



Наукові перспективи
Видавнича група

№ 5(46)

2025

НАУКА і ТЕХНІКА

серія: *право*, серія: *економіка*, серія: *педагогіка*,
серія: *техніка*, серія: *фізико-математичні науки*

СЬОГОДНІ

З Україною

в серці!



Видавнича група «Наукові перспективи»

**Всеукраїнська Асамблея докторів наук із державного
управління**

Асоціація науковців України

«Наука і техніка сьогодні»

*(Серія «Педагогіка», Серія «Право», Серія «Економіка»,
Серія «Фізико-математичні науки», Серія «Техніка»)*

Випуск № 5(46) 2025

Київ – 2025

Publishing Group «Scientific Perspectives»

Ukrainian Assembly of Doctors of Sciences in Public Administration

Association of Scientists of Ukraine

"Science and technology today"

("Pedagogy" series, "Law" series, "Economics" series, "Physical and mathematical sciences" series, "Technics" series)

Issue № 5(46) 2025

Kyiv – 2025

ЗМІСТ

СЕРІЯ «Право»

Баранов-Мохорт С.М. <i>ГЕНЕЗА РОЗВИТКУ ПРАВОВІДНОСИН ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ АСОЦІАЦІЙ ОРГАНІВ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ</i>	25
Ботнаренко І.А., Крижна В.В. <i>ВІКТИМОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ЗАПОБІГАННЯ ДОМАШНЬОМУ НАСИЛЬСТВУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ</i>	36
Ботнаренко О.М. <i>КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОТИМІННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ: ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ</i>	51
Гонтар З.Г., Фітьо А.Б. <i>ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ СОЦІАЛЬНИХ ПРОЕКТІВ НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ В УМОВАХ ВІЙНИ В УКРАЇНІ</i>	62
Горбаньов Ю.А. <i>АДМІНІСТРАТИВНЕ ОСКАРЖЕННЯ АДМІНІСТРАТИВНОГО АКТУ: ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ</i>	74
Гринюк В.О. <i>ПОРУШЕННЯ ПРАВИЛ ПІДСЛІДНОСТІ ЯК ПІДСТАВА ДЛЯ НЕДОПУСТИМОСТІ ФАКТИЧНИХ ДАНИХ ЯК ДОКАЗІВ У КРИМІНАЛЬНОМУ ПРОВАДЖЕННІ</i>	86
Данільченко А.Р., Єременко С.Р., Фоменко О.С. <i>ЄВРОПЕЙСЬКІ ПРИНЦИПИ В ДЕРЖАВНІЙ СЛУЖБІ: ТРАНСФОРМАЦІЯ НА ОСНОВІ ПОЛЬСЬКОГО ДОСВІДУ</i>	96
Діхтярук А.Б. <i>КОНСТИТУЦІЙНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАВА НА ОСВІТУ ВНУТРІШНЬО ПЕРЕМІЩЕНИХ ОСІБ В УКРАЇНІ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА НАПРЯМИ ПРАВОВОЇ АДАПТАЦІЇ</i>	108
Іванов С.С. <i>АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ЯК ЧИННИК ЯКОСТІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ У ПРОФІЛЬНИХ ЗВО: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ</i>	117

Коваленко Н.О. <i>МЕДІАЦІЯ ЯК СПОСІБ ЗАХИСТУ ПРАВ І СВОБОД ЛЮДИНИ ТА ГРОМАДЯНИНА</i>	132
Куненко І.С. <i>ПОНЯТТЯ ТА ПРЕДМЕТ АДМІНІСТРАТИВНОЇ ЮСТИЦІЇ: ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ</i>	142
Мех Ю.В. <i>ПУБЛІЧНО-АДМІНІСТРАТИВНИЙ КОНТРОЛЬ У СФЕРІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАХОДІВ ЮВЕНАЛЬНОЇ ПРЕВЕНЦІЇ</i>	153
Олицька О.О. <i>ВПРОВАДЖЕННЯ ПОЛІТИКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ</i>	162
Патик Л.Л., Комаринська Ю.Б., Патик А.А. <i>ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ЗНАНЬ ПІД ЧАС РОЗСЛІДУВАННЯ ПЕРЕВИЩЕННЯ ВЛАДИ АБО СЛУЖБОВИХ ПОВНОВАЖЕНЬ ПРАЦІВНИКОМ ПРАВООХОРОННОГО ОРГАНУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЗБРОЇ ЧИ СПЕЦІАЛЬНИХ ЗАСОБІВ</i>	171
Пенц А.В., Коровкіна З.А. <i>АДМІНІСТРАТИВНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА ПОРУШЕННЯ ПРАВИЛ КОМЕНДАНТСЬКОЇ ГОДИНИ ЯК ЗАХОДУ ПРАВОВОГО РЕЖИМУ ВОЄННОГО СТАНУ: ТЕОРЕТИКО-ПРАВОВИЙ АСПЕКТ</i>	184
Приймаченко Д.В., Островський С.О., Хилько Л.І. <i>ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ОБОВ'ЯЗКІВ ПІДПРИЄМСТВ, УСТАНОВ І ОРГАНІЗАЦІЙ ЩОДО МОБІЛІЗАЦІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА МОБІЛІЗАЦІЇ</i>	196
Садовничий Б.О. <i>ОБСТАВИНИ, ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ ВСТАНОВЛЕННЮ НА ПОЧАТКОВОМУ ЕТАПІ ДОСУДОВОГО РОЗСЛІДУВАННЯ ЗЛОВЖИВАНЬ ВЛАДОЮ АБО СЛУЖБОВИМ СТАНОВИЩЕМ ПІД ЧАС РЕАЛІЗАЦІЇ ДОГОВОРІВ ПРО СПІЛЬНУ ДІЯЛЬНІСТЬ У БУДІВНИЦТВІ</i>	208
Уложенко В.М., Фукс Н.А., Корецький С.М. <i>ІНСТИТУЦІЙНО-ПРАВОВІ АСПЕКТИ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВОГО ЄВРО</i>	217
Фещук В.В., Нікончук А.М. <i>ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ОБІГУ КРИПТОВАЛЮТИ В УКРАЇНІ: АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВИЙ АСПЕКТ</i>	227
Цебенко С.Б., Кузь Т.О. <i>ПОНЯТТЯ ТА ЗМІСТ НЕДОТОРКАНОСТІ ЖИТЛА У ПРАКТИЦІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СУДУ З ПРАВ ЛЮДИНИ</i>	237

Шендер Т.Ю.

ПРАВОВІ ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ
ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

247

Шепета О.В.

ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ МЕНЕДЖМЕНТУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ
БЕЗПЕКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

260

Щербань Т.В.

ОСОБЛИВОСТІ ВІДШКОДУВАННЯ МОРАЛЬНОЇ ШКОДИ ЖЕРТВАМ
КРИМІНАЛЬНИХ ПРАВОПОРУШЕНЬ ЗА ЗАКОНОДАВСТВОМ ВЕЛИКОЇ
БРИТАНІЇ

271

СЕРІЯ «Економіка»

Гоняк Т.В., Лукашевська У.Т.

ФІНАНСОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВ-
НОСТІ ДЕРЖАВНИХ БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВ

281

Дашенкова Н.М., Коробкіна Т.В., Омельченко В.В., Митцева О.С.

НОМО ЕСНОМІСІС БІЛЬШЕ НЕ ТУТ: ПОВЕДІНКОВА ЕКОНОМІКА І
КРАХ РАЦІОНАЛІСТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

290

Касьян В.В., Салата Г.В.

ІНФОРМАЦІЙНА ЕВРИСТИКА ЯК ІНСТРУМЕНТ МАРКЕТИНГУ У
КРЕАТИВНИХ ІНДУСТРІЯХ

302

Коваленко Ю.М., Гаврилко Т.О., Борозенець К.Є.

ДІЯЛЬНІСТЬ БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ В УМОВАХ ДІЇ ДЕСТАБІЛІЗУЮЧИХ
ЧИННИКІВ

315

Михайлюта М.Г.

