



Наукові перспективи
Видавнича група

№ 5 (33)

2024

НАУКА і ТЕХНІКА

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

СЬОГОДНІ



З Україною

в серці!



Видавнича група «Наукові перспективи»

**Громадська наукова організація «Всеукраїнська Асамблея
докторів наук із державного управління»**

Громадська організація «Асоціація науковців України»

«Наука і техніка сьогодні»

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

Випуск № 5(33) 2024

Київ – 2024

Publishing Group «Scientific Perspectives»

**Public Scientific Organization «Ukrainian Assembly of
Doctors of Sciences in Public Administration»**

Public organization «Association of Scientists of Ukraine»

"Science and technology today"

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

Issue № 5(33) 2024

Kiev – 2024

ЗМІСТ

СЕРІЯ «Право»

Бабич В.А., Шевчук В.Л., Ханов А.О.

ЦИВІЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ В КРИМІНАЛЬНОМУ ПРОВАДЖЕННІ

17

Балюк Г.І.

*ПОРІВНЯЛЬНО-ПРАВОВИЙ АНАЛІЗ НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА
УКРАЇНИ ТА КАНАДИ (НА ПРИКЛАДІ ПРОВІНЦІЇ ОНТАРІО) ЩОДО
ОРЕНДИ ЗЕМЛІ*

28

Бережний С.Д.

*ОКРЕМІ ПИТАННЯ КРИМІНАЛЬНО-ПРАВОВОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ
КРИМІНАЛЬНИХ ПРАВОПОРУШЕНЬ*

39

Берч В.В.

*ВПЛИВ СУДОВОГО НАРОДОВЛАДД НА РОЗВИТОК ДЕМОКРАТИЧНИХ
ПРОЦЕСІВ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ*

54

Блохіна О.А.

*ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ В АДМІНІСТРАТИВНИХ ПРОВАДЖЕННЯХ
ЩОДО ПРИМУСОВОГО ВИКОНАННЯ ПОСТАНОВ СУДУ ЗА ВЧИНЕННЯ
ДОМАШНЬОГО НАСИЛЬСТВА*

62

Волинець В.В.

*РОЛЬ ПРАВОВОГО СЕРЕДОВИЩА У РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ В
ЕЛЕКТРОННІЙ КОМЕРЦІЇ*

71

Гапонов О.О.

*ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В
УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ*

80

Діордіца І.В., Коваль О.М.

*ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМИ ЗАХИСТУ
ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ У СФЕРІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я*

87

Дубина Ю.Ю.

*ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В КРИМІНАЛЬ-
НОМУ АНАЛІЗІ*

98

Кирилюк Д.В.

*ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ САНКЦІЙ ЯК ІНСТРУМЕНТУ МІЖНАРОДНОЇ
ПОЛІТИКИ*

108

Кириченко О.В. <i>МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ РОЗСЛІДУВАННЯ ХУЛІГАНСТВА, ВЧИНЕНОГО ФУТБОЛЬНИМИ ВБОЛІВАЛЬНИКАМИ</i>	120
Коваленко І.А. <i>ПОНЯТТЯ ТА ВИДИ ДОМАШНЬОГО НАСИЛЬСТВА В УКРАЇНІ</i>	131
Комарницький Д.С. <i>АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВА ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАСИФІКАЦІЇ ФУНКЦІЙ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ</i>	141
Мазовіта А.Б. <i>ДОБРОЧЕСНІСТЬ СУДДІ ЯК КОНСТИТУЦІЙНА НОВЕЛА ТА ВИМОГА ЧАСУ</i>	150
Мазур В.В., Полішко Н.Л., Бобко В.Г. <i>ВІДШКОДУВАННЯ МОРАЛЬНОЇ ШКОДИ, ЗАВДАНОЇ СМЕРТЮ ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ (НА ПРИКЛАДІ УКРАЇНИ ТА РЕСПУБЛІКИ ПОЛЬЩА)</i>	160
Ментух Н.Ф. <i>ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА У СФЕРІ БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ШЛЯХІВ В УКРАЇНІ</i>	171
Приданюк О.А. <i>ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ГРОМАДСЬКОСТІ З ОРГАНАМИ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ</i>	185
Прокопець С.В. <i>ОСОБЛИВОСТІ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВОЛОНТЕРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ</i>	198
Стрельченко О.Г., Бухтіярова І.Г. <i>НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕРЕГУЛЮВАННЯ ЕКСПОРТУ ЗЕРНА В УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ</i>	208
Темний О.А. <i>ЦИФРОВА БЕЗПЕКА У СВІТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: РИЗИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ</i>	219
Тихомиров Д.О., Білянська Н.В. <i>ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ ПРОЖИВАННЯ ДИТИНИ: ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ</i>	230
Устінова-Бойченко Г.М., Назимко О.В. <i>ЗАХИСТ ТРУДОВИХ ПРАВ ПРАЦІВНИКА ПРИ ПРИТЯГНЕННІ ДО ДИСЦИПЛІНАРНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ</i>	240

Хомко Л.В.

*ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА: НОВА
ІДЕОЛОГІЯ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ*

252

Христова Ю.В.

*РІВНІ МЕХАНІЗМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КРИМІНОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ
ПРАВОСУДДЯ В УКРАЇНІ*

263

Черваньова Д.А., Пучковська І.Й.

АВТОРСЬКЕ ПРАВО НА ОБ'ЄКТИ СТВОРЕНІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ

277

Шабатура М.В.

*ОБ'ЄДНАННЯ І ВИДІЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ КРИМІНАЛЬНИХ ПРОВАДЖЕНЬ:
ПИТАННЯ ТЕОРІЇ І ПРАКТИКИ*

285

Шаповалова І.О.

*ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ ПРОФЕСІОНАЛІЗАЦІЇ ПУБЛІЧНИХ
СЛУЖБОВЦІВ ДЕРЖАВНОГО БЮРО РОЗСЛІДУВАНЬ*

294

СЕРІЯ «Економіка»

Barida N.P.

*THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE IMPACT OF REAL ESTATE
COLLATERAL VALUE ON FINANCIAL AND MONETARY STABILITY*

303

Novakovska I.O., Hunko L.A., Ivanchenko V.A., Bereza O.V.

