного рівня. Вона окреслює основну здатність бакалаврів – майбутніх педагогів професійного навчання й конкретизується низкою загальних і спеціальних (фахових, предметних) компетентностей. Результати аналізу освітньо-професійних програм Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка, Української інженерно-педагогічної академії, Навчально-реабілітаційного закладу вищої освіти «Кам'янець-Подільський державний інститут», Херсонського державного університету, Державного вищого навчального закладу «Український державний хіміко-технологічний університет» засвідчили, що інтегральна компетентність потрактовується однаково у всіх програмах відповідно до Стандарту вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня, спеціальності А5 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)» і визначається в такому формулюванні: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній освіті, що передбачає застосування певних теорій і методів педагогічної науки та інших наук відповідно до спеціалізації, і характеризується комплексністю й невизначеністю умов.

Таким чином, метою реалізації вищезазначених освітніх програм є підготовка висококваліфікованих, конкурентноздатних педагогів професійного навчання здатних до розв'язування складних спеціалізованих задач у сфері професійної діяльності, будь то професійна підготовка технічних фахівців, кваліфікованих робітників у сфері технологій виробництва і переробки продуктів сільського господарства, машинобудування, електроенергетики чи сфери харчових технологій, торгівлі та послуг.

З метою з'ясування стану формування професійної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання було здійснено аналіз освітньо-професійних програм, навчальні плани, робочі програми навчальних дисциплін закладів вищої освіти України, які здійснюють підготовку бакалаврів за спеціальністю 015 Професійна освіта, спеціалізацією А5.37 Професійна освіта (Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові

Development Strategies for Modern Education and Science

технології) і присвоюють освітню та професійну кваліфікацію «Бакалавр із професійної освіти. Педагог професійного навчання (Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції)».

Загальні компетентності освітньо-професійних програм закладів вищої освіти варіюють від одинадцяти (відповідають стандарту спеціальності) до дванадцяти – доповнені компетентності, визначені університетом.

Фахові (предметні, спеціальні) компетентності, розглянутих ОП закладів вищої освіти, містять знання й конкретизовані відповідно до спеціалізації. Вони є необхідною умовою здійснення успішної професійної діяльності майбутніми педагогами професійного навчання. Саме тому, проаналізуємо їх крізь призму структурних компонентів професійної компетентності, а саме: ціннісно-мотиваційного, інтелектуально-когнітивного, комунікативного, діяльнісного, рефлексійно-оцінного.

Отже, здійснений нами аналіз освітньо-професійних програм і нормативних документів дає підстави стверджувати, що наразі модернізація фахової підготовки майбутніх педагогів професійного навчання здійснюється відповідно до вимог стандартів, нових вимог, продиктованих потребами роботодавців, інноваційних змін в економіці й суспільстві, впровадження нових технологій, вимог до професійної компетентності майбутніх фахівців і педагогів професійного навчання.

BASICS OF HEALTH. PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

**ASSESSMENT OF THE IMPACT OF RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC
RADIATION IN THE MILITARY ENVIRONMENT**

Ivanko Olesia Mykhailivna

Doctor of Medical Sciences, Professor
(Ukrainian Military Medical Academy)

Makhniuk Valentyna Mykhailivna

Doctor of Medical Sciences, Professor
(Ukrainian Military Medical Academy)

Fedosenko Ivan Mykolaiovych

Candidate of Medical Sciences
(Ukrainian Military Medical Academy)

Radiofrequency electromagnetic radiation (RF EMR) is an integral component of modern technologies for communication, radar, navigation, and electronic warfare. In the military environment, RF EMR is used in radar systems, communication equipment, unmanned systems, electronic countermeasure devices (jammers), as well as in high-power microwave (HPM) systems. Signal characteristics – particularly high peak power, pulsed operation modes, and a broad frequency spectrum – combined with the specific exposure conditions of military personnel, create a set of factors that may potentially affect health status. The relevance of studying the impact of RF EMR on the health of military personnel is обусловлена the need to assess occupational risks, improve the regulatory framework, and develop scientifically substantiated safety recommendations.

RF EMR belongs to non-ionizing radiation, meaning it does not possess sufficient energy to directly damage DNA. Its primary confirmed biological mechanism of action is the thermal effect associated with energy absorption by tissues and the resulting increase in temperature. Quantitative assessment of exposure is performed using SAR (Specific Absorption Rate), which reflects the rate of energy absorption, and CEM43 (Cumulative Equivalent Minutes at 43 °C), which characterizes the cumulative thermal load on tissues.

Modern international organizations that develop standards regarding exposure to radiofrequency electromagnetic radiation, in particular the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) and the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), establish maximum permissible exposure levels to prevent proven adverse effects, primarily systemic overheating and local tissue heating. In their recommendations (ICNIRP, 2020; IEEE C95.1-2019), they define restrictions, including limits on the Specific Absorption Rate (SAR), aimed at preventing temperature increases in tissues from exceeding established threshold values.

Scientific publications discuss whether the current standards are sufficient for assessing risks in complex military exposure scenarios, where pulsed operation modes, high peak power, and multi-frequency radiation are combined. Particular attention is

Development Strategies for Modern Education and Science

paid to local effects in critically sensitive tissues (skin, visual organs, and the central nervous system), which may arise due to the non-uniform spatial distribution of the electromagnetic field.

Military radar systems and satellite and ground-based communication systems operate across a wide frequency range (MHz-GHz) with high peak power, and the pulsed nature of radiation complicates accurate dosimetric assessment, as time-averaged indicators do not always reflect instantaneous local loads. Under certain combat or training conditions, zones of increased local thermal impact may form, especially for operators in close proximity to radiation sources. This highlights the need to improve individual dosimetry methods, numerical modeling of SAR in tissues, and the development of adapted preventive measures. Considering the specific characteristics of military exposure conditions, high-power microwave (HPM) systems should be regarded as a distinct occupational risk factor. High-Power Microwave (HPM) systems are complexes designed to generate short-duration or pulsed electromagnetic emissions of extremely high power in the microwave frequency range. Such systems, including electronic warfare equipment, produce pulses with peak power levels ranging from megawatts to gigawatts within ultra-short intervals (nanoseconds to microseconds).