АЛГОРИТМ НАПИСАННЯ КОМЕРЦІЙНИХ ТЕКСТІВ З АКЦЕНТОМ НА
СТРУКТУРОВАНІ ТРИГЕРИ ТА ЗАКЛИКИ ДО ДІЇ

329

Овчарук О.М., Переверзєв С.С.

МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ
ФАКТОРІВ МІКРОСЕРЕДОВИЩА НА ФОРМУВАННЯ АНТИКРИЗОВОЇ
СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВ

343

Попадинець І.Р., Подолян М.І.

ПРАКТИКИ РОЗВИТКУ ЕМОЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ІНСТРУМЕНТУ
ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ КОМУНІКАЦІЇ В КРИЗОВИХ СИТУАЦІЯХ

355

Смачило В.В., Рудаченко О.О., Калінський Є.О., Корольов Є. 367
*ТРАНСФОРМАЦІЯ СТАРТАП-ЕКОСИСТЕМ МІСТ УКРАЇНИ В УМОВАХ
ВІЙНИ: СУЧАСНИЙ СТАН, ВИКЛИКИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ*

Халіна В. Ю., Творонович В.І., Крись О.Л. 376
*УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ЕКОСИСТЕМ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕ-
НОСТІ ТА ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ: ТЕОРЕТИКО-
КОНЦЕПТУАЛЬНІ АСПЕКТИ*

Хомайко Є.І. 391
*КОМПЛЕКСНЕ РЕФОРМУВАННЯ ФІНАНСОВОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ:
ШЛЯХИ ДО СТІЙКОСТІ ТА ЗРОСТАННЯ*

Царева О.С., Дмитрик Т.Б., Цап Д.І. 404
*ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕКОНОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В
ЕКОНОМІЧНОМУ УПРАВЛІННІ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ*

СЕРІЯ «Педагогіка»

Kapranov O, Voloshyna O.V. 412
*EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT AT THE ROYAL
AGRICULTURAL UNIVERSITY (RAU): A QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE
RAU'S DISCOURSE*

Koroviak B. E., Horokhivska T.M. 427
*A MODEL FOR THE FORMATION OF LEGAL COMPETENCE OF FUTURE
SPECIALISTS IN DISTANCE LEARNING*

Krapchatova Ya.A. 440
*TECHNIQUES OF SELF AND PEER ASSESSMENT FOR DEVELOPING
ENGLISH LISTENING COMPETENCE AMONG THE CADETS OF THE
SECURITY SECTOR*

Mykhailenko I.V., Nesterenko V.O. 451
*PREVENTION OF ACADEMIC PLAGIARISM AS A COMPONENT OF
MANAGEMENT OF THE SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL PROCESS OF A
UNIVERSITY: THE EXPERIENCE OF THE EU AND UKRAINE*

Paladieva A.F., Tsyhanok O.O., Honcharuk V.A., Moroz L.M. 461
ACADEMIC INTEGRITY IN DISTANCE LEARNING IN UKRAINIAN UNIVERSITIES

Smiyukha O.A., Ivanitsa A.O. 473
*OVERVIEW OF MODERN METHODS AND PRINCIPLES OF TEACHING
UROLOGY IN HIGHER MEDICAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS*

- Акімова О.В., Сапогов М.В., Гапчук Я.А., Богатько В.В.** 482
КРИТИЧНЕ ТА ТВОРЧЕ МИСЛЕННЯ В СТРУКТУРІ ОСОБИСТІСНО-ПРОФЕСІЙНОГО СТАНОВЛЕННЯ УЧИТЕЛЯ
- Башманівський В.І., Башманівська Л.А.** 496
ОСНОВИ МЕДІАВИРОБНИЦТВА В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ЖУРНАЛІСТА
- Бойко Є.В.** 508
СУЧАСНІ ДИЗАЙНЕРСЬКІ ПРАКТИКИ ФОРМУВАННЯ КУЛЬТУРНОЇ ОБІЗНАНОСТІ З УКРАЇНСЬКОГО ДЕКОРАТИВНОГО МИСТЕЦТВА СТУДЕНТІВ ДИЗАЙНЕРСЬКИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
- Бялик О.В., Дудник Н.В., Танасійчук Ю.М.** 518
СОЦІАЛЬНА ВЗАЄМОДІЯ ЯК КЛЮЧОВИЙ КОМПОНЕНТ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ
- Василиків І.Б.** 534
ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ
- Волкова Н.П., Шкляр П.С.** 544
ЗАКОНОДАВЧЕ ТА ОСВІТНЄ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПСИХОЛОГІВ ДО РОБОТИ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ: УКРАЇНСЬКИЙ КОНТЕКСТ
- Галіцян О.А., Паламарюк В.А.** 555
АКТУАЛІТЕТИ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СУЧАСНИХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ У ВИМІРАХ STEM-ОСВІТНЬОЇ МОДЕЛІ
- Греля В.Й.** 567
АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ГРАФІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ У ВІТЧИЗНЯНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ
- Грень Л.М., Чеботарьов М.К.** 578
ІНКЛЮЗІЯ В СОЦІАЛЬНІЙ СФЕРІ: ГЕНДЕРНИЙ ВИМІР
- Григорук П.М., Максименко В.А.** 591
ВИКОРИСТАННЯ ДИДАКТИЧНИХ ПРИНЦИПІВ ПРИ ВИКЛАДАННІ ІНФОРМАТИКИ У КОНТЕКСТІ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ
- Гузь А.М., Кущенко Ю.О., Сокол А.О.** 605
ВПЛИВ ЗНАНЬ З БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ НА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНУ ГОТОВНІСТЬ КУРСАНТІВ ДО ПЛАВАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ НА ДОСВІДІ ВИКОРИСТАННЯ VR-ТЕХНОЛОГІЙ

Дарманська І.М., Очеретний В.О.

617

*ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ КАПІТАЛ: СИСТЕМНО-КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ
ЗМІСТУ ПОНЯТТЯ*

Єфімова О.М., Жицька С.А., Браєвська А.І., Бецько О. С., Буга С.Ю.

630

*ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІНШОМОВНОЇ ПІДГОТОВКИ ЯК
СКЛАДОВОЇ ГУМАНІТАРНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ
СЕКТОРУ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ*

Жукова А.Р., Бойченко В.В., Матюха В.А.

643

*СУТНІСТЬ ТА ЗМІСТ РОЗВИТКУ НАВИЧОК АУДІЮВАННЯ НА ЗАНЯТТЯХ
АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ У НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ*

Захаревич М.А.

657

*ФОРМУВАННЯ ПЕРСОНАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ОСОБИСТІСНОГО ТА
ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ БАКАЛАВРІВ З ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
(ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ) НА ЗАНЯТТЯХ З ДИСЦИПЛІНИ «WEB-
ПРОГРАМУВАННЯ»*

Зварич О.І., Федунь А.Б.

670

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ЧИННИКИ РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

Зобенько Н.А., Нікітська Ю.М., Шевченко К.В.

684

*ВПЛИВ НАДМІРНОГО БАТЬКІВСЬКОГО КОНТРОЛЮ НА ПСИХОЛОГІЧНИЙ
РОЗВИТОК І СОЦІАЛЬНУ АДАПТАЦІЮ ДИТИНИ*

Ігнатова О.М.

700

*СТРАТЕГІЇ ЕФЕКТИВНОЇ МЖКУЛЬТУРНОЇ КОМУНІКАЦІЇ ДЛЯ ЛІДЕРСТВА
В ОСВІТІ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ*

Ісарук В.І.

710

МУЗЕЙНА ПЕДАГОГІКА В УКРАЇНІ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ РОЗВИТКУ

Каленіченко О.В., Ведмедюк А.Д.

728

*ПЕДАГОГІЧНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДИК ПОЧАТКОВОГО
НАВЧАННЯ ПЛАВАННЮ В СИСТЕМІ ОСВІТИ*

Кікнавелідзе К.О.

740

*МУЗИКОЗНАВЧИЙ ЗМІСТ КАТЕГОРІЇ «КАВЕРУ»: ВІД ЕТИМОЛОГІЧНОГО
ПОХОДЖЕННЯ ДО СУЧАСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ*

Клим М.І., Власюк І.В., Клос Л.М.