*STRATEGIES FOR USE OF TERRITORIAL RESOURCES FOR SUSTAINABLE
CITY DEVELOPMENT*

313

Voronina V.L., Ishchejkin T.Y., Hunko A.Y.

*INNOVATIVE ACTIVITY UNDER THE INFLUENCE OF THE LABOR
POTENTIAL OF THE ENTERPRISE*

324

Байцар А.Л., Бродська Х.О., Байцар І.А.

*АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНА РЕФОРМА ТА СТАЛИЙ РОЗВИТОК
РЕГІОНІВ УКРАЇНИ*

337

Білошапка В.С., Андрюшкін Б.І.

*ПАРАДИГМА ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОНОМІКИ: СВІТОВИЙ
ДОСВІД ТА РЕАЛІЇ УКРАЇНИ*

345

Борко Т.М.

*СТРАТЕГІЧНА ПОЛІТИКА РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА –
ФУНДАМЕНТ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО ПРОЦВІТАННЯ ДЕРЖАВИ*

358

Винничук Р.О., Мисак Ю.І.

*АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ СУТНОСТІ УПРАВЛІННЯ
ТАЛАНТАМИ В ОРГАНІЗАЦІЇ*

374

Винничук Р.О., Макогін П.О., Гордон П.М. 384
ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО НАВЧАННЯ ПЕРСОНАЛУ В ІТ-СФЕРІ

Гой В.В., Пруненко Д.О., Дмитренко А.А., Коваленко Л.Б. 394
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ Й ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ: ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТА НАПРЯМИ РОЗРОБКИ

Ємельянов О.Ю., Гаврась Д.Р. 406
ПІДВИЩЕННЯ КОМПЕТЕНЦІЙ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВ ЯК ЧИННИК ЇХ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

Кашевський В.О. 418
ВПЛИВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ РИНКУ ПРАЦІ НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА: ТЕНДЕНЦІЇ Й ДИНАМІКА ЗМІН

Кісь М.Я., Русин-Гриник Р.Р., Федорчак О.Є. 426
ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА РОЗВИТОК СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ІНВЕСТИВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ВОЄННОГО І ПОСТВОЄННОГО ПЕРІОДІВ

Мосійчук Д.О., Шашина М.В. 440
ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ІНСТИТУЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

Прилуцький А.М. 450
ОСОБЛИВОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ ЕКСКУРСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УКРАЇНІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Семененко Ю.С. 464
ВПЛИВ ФІНАНОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЦИФРОВУ ТРАНСФОРМАЦІЮ БАНКІВСЬКОГО СЕКТОРУ

Шевчук А.А. 479
ІННОВАЦІЙНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ІНСТРУМЕНТІВ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС ПРОЦЕСАМИ В УКРАЇНІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ В УМОВАХ СТАНОВЛЕННЯ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ

СЕРІЯ «Педагогіка»

Kornytska Y.A., Haidenko Y.O. 489
BALANCING PARTICIPATION IN FOREIGN LANGUAGE CLASSES WITH THE COMMUNICATIVE APPROACH: ADDRESSING DOMINANCE AND PASSIVITY

Motruk V.H.

*LANGUAGE AND CULTURAL TRAINING OF FUTURE ECONOMIC
PROFILE SPECIALISTS: ASPECTS OF COMPETENCE*

502

Postupaka Y.O.

*MODERNIZATION OF THE UKRAINIAN HIGHER EDUCATION SYSTEM IN
THE CONTEXT OF THE PROBLEMS CAUSED BY THE WAR*

512

Vokalo R.Y.

*DEVELOPMENT OF DESIGN SKILLS IN FUTURE SPECIALISTS IN THE
FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGIES*

522

Адамчук Ю.Д., Мірошніченко В.І.

*ВИХОВАННЯ ГРОМАДЯНСЬКОЇ ПОЗИЦІЇ КУРСАНТІВ-ПРИКОРДО-
ННИКІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ МАСОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ*

530

Андрущук І.П., Заїка Л.А., Макаров З.Ю.

*ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД
ЧАС ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ*

541

Близнюк М.М.

*ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ У ГАЛУЗІ
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ*

555

Бондаренко Г.М, Курганнікова О.О., Носач О.О.

*КОМП'ЮТЕРНЕ НАВЧАННЯ ЯК ДОПОМІЖНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРИ
ВИКЛАДАННІ ПРАКТИКИ УСНОГО ТА ПИСЕМНОГО АНГЛІЙСЬКОГО
МОВЛЕННЯ*

568

Воробйова О.П.

*ОСНОВНІ МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛІДЕРСТВА ВИЩОЇ ОСВІТИ
ТА ЇЇ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОЇ ЯКОСТІ*

579

Галаманжук Л.Л., Бабюк Т.Й., Пукас І.Л.

*ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ ДОШКІЛЬНИКІВ*

587

Грень Є.С.

*ОСОБЛИВОСТІ ЗМІН В ІНФОРМАЦІЙНІЙ КОМПЕТЕНТНОСТІ
МАЙБУТНЬОГО ПЕДАГОГА ПІД ТИСКОМ ЦИФРОВІЗАЦІЇ*

600

Завгородня Л.В., Кожухар Ж.В., Снітко Ю.М.

*ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ МЕДІАГРАМОТНОСТІ: ІННОВАЦІЇ ТА
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ*

608

Загородня А.А.

621

РОЛЬ СОЦІАЛЬНО-АНТРОПОЛОГІЧНОГО ЧИННИКА У ПРОЦЕСІ АКТУАЛІЗАЦІЇ ПИТАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ САМОІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА САМОСВІДОМОСТІ НАРОДУ В ТВОРЧІЙ СПАДЩИНІ МИСЛИТЕЛІВ УКРАЇНСЬКОЇ ДІАСПОРИ

Захарін С.В.

631

СУЧАСНІ УКРАЇНСЬКІ РЕАЛІЇ ТА ОСВІТА: ФОРМУВАННЯ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Зелена І.О.

641

СПЕЦИФІКА ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАКТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ПІД ЧАС ОПАНУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ПРАКТИКА УСНОГО ТА ПИСЕМНОГО МОВЛЕННЯ (ОСНОВНА ІНОЗЕМНА МОВА)»

Кальбус О.І., Юдіна Т.В., Гудар'ян Ю.І.