Although systemic overheating of the body usually does not occur due to the brief duration of exposure, the high instantaneous power flux density and the complex spatiotemporal field structure may create local maxima of energy absorption in tissues. Experimental data indicate that pulsed radiofrequency energy may induce functional and morphological changes in brain tissues at exposure levels below established thermal thresholds.

An additional risk factor involves portable radios and body-worn antennas operating in the near field relative to the body; under such conditions, local SAR values may exceed whole-body averaged indicators. This necessitates the use of individual dosimetry, numerical SAR modeling, and consideration of real operational scenarios when assessing occupational risks for military personnel.

In 2023–2025, the World Health Organization initiated a series of systematic reviews and meta-analyses on the health effects of radiofrequency electromagnetic radiation (RF EMR), including in oncology, cognitive function, fertility, and thermal effects. The assessments identified methodological limitations, a limited number of primary studies, and substantial heterogeneity of results, which preclude definitive conclusions regarding safety, although some experimental animal data in oncology demonstrate moderate to high certainty.

Recent reviews on RF EMR safety emphasize that most standards, developed decades ago with a primary focus on thermal effects, require reconsideration in light of modern technologies and exposure conditions. Epidemiological studies among military personnel, predominantly cohort and case-control in design, show inconsistent findings: some report no increase in overall mortality or cancer incidence, whereas others suggest possible associations with specific tumor types in highly exposed

groups, though their validity is limited by small sample sizes and imprecise exposure assessment.

Current evidence confirms that thermal effects remain the principal established mechanism of RF EMR biological action, whereas signals of non-thermal effects, particularly from high-power microwave (HPM) and pulsed exposures, require further verification. Moreover, the military exposure context differs substantially from civilian settings, necessitating specialized approaches to updating regulatory standards.

Conclusions.

1. In the military environment, RF EMR is generated by diverse sources operating across a wide range of frequencies and power levels, necessitating exposure assessments specifically tailored to potential health effects.

2. The primary established biological mechanism of RF EMR is the thermal effect; local thermal changes may produce physiological consequences even when general exposure limits are observed.

3. Recent systematic reviews and policy evaluations indicate the need to reconsider current standards and to conduct further research addressing both thermal and potential non-thermal mechanisms.

4. Epidemiological evidence in military populations remains inconsistent, underscoring the need for careful long-term surveillance and follow-up.

Development Strategies for Modern Education and Science

JUSTIFICATION FOR THE SELECTION OF MODERN RESEARCH METHODS FOR THE HYGIENIC ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION ON HUMANS

Ivanko Olesia Mykhailivna

Doctor of Medical Sciences, Professor
(Ukrainian Military Medical Academy)

Makhniuk Valentyna Mykhailivna

Doctor of Medical Sciences, Professor
(Ukrainian Military Medical Academy)

Fedosenko Ivan Mykolaiovych

Candidate of Medical Sciences
(Ukrainian Military Medical Academy)

The relevance of studying the effects of electromagnetic radiation (EMR) on the human body is обусловлена the rapid advancement of modern technologies, the widespread proliferation of mobile communications, wireless networks, household and industrial electrical devices, and the consequent increase in population exposure to electromagnetic fields across various frequency ranges. Despite the existence of established sanitary regulations and hygienic standards, there is a growing need for accurate and comprehensive assessment of potential health risks, which necessitates the application of modern research methodologies and a scientifically substantiated approach to the selection of evaluation criteria.

The implementation of such methodological approaches enables not only the determination of permissible exposure levels but also the timely prevention of potential adverse biological and physiological effects, thereby underscoring the particular importance of this research area for public health protection and for the hygienic regulation of occupational and residential environments.

The national methodology for the hygienic assessment of electromagnetic fields (EMF) in Ukraine is grounded in the country's regulatory and legal framework, encompassing state sanitary norms and regulations (SSanNiR), as well as state hygienic standards (SHS) that define permissible exposure levels for different population categories and occupational settings. The fundamental principles of this approach include a comprehensive evaluation of exposure, consideration of both the frequency and intensity of electromagnetic radiation, and assessment of its biological effectiveness on the human organism. The methodology incorporates spectral analysis of electromagnetic fields, measurements of power density and energy flux, alongside laboratory and clinical investigations to identify physiological alterations in individuals subjected to EMF exposure.

In international practice, particularly within European Union countries and according to the guidelines of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), emphasis is placed on integrated approaches that encompass not only measurement techniques but also exposure modeling, risk assessment, and the prediction of long-term health effects. The European methodology additionally

employs more differentiated criteria for various frequencies and types of electromagnetic fields, including emerging technologies such as 5G and Wi-Fi, and establishes stringent exposure limits for sensitive population groups, such as children, pregnant women, and individuals with chronic health conditions.

A comparative analysis of domestic and international approaches indicates that the Ukrainian methodology ensures fundamental safety and aligns with the general principles of ICNIRP; however, it requires broader implementation of modern risk modeling, monitoring systems, and long-term effect forecasting. Adoption of international standards enables the unification of exposure assessment, enhances the scientific validity, and increases the effectiveness of hygienic measures, which is particularly important in the context of the rapid development of telecommunications and electrical engineering systems.

For the hygienic assessment of EMF exposure in Ukraine, a system of national regulatory and legal acts is applied, which establishes maximum permissible levels of electromagnetic fields, as well as methodologies for their measurement, calculation, and control.