749

*ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ VR І AR НА ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ
КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ*

- Кожевникова А.В., Кожевников П.П.** 763
РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ В ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВИКЛАДАЧІВ: МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ
- Кравченко Т.М., Герцовська Н.О., Білас А.А., Химинець А.М. І.** 784
СТУДЕНТОЦЕНТРОВАНЕ ЗМІЩАНЕ НАВЧАННЯ: КОНЦЕПЦІЇ, ПРИНЦИПИ, ПІДХОДИ
- Кріль В.Б.** 795
ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ ДИДАКТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ
- Кузюра Г.М.** 804
МЕТОДИКА РОЗВИТКУ ФІЗИЧНИХ ЯКОСТЕЙ СТАРШОКЛАСНИКІВ ЗАСОБАМИ СПОРТИВНИХ ІГОР НА УРОКАХ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ
- Кулешова О.В., Вишинська Г.В., Крицький Ю.М., Тайбасаров О.В.** 813
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОГО СТАНОВЛЕННЯ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ
- Курчатова А.В.** 824
ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ В США
- Кучай О.В., Кучай Т.П., Якута О.О.** 831
ПІДГОТОВКА ЕКОЛОГІВ ДО ПРОФЕСІЙНОГО СПІЛКУВАННЯ З СУБ'ЄКТАМИ ГОСПОДАРЮВАННЯ
- Левада О.М., Гришко С.В., Непша О.В.** 837
ТИПОЛОГІЯ КРАЇН СВІТУ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЇЇ ВИВЧЕННЯ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОГРАФІЇ
- Макаренко І.Є.** 850
ТРАНСФОРМАЦІЙНІ ЗМІНИ ВІТЧИЗНЯНОЇ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ВЧИТЕЛІВ: ЩОДО ПИТАННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ТЕОРІЇ ПРАКТИЦІ
- Марєєв Д. А., Мілютіна О.К., Заремська І.М.** 864
ЦИФРОВЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ЗАКЛАДУ ОСВІТИ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ
- Матвійчук О.М.** 875
ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ'ЯОРІЄНТОВАНОГО СВІТОГЛЯДУ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ КЛАСИЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ

Насилевський В.П. <i>КРЕАТИВНІСТЬ – ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ РОЗВИТКУ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ТА СПОРТУ В УКРАЇНІ</i>	887
Неізнана В.С. <i>ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ ВЕЛИКОБРИТАНІЇ</i>	894
Овчарук В.В., Максимчук Б.А., Баштовенко О.А., Максимчук І.А., Овчарук В.Г. <i>УМОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО САМОВДОСКОНАЛЕННЯ СТУДЕНТІВ У СПОРТИВНО-МАСОВІЙ РОБОТІ</i>	901
Павельчук М.О. <i>ВИКОРИСТАННЯ ГЛОСАРІЮ ПРОФЕСІЙНИХ ТЕРМІНІВ У ВИКЛАДАННІ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ СТУДЕНТАМ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ГОТЕЛЬНО- РЕСТОРАННА СПРАВА»: МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ТА ПРАКТИКА</i>	915
Палагута А.М., Сновида В.Є., Тульчинська Д.М. <i>ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ШКОЛИ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИКИ</i>	922
Пилаєва Т.В., Павлова Л.В., Матвійчук О.М. <i>ПІДГОТОВКА СПЕЦІАЛІСТІВ СФЕРИ ІТ У ВІДКРИТОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ВЕЛИКОБРИТАНІЇ</i>	933
Пономаренко А.С. <i>ПЕДАГОГІЧНІ ІНСТРУМЕНТИ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТ- НОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ</i>	949
Попович О.М., Лабош К.Я. <i>СУЧАСНІ ВЕКТОРИ ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАКЛАДУ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ</i>	963
Потапчук Т.В. <i>ФОРМУВАННЯ ГРОМАДЯНСЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ КОЛЕДЖІВ: ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД</i>	976
Руднєва І. С., Григор'єв М.В., Щиров В.Ю. <i>ЯК УТРИМУВАТИ УВАГУ СТУДЕНТІВ ПРОТЯГОМ УСЬОГО НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ: ПРАВИЛО 10 ХВИЛИН</i>	985
Рябенко М.І. <i>СТУДЕНТСЬКІ САМОВРЯДНІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЯК СУБ'ЄКТИ УПРАВЛІННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКИ ПРАВОПОРУШЕНЬ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ В ПЕРІОД ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ</i>	993

- | | |
|---|------|
| Савлук Г.І. | 1005 |
| <i>ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ УПРАВЛІНСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ЗАКЛАДІ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ: ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ</i> | |
| Семак Л.А., Чорновол Д.А. | 1016 |
| <i>МОВНІ ЗАСОБИ ВТІЛЕННЯ СТРАТЕГІЙ У ДІЛОВІЙ І НАУКОВІЙ КОМУНІКАЦІЇ</i> | |
| Соснова М.А. | 1025 |
| <i>ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНАТУРИ У ПРОФЕСІЙНІЙ ОСВІТІ В УКРАЇНІ: РИЗИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ</i> | |
| Спасібухов Н. | 1033 |
| <i>ПРОФЕСІЙНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ-ЮРИСТІВ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ</i> | |
| Стасюк Є.Ю. | 1044 |
| <i>ГЕНДЕРНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПІДЛІТКІВ ЗАСОБАМИ ВОЛОНТЕРСЬКОЇ ТА ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ</i> | |
| Таран І.М., Данчук І.В. | 1055 |
| <i>ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРОВЕДЕННЯ УРОКУ-КОНЦЕРТУ ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ПОЧАТКОВОЇ ОСВІТИ</i> | |
| Тименко В.П., Горбань Л.В. | 1065 |
| <i>МИСТЕЦТВО ТА ІГРОДИЗАЙН У ТЕАТРАЛІЗОВАНІЙ САМОДІЯЛЬНОСТІ ОБДАРОВАНИХ ДОШКІЛЬНИКІВ</i> | |
| Тягур В.М., Кулін А.З., Габода Є.Б. | 1078 |
| <i>РОБОТА В ТЕХНІКАХ ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОГО МИСТЕЦТВА ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ І МИСТЕЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ В ДОШКІЛЬНІЙ ТА ПОЧАТКОВІЙ ОСВІТІ</i> | |
| Файчак Р.І., Марчук С.А., Наливайченко Л.Ю., Оклієвич Л.І. | 1094 |
| <i>ВИЯВЛЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ І МЕТОДІВ РОЗВИТКУ СИЛОВИХ ЯКОСТЕЙ У СТУДЕНТІВ ПЕДАГОГІЧНОЇ СПЕЦІАЛЬНОСТІ, НА ЗАНЯТТЯХ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ</i> | |
| Харченко І.І. | 1104 |
| <i>СТРАТЕГІЇ ПІДВИЩЕННЯ МОТИВАЦІЇ ДО НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ВНЗ У КРИЗОВИХ СИТУАЦІЯХ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ</i> | |

Холявка А.О. 1117
КОМУНІКАТИВНА ВЗАЄМОДІЯ ВИКЛАДАЧА І СТУДЕНТА У ПРОЦЕСІ ПОДОЛАННЯ БАР'ЄРІВ ВИВЧЕННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ

Шунков В.С., Брюховецька І.В., Задорожна О.М. 1124
ЕЛЕКТРОННІ ПІДРУЧНИКИ ТА ІНТЕРАКТИВНІ ДЖЕРЕЛА ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ

Якименко П.В. 1140
РОЛЬ ВЧИТЕЛЯ У ФОРМУВАННІ ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ

Яременко О.М. 1147
СПОРТИВНО-ОЗДОРОВЧЕ ВІДНОВЛЕННЯ ЯК СКЛАДОВА ДІЯЛЬНОСТІ ВЧИТЕЛЯ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

СЕРІЯ «Техніка»

Artyukh O.M., Ruban D.P., Tarasenko O.V., Petriuk Yu.I., Ruban H.Ya. 1159
UNMANNED TRANSPORT. MODERN TECHNOLOGIES, CHALLENGES, AND PROSPECTS

Biloivanenko M.V., Biloshytskyi Ya.O. 1199
A DIMENSIONAL APPROACH FOR WEB API TESTING