650

РОЗВИТОК МЕДИЧНИХ НАВИЧОК ЧЕРЕЗ МУЛЬТИДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД: ВПРОВАДЖЕННЯ STEAM-ОСВІТИ

Костенко Д.В.

663

РЕАЛІЇ УКРАЇНСЬКОГО СОЦІУМУ В КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ ЖИТТЄСТІЙКОСТІ ОСОБИСТОСТІ

Криворучко І.І.

677

РОЛЬ ГРАФІЧНОГО ДИЗАЙНУ В ПІДГОТОВЦІ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ МАЙБУТНІМИ ВЧИТЕЛЯМИ ІНФОРМАТИКИ

Ласінська Т.А.

688

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ НАВЧАННЯ ХУДОЖНЬОМУ ПЕРЕКЛАДУ

Левченко І.М., Лаун С.Ю.

697

ПРОФЕСІЙНИЙ ІМІДЖ ЯК ФАКТОР УСПІШНОГО СТАНОВЛЕННЯ ФАХІВЦІВ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ (ОХОРОНА ПРАЦІ. ТРАНСПОРТ)

Литвиненко Я.О., Біда О.А., Чичук А.П., Кучай Т.П., Подолян І.П.

709

ІНФОРМАЦІЙНЕ НАСИЛЬСТВО В ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Лук'янченко І.О.

718

ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕТОДИЦІ ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ТА ЗАРУБІЖНОЇ ЛІТЕРАТУРИ»

Лунгол О. М.

*БІОМЕТРИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ АВТЕНТИФІКАЦІЇ:
ВИКОРИСТАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ*

731

Мартиненко С.М., Нужин О.А.

*ЗАСТОСУВАННЯ АКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ У ПРОЦЕСІ
ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ІТ*

742

Мирончук Н.М., Бірук Н.П.

*РОЗВИТОК ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМІВ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ ПРОЄКТНО-
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА УРОКАХ «ТЕХНОЛОГІЙ»*

752

Непша О.В.

*ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ
В НАВЧАННІ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ГЕОГРАФІЇ*

764

Ноздрін О.М.

*ДУХОВНО-МОРАЛЬНЕ ВИХОВАННЯ ЯК ОСВІТНІЙ КОНСТРУКТ:
КОМПЛЕМЕНТАРНИЙ АНАЛІЗ БАГАТОВИМІРНОГО ПОНЯТТЯ*

779

Озерова Л.А., Рожі І., Єрмаков В.В.

*СУТНІСТЬ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ГЕОГРАФІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО
СУСПІЛЬСТВА*

802

Пискун Д.А.

*СУТНІСТЬ І СТРУКТУРА ПРОФЕСІЙНО-ЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ
ОФІЦЕРІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ ПОЛІЦІЇ*

815

Поліщук Н.М.

*ВОЛОНТЕРСТВО ЯК НАПРЯМОК НАЦІОНАЛЬНО ПАТРІОТИЧНОГО
ВИХОВАННЯ СТУДЕНСЬКОЇ МОЛОДІ*

827

Потапчук О.І.

*КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ
КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОФІЛЮ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ*

839

Притула О.Л., Конох А.П., Конох А.А.

*УКРАЇНСЬКА ЕТНІЧНА СИСТЕМА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ
ЯК ОСНОВА КОЗАЦЬКОЇ ПЕДАГОГІКИ*

851

Прохорчук О.М.

*ЗАСТОСУВАННЯ STEM-СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ
ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
МАГІСТРАНТАМИ ГУМАНІТАРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ПІД ЧАС
ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ*

859

Самаріна В.В., Шахматова О.В.

867

ПРОБЛЕМИ ПЕРЕКЛАДУ ТЕХНІЧНОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ В НІМЕЦЬКО-МОВНОМУ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОМУ ДИСКУРСІ

Самусь Т.В.

875

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ ПРОФЕСІЙНОГО НАВЧАННЯ В УМОВАХ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

Сахненко А.В.

886

ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ЮНИХ СПОРТСМЕНІВ У КІННОМУ СПОРТІ

Семак Л.А.

901

МЕТОДОЛОГІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ РІДНОМОВНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Сібаров С.Д.

912

НОВАТОРСТВО В ДІЯЛЬНОСТІ АВТОРСЬКИХ ШКІЛ УКРАЇНИ

Сухомлинова О.В., Геселева К.Г., Думанська Т.В.

920

ІНТЕГРАЦІЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН У МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ КОНТЕКСТ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ: АКТУАЛЬНІСТЬ, ПЕРЕВАГИ, ВИКЛИКИ

Тесцова О.О.

934

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МИСТЕЦТВА В ПРОЦЕС ВИКЛАДАННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ СТУДЕНТАМ ТВОРЧИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Тимошенко Н.Є.

947

ЗАГАЛЬНІ ПІДХОДИ ТА ПРИНЦИПИ НАВЧАННЯ ФАХІВЦІВ СОЦІОНО-МІЧНОЇ СФЕРИ

Трофайла Н.Д.

959

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД ДІТЕЙ З НЕПОВНОЇ СІМ'Ї

Хроленко М.В.

966

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗАСОБОМ КВЕСТ-ТЕХНОЛОГІЇ

Чичук А.П., Кучай Т.П.

978

РОЛЬ УКРАЇНСЬКИХ ЛІТЕРАТОРІВ ЗАКАРПАТТЯ У РОЗВИТКУ ПЕДАГОГІЧНИХ ІДЕЙ ТА ПРОСВІТНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ 20-30-Х РР. ХХ СТ

Шевченко С.М.

987

ПРІОРИТЕТИ СУЧАСНОЇ ОСВІТИ ЯК ПРЕДМЕТ ФІЛОСОФСЬКО-ОСВІТНЬОЇ РЕФЛЕКСІЇ

Шульга Т.В.

ПІДГОТОВКА МАГІСТРІВ «ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ» ДО ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

997

Щербак І.В.

РОЛЬ ПІДРУЧНИКІВ У ФОРМУВАННІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАМОТНОСТІ СЕРЕД ЗДОБУВАЧІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1008

Юлдашева С.В., Звєкова В.К., Ткаченко І.В.

ІНКЛЮЗИВНА ОСВІТА: КЛЮЧ ДО СТВОРЕННЯ СУСПІЛЬСТВА БЕЗ ОБМЕЖЕНЬ

1019

Якименко В.М.