The foundational document is the “Hygienic Requirements for Electromagnetic Fields and Electromagnetic Radiation, SSanNiR 3.3.2.007-98,” which defines hygienic standards for various frequency ranges, establishes safety criteria, and provides methodological approaches for measuring and assessing electromagnetic field levels in both occupational and domestic settings. Significant importance is also attributed to the provisions of subsection 1.3 of the State Sanitary Rules and Norms “State Sanitary Rules and Norms for the Protection of the Population from the Effects of Electromagnetic Radiation” (SSR 239–96), which regulate the maximum permissible levels of electromagnetic fields for the population and specify requirements for the organization of sanitary supervision and control. Additionally, for the assessment of the spatial distribution of electromagnetic field intensity, the “Methodology for Calculating the Distribution of Electromagnetic Field Levels,” approved by the Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 29 November 2013, No. 1040, is applied. This methodology establishes procedures for calculations during the design and operation of radio-technical facilities and is used for forecasting and hygienic assessment of EMF exposure to the population.

Thus, the system of national regulatory documents ensures a comprehensive approach to the hygienic regulation, measurement, and control of EMF in accordance with the requirements of Ukraine’s sanitary legislation.

The international and European regulatory framework for limiting human exposure to electromagnetic fields is primarily formed by the ICNIRP 2020 guidelines (*ICNIRP, 2020, Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz to 300 GHz)*), which establish exposure limits in the frequency range of 100 kHz to 300 GHz, as well as the international standard IEC 62232:2025 (*Determination of RF Field Strength, Power Density, and Specific Absorption Rate (SAR) in the Vicinity of Base Stations for the Purpose of Evaluating Human Exposure*), which regulates methods for measuring and calculating radiofrequency field parameters near base stations.

Development Strategies for Modern Education and Science

At both European and international levels, methodological approaches for exposure assessment are also defined by the standard EN 50413 (*Basic Standard on Measurement and Calculation Procedures for Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz – 300 GHz*) and the recommended practice IEEE C95.3-2021 (*IEEE Recommended Practice for Measurements and Computations of Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields with Respect to Human Exposure to Such Fields, 0 Hz to 300 GHz*), which establish harmonized procedures for the measurement and calculation of electromagnetic exposure levels.

Conclusions.

1. Modern methods for the hygienic assessment of electromagnetic radiation are based on measurements of electric and magnetic field intensities, energy flux density, and the evaluation of exposure for different population groups and occupational environments.

2. Domestic methodologies (SSanNiR, SHR) are relevant to international approaches and provide fundamental safety; however, they remain partially focused on direct measurements and do not always incorporate modeling and prediction of long-term effects.

3. International and European standards (ICNIRP, IEC, EN) employ integrated approaches, including exposure modeling, risk assessment, differentiated limits for sensitive groups, and consideration of emerging technologies (5G, Wi-Fi), which enhances the accuracy and scientific validity of exposure assessment.

4. Comparative analysis indicates that, to ensure maximum effectiveness of hygienic assessment, it is advisable to combine domestic measurement methods with international approaches for regulating protection of sensitive population groups and integrating long-term risk management.

5. The use of modern comprehensive methodologies allows for timely prevention of potentially adverse biological and physiological effects, making this topic particularly relevant for hygienic regulation and public health protection.

**SCIENTIFIC JUSTIFICATION FOR UPDATING THE STATE SANITARY NORMS
AND RULES FOR WORKING WITH SOURCES OF ELECTROMAGNETIC FIELDS
(DSaNPiN 3.3.6.096-2002) IN THE CONTEXT OF IMPLEMENTATION OF
EUROPEAN UNION DIRECTIVES AND INTERNATIONAL STANDARDS**

Ivanko Olesia Mykhailivna

Doctor of Medical Sciences, Professor
(Ukrainian Military Medical Academy)

Makhniuk Valentyna Mykhailivna

Doctor of Medical Sciences, Professor
(Ukrainian Military Medical Academy)

Fedosenko Ivan Mykolaiovych

Candidate of Medical Sciences
(Ukrainian Military Medical Academy)

The relevance of this topic is determined by the need to align the national system of medical and sanitary regulation with current scientific data on the biological effects of electromagnetic fields and international approaches to their standardization. The existing *State Sanitary Norms and Rules for Working with Sources of Electromagnetic Fields (DSaNPiN 3.3.6.096-2002)*, developed based on scientific knowledge from the early 2000s, require revision in view of the rapid development of telecommunications technologies, the widespread implementation of next-generation mobile networks, digital infrastructure, and the increasing occupational and everyday exposure to electromagnetic field sources. In the context of European integration processes, harmonization of national standards with the requirements of the European Union, particularly Directive 2013/35/EU, as well as with the recommendations of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), is of particular importance. Updating the regulatory framework will contribute to enhancing the protection of workers' and the public's health, ensuring legal certainty for economic entities, and fulfilling Ukraine's international obligations in the field of public health and occupational safety.

The European regulatory framework in the field of electromagnetic safety is primarily represented by Directive 2013/35/EU and Council Recommendation 1999/519/EC. The Directive 2013/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 is the 20th individual directive within the framework of Directive 89/391/EEC and establishes minimum mandatory requirements for the protection of workers against risks arising from exposure to electromagnetic fields in the frequency range of 0 Hz to 300 GHz. The directive defines exposure limit values (ELVs) and action levels, regulates procedures for occupational risk assessment, the implementation of preventive measures, the provision of information and training for workers, as well as medical surveillance. Its provisions are binding for EU member states and are based on the scientific findings of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).

Development Strategies for Modern Education and Science

At the same time, Council Recommendation 1999/519/EC establishes basic limits and reference levels for electromagnetic field exposure to protect the general public, providing scientifically justified guidelines for the development of national standards. Although it has a non-binding nature, its provisions effectively serve as a methodological basis for public health policy, particularly taking into account the updated scientific findings of 2020. The combination of these legislative acts forms a comprehensive EU approach to regulating electromagnetic field exposure both in occupational settings and for the general population, highlighting the necessity of adapting national sanitary standards to European benchmarks.