Furtat I.E., Furtat Yu.O. 1214
INFLUENCE OF THE CHARGED DOUBLE LAYER ON THE KINETICS OF ION ABSORPTION IN A BI-POROUS MEDIUM DURING FABRIC DYEING

Hablovska N. 1222
ANALYTICAL MODEL OF GEOMETRIC PARAMETERS OF PSEUDO-LIQUID METAL CONTACTS AND CONDUCTIVE SURFACE

Kravchuk Ya.Ya. 1232
WEB TECHNOLOGIES FOR DEVELOPING SCALABLE VOLUNTEER PLATFORMS

Kychak V.M., Krasilenko V.G., Nikitovich D.V. 1244
MODELING AND DESIGN OF CODE-CONTROLLED MULTIFUNCTIONAL CONTINUOUS-LOGIC DEVICES, AS A BASIC CELLS OF ADVANCED MIMO-STRUCTURES AND HIGH-PERFORMANCE SENSOR SYSTEMS

Nesterenko S.A., Alokhin A.O. 1260
PROCEDURE FOR SELECTING A NETWORK CHANNEL OF THE IEEE 802.3AZ STANDARD FOR HETEROGENEOUS TRANSACTIONS

Podkovalihina O.O., Shcherbyna D.S. <i>AUTOMATED CATARACT DIAGNOSTICS: INTEGRATION OF SOFTWARE ENGINEERING AND STATISTICAL METHODS</i>	1273
Андрухів Д.І., Гнедко Н.М. <i>ВПЛИВ VR ТА AR-ТЕХНОЛОГІЙ НА ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ТА ВЗАЄМОДІЮ СТУДЕНТІВ З НАВЧАЛЬНИМ МАТЕРІАЛОМ</i>	1288
Бабенко І.І. <i>СУЧАСНА ЗВУКОВА СИСТЕМА ДЛЯ КЛУБУ : ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ</i>	1300
Бажак О.В., Квасников П. К. <i>ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СУДЕН В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ</i>	1310
Бажак О.В., Денісова А.С. <i>ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ У СУДНОБУДУВАННІ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВАГИ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ</i>	1322
Балакіна М.М., Мельник Л.О., Семінська О.О., Ремез С.В. <i>ІНТЕГРАЦІЙНИЙ ПРОЦЕС УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЯ-КОАГУЛЯЦІЯ В ВИДАЛЕННІ ПРИРОДНИХ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК З ПОВЕРХНЕВИХ ВОД</i>	1333
Бойко О.Р., Ліман В.В., Хрущак С.В., Шептяков І.О. <i>ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМОВНИХ ВЕБ-ДОДАТКІВ В УКРАЇНСЬКОМУ ІНТЕРНЕТ-ПРОСТОРІ</i>	1346
Булина Я.В., Дуло В.В., Міца О.В., Пецко В. І. <i>СТРУКТУРНО-ОРІЄНТОВАНА ОПТИМІЗАЦІЯ ОПЕРАЦІЙ У СКІНЧЕННИХ ПОЛЯХ ДЛЯ КРИПТОГРАФІЧНИХ ХЕШ-ФУНКЦІЙ</i>	1357
Гілета І.В., Карнаухов В.А., Кіселик Р.О., Коминар Т.Н. <i>СУБСТРАКТНИЙ АНАЛІЗ ГРАФІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ</i>	1366
Гірник В.І., Жирова Т.О. <i>ВИКОРИСТАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ПІДМІНІ ОСОБИ ТА ШАХРАЙСТВУ ПІД ЧАС ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ</i>	1375
Гладь І.В., Габльовська Н.Я. <i>ДОСЛІДЖЕННЯ ГАРМОНІЧНОГО СПЕКТРУ ТА ВІДХИЛЕНЬ НАПРУГИ В МАЛОПОТУЖНИХ АВТОНОМНИХ ГЕНЕРАТОРАХ</i>	1388
Горват П.П., Валько П.П., Шевчук Д.О., Дубкович Т.І. <i>РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ МОДЕЛІ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВІДБОРУ ПЕРСОНАЛУ ДЛЯ ІТ-ПРОЄКТІВ</i>	1398

Гриценко В.Г., Дєєв К.С., Худолій Є.П. <i>ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ДАНИХ У КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ: ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</i>	1410
Дідківський А.А., Сілагін О.В. <i>ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОЦЕСУ РОЗПІЗНАВАННЯ ДЕРМАТОЛО- ГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ НА ЗОБРАЖЕННІ ЗАСОБАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ</i>	1426
Добришев Р.Є. <i>ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛЬНИХ ПОДІЙ В БАГАТОЛЮДНИХ СЦЕНАХ</i>	1437
Домашенко Д.Г., Морозов Д.М., Домашенко С.В., Гнєздовський О.В. <i>ТРАНСФОРМАЦІЯ ПІДХОДІВ ДО БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ: ВІД ОПИСОВИХ МЕТОДІВ ДО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ</i>	1450
Євсєєва Н.О., Сухонос Р.Ф., Рябошапка Н.Є. <i>ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ОКРЕМИХ ТЕПЛОВИХ ЗАДАЧ В МАШИНОБУДУВАННІ ТА МЕТАЛУРГІЇ</i>	1469
Зелений В.Є., Козловський А.В. <i>ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЛОКАЛІЗАЦІЇ В НАВЧАННІ ЗІ СЛАБКИМ КОНТРОЛЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ БАЗОВИХ МОДЕЛЕЙ І УТОЧНЕННЯ ПСЕВДОМІТОК З УРАХУВАННЯМ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ</i>	1483
Зінченко Я.В., Курята Я.Е., Лазута Р.Р., Могилевич В.Д., Могилевич В.Д. <i>МЕТОДИ КРИПТОГРАФІЧНОГО ЗАХИСТУ ТА АВТЕНТИФІКАЦІЇ В МЕРЕЖАХ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ</i>	1492
Зіняк Б.Б. <i>СЕМІОТИЧНИЙ ВИМІР ІНТЕРФЕЙСІВ У ВЗАЄМОДІЇ ЛЮДИНИ І ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ</i>	1503
Ігнатенко П.А., Висоцький О.В., Дєєв К.С. <i>АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІНТЕГРАЦІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ</i>	1516
Ігнатоля П.М., Олімпієва Ю.І., Нікулін А.С. <i>ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ПРОМИСЛОВИХ ПІД- ПРИЄМСТВ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПЕРІОД ПІСЛЯВОСННОГО ВІДНОВЛЕННЯ</i>	1529
Калашник В.Ю., Мельник Г.В., Злотенко Б.М. <i>ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ У РЕЖИМІ ЦИФРОВОГО ПОТОКУ: АДАПТИВНІ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ТЕКСТУ ТА КОНТЕКСТНО-ОРІЄНТО- ВАНЕ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ</i>	1547

	Кандиба І.О., Фісун М.Т. <i>АНАЛІЗ УСПІШНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗАСОБАМИ WEKA</i>	1558
	Кандиба І.О., Гончаров Д.С. <i>ІНТЕГРАЦІЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ WEKA ДО БАГАТОРІВНЕВОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ</i>	1571
	Клічук Б.М., Хавалко В.М. <i>АРХІТЕКТУРА ТА КОМПОНЕНТИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ</i>	1585
	Коваль А.В. <i>АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ У ХМАРНИХ СИСТЕМАХ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА БАЗІ GPT</i>	1601
	Кондрат О.О., Голомб Р.М., Кондрат О.Б., Левчук О.М., Вапнічний С.Д., Міца В.М. <i>РАДІАЦІЙНА СТІЙКІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ НА ОСНОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТОНКОПЛІВКОВИХ СТРУКТУР</i>	1616
	Кондрат О.Б., Батаєв С.В., Васильєва Н.Б., Кришан О.Ф. <i>ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ БІЗНЕС-МОДЕЛЕЙ: ВПЛИВ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІТ-ІННОВАЦІЙ НА СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ</i>	1628
	Корнута В.А., Корнута О.В. <i>ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ UI/UX ДИЗАЙНУ ЦИФРОВИХ ПРОДУКТІВ НА ПОВЕДІНКУ КОРИСТУВАЧІВ</i>	1641
	Кошева Л.О., Кучеренко В.Л., Барановський Д.М. <i>ОПТИМІЗАЦІЯ КРИТЕРІЮ ЗАРОДЖЕННЯ НЕСПРАВНОСТІ ЯК ЧИННИК ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МЕДИЧНИХ ВИРОБІВ</i>	1651
	Кудін А.С. <i>ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ АВАРІЙНИМ СИТУАЦІЯМ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ</i>	1662
	Кудряшова А.В., Коляно С.Я., Терновий В.М., Білецький Ю.О. <i>КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ UX-ДИЗАЙНУ ЦИФРОВИХ ІНТЕРФЕЙСІВ НА ОСНОВІ ВІКОВИХ ТА ГЕНДЕРНИХ ОЗНАК</i>	1672
	Кудряшова А.В., Терновий В.М. <i>МОДЕЛЬ СИСТЕМИ БЕЗКОНТАКТНОГО ВІДКРИВАННЯ ДВЕРЕЙ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПРОТОКОЛУ ШИФРУВАННЯ</i>	1683