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛЯ ДО РОБОТИ З ДІТЬМИ МІГРАНТІВ У ФРАНЦІЇ

1032

СЕРІЯ «Техніка»

Furtat I.E., Furtat Y.O.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE ELECTRICAL POTENTIALS OF THE FIBER SURFACE AND DYE PARTICLES ON THE KINETICS OF ADSORPTION

1043

Furtat I.E., Furtat Y.O.

INFLUENCE OF GEOMETRIC AND ELECTRICAL PARAMETERS OF THE ELECTROLYTE LAYER ON THE FABRIC DYEING PROCESS

1052

Sakovych B.P.

THE CONSTRUCTION OF THE MODEL FOR DAMAGE LEVEL ASSESSMENT OF CRITICAL INFRASTRUCTURE OBJECTS

1060

Semeniuk V.V.

DEVELOPMENT OF OPTIMIZATION ALGORITHMS FOR GEOSPATIAL SEARCH IN LARGE VOLUMES OF DATA

1083

Безсмертний О..С.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРОТОТИПІВ РОБОЧИХ КОЛІС СТВОРЕНИХ ТЕХНОЛОГІЄЮ 3Д ДРУКУ

1095

Гайдукевич С.В., Семенова Н.П., Плонка І.О.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ НА БАЗІ ІОТ ТЕХНОЛОГІЇ

1107

Гедеон Т.С., Гедеон Г.О.

ПАРТИЦІОНУВАННЯ ЯК ПІДХІД ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ЗБЕРІГАННЯ ТА ВИБІРКИ ВЕЛИКИХ МАСИВІВ ДАНИХ У ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

1119

Глазунова О.Г., Мокрієв М.В., Волошина Т.В., Корольчук В.І., Саяпіна Т.П. 1129
*МОДЕЛЬ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ВІДПОВІДНО ДО
НАВЧАЛЬНОГО СТИЛЮ ЗАСОБАМИ LMS MOODLE*

Горбатенко А.А. 1144
*ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ ВПОДОБАНЬ В ГРУПОВИХ
РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ*

Задорожна О.М., Парахненко В.Г., Ляховська Н.О. 1154
*ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ХАРЧОВОЇ
СОЛІ*

Кандиба І.О., Фісун М.Т., Горбань Г.В., Антіпова К.О., Гончаров Д.С. 1162
*АНАЛІЗ ДАНИХ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ
ЗАСОБАМИ PYTHON*

Кандиба І.О., Фісун М.Т. 1176
*РОЗРОБКА МОВНИХ ЗАСОБІВ ДЕКОМПОЗИЦІЇ І СИНТЕЗУ ГРАФОВИХ
МОДЕЛЕЙ*

Кикина Є.Б., Мулеса О.Ю. 1190
*ГІБРИДНИЙ МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТРЕБ В СОЦІАЛЬНИХ
ПОСЛУГАХ*

Коростіль М.І., Лагун І.І. 1200
*МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ СТРУКТУРИ
ДОКУМЕНТІВ*

Костюк Ю.В., Гейдаров Г.С. 1216
*РОЛЬ ТОКЕНІВ ТА СЕСІЙНОГО КЕРУВАННЯ В СИСТЕМАХ
ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ДЛЯ ПРОТИДІЇ МІЖСАЙТОВИМ АТАКАМ*

Костюк Ю.В., Голинський А.М. 1232
*СТРАТЕГІЇ ІНТЕГРОВАНОГО ЗАХИСТУ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ
МЕРЕЖ*

Лукашевич Я.П., Лабжинський В., Батаєв С.В. 1248
*ВИКОРИСТАННЯ АНАЛІЗУ ВЕЛИКИХ ОБСЯГІВ ДАНИХ ДЛЯ
ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ
ЗЕЛЕНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ*

Люшенко Л.А., Монько О.С., Сущук-Слюсаренко В.І. 1258
*ПРОГРАМНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ
СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ*

Маринченко Є.О., Ситніков О.М., Галісевич В.Г. 1269
*НАУКОВИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО УТРИМАННЯ БДЖІЛ: ВПЛИВ НА
ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ МЕДУ*

**Міца О.В., Головач Й.І., Кондрат О.Б., Левчук О.М., Пецко В.І.,
Шапочка І.В.** 1278
*РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ
ОПТИМІЗОВАНОГО ВИБОРУ ОСІБ ЗА ВИЗНАЧЕНИМИ КРИТЕРІЯМИ*

Парахненко В.Г., Задорожна О.М., Благополучна А.Г. 1289
*ВПЛИВ АЛЬГІНАТУ НАТРИЮ НА ЯКІСТЬ СВІЖОЇ МАЛИНИ ПІД ЧАС
ЗБЕРІГАННЯ*

Переяславська С.О., Смагіна О.О. 1299
*МЕТОДИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА ОБРОБКИ
МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ДАНИХ*

Петрина Д.Ю., Корнута В.А., Корнута О.В. 1309
*ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ДИЗАЙНІВ САЙТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ
НЕЙРОМЕРЕЖІ MIDJOURNEY*

Семенчук К.Л. 1320
*ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЇ ОБ'ЄДНАННЯ РИЗИКІВ У ПРОЕКТАХ
ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАЇ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАПАСІВ*

СЕРІЯ «Фізико-математичні науки»

Кобус О.С. 1335
*ТЕОРІЯ ТИПІВ ГОМОТОПІЙ (HoTT): ЗВ'ЯЗОК МІЖ МАТЕМАТИКОЮ ТА
КОМП'ЮТЕРНИМИ НАУКАМИ*

Максимов І.І., Кіяновська Н.М., Слободянюк В.К., Максимова .І. 1348
*АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАДАЧІ ФЕРМА ДЛЯ РІВНОБЕДРЕНОГО
ТРИКУТНИКА*

Шаповал Н.О., Коваль С.С. 1363
*ОБІРУНТУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ КОЕФІЦІЄНТА
ЖОРСТКОСТІ МІЖАТОМНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ТВЕРДИХ ТІЛ*

СЕРІЯ «Комп'ютерні науки»

Коваль Р.Р., Ємельяненко С.О. 1373
*ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ
ПОКРИТТЯ ПІДЛОГИ НА РИЗИКИ ПОШИРЕННЯ ВОГНЮ ТА ДИМУ В
ГОТЕЛЬНИХ ПРИМІЩЕННЯХ*