Modern international organizations that develop standards for radiofrequency electromagnetic field exposure, in particular the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) and the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), establish maximum exposure limits to prevent proven harmful effects, primarily systemic overheating of the body and excessive local tissue heating.

The ICNIRP Guidelines (2020) (Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields, 100 kHz – 300 GHz) are an internationally recognized scientific document that defines basic restrictions and reference levels for radiofrequency electromagnetic field exposure to protect both the general public and workers. The guidelines are based on a systematic analysis of current experimental and epidemiological studies and take into account established biophysical mechanisms of interaction, primarily thermal effects. They define limit values for the specific absorption rate (SAR), power density, and internal electric fields, and outline methods for assessing combined and short-term exposures, including consideration of emerging telecommunications technologies (notably 5G). Although the document is non-binding, it effectively serves as a global scientific reference for the development of national and regional regulations in the field of electromagnetic safety.

The IEEE C95.1-2019 Standard (IEEE Std C95.1-2019 – IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz) establishes scientifically justified exposure limits for electric, magnetic, and electromagnetic fields across the broad frequency range of 0 Hz to 300 GHz to prevent proven adverse biological effects. The standard is based on a comprehensive analysis of the biophysical mechanisms of electromagnetic energy interaction with human tissues and contemporary experimental data. It differentiates permissible exposure levels for occupational and general environments, defines evaluation metrics (including internal electric fields, the specific absorption rate – SAR, and power density), and provides methodological approaches for measuring and calculating exposure. IEEE C95.1-2019 is widely applied in technical regulation, the design of radioengineering systems, and national standardization, particularly in North America and Asia, and serves as an important reference for the safe use of electromagnetic technologies.

Conclusions.

1. The analysis indicates that national sanitary standards in the field of electromagnetic safety require updating in light of current scientific data and

international approaches, particularly the ICNIRP (2020) and IEEE C95.1-2019 standards, which establish exposure limits for the protection of workers and the general population.

2. Harmonization of Ukrainian regulations with European directives, notably Directive 2013/35/EU, and international recommendations will contribute to enhancing health protection, ensuring legal certainty for enterprises and organizations, and integrating national standards into a unified European regulatory framework.

3. The current situation, including the martial law and rapid digitalization, justifies an urgent review of the regulatory framework to maintain a balance between public safety and the effective implementation of modern information and telecommunication technologies.

4. The revision and updating of state sanitary standards should be carried out using a comprehensive approach that combines scientifically justified exposure limits, risk assessment methods, control and monitoring systems, as well as measures for informing and training users and workers.

5. Implementation of these measures will create the conditions for effective integration of Ukraine into the international electromagnetic safety system, increase public trust in new technologies, and support the sustainable development of the country's digital infrastructure.

TECHNICAL SCIENCES

**OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION OF ENRICHED GLASSED CHEESES
USING EXPERIMENTAL DESIGN METHODS**

Popova Nataliia,

PhD, Associate Professor

Mysiura Taras,

PhD, Associate Professor

Zavialov Volodymyr,

DSc, Professor

(National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine)

This paper summarizes comprehensive research on developing recipes for enriched glazed cheese curds using natural functional ingredients. The study analyzed the effects of different jam types (sea buckthorn, lemon-ginger, cranberry, and apple) on the nutritional and biological value of the final product. Mathematical experimental design methods (Scheffé simplex-lattice designs, D-optimal design) were applied to optimize filling component ratios. Optimal recipe compositions for glazed cheese curds were determined, achieving maximum vitamin C content (up to 215.7 mg/100 g) and β -carotene content (up to 156.87 $\mu\text{g}/100\text{ g}$). The effectiveness of chocolate and protein glazes was compared in terms of nutritional value and caloric content. Research established that using 5% fat cottage cheese provides the best organoleptic characteristics. The developed recipes enable production of health-oriented glazed cheese curds with enhanced antioxidant and vitamin content.

Human health can only be achieved and maintained through complete satisfaction of physiological needs for energy and nutrients. Any deviation from balanced nutrition leads to certain disruptions in body functions, especially if these deviations are pronounced and prolonged. Nutritional deficiency significantly reduces the ability of protective systems to adequately respond to environmental factors and increases the risk of developing diseases, primarily those dependent on nutrition [1].

Enrichment of fermented dairy products is particularly relevant, as dairy products comprise 34% of the daily diet. Glazed cheese curds are a popular product, especially in children's nutrition. Increasing the nutritional value of glazed cheese curds and providing them with functional properties is timely and appropriate.

When developing enriched dairy products, it is advisable to use several main functional food ingredients: dietary fiber (soluble and insoluble), vitamins, minerals, polyunsaturated fatty acids, antioxidants, prebiotics, and probiotics. The use of plant raw materials and their processing products as enrichment agents is also relevant [1].

The objective of this work is to summarize research results on developing recipes for enriched glazed cheese curds, substantiate the selection of functional enrichment agents, and optimize their ratios to obtain products with maximum nutritional and biological value.

Cottage cheese with 5% and 0.6% fat content was used as the base for producing enriched glazed cheese curds. Four jam types were selected as enrichment agents: sea buckthorn, lemon-ginger, cranberry, and apple. Two glaze types were investigated: chocolate and natural protein glaze.

The enrichment agents were selected based on their chemical composition and functional properties. Sea buckthorn jam contains carotenes, carotenoids, omega-3-6-9 unsaturated fatty acids, vitamins C, E, and B-group vitamins, with low caloric content. Lemon-ginger jam possesses therapeutic properties due to high vitamin C content, organic acids, and pectins. Cranberry jam contains carotenes, ascorbic acid, organic acids, flavonoids, and minerals. Apple jam is rich in pectin substances, vitamins C, A, and B-group vitamins, and minerals [1].