Липенков І.В. <i>ЗАСТОСУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА НА СУЧАСНИХ МОРСЬКИХ СУДНАХ</i>	1691
Лозовик Ю.М., Помазун О.М., Гребешкова О.М. <i>ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ</i>	1700
Лось М.В. <i>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ОСОБИСТОСТІ: СУЧАСНІ ІТ-ЗАСОБИ ТА ПРОБЛЕМИ ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ</i>	1715
Лях І.М., Морохович В.С., Кляп М.М., Петрус В.М. <i>АНАЛІТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ FIRST ARTICLE INSPECTION У ВИРОБНИЦТВІ</i>	1725
Мамон О.В., Полтавський Д.А., Артеменко О.І. <i>МЕТОДИ ПОКРАЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ШВИДКОСТІ РОБОТИ КРОСПЛАТФОРМНИХ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ</i>	1739
Мануйленко Р.І. <i>ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ СТАНУ ГАЗОНОСНОГО МАСИВУ</i>	1756
Манюк О.М., Соколовський Я.І. <i>КЛІТИНО-ІЄРАРХІЧНА СТРАТЕГІЯ ІТЕРАТИВНОЇ ПОБУДОВИ НЕРЕГУ- ЛЯРНИХ ТРИАНГУЛЯЦІЙНИХ СІТОК</i>	1768
Мартинов О.С., Шкраб Р.Р. <i>ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СОЦІАЛЬНИХ МЕДІА</i>	1786
Марченко О.В., Корнага Я.І., Губський А.М., Базака Ю.А. <i>АЛГОРИТМ РУХУ АВТОНОМНОГО МОБІЛЬНОГО РОБОТА В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ РЕЛЬСФУ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА</i>	1799
Мельникова Н.І., Фаріон М.Я. <i>ЗАХИСТ ДАНИХ ПРИ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ</i>	1808
Михайлів А.П. <i>АНАЛІЗ ЯКОСТІ МАРКУВАННЯ ЗРАЗКІВ ЗВУКУ КОТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ SPEECHBRAIN ТА CLEANLAB</i>	1826

- Нежуренко О.Г.** 1835
*ЕФЕКТИВНІСТЬ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ
МЕРЕЖЕВОГО ТРАФІКУ*
- Некрилов А.М.** 1848
*АДАПТАЦІЯ ЗАКОРДОННИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВ-
НОСТІ ВІКОН ЯК ЄДИНОЇ СИСТЕМИ «ВІКНО -ТКАНИННЕ ПОКРИТТЯ»
ДЛЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ*
- Нестеренко О.Б.** 1860
*МАТЕМАТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ТРАНСФОРМЕРНИХ
СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЯХ ДЛЯ
РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ*
- Нечепуренко А.І., Андрієнко В.А.** 1873
*ВПРОВАДЖЕННЯ AGILE В УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЕКТАМИ: ВИКЛИКИ,
РІШЕННЯ ТА АДАПТИВНІ ПІДХОДИ*
- Павелчак-Данилюк О.Б., Довбуш А.В.** 1882
*ПОСДНАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ПРОГРАМУВАННЯ: СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ
УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ*
- Парахненко В.Г., Гончарук В.В., Мандебура С.В.** 1893
*МЕТОДОЛОГІЯ ІНТЕГРОВАННИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ: ВІД
ЛАНДШАФТНОЇ ЕКОЛОГІЇ ДО ЗАГАЛЬНОЇ ТА НЕОЕКОЛОГІЇ*
- Парашенко В.А., Берест О.Б.** 1909
*ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ТА
СИНТЕЗУ СЛОВНИКА ОЗНАК ДЛЯ СППР ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
КОДОВИХ БАЗ*
- Парашук С.Д., Васильковська Ж.В., Василенко І.М., Щербина О.В.** 1925
*ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЕКТАМИ: ПРИНЦИПИ, МЕТОДИ ТА
ІНСТРУМЕНТИ*
- Переяславська С.О., Майданевич Л.О., Редич О.В.** 1934
*МЕТОДИ ВІЯВЛЕННЯ ТА ЗАПОБІГАННЯ КІБЕРАТАКАМ НА ОСНОВІ
ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ*
- Пономарьова О.А., Вельмагіна Н.О.** 1949
*ГЕЙМІФІКАЦІЯ В ОСВІТІ: ВПЛИВ НА МОТИВАЦІЮ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ
НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ*

- Потапова Н.А., Байраківська В.В., Волонтир Л.О., Рузакова О.В.** 1960
ПРАКТИКА АЛГОРИТМІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОЦЕСАХ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ ВІЗУАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ
- Проскурняк А.В.** 1971
МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ КАСКАДНИХ ЗБОЇВ У КРИТИЧНІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
- Пурський О.І., Підгорна Т.В., Томашевська Т.В., Демідов П.Г.** 1982
АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ WEB-СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОЇ ТОРГІВЛІ
- Резанова В.Г., Гольдберг М.І., Яхно В.М.** 1993
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ МІКРОВОЛОКОН: ДОСЛІДЖЕННЯ, СТВОРЕННЯ, ПРОГРАМНЕ РОЗВ'ЯЗАННЯ, АНАЛІЗ
- Римар П.В., Гуменчук П.С.** 2007
РОЗРОБКА ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМИ ДЛЯ РОБОТИ З ГЕНЕРАТИВНИМ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ
- Руденко Ю.О., Агаджанова С.В., Агаджанов-Гонсалес К.Х., Баталова А.Б., Вьюненко О.Б.** 2019
АНАЛІЗ ІНТЕРАКТИВНИХ ДАШБОРДІВ ЯК ІНСТРУМЕНТУ ПІДТРИМКИ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ
- Рябенко А.Є., Бакурова А.В., Терещенко Е.В., Кузькін О.Ф., Матюхін А.Ю.** 2030
СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ КОМАНД
- Рябоконт В.В.** 2043
ЕТИЧНЕ ТЕСТУВАННЯ Й СЕРТИФІКАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: ЄВРОПЕЙСЬКІ СТАНДАРТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ
- Селютін Д.А.** 2063
ВИКОРИСТАННЯ ФІНГЕРПРИНТІВ У ПРОЦЕСІ ОЦІНЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ З ІТ
- Семененко Ю.С.** 2074
АВТОМАТИЗАЦІЯ ФРОНТЕНДУ ЯК ЗАСІБ ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ І ПРИСКОРЕННЯ РОЗРОБКИ ПЗ