УДК 53.092

[https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-5\(33\)-1363-1371](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-5(33)-1363-1371)

Шаповал Наталія Олександрівна кандидат технічних наук, доцент кафедри фізики та математики, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025, тел.: (097) 307-73-23, <https://orcid.org/0000-0002-5452-8148>

Коваль Сергій Станіславович кандидат фізико-математичних наук, завідувач кафедри «Дизайн», Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, просп. Героїв України, 9, тел.: (067) 792-73-18, <https://orcid.org/0000-0002-3122-6024>

ОБҐРУНТУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ КОЕФІЦІЄНТА ЖОРСТКОСТІ МІЖАТОМНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ТВЕРДИХ ТІЛ

Сучасна промисловість потребує нових матеріалів з покращеними характеристиками міцності, довговічності та стійкості до динамічних навантажень. Це робить актуальними дослідження матеріалів на мікрорівні, коли континуальні моделі вже не дають достатньо інформації. В даній роботі пропонується теоретико-експериментальна модель для обчислення коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків у твердих тілах. Модель поєднує відомі методи дослідження властивостей міцності матеріалів з вимірюванням зміни поперечного перерізу зразка.

Запропонована модель дозволяє обчислювати більш точні значення постійних величин, що входять до потенціалу міжатомної взаємодії, розраховувати зміщення атомів у структурних одиницях речовини під дією різних впливів, прогнозувати фізичні властивості матеріалів, коефіцієнти теплопровідності, теплового розширення тіл, енергії фазових переходів і т. д., отримувати потенціали та коефіцієнти жорсткості міжатомних зв'язків складних структурних одиниць, що складаються з різнорідних атомів. А також дана математична модель дозволяє досліджувати фізичні властивості матеріалів на мікрорівні, поєднує теоретичні та експериментальні методи, Коригує значення постійних величин в потенціалі міжатомної взаємодії на базі експериментальних даних, дозволяє прогнозувати різні фізичні властивості матеріалів.

Описану математичну модель можна використовувати для дослідження різних матеріалів, включаючи композитні та наноструктуровані, модель може бути доопрацьована для врахування впливу різних факторів,

таких як температура, тиск, дефекти кристалічної структури, результати досліджень можуть бути використані для розробки нових матеріалів з покращеними характеристиками.

Ключові слова: коефіцієнт жорсткості, міжатомні зв'язки, сили взаємодії, потенціал міжатомної взаємодії, мікроструктура, фізичні властивості, теоретико-експериментальна модель, складна структурна одиниця.

Shapoval Natalya Oleksandrivna Ph.D., Associate Professor of the Department of Physics and Mathematics, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Heroiv Ukrainy Ave. 9, Mykolaiv, 54025, tel.: (097)307-73-23, <https://orcid.org/0000-0002-5452-8148>

Koval Serhii Stanislavovych Ph.D., head of the "Design" department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Heroiv Ukrainy Ave. 9, Mykolaiv, tel.: (067) 792-73-18, [http:// orcid.org/0000-0002-3122-6024](http://orcid.org/0000-0002-3122-6024)

FOUNDATION OF THE MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATING THE RIGIDITY COEFFICIENT OF INTERATOMIC BONDS OF SOLIDS

Modern industry needs new materials with improved characteristics of strength, durability and resistance to dynamic loading. This makes the study of materials at the micro level relevant, when continuous models no longer provide sufficient information. This paper proposes a theoretical and experimental model for determining the stiffness coefficient of interatomic bonds in solids. The model combines well-known methods of studying the strength properties of materials with the measurement of changes in the cross-section of the sample.

The model we propose allows you to calculate more accurate values of constant values included in the potential of interatomic interaction, calculate the displacement of atoms in the structural units of matter under the influence of various influences, predict the physical properties of materials, coefficients of thermal conductivity, thermal expansion of bodies, energy of phase transitions, etc. to obtain potentials and stiffness coefficients of interatomic bonds of complex structural units consisting of heterogeneous atoms. Also, this mathematical model allows you to study the physical properties of materials at the micro level, combines theoretical and experimental methods, adjusts the value of constant values in the potential of interatomic interaction on the basis of experimental data, and allows you to predict various physical properties of materials.

The described mathematical model can be used to study various materials, including composite and nanostructured, the model can be refined to take into

account the influence of various factors, such as temperature, pressure, defects in the crystal structure, the results of research can be used to develop new materials with improved characteristics.

Keywords: stiffness coefficient, interatomic bonds, interaction forces, interatomic interaction potential, microstructure, physical properties, theoretical-experimental model, complex structural unit.

Постановка проблеми. Сучасна промисловість має потребу в нових конструкційних матеріалах, стійких до динамічних навантажень, а також таких що володіють підвищеними характеристиками міцності, довговічністю та іншими. У цих умовах завдання фундаментальної і прикладної науки полягає в розробці нових методів дослідження, що дозволяють поєднувати математичне моделювання фізичних властивостей матеріалів з експериментальними дослідженнями. Особливо актуальні дослідження матеріалів на мікрорівні. Експериментально досить важко досліджувати фізичні властивості мікроструктур, відповідно необхідно розробляти і впроваджувати теоретико-експериментальні моделі дослідження властивостей матеріалів. Використання континуальних рівнянь суцільних середовищ неприйнятно при дослідженні фізичних властивостей матеріалів на мікрорівні, бо на фізичні властивості матеріалу, що моделюються, починають істотно впливати сили міжатомної взаємодії і структурні характеристики речовини. Сили міжатомної взаємодії, в свою чергу, можна якісно описати, використовуючи поняття потенціалу міжатомної взаємодії [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На базі потенціалу міжатомного взаємодії можливо обчислити силу міжатомного взаємодії і коефіцієнт жорсткості міжатомних зв'язків, тобто градієнт сили у кожній точці структурної одиниці [2]. Ці величини використовуються в математичних моделях деформації структурних одиниць речовини, і в моделях поширення теплових збуджень у структурних одиницях, фізичні властивості яких суттєво відрізняються від континуальних, дозволяють обчислювати розподіл потенціалу та коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків у довільних точках обсягу структурних одиниць, що дозволяє обчислити частоти коливань структури у відповідних точках міжатомного простору, у яких відомий коефіцієнт жорсткості $k(\Delta r)$, $\left(\omega = \sqrt{\frac{k(\Delta r)}{m_{am}}} \right)$ [3]. Це співвідношення можна використовувати для дослідження сил міжатомної взаємодії на випромінювальну здатність $\varepsilon(\omega)$ твердого тіла.