Organoleptic evaluation was conducted according to DSTU 4503:2005. Physicochemical parameters were determined using standard methods. Vitamin C content was determined according to DSTU ISO 6557-2:2014 [6], and carotene content according to DSTU 4305:2004.

Scheffé simplex-lattice designs and D-optimal design were applied for recipe optimization. STATISTICA software was used for building mathematical models and response surfaces. For multicomponent systems where the sum of components remains constant ($x_1 + x_2 + x_3 = 1$), regression models were used with output parameters including vitamin C content, β -carotene content, acidity, and organoleptic scores. Model adequacy was verified using Fisher's criterion at significance level $\alpha = 0.05$.

Physicochemical analysis of jams revealed the highest vitamin C content in lemon-ginger jam (115.3 mg/100 g), while sea buckthorn jam showed the highest β -carotene content (154.24 μ g/100 g). The moisture content ranged from 34.46% (lemon-ginger) to 50.37% (sea buckthorn), with corresponding dry matter content of 49.63-65.54%.

Optimization using experimental design methods determined several optimal formulations:

1. For glazed cheese curds with chocolate glaze: the optimal ratio of sea buckthorn to lemon-ginger jam is 1:0.6, providing vitamin C content of 202.75 mg/100 g, β -carotene content of 156.87 μ g/100 g, and titratable acidity of 1.57%.

2. For glazed cheese curds with protein glaze: the optimal ratio of lemon-ginger, cranberry, and sea buckthorn jams is 0.11:0.35:0.54, ensuring balanced functional component content and high organoleptic characteristics.

3. A three-jam formulation (sea buckthorn, lemon-ginger, apple) in ratio 0.5:0.35:0.15 provides maximum vitamin C content of 215.7 mg/100 g.

Comparative analysis showed that cottage cheese with 5% fat content provides superior organoleptic characteristics compared to 0.6% fat content. Using protein glaze instead of chocolate glaze reduces product caloric content while maintaining high organoleptic scores.

All developed samples meet the requirements of DSTU 4503:2005. Organoleptic evaluation revealed characteristic fermented milk flavor with harmonious pleasant taste, white color with yellowish-orange filling tint, titratable acidity of 1.57%, and fat content of 5.58%.

Conclusions:

1. Comprehensive research on developing recipes for enriched glazed cheese curds has been summarized. Using natural jams (sea buckthorn, lemon-ginger, cranberry, apple) as functional enrichment agents increases vitamin C content up to 215.7 mg/100 g and β -carotene content up to 156.87 μ g/100 g.

2. Cottage cheese with 5% fat content provides the best organoleptic characteristics compared to 0.6% fat content.

3. Application of mathematical experimental design methods (Scheffé simplex-lattice designs, D-optimal design) enabled determination of optimal filling component ratios for various recipe compositions.

4. Using protein glaze instead of chocolate glaze reduces product caloric content while maintaining high organoleptic characteristics.

5. The developed glazed cheese curd recipes comply with DSTU 4503:2005 requirements and can be recommended for production implementation as functional health-oriented products.

REFERENCES

1. Popova N.V., Mysiura T.G., Tkachenko V.V. Optimization of filling component composition of enriched cheese curd in protein glaze. Bulletin of NTU "KhPI" Series: New Solutions in Modern Technologies. 2017;23(1245):164-169. doi: 10.20998/2413-4295.2017.23.26

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ КОРОТКИХ БАЛОК РІЗНИХ ПЕРЕРІЗІВ
АНАЛІТИЧНИМ ТА СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНИМ МЕТОДАМИ

Горбунович Ірина Валентинівна

Кандидат технічних наук, доцент кафедри вищої математики
(Київський Національний транспортний університет)

Ільченко Ірина Олексіївна

Кандидат технічних наук, доцент кафедри опору матеріалів та машинознавства
(Київський Національний транспортний університет)

Сучасне проектування будівельних та машинобудівельних конструкцій вимагає високої точності визначення напружено-деформованого стану елементів. Для довгих тонких балок класична теорія Ейлера–Бернуллі забезпечує задовільну точність. Проте для коротких балок вплив деформацій поперечного зсуву стає суттєвим, що може призводити до помітної похибки при визначенні прогинів. У таких випадках доцільно використовувати теорію Тимошенка, яка враховує як чистий згин, так і зсувні деформації.

Як математична модель задачі пропонується диференціальне рівняння другого порядку, побудоване з урахуванням деформацій чистого згину й поперечного зсуву. Граничні умови задано для шарнірно опертих і консольних балок. Крайова задача розв'язується аналітично і чисельним методом скінченних елементів, який дозволяє керувати різним рівнем точності.

Диференціальне рівняння згинання балок, яке враховує чистий згин і чистий зсув, можна представити у вигляді

$$\frac{d^2 w_{ym}(x)}{dx^2} = \frac{d^2 w_{кл}(x)}{dx^2} + \frac{d^2 v(x)}{dx^2} = -\frac{M(x)}{EI} - \mu \frac{q(x)}{GF}, \quad (1)$$

де $w_{ym}(x) = w_{ym}$ – прогин внаслідок деформацій згину та чистого зсуву; $w(x) = w_{кл}(x) = w$ – прогин внаслідок чистого згину (класичний прогин); $v(x) = v$ – прогин внаслідок деформацій поперечного зсуву; EI – згинальна жорсткість; GF – зсувна жорсткість; μ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу дотичних напружень по висоті перерізу; $M(x)$ – згинальний момент; $q(x)$ – інтенсивність рівномірно розподіленого навантаження.