- Супрун О.О.** 2088
ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ТА НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В СИСТЕМАХ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ
- Тимченко О.В., Багнюк І.С.** 2102
МЕТОДИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ
- Тиский Х.М.** 2113
РОЛЬ ГЕНЕРАТИВНОГО AI У ТРАНСФОРМАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ: ВІД АВТОМАТИЗАЦІЇ ДО КРЕАТИВНОСТІ
- Федорчук А.Л., Довгань І.А., Постова С.А.** 2124
МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ У НАВЧАННІ СУЧАСНИМ ТЕХНОЛОГІЯМ ВЕБРОЗРОБКИ
- Федун В.І.** 2139
РОЗРОБКА ОПТИМІЗОВАНИХ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ IOS-ПРИСТРОЇВ З ОБМЕЖЕНИМИ РЕСУРСАМИ НА ОСНОВІ ФРЕЙМВОРКУ APPLE CORE ML
- Фесьоха Н.О., Нестеров О.М.** 2151
ГІБРИДНИЙ МЕТОД АДАПТИВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ
- Фоменко А.В.** 2165
СУЧАСНІ ІТ-РІШЕННЯ В ГУМАНІТАРНІЙ СФЕРІ: КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ВІРТУАЛЬНОГО ХАБУ НА ОСНОВІ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ
- Фомін О.С.** 2177
ІШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ БПЛА ЗА РАДІОСИГНАЛАМИ
- Хаханов В.І., Хаханова Г.В., Шевченко О.Ю., Безродний В.В.** 2186
ТАБЛИЦЯ ІСТИННОСТІ ЯК МОДЕЛЬ СТРУКТУР ДАНИХ ТА ГЕНОМ ЛОГІКИ
- Шабанов Бунямін Шаміль Огли, Шерстюк В.Г.** 2197
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ РЕКУРСИВНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ СИНТЕЗУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ
- Шаповал Н.О.** 2207
ВПЛИВ МІЖАТОМНИХ ВЗАЄМОДІЙ НА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ НА НАНОУРОВНІ

Швайкін О.В.

2215

АЛГОРИТМІЧНІ МЕТОДИ МІНІМІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО БОРГУ В ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Шинкаренко О.О., Сілагін О.В.

2226

ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ В НЕЧІТКОМУ МОДУЛІ УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ ЗАМКНУТОГО ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Шукайло В.Р., Шерстюк В.Г., Жарікова М.В.

2235

ВИКОРИСТАННЯ АСОЦІАТИВНО-ЛОГІЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ДЛЯ ПОДАННЯ АЛГЕБРО-ПРЕДИКАТНИХ СТРУКТУР

СЕРІЯ «Фізико-математичні науки»

Байдак Ю.В.

2246

ДИНАМІКА ТЕПЛООБМІНУ У ТЕПЛОВИХ СИСТЕМАХ

Русавський О.О., Ротштейн О.П., Зелінська О.В.

2260

СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКИ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ КОГНІТИВНИХ КАРТ

УДК 53.092+519

[https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-5\(46\)-2207-2214](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-5(46)-2207-2214)

Шаповал Наталя Олександрівна доцент кафедри фізики та математики, Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв, (097) 307-7323, <https://orcid.org/0000-0002-5452-8148>.

ВПЛИВ МІЖАТОМНИХ ВЗАЄМОДІЙ НА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ НА НАНОУРОВНІ

Анотація. У даній роботі розглядаються методи і моделі, що використовуються для вивчення фізичних властивостей матеріалів на нанорівні, зокрема, метод молекулярної динаміки. В статті досліджується, як парна взаємодія атомів і припущення про далеко діючі сили впливають на міцнісні та теплофізичні властивості матеріалів. Особлива увага приділяється аналізу поширення збурень через електромагнітне поле і віртуальні частинки, що заповнюють міжатомний простір.

Розглядаються теоретичні аспекти впливу електромагнітних і гравітаційних полів на матеріали, а також взаємодія цих полів з віртуальними частинками при температурі абсолютного нуля. Показано, що збурення в структурній одиниці речовини не можуть поширюватися зі швидкістю світла, оскільки на них впливає поле, створене атомами.

У дослідженні також висвітлюється зв'язок між фононами та фотонами, які є суттю одного і того ж фізичного явища, але відповідають за різні аспекти: фонони – за теплоємність і теплопровідність, а фотони – за спектр випромінювання електромагнітної енергії. Описується залежність енергії і кількості фононів та фотонів від температури, що дозволяє глибше зрозуміти їхню роль у фізичних процесах на нанорівні.

Результати дослідження дозволяють глибше зрозуміти природу міжатомних взаємодій на нанорівні та їхній вплив на фізичні властивості матеріалів. Це відкриває нові перспективи для розробки матеріалів з поліпшеними характеристиками, що можуть бути використані в різних галузях науки і техніки, включаючи нанотехнології, електроніку та матеріалознавство.

Ключові слова: нанорівень, молекулярна динаміка, міжатомні взаємодії, теплофізичні властивості, електромагнітні поля, віртуальні частинки, фонони, фотони, теплопровідність, теплоємність, нанотехнології, міцність матеріалів.

Shapoval Natalya Oleksandrivna Ph.D., Associate Professor of the Department of Physics and Mathematics, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, (097) 307-7323, <https://orcid.org/0000-0002-5452-8148>

THE IMPACT OF INTERATOMIC INTERACTIONS ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF MATERIALS AT THE NANOSCALE

Abstract. This paper examines the methods and models used to study the physical properties of materials at the nanoscale, particularly the molecular dynamics method. The paper investigates how the pairwise interaction of atoms and the assumption of long-range forces affect the strength and thermophysical properties of materials. Special attention is paid to the analysis of the propagation of disturbances through the electromagnetic field and virtual particles that fill the interatomic space.

The theoretical aspects of the influence of electromagnetic and gravitational fields on materials are considered, as well as the interaction of these fields with virtual particles at absolute zero temperature. It is shown that disturbances in the structural unit of matter cannot propagate at the speed of light because they are influenced by the field created by the atoms.

The study also highlights the relationship between phonons and photons, which are the essence of the same physical phenomenon but are responsible for different aspects: phonons for heat capacity and thermal conductivity, and photons for the spectrum of electromagnetic energy radiation. The dependence of the energy and quantity of phonons and photons on temperature is described, allowing for a deeper understanding of their role in physical processes at the nanoscale.

The research results provide a deeper understanding of the nature of interatomic interactions at the nanoscale and their impact on the physical properties of materials. This opens up new perspectives for the development of materials with improved characteristics that can be used in various fields of science and technology, including nanotechnology, electronics, and materials science.

Keywords: nanoscale, molecular dynamics, interatomic interactions, thermophysical properties, electromagnetic fields, virtual particles, phonons, photons, thermal conductivity, heat capacity, nanotechnology, material strength.

Постановка проблеми. Вивчення фізичних властивостей матеріалів на нанорівні є одним з найактуальніших напрямів сучасної науки та техніки. З розвитком нанотехнологій виникла необхідність у розумінні та моделюванні взаємодій на рівні атомів і молекул, що дозволяє створювати матеріали з унікальними властивостями. Якщо розглядати речовини на мікрорівні за допомогою метода структурних одиниць, то залишаються не вирішеними декілька питань. Теоретичне дослідження фізичних властивостей речовини на нано та мікрорівні є актуальною задачею в сучасній науці.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Уявлення про фонони широко використовується у фізиці твердого тіла. Фонони називають квазічастинками, оскільки, хоча вони цілком реальні, існують лише в кристалах: поза

середовищем їх немає. Крім фононів, є й інші типи квазічастинок [1]. Теплові коливання ґратки можна розглядати як фононний газ, при низьких температурах — ідеальний. При дуже високих температурах ґратка плавиться, і модель невзаємодіючих фононів непридатна: вони перестають бути вільними [2, 3]. Перевага уявлення про фонони полягає в тому, що в рамках фононної теорії властивості твердого тіла розглядаються як властивості ансамблю великої кількості незалежних квазічастинок.

Мета цієї роботи полягає в дослідженні фізичних властивостей матеріалів на нанорівні за допомогою методу молекулярної динаміки. Зокрема, стаття спрямована на аналіз впливу міжатомних взаємодій на міцнісні та теплофізичні властивості матеріалів.