Мета статті полягає в тому, щоб за допомогою теоретико-експериментальної моделі, використовуючи відомий спосіб дослідження властивостей міцності матеріалів, що дозволяє отримати залежність $\sigma = f(\delta)$,

доповнивши її вимірюванням залежності зміни поперечного перерізу зразка $S = f(\delta)$, отримати залежність коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків для даної речовини $k(\delta)$.

Виклад основного матеріалу. Для розрахунку коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків даної речовини, скористаємося взаємозв'язком сили міжатомної взаємодії та коефіцієнтом жорсткості цих зв'язків

$$F_{\text{упр}} = - \int_0^x k(x) dx = -k(x)x, \text{ де } F_{\text{упр}} - \text{результуюча сила міжатомних взаємодій}$$

атомів, що знаходяться в перерізі, перпендикулярному діючій зовнішній силі F [3]. Також використаємо експериментальні дані з графіка (рис. 1).

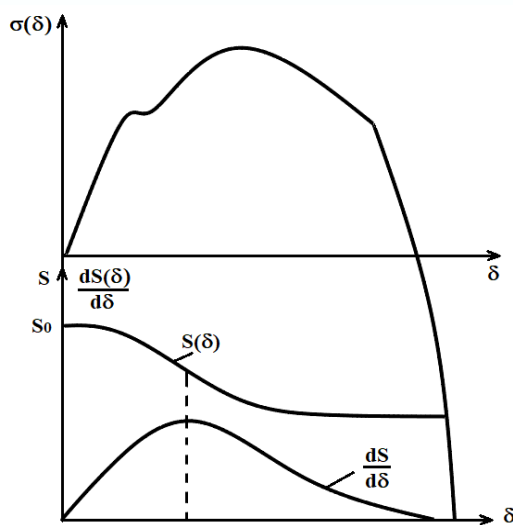


Рис. 1 Експериментальні залежності зміни $\sigma(\delta)$ та $S(\delta)$

Диференціальне рівняння взаємозв'язку експериментальних величин та коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків у безрозмірному вигляді, у припущеннях величин $\Delta \sigma_i^0$, ΔS_i^0 , $\delta_i^0 = i \cdot \Delta \delta^0$, Δk_i^0 , запишеться так

$$\frac{d(\Delta \sigma_i^0)}{d(\Delta \delta^0)} \cdot S_i^0 + \sigma_i^0 \frac{d(\Delta S_i^0)}{d(\Delta \delta^0)} = \frac{d(\Delta k_i^0)}{d(\Delta \delta^0)} \cdot \delta_i^0 + (k_{i-1}^0 + \Delta k_i^0) \cdot i, \quad (1)$$

$$\text{де } \sigma_i^0 = \frac{\sigma_i}{\sigma_r} = \sigma_{i-1}^0 + \Delta \sigma_i^0; \quad S_i^0 = \frac{S_i}{S_0} = S_{i-1}^0 - \Delta S_i^0; \quad k_i^0 = \frac{k_i}{k_0} = k_{i-1}^0 + \Delta k_i^0;$$

$$\delta_i^0 = \frac{\delta_i}{\delta_{\max}} = i \cdot \Delta \delta^0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

σ_r – гранична напруга за Гуком;

$\delta_{\max}^0$ – відносна деформація зразка, що відповідає $\sigma_{\max}$;

S_0 – первісний переріз зразка до деформації;
 k_0 – коефіцієнт жорсткості міжатомних зв'язків за температури $T=0$ К (при рівновазі сил тяжіння та відштовхування на міжатомній відстані $a_0 = r_0$).
Вважатимемо, що значення величин у лівій частині виразу (1), нам відомі з експерименту на кожному кроці розрахунку (рис. 2).

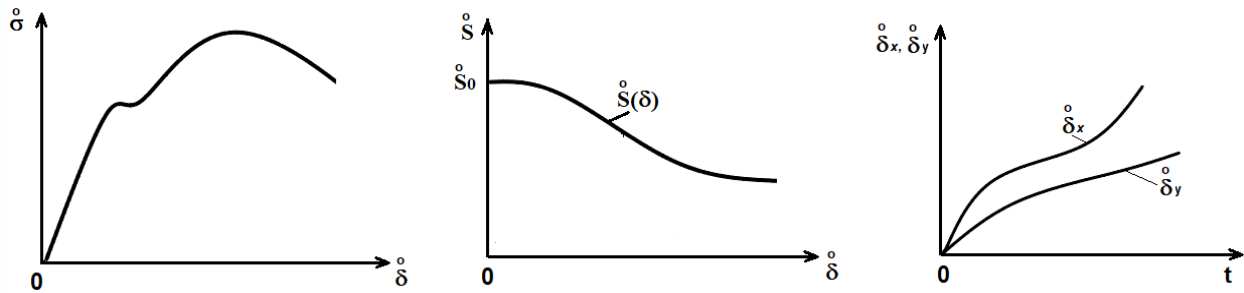


Рис. 2 Схема взаємозв'язку експериментальних даних при деформації зразка у безрозмірному вигляді

Крім того, вважатимемо, що згідно з принципом адитивності результуючий коефіцієнт жорсткості зразка $k^{(0)}(\delta)_i$ дорівнюватиме сумі сил взаємодії кожного атома, що знаходиться в грані структурної одиниці, залежить від структури речовини, для кубічної та гранецентрованої структурної одиниці. Кількість атомів зразка, що знаходяться в перерізі, обчислюється наступним чином:

для кубічної

$$N_{am} = \left(\frac{\sqrt{S}}{a_0} + 1 \right)^2, \text{ для випадку } a_x, a_y \quad N_{am} = \left(\frac{a_x}{a_0} + 1 \right) \left(\frac{b_x}{b_0} + 1 \right)^2;$$

для гранецентрованої

$$N_{am} = \left(\frac{\sqrt{S}}{a_0} + 1 \right)^2 + \left(\frac{\sqrt{S}}{a_0} \right)^2, \text{ при } \frac{\sqrt{S}}{a_0} \geq 10^3 \text{ з точністю до } 0,2\%, \text{ можна}$$

використовувати вираз $N_{am} = 2 \left(\frac{\sqrt{S}}{a_0} \right)^2$, де S – поперечний переріз зразка в

процесі деформації, a_0 – міжатомна відстань у структурній одиниці речовини,

$$N_{am} = \left(\frac{a_x}{a_0} + 1 \right) \left(\frac{b_y}{b_0} + 1 \right)^2 + \frac{a_x}{a_0} \cdot \frac{b_x}{b_0}$$

Наведені співвідношення дозволяють перейти від сумарного, отриманого експериментально, коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків у структурній одиниці $k^{(0)}(\delta)$ до коефіцієнта жорсткості міжатомного зв'язку $k_c^{(0)}(\delta)$.