Як приклад розглядається консольна балка з рівномірно розподіленим навантаженням інтенсивності $q(x) = q$. Враховуючи, що згинальний момент

$$M(x) = qLx - \frac{qL}{2} - \frac{qx^2}{2}, \text{ дістанемо}$$

$$\frac{dw(x)}{dx} = -\left(\frac{qL}{2EI}x^2 - \frac{q}{2EI}L^2x - \frac{q}{6EI}x^3\right) - \mu \frac{q(x)}{GF}x + C_1, \quad (2)$$

$$w(x) = -\left(\frac{qL}{6EI}x^3 - \frac{qL^2x^2}{4EI} - \frac{qx^4}{24EI}\right) - \mu \frac{q(x)}{2GF}x^2 + C_1x + C_2. \quad (3)$$

Для знаходження граничних умов запишемо ці рівняння у вигляді

$$\frac{dv(x)}{dx} = \mu \frac{Q(x)}{GF}, \quad (4)$$

де $Q(x)$ - сила зсуву. З рівнянь (2), (3), використовуючи граничні умови $x=0$, $w(0)=0$, $\frac{dv(0)}{dx} = \mu \frac{Q(0)}{GF} = \mu \frac{QL}{GF}$ та $\frac{dw_{кл}(0)}{dx} = 0$, отримуємо $C_1 = \frac{dv(0)}{dx} = \mu \frac{qL}{GF}$, $C_2 = 0$.

Таким чином,
$$w(x) = -\left(\frac{qL}{6EI}x^3 - \frac{qL^2x^2}{4EI} - \frac{qx^4}{24EI}\right) - \mu \frac{q}{2GF}x^2 + \mu \frac{qL}{GF}x. \quad (5)$$

Рівняння (5) при $x=L$ дає максимальний прогин консольної балки $w(L) = w_{\max}$:

$$w(L) = \frac{qL^4}{8EI} + \mu \frac{qL^2}{2GF}. \quad (6)$$

Інтегруючи диференціальне рівняння (1), знаходимо уточнений прогин, що враховує деформації чистого згину та поперечного зсуву. Нехтуючи деформацією зсуву у рівнянні (1), дістаємо класичне рівняння:

$$\frac{d^2w_{кл}(x)}{dx^2} = -\frac{M(x)}{EI}, \quad (7)$$

Інтегруючи диференціальне рівняння (7), знаходимо класичний прогин, що враховує тільки деформації чистого згину.

При дослідженні впливу деформацій поперечного зсуву на жорсткість балок розглянуто такі розрахункові схеми: коротку шарнірно оперту балку та коротку консоль під діями зосередженого та рівномірно розподіленого навантажень. В якості поперечних перерізів приймаємо такі тонкостінні поперечні перерізи: двотавр №20, кільце 200x2,5 мм. В якості параметричних поперечних перерізів приймаємо прямокутник 200x100 мм та круг діаметром 200 мм. Для кожного випадку при відносному прогоні $L=5h$ обчислено значення коефіцієнта уточнення класичного прогину (тут h – висота поперечного перерізу балки). Аналіз отриманих коефіцієнтів говорить про те, що тонкостінні поперечні перерізи є найбільш вразливими до деформацій поперечного зсуву. Найбільш вразливим є двотавровий поперечний переріз.

Достовірність результатів, отриманих чисельним скінченно-елементним методом розв'язання рівняння (1), може бути оцінена співставленням їх з результатами розв'язання цього рівняння аналітичним методом. Для тривимірного моделювання використано скінченно-елементні комплекси SCAD та LIRA. Проаналізовано серію балок з різними розрахунковими схемами при різних типах поперечних перерізів: тонкостінних (двотавр, кільце) та параметричних (прямокутник, круг). Для кожного випадку обчислено міру уточнення класичного прогину – коефіцієнт уточнення. Виявлені найбільш вразливі до деформацій поперечного зсуву поперечні перерізи. Показано, що найбільш вразливий до деформацій поперечного зсуву є тонкостінний поперечний переріз у вигляді двотавра.

Порівняння аналітичного розв'язку диференціального рівняння, який враховує деформації чистого згину та поперечного зсуву, з числовим тривимірним скінченно-елементним розв'язком на основі обчислювальних комплексів SCAD і LIRA показує високу збіжність. Отримані результати мають практичне значення для інженерів-проектувальників, зокрема, в контексті аналізу деформацій коротких балок у процесі розробки конструкцій з різними геометричними перерізами.

Перелік посилань

1. Ilchenko Iryna, Marchenko Nina, Grinevitzkiy Boris. (2023). *Transverse shear deformations for deflections of thin-walled beams*. Scientific journal "Automobile roads and road construction". Issue 114. Part 1. <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2023-114.1-045-054>
2. Карпіловський, В.С. (2022). *Метод скінченних елементів і задачі теорії пружності*. Софія А.
3. Karpilovsky V.S., Kryksunov E.Z., Maliarenko A.A., Perelmuter A.V., Perelmuter M.A., Fialko S.Y. (2022). *SCAD Office. V.23. System SCAD++*. Publishing House SCAD SOFT. <https://scadsoft.com/>

**КОНТРОЛЬ ФОРМИ ГРАФІТНИХ ВКЛЮЧЕНЬ У ЧАВУНАХ ЗА СИГНАЛОМ
АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ**

Кропівний Володимир Миколайович

Кандидат технічних наук, професор

Мітєв Дмитро Олександрович

Аспірант

Кузик Олександр Володимирович

Кандидат технічних наук, доцент

(Центральноукраїнський національний технічний університет)

Значною виробничою проблемою є проведення неруйнівного контролю форми графіту у виливках з високоміцного чавуну. Куляста форма графіту у чавуні утворюється за умови засвоєння розплавом модифікаторів на основі магнію. Ефективність засвоєння магнію залежить від широкого ряду технологічних факторів модифікування. При недостатньому засвоєнні розплавом магнію у структурі чавуну будуть утворюватися включення пластинчастого графіту, відповідно, отриманий чавун матиме низький рівень механічних властивостей. З метою виявлення виливків, у яких внаслідок неефективного модифікування утворилася пластинчаста форма графіту, у виробничих умовах проводять контроль форми графіту. Найбільш інформативним є металографічне дослідження, яке включає трудомістку операцію виготовлення з матеріалу виливків макрошліфів та їх дослідження на металографічних мікроскопах. Існуючі стандарти на виливки з високоміцного чавуну передбачають трудоміскі руйнівні методи випробовувань на спеціально виготовлених зразках, які виготовлені з окремо відлитих проб. Прискорені методи ультразвукового неруйнівного контролю придатні лише для визначення форми графіту у чавуні для виливків простої форми, що мають однорідну структуру та властивості.