Виклад основного матеріалу. При вивченні фізичних властивостей матеріалів на нанорівні використовуються різні методи та моделі для опису міцних, теплофізичних властивостей матеріалів [3]. Найчастіше використовується метод молекулярної динаміки, що базується на парній взаємодії атомів речовини, в припущенні, що ці сили є далькодійними. Іншими словами, ці сили (притягання та відштовхування) можуть діяти на відстанях більших за міжатомну відстань r_0 , тобто $r_i = r_0 \cdot i$, де $i = 1, 2, 3 \dots N$. В принципі будь-яке фізичне поле може поширюватися на нескінченність, але величина його буде обернено пропорційна r_0^N . На такій відстані величина цього поля буде практично дорівнювати нулю. Припустимо, що збурення передається електромагнітним полем, яке може поширюватися зі швидкістю світла $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. Тоді збурення близького атома (час перехідного процесу)

дійде за час $t_{nep} = \frac{r_0}{c} = \frac{2,845 \cdot 10^{-10}}{3 \cdot 10^8} \approx 10^{-18} \text{ с}$, а для того, щоб атом пройшов цю відстань, при максимальній силі взаємодії, йому знадобиться час

$$t = \sqrt{\frac{2r_0 \cdot m}{2a\varepsilon}} = \sqrt{\frac{2,845 \cdot 10^{-10} \cdot 10^{-23}}{1,34 \cdot 10^{10} \cdot 0,668 \cdot 10^{-19}}} = \sqrt{3,14 \cdot 10^{-30}} = 1,46 \cdot 10^{-15} \text{ с}.$$

Це говорить про те, що в структурній одиниці речовин швидкість збурення (силового або електромагнітного) поля менша швидкості світла на три порядки. Іншими словами, в структурній одиниці збурення не можуть поширюватися зі швидкістю світла у вакуумі, тому що на електромагнітну хвилю впливає поле, створене атомами структурної одиниці речовини. А якщо припустити, що в просторі структурної одиниці знаходиться поле, яким володіє субстанція, що заповнює міжатомний простір структурної одиниці і це поле має природу, подібну до електромагнітного поля. Підстава для цього існує: поширення у вакуумі монохроматичної електромагнітної хвилі, в якому немає ні вільних зарядів, ні струмів, а хвиля поширюється з постійною швидкістю $c = 3 \cdot 10^8$ м/с практично без втрат, при цьому вектор Умова-Пойнтінга, згідно феноменологічної моделі існування електромагнітного поля

Максвелла, є вихровим. Це означає, що зникнення електричного поля E породжує магнітне поле B і навпаки зникнення магнітного поля B породжує електричне поле E . І все це відбувається у середовищі, де немає ні зарядів, ні струмів. Більше того, в цьому середовищі дотримується закон збереження енергії, в одиниці об'єму цього середовища (тобто $W(B) = W(E)$), процес йде без втрат енергії [1].

Виникає питання, чому вакуум дозволяє електромагнітній і гравітаційній хвилі поширюватися в цьому середовищі без втрати енергії $W(B) = W(E)$. І інше питання, як без наявності зарядів може існувати електричне поле E , а без кругових струмів існувати магнітне поле B .

Для того, щоб примирити ці протиріччя необхідно припустити, що міжатомний простір (тобто вакуум) є полем віртуальних частинок, що володіють зарядом, віртуальною масою і віртуальною енергією при температурі абсолютного нуля $T = 0$ К, ($W(0) \neq 0$, $m_0 = \frac{W(0)}{c^2}$) і при поширенні в ньому різних збурень; електромагнітних, гравітаційних (вони зараз знайдені) це поле підживлює їх енергією в кожній точці цього простору. Завдяки цьому і поширюються електромагнітні і гравітаційні поля в цьому просторі.

Віртуальність у цій статті має на увазі те, що ці частинки не можуть виникнути в якій-небудь точці простору, поки флуктуація енергії ΔW не досягне певних значень за даний проміжок часу Δt , тобто $\Delta W \cdot \Delta t = h$. З цього випливає, що час для народження тієї чи іншої (віртуальної) частинки повинен бути більшим Δt , тобто $t \geq \Delta t$. Згідно з Ейнштейном, сплеск енергії в даній точці простору може породити частинку з масою $m = \frac{\Delta W}{c^2} = \frac{h}{\Delta t \cdot c^2} = 0,669 \cdot 10^{-40} \cdot \Delta t^{-1}$. Проте ця маса є віртуальною в проміжку часу $t = 0 + \Delta t$. Якщо за цей проміжок часу флуктуація енергії ΔW звернеться до нуля, дана маса зникне, не встигнувши з'явитися. Подібне відбувається при народженні фотонів і фононів [4].

Слід зазначити, що фонони і фотони є суттю одного і того ж фізичного явища. У квантовій фізиці за допомогою фононів пояснюється поняття теплоємності, а за допомогою фотонів явище теплового випромінювання. Враховуючи те, що теплоємність є функцією температури $c = f(T)$, тоді і енергія фононів повинна залежати від температури. Якщо прийняти за квант теплової енергії фонона енергію $\varepsilon_{\phi n} = k_B \cdot T$, де k_B – постійна Больцмана. З цього випливає, що число фононів пропорційне температурі T . Тоді кількість фононів в тепловому випромінюванні, при даній частоті ω_i та $T = \text{const}$ буде

$$N_{\phi n_i} = \frac{\varepsilon(\omega_i, T)}{k_B \cdot T}, \quad (1)$$

з іншого боку число фотонів частотою ω_i буде

$$N_{\phi_{n_i}} = \frac{\varepsilon(\omega_i, T)}{h\omega_i} \quad (2)$$

Згідно з теорією Планка, енергія всіх фотонів, що беруть участь в тепловому випромінюванні, при температурі $T = 1$ К, буде

$$\int_0^{\infty} \varepsilon(\omega, T) d\omega = 1,67 \cdot \varepsilon_{\max}(\omega_{\max}, T) \cdot \omega_{\max}(T), \quad (3)$$

де $\varepsilon_{\max}(\omega_{\max}, T)$ і $\omega_{\max}(T)$ - функції температури [1].

Якщо інтегральну енергію теплового випромінювання при температурі $T = 1$ К прийняти за енергію кванта фонона, то її можна записати так

$$\int_0^{\infty} \varepsilon_{\phi_n}(\omega, T) = \varepsilon(\omega, T) \cdot \varepsilon_{\max}(\omega, T) \cdot \omega_{\max}(T), \quad (4)$$

де 1,67 – площа підінтегральної функції у безрозмірному вигляді.

Використовуючи цей вираз можна обчислити кількість фотонів відповідної частоти ω_i , що міститься при температурі T в тепловому випромінюванні

$$N_{\phi_m}(\omega_i, T_j) = \frac{\varepsilon_{\phi_n}(\omega_i, T_j) \cdot \varepsilon_{\max}(T)}{h\omega_i \omega_{\max}(T)} \quad (5)$$

Враховуючи, що в безрозмірному вигляді площа підінтегральної кривої не залежить від T і є постійною 1,67 в діапазоні частот від 0 до ∞ , значення цього інтеграла будуть залежати тільки від масштабного коефіцієнта.

$$M(\omega, T) = \varepsilon_{\max}(\omega_{\max}, T) \cdot \omega_{\max}(T) = 1,69 \cdot 10^{-6} \cdot T^4, \quad (6)$$

де $\varepsilon_{\max}(T) = 0,5468 \cdot 10^{-17} \cdot T^3$, $\omega_{\max}(T) = 3,706 \cdot 10^{11} \cdot T$.

Якщо прийняти енергію кванта фонона $\varepsilon_{\kappa_{\phi_n}} = k_B \cdot T$, тоді з цього випливає, що енергія фононів, як і фотонів залежить від частоти ω_i . При цьому кількість фононів і фотонів, згідно з виразом (5), пропорційна квадрату температури T^2 . при цьому в одному фононі частотою ω_i міститься певна кількість квантів енергії $\varepsilon_{\omega_i} = h\omega_i$.