Розв'язавши рівняння (1) відносно Δk_i^0 для i -го кроку розбиття, отримаємо:

$$\Delta k_i^0 = \frac{1}{i} \left(\frac{d(\Delta \sigma_i^0)}{d(\Delta \delta^0)} \cdot S_i^0 - \sigma_i^0 \frac{d(\Delta S_i^0)}{d(\Delta \delta^0)} - k_{i-1}^0 \right), \quad (3)$$

де $i = 1, 2, 3, \dots, n$, при $i = 1$ $k_{i-1}^0 = k_0^0 = 1$.

Вираз (3) дає можливість розрахувати значення коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків у твердому тілі на базі експериментальних даних, внаслідок чого отримуємо сумарний Δk_i^0 . Для переходу до атомарного коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків необхідно скористатися співвідношенням (2) з урахуванням виду структурної одиниці.

З фізичної точки зору Δk_i^0 буде відрізнятися від Δk_{ami}^0 на постійну величину N_{am}^{-1} . У подальшому викладі під Δk_i^0 будемо розуміти Δk_{ami}^0 .

Теоретичне значення атомарного коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків знайдемо, використовуючи [4]. Скористаємося виразом для потенціалу міжатомної взаємодії Морзе в загальному вигляді, у безрозмірній формі, на його базі отримаємо теоретичні вирази для безрозмірного потенціалу $W(\Delta \delta^0)$ і безрозмірної сили міжатомного взаємодії $F(\Delta \delta^0)$:

$$\frac{W(\Delta \delta^0)}{\varepsilon} = \bar{W}(\Delta \delta^0) = \left(e^{-2a\Delta \delta^0} - 2e^{-a\Delta \delta^0} \right); \quad (4)$$

$$\frac{F(\Delta \delta^0)}{2\varepsilon a} = \bar{F}(\Delta \delta^0) = \left(e^{-2a\Delta \delta^0} - e^{-a\Delta \delta^0} \right);$$

де $a = \frac{0}{a_0}$ - безрозмірний коефіцієнт, що характеризує властивості даного матеріалу;

ε - енергія дисоціації даного матеріалу;

$\Delta \delta^0 = \frac{\Delta r}{a_0}$ - безрозмірне зміщення атомів із положення рівноваги a_0 ;

$r_0 = a_0$ - розмір структурної одиниці при $T = 0$ К, рівноважна відстань між атомами.

Рівняння (4) з урахуванням розмірностей будуть мати вигляд

$$W(\Delta r) = \varepsilon(e^{-2a\Delta r} - 2e^{-a\Delta r});$$

$$F(\Delta r) = 2a\varepsilon(e^{-2a\Delta r} - e^{-a\Delta r}).$$

Якщо вибрати систему відліку, з початком координат у точці абсолютного нуля, де сила відштовхування дорівнює силі тяжіння, графіки залежності $|W(\Delta r)|$ та $|F(\Delta r)|$ можна уявити так (рис. 3)

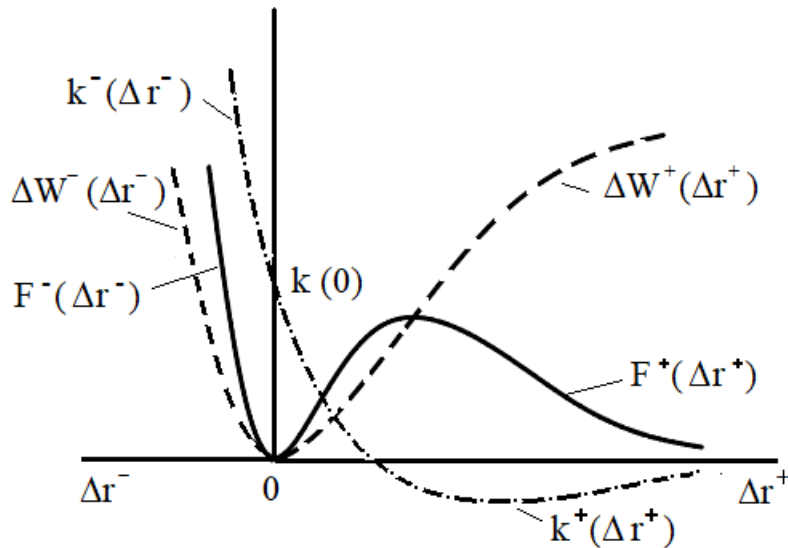


Рис. 3 Графіки залежності коефіцієнта жорсткості міжатомного зв'язку, потенціалу взаємодії та сил міжатомної взаємодії від зміщення.

На рис. 3 представлена взаємозв'язок модулів потенціалу міжатомної взаємодії $|W(\Delta r)|$ та сил міжатомної взаємодії $|F(\Delta r)|$, за початок відліку прийнято точку рівноваги сил $r_0 = a_0$. При зміщенні атома з положення рівноваги у напрямку Δr^+ , діють сили тяжіння, у напрямку Δr^- , діють сили відштовхування [5].