Стандарти також передбачають додаткове проведення неруйнівний контроль твердості за методом Брінелля, при проведенні якого індентор вдавлюють у поверхню зразка, а потім, після зняття зусилля, вимірюють діаметр відбитка, який залишається на поверхні. Визначені показники твердості свідчать про структуру металевої матриці і не несуть достовірної інформації про форму графіту у чавуні.

При вдавлюванні індентора у поверхневі шари чавунних виливків відбувається пластичне деформування досліджуемого матеріалу, а в його внутрішній будові відбуваються процесі мікропластичної деформації феритно-перлітної матриці та виникнення в ній локальних мікротріщин. Такі деформаційні процеси супроводжуються виникненням деформованій зоні сигналів акустичної емісії. Для кожного з названих процесів сигнали акустичної емісії мають суттєву різницю за частотою, амплітудою та інтенсивністю. При локальних ковзних зрушеннях та дислокаційних рухах матриці утворюються сигнали акустичної емісії низької інтенсивності: дрібні, розтягнуті у часі імпульси з повільним наростанням з частотою в межах 100–300 кГц. Внесок

мікропластичних деформацій у загальну інтенсивність акустичної емісії є більшим у чавуна з кулястим графітом по кількості подій, але амплітудно ці події малі. При відриві від матриці/ковзанні під час локального зсуву шарів графітних кристалітів формуються серії коротких імпульсів середньої інтенсивності; частота сигналу знаходиться переважно в межах 200–400 кГц. Утворення локальних крихких розривів і розповсюдження мікротріщин в металевій матриці від графітних включень супроводжується утворенням сигналів акустичної емісії на частотах 400–500 кГц, які мають форму коротких, різких сплесків з високою амплітудою та енергією. Кулясті включення графіту ефективно розсіюють виникаючі під тиском індентора напруження і не ініціюють утворення мікротріщин. Відповідно загальний вклад утворення локальних мікротріщин по межі «кулястий графіт–матриця» у енергію акустичної емісії у високоміцних чавунах є слабшим.

Для вимірювання параметрів акустичної емісії, яка виникає в чавунних зразках при вимірюванні твердості, використовували розроблений авторами вимірювальний комплекс для реєстрації акустичної емісії. Чавунні зразки, що підлягали випробуванню, встановлювалися на столику преса Брінелля. П'єзоелектричний датчик акустичної емісії стаціонарно закріплюється в посадочному місці на боковій поверхні наконечника, в якому закріплено індентор (загартовану сталеву кульку зі стандартним значенням діаметру 10 мм). В поверхню чавунних зразків на пресі Брінелля вдавлювали індентор з постійним навантаженням $P=3000$ кг впродовж 10 секунд. Сигнал від датчика акустичної емісії поступає на аналоговий попередній підсилювач, а далі на полосовий фільтр. П'єзоелектричний датчик забезпечував захоплення сигналів акустичної емісії, що виникали під час деформації та руйнування вдавлюванням. У чавуні з кулястим графітом матриця є більш пластичною, оскільки графітні сфероїди оточені пластичною феритною оболонкою і при пластичному деформуванні в металевій матриці високоміцного чавуну при вдавлюванні індентора переважають мікропластичні зміщення і практично не розвиваються явища крихкого руйнування. У сірому чавуні пластинчастий графіт здійснює значну надрізуючу дію на сталеву матрицю, що призводить до виникнення при аналогічних навантаженнях пластичної деформації за рахунок локальних руйнувань металевих ділянок між суміжними кінцями включень графіту, спричиняючи крихке руйнування. Чисельні кінці включень пластинчастого графіту являють собою концентратори напружень і легко ініціюють утворення і поширення локальних тріщин, що супроводжуються утворенням високочастотних імпульсів (400–500 кГц) з високою амплітудою (45–60 дБ). Кулясті включення графіту краще розсіюють виникаючі під тиском індентора напруження і не ініціюють утворення мікротріщин. Відповідно загальний вклад утворення локальних мікротріщин у енергію акустичної емісії у високоміцних чавунах є незначним.

Результати обробки комплексу параметрів сигналів акустичної емісії дозволяють стабільно отримувати однозначні точні результати оцінки ступеню

компактності включень графіту у структурі модифікованих чавунів. Одним із основних етапів такої обробки є застосування моделей машинного навчання для оцінки форми графіту на основі аналізу сигналів акустичної емісії за комплексом параметрів частоти, амплітуди та інтенсивності. Результати проведених досліджень свідчать про можливість створення приладу для експрес – контролю форми графітних включень у чавунах на основі модернізації та доукомплектування вимірювальними приладами пресів для стандартного вимірювання твердості металів за методом Брінелля.

Список літератури

1. N. H. Faisal, R. Ahmed, R. L. Reuben Indentation testing and its acoustic emission response: applications and emerging trends: International Materials Reviews. 2011. vol 56. № 2. P.98- 142.

2. Мітев Д.О., Кропівний В.М. Методичні основи створення вимірювального комплексу для реєстрації сигналів АЕ при механічній обробці // Центральноукраїнський науковий вісник. технічні науки. 2024. Вип. 11(42), ч.І. С. 92-100.

**ПАРАМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ШВИДКОСТІ ПОТОКУ ТА ГЕОМЕТРІЇ
ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ НА ГІДРОДИНАМІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ
ЕЛЕМЕНТІВ ВАКУУМ-АПАРАТУ**

Кузик Олександр Володимирович
Кандидат технічних наук, доцент
Атрощенко Дмитро Олександрович
Аспірант

(Центральноукраїнський національний технічний університет)

Сучасні вакуум-апарати цукрового виробництва функціонують в умовах інтенсивної циркуляції концентрованих розчинів із твердою фазою, що зумовлює складний характер взаємодії потоку з елементами конструкції. Одним із визначальних чинників зменшення ресурсу обладнання є локалізоване корозійно-механічне зношування внутрішніх поверхонь трубних і циркуляційних елементів.

Аналіз причин деградації показує, що інтенсивність руйнування матеріалу суттєво залежить від гідродинамічних параметрів потоку – швидкості, структури турбулентності та характеру розподілу дотичних напружень на стінці. Нерівномірність швидкісного поля, наявність різких геометричних переходів та зон відриву потоку призводять до концентрації гідродинамічного навантаження, що створює передумови для прискореного зношування та зменшення довговічності елементів апарата.

Незважаючи на наявність досліджень у галузі корозійної стійкості матеріалів, питання комплексного аналізу впливу геометрії проточної частини та швидкісного режиму циркуляції на рівень гідродинамічного навантаження залишається недостатньо вивчене. Відсутність кількісної оцінки локальних навантажень у характерних зонах конструкції ускладнює науково обґрунтовану оптимізацію обладнання.

У зв'язку з цим актуальним є проведення параметричного аналізу впливу швидкості потоку та геометричних характеристик проточної частини на величину гідродинамічного навантаження, що є необхідним етапом подальшого прогнозування інтенсивності корозійно-механічного зношування та підвищення ресурсу деталей вакуум-апарата.

В роботі виконано дослідження впливу швидкісних режимів циркуляції та геометричних параметрів проточної частини вакуум-апарата на величину гідродинамічного навантаження, що діє на внутрішні поверхні конструктивних елементів. Об'єктом аналізу була характерна ділянка циркуляційного контуру, яка включає вхідний патрубковий перехідну зону та трубчастий канал. Розрахунок здійснювали на основі рівнянь руху в'язкої нестисливої рідини з використанням турбулентної моделі типу $k-\epsilon$. Критерії оцінювання гідродинамічного навантаження приймали максимальні та середні значення дотичних напружень на стінці, інтегральна сила тиску, а також локальні пікові значення турбулентної кінетичної енергії.

Параметричний аналіз проводили для діапазону середніх швидкостей потоку 0,5...2,5 м/с, що відповідає реальним режимам циркуляції сиропу у вакуум-апаратах. Геометричні параметри варіювали в межах: радіус кривизни поворотної ділянки (відношення радіуса до діаметра каналу 1...3); відношення довжини перехідної зони до діаметра (1...5); наявність або відсутність різкого ступінчастого переходу перерізу.

Результати дослідження показали, що збільшення швидкості потоку супроводжується суттєвим зростанням гідродинамічного навантаження. При підвищенні швидкості з 0,5 до 2,5 м/с максимальні значення дотичних напружень на стінці зростали у 4,3...4,8 рази залежно від конфігурації каналу. Найбільша концентрація напружень спостерігалась у зонах різкого повороту потоку та поблизу входу в трубний канал, що пов'язано з формуванням вторинних течій і локальних прискорень.

Встановлено, що геометрія проточної частини істотно впливає на розподіл локальних навантажень. Збільшення радіуса кривизни поворотної ділянки забезпечує зменшення пікових значень дотичних напружень на 18...27 % за незмінної витрати, що пояснюється зниженням інтенсивності відривних явищ і більш рівномірним розподілом швидкості. Подовження перехідної зони призводить до зменшення амплітуди турбулентних пульсацій на 15...20 %, що свідчить про стабілізацію структури потоку.

Для конфігурацій із різким ступінчастим переходом перерізу виявлено формування зон рециркуляції та локального підвищення турбулентної енергії. У таких випадках пікові значення дотичних напружень перевищували показники оптимізованої геометрії до 30 %, що створює передумови для інтенсифікації корозійно-механічного зношування.

Порівняльний аналіз показав, що раціональне поєднання швидкісного режиму та геометричної оптимізації дозволяє знизити локальні пікові гідродинамічні навантаження до 30 % без зменшення продуктивності апарата.

Таким чином, доведено, що гідродинамічне навантаження визначається не лише швидкістю циркуляції, але й конфігурацією проточної частини. Оптимізація перехідних і поворотних зон є ефективним інженерним інструментом зниження локальних навантажень, що може бути використано як вихідна база для подальшого прогнозування інтенсивності корозійно-механічного зношування та оцінювання ресурсу елементів вакуум-апарата.

Отримані результати дозволяють встановити кількісний зв'язок між гідродинамічним навантаженням і потенційною інтенсивністю корозійно-механічного зношування поверхні. Зниження локальних пікових напружень створює передумови для зменшення швидкості деградації матеріалу та підвищення ресурсу елементів вакуум-апарата.

Список літератури

1. P. Rao et al., *Erosion-Corrosion of Materials in Industrial Equipment: ChemElectroChem* 2023, 10, P. 1-13.

2. Мирончук В. Г. Аналіз гідродинаміки в вакуум-апаратах оснащених камерою упорядкування циркуляційного потоку утфелю / В. Г. Мирончук, А. М. Коцюбанський, Т. М. Погорілий // Цукор України. - 2011. - № 12. - С. 54-56.

Development Strategies for Modern Education and Science

Collection of abstracts

Responsible for computer typesetting – Serhii Onyshchenko

The authors are responsible for the selection, accuracy of the facts, quotations and other information

Printed from the original layout provided by the author

**DEL c.z. Strojírenská 38, 591 01 Žďár nad Sázavou,
CZECH REPUBLIC**