Число фононів частот випромінювання ω_i й число квантів частоти ω_i запишеться так

$$N_{\phi_{n_i}}(\omega_i) = \frac{\varepsilon(\omega_i, T) \cdot \varepsilon_{\max}(T)}{k_B \cdot T}, \quad (7)$$

$$N_{\phi_m}(\omega_i) = \frac{\varepsilon(\omega_i, T) \cdot \varepsilon_{\max}(T)}{h\omega_i \omega_{\max}(T)}. \quad (8)$$

Тоді, число фотонів у фононі частотою ω_i , буде

$$\frac{N_{\phi n}(\omega_i)}{N_{\phi m}(\omega_i)} = \frac{\varepsilon^0(\omega_i, T) \varepsilon_{\max}^0(T) \hbar \omega_i \omega_{\max}^0(T)}{k_B T \varepsilon^0(\omega_i, T) \varepsilon_{\max}^0(T)} = \frac{\hbar \omega_i \omega_{\max}^0(T)}{k_B T} =$$

$$= \frac{\hbar \omega_i \cdot 3,706 \cdot 10^{11} T}{k_B T} = \frac{\hbar}{k_B} \omega_i \cdot 3,706 \cdot 10^{11} = \frac{1,02 \cdot 10^{-34} \cdot 3,706 \cdot 10^{11}}{1,38 \cdot 10^{-23}} = 2,64 \omega_i$$

З чого випливає, що фонони і фотони є суттю електромагнітного поля. Тоді не зрозуміло, чому фонони відповідають за теплоємність і теплопровідність, а фотони відповідають за спектр випромінювання електромагнітної енергії. З виразу (9) випливає, що в одному фононі частот ω_i міститься від 0 до $2,64 \omega_i$, де $\omega_{\phi} \approx 10$, тобто порядку кількох десятків.

Однак, якщо за квант енергії фонуна прийняти енергію теплового випромінювання, відповідного температурі $T = 1$ К, тоді фонони не будуть залежати від частоти ω_i

$$\varepsilon_{\kappa \phi n}^0 = \int_0^{\infty} \varepsilon^0(\omega, T) d\omega = (e^x - 1) \frac{\pi^4}{15x^4} \quad (10)$$

$$\text{де } \varepsilon^0(\omega, T) = \omega \frac{e^x - 1}{e^{x\omega} - 1}, \text{ а } x = 2,83.$$

З виразу (10) видно, що у безрозмірному вигляді $\varepsilon_{\kappa \phi n}^0$ не залежить від температури, тому що $x = \text{const}$.

Тоді з співвідношень (4, 5) буде впливати, що фонони не залежать від частоти коливань фотонів, а їх кількість пропорційна четвертому ступеню температури

$$N_{\phi n}(T_j) = \frac{\int_0^{\infty} \varepsilon^0(\omega, T) d\omega}{\int_0^{\infty} \varepsilon^0(\omega, 1) d\omega} = \frac{M(\omega, T)}{M(\omega, 1)} = \frac{1,69 \cdot 10^{-6} \cdot T^4}{1,69 \cdot 10^{-6} \cdot 1^4} = \frac{T^4}{1} = T^4. \quad (11)$$

Кількість фотонів, що мають частоту ω_i , де $i = (0 \div \infty)$ при температурі T , буде

$$N_{\phi m} = \frac{\varepsilon^0(\omega_i, T) \cdot \varepsilon_{\max}^0(T)}{\hbar \omega_i \omega_{\max}^0(T)}, \quad (12)$$

$$\text{де } \varepsilon_{\max}^0(T) = 0,5468 \cdot 10^{-17} \cdot T^3, \quad \omega_{\max}^0(T) = 3,706 \cdot 10^{11} \cdot T.$$

Тоді,

$$N_{\phi m} = \frac{\varepsilon^0 \left(\omega_i, T \right)}{\omega_i} \cdot \frac{0,5468 \cdot 10^{-17} \cdot T^3}{1,02 \cdot 10^{-34} \cdot 3,706 \cdot 10^{11} \cdot T} = \frac{\varepsilon^0 \left(\omega_i, T \right)}{\omega_i} \cdot 0,145 \cdot 10^6 \cdot T^2 \quad (13)$$

Зміна $\varepsilon^0 \left(\omega_i, T \right)$ лежить у діапазоні від 0 до 10, наприклад, відносний

частоті $\omega(T) = 4,7$ відповідає $T = 1547$ К. величина $\frac{\varepsilon^0 \left(\omega_i, T \right)}{\omega_i}$ змінюється у діапазоні $(0 \rightarrow 1 \rightarrow 0)$.

З двох гіпотез, коли за квант фонона приймається величина $\varepsilon_{\kappa \phi n} = k_B \cdot T$, впливає, що фонони і фотони мають одну і ту ж частоту ω_i і при цій частоті співвідношення фононів і фотонів залежить від постійної і частоти ω_i (вираз (9)). І відрізняються всього на один порядок 26,4, при $\omega_\infty \approx 10$. Це наводить на думку, що ці поняття є суттю одного і того ж фізичного явища і природи.

Якщо за квант фонона прийняти енергію теплового випромінювання при температурі $T = 1$ К (поблизу абсолютного нуля)

$$\varepsilon_{\kappa \phi n}^0 = \int_0^\infty \varepsilon^0 \left(\omega, T \right) d\omega^0 = (e^{2,83} - 1) \frac{\pi^4}{15 \cdot (2,83)^4}.$$

Тоді фонони не будуть залежати від частоти коливань фотонів, а їх кількість буде пропорційна четвертому ступеню $\frac{T^4}{1K}$, і тоді в одному фононі (вираз (13)) буде міститися кількість фотонів частотою ω_i пропорційних $const(\omega_i) \cdot T^2$, тобто квадрату температури і має дотримуватися r речовини

$$M(\omega, T) \cdot \int_0^\infty \varepsilon^0 \left(\omega, T \right) d\omega^0 = \sum_{i=0}^\infty N_{\phi m}(\omega_i) \hbar \omega_i.$$

Висновки.

Отримані результати повністю відповідають квантовій теорії теплового випромінювання. Запропонована методика дає можливість знайти взаємозв'язок між квантами, які обумовлюють перенесення теплової енергії при теплопровідності і фізичною сутністю теплоємності тіла в об'ємі структурної одиниці. В свою чергу, взаємозв'язок дасть можливість пояснити природу фізичних понять при вивченні твердих тіл.

Таким чином, подальші дослідження в цьому напрямку є необхідними для розширення нашого розуміння фізичних властивостей матеріалів і розвитку нових технологій на основі наноматеріалів.

Література:

1. Загальний курс фізики: У 3 т./ За ред.. І.М. Кучерука. – 2-ге вид., випр. Т.3: Оптика. Квантова фізика – К.: Техніка, 2006. – 518 с.
2. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : Навчальний посібник / В. О. Пчелінцев, А. І. Дегула. – Суми: Сумський державний університет, 2012. 247 с.
3. Фізика твердого тіла / М. Курик, В. Цмоць. – К.: Вища шк., 1985. – 343 с.
4. Мочалов А. А. Анализ взаимосвязи фотонов и фононов / А. А. Мочалов, Н. А. Шаповал, Т. А. Ткаченко, Е. П. Бойко // ScienceRise научный журнал Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. – Харьков, 2017. – № 5/2 (34). – С. 45-49.

References:

1. Kucheruka I.M. Zahal'nyy kurs fizyky [General course of physics]. Tom.3: Optyka. Kvantova fizyka [Volume 3: Optics. Quantum physics]. 2006. – 518. [in Ukrainian].
2. Pchelintsev V. O., Degula A. I. (2012). Mehanichni vlastyvoli ta konstruktsiyna mitsnist materialiv [Mechanical properties and structural strength of materials]. – Sumy: Sumy State University [in Ukrainian].
3. Kuryk M., Tsmots' V. Fizyka tverdoho tila [Solid state physics]. 1985. – 343.
4. Mochalov A. A. Shapoval N. A., Tkachenko T. A., Boyko Ye. P. Analiz vzaimosvyazi fotonov i fononov [Analysis of the relationship between photons and phonons]. ScienceRise: scientific journal of Taras Shevchenko National University of Kyiv. – Kharkiv. –2017. – № 5/2 (34). – 45-49.

Журнал

«Наука і техніка сьогодні»

*(Серія «Педагогіка», Серія «Право», Серія «Економіка»,
Серія «Фізико-математичні науки», Серія «Техніка»)*

Випуск № 5(46) 2025

Формат 60х90/8. Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman.

Ум. друк. арк. 8,2. Наклад 100 прим.

Видавець:

Громадська наукова організація «Всеукраїнська асамблея докторів наук з державного управління»
Свідоцтво серія ДК №4957 від 18.08.2015 р., Андріївський узвіз, буд.11, оф 68, м. Київ, 04070.