Виходячи з фізичної сутності коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків у точці рівноваги сил, він повинен мати значення, відмінне від нуля (тобто $k(0) \neq 0$, що не суперечить квантовій механіці). За нульове значення $k(0)$

прийmemo значення $\left. \frac{dF(\Delta r)}{d(\Delta r)} \right|_{\Delta r^{\pm}=0} = 2a^2\varepsilon$. З цього співвідношення випливає, що

коефіцієнтів жорсткості має бути два, $k^+(\Delta r^+)$ та $k^-(\Delta r^-)$, для розтягування та стиснення матеріалу. Отже, результуючий коефіцієнт жорсткості при зміщенні Δr^+ або Δr^- , запишеться так

$$\begin{aligned} \Delta k^+(\Delta r^+) &= k(0) + k^+(\Delta r^+) = 2a^2\varepsilon - \Delta k^{\mp}(\Delta r); \\ \Delta k^-(\Delta r^-) &= k(0) + k^-(\Delta r^-) = 2a^2\varepsilon + \Delta k^{\mp}(\Delta r), \\ \text{де } k^+(0) &= k^-(0). \end{aligned} \quad (5)$$

Використовуючи вирази (4) для сили міжатомної взаємодії та вираз (5), отримаємо вираз для коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків у приращенні $\Delta k(\Delta r)$

$$\Delta k(\Delta r) = 2a^2 \varepsilon \left[\frac{1}{a\Delta r} (e^{-2a\Delta r} - e^{-a\Delta r}) - 1 \right] \quad (8)$$

Наведемо вираз (8) до безрозмірного вигляду

$$\Delta k \left(\frac{\delta_i}{a} \right) = \frac{1}{a} \left(e^{-2\frac{\delta_i}{a}} - e^{-\frac{\delta_i}{a}} \right) - 1, \quad (9)$$

де $a = a \cdot \Delta r$.

Об'єднавши експериментальну та теоретичну частини розрахунку, можливо на базі експериментальних даних коригувати значення постійних ε і a входять до теоретичних виразів (4) $W(\Delta r)$, $F(\Delta r)$.

Висновки. Запропонована теоретико-експериментальна математична модель обчислення коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків у твердих тілах дозволяє на базі експериментальних даних обчислювати більш точні значення постійних величин, що входять до потенціалу міжатомної взаємодії.

$\Delta W(\Delta r) = \varepsilon(1 + e^{-2a\Delta r} - 2e^{-a\Delta r})$, як наслідок, коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків $k^+(\Delta r)$, з урахуванням якого можна розраховувати зміщення атомів у структурних одиницях речовини під дією різних впливів [6].

Коригований на базі експериментальних даних потенціал Морзе, Ленарда-Джонсона, силовий, інші псевдопотенціали і т. д. можуть бути використані при прогнозуванні фізичних властивостей матеріалів, коефіцієнтів теплопровідності, розширення тіл, енергії фазових переходів і т. д., при динамічних зовнішніх впливах матеріал.

Використовуючи запропоновану математичну модель, можна знайти залежність. $\varepsilon = f(\Delta r)$, $a = f(\Delta r)$ та взаємозв'язок $\varepsilon = f(a)$, що дозволить отримати, на базі експериментальних даних, потенціали та коефіцієнти жорсткості міжатомних зв'язків складних структурних одиниць, що складаються з різномірних атомів.

Література:

1. Фізика металів: Навчальний посібник / Авт. кол.: Дудчак Я. Й., Фрейн Д. М., Чобанюк В. М., Галушак М. О. – К.: НМК ВО, 2000. 162 с.
2. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : Навчальний посібник / В. О. Пчелінцев, А. І. Дегула. – Суми: Сумський державний університет, 2012. 247 с.
3. Євфимко К. Д., Мочалов О. О., Шаповал Н. О., Коваль С. С. Розрахунок розподілу густини міжатомного потенціалу у структурній одиниці речовини. / Математичне моделювання. Науковий журнал Дніпродзержинського державного технічного університету. – Дніпродзержинськ, 2018. - №1 (38). – С.160-164.
4. Morse P.M. Diatomic Molecules According to the Wave Mechanics. II. Vibrational Levels / Physical Review – 1929, – №34. – С.57-64.
5. Мочалов О. О., Шаповал Н. О. Методика та математична модель розрахунку фізичних властивостей тіл при зовнішніх впливах на структурну одиницю речовини / / Математичне моделювання. Науковий журнал Дніпродзержинського державного технічного університету. – Дніпродзержинськ, 2015. - №2 (33). – С. 28-30.

6. Мочалов О. О., Шаповал Н. О., Євфимко К. Д. Особливості математичного моделювання динамічних процесів у твердих тілах із мікроструктурою. / Математичне моделювання. Науковий журнал Дніпродзержинського державного технічного університету. – Дніпродзержинськ, 2013. -№2. - С. 29-32.

References:

1. Dudchak Y.Y., Frein D.M., Chobanyuk V.M., Galushchak M.O. (2000). Fisika metaliv [Physics of metals]. Kyiv: NMK VO [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. Evfimko K. D., Mochalov O. O., Shapoval N. O., Koval S. S. (2018). Rozrahunok rozpodilu hustyny mizhatomnogo potenshialu u strukturniy odynytsi rehovyny [Calculation of the interatomic potential density distribution in the structural unit of matter]. Mathematical modeling. Scientific journal of the Dniprodzerzhyn State Technical University, 1 (38), 160-164 [in Ukrainian].
4. Morse P.M. Diatomic Molecules According to the Wave Mechanics. II. Vibrational Levels (1929). Physical Review. 34, 57-64.
5. Mochalov O. O., Shapoval N. O.(2015). Metodyka ta matematychna model rozrahunku fizichnyh vlastyvostey til pry zovnishnyh vplyvah na strukturnu odynytsi rehovyny. [Methodology and mathematical model of calculation of physical properties of bodies under external influences on a structural unit of matter]. Mathematical modeling. Scientific journal of the Dniprodzerzhyn State Technical University, 2015, 2 (33), 28-30 [in Ukrainian].
6. Mochalov O. O., Shapoval N. O., Yevfimko K. D. (2013). Osoblyvosti matematychnogo modeluvannya dynamichnyh protsesiv u nverdych tilach iz mikrostrukturou. [Peculiarities of mathematical modeling of dynamic processes in solids with microstructure]. Mathematical modeling. Scientific journal of the Dniprodzerzhyn State Technical University, 2, 29-32 [in Ukrainian].

Журнал

«Наука і техніка сьогодні»

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

Випуск №5(33) 2024

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/№957 від 18.08.2015 р., Андріївський узвіз, буд.11, оф.68, м. Київ, 04070.