

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**



БІБЛІОТЕКА
КПІ



**ЗБІРНИК ПРАЦЬ
XXII МІЖНАРОДНОЇ МОЛОДІЖНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ НАУКИ,
ТЕХНІКИ ТА ОСВІТИ»,**

**за темою:
ВИСОКІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СУЧАСНІ ВИКЛИКИ**

КИЇВ 2024

Редколегія:

**Ванін В.В. (головний редактор), доктор техн. наук, професор
Локтєв В.М., академік НАНУ**

Котовський В.Й., доктор техн. наук, професор

Решетняк С.О., доктор фіз.-мат. наук, професор

**Литвинко А.С. (відповідальний редактор), доктор іст. наук,
пров. наук. співробітник**

Шендеровський В.А., доктор фіз.-мат. наук, професор

Храмов Ю.О., доктор фіз.-мат. наук, професор

Рецензенти:

Шут М.І., академік АПНУ

Збірник праць ХХІІ Міжнародної молодіжної науково-практичної конференції «Історія розвитку науки, техніки та освіти», за темою: Високі технології та сучасні виклики. – Київ, 18 квітня 2024 р. / Укладач Пономаренко Л.П. – Київ, 2024. – 253с.

У збірнику опубліковано матеріали, підготовлені учасниками ХХІІ Міжнародної молодіжної науково-практичної конференції «Історія розвитку науки, техніки та освіти», за темою: Високі технології та сучасні виклики, яка проходить у рамках Молодіжного симпозіуму з історії науки і техніки: Пріоритети української науки. Висвітлюються найбільш актуальні проблеми історії вітчизняної і світової науки, техніки та освіти, а також розкривається внесок українських учених у формування сучасної науки.

ЗМІСТ

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

.....	9
РОЗДІЛ І. РОЛЬ ОСОБИСТОСТІ В НАУЦІ. ФЕНОМЕН НАУКОВОЇ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ШКОЛИ	9
Авдеєва Т.В., Ванін А.В. НАРИС ПРО КЕРІВНИКІВ КАФЕДРИ МАТЕМАТИКИ КИЇВСЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО ІНСТИТУТУ	9
Амбурцева О.В., Носачов Ю.Ф. НІКОЛА ТЕСЛА – ГЕНІАЛЬНИЙ ВИНАХІДНИК	14
Бовкун С.В., Закревська Н.В. ІЗРАЇЛЬ РАДОМИСЕЛЬСЬКИЙ: НОВІ ДЕТАЛІ РОДОВОДУ, НАУКОВИЙ ЗДОБУТОК У ФОНДАХ НАЦІОНАЛЬНОГО МУЗЕЮ КОСМОНАВТИКИ	17
Борисенко О.С., Цюпа А.М., Лук`яненко Е.В. ПРОФЕСОР Г.Ю.ІЛЛЯШЕНКО – ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ФІЗИК, МЕТОДИСТ ТА ПЕДАГОГ, ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ МЕТОДИКИ ФІЗИКИ ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПЕДАГОГІЧНОГО ІНСТИТУТУ	22
Hnitetska T.V., Hnitetska H.O., Bulyon D.S., Taliar M.A.ТРОНУМЕНКО YAROSLAV KARPOVICH–100TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH	27
Головатий І.С., Братусь Т.І. ПРОФЕСОР ВАЩЕНКО КОСТЯНТИН ІЛЛІЧ – ВЧЕНИЙ, ПЕДАГОГ, ІНЖЕНЕР-НОВАТОР	29
Звайед К.Ф., Строкач М.С. БОРИС ГРАБОВСЬКИЙ – ЗАБУТИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВИНАХІДНИК	33
Карачун А.В., Цюпа А.М., Лук`яненко Е.В. ПРОФЕСОР В.П.ЧЕРКАШИН – ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ФІЗИК ТА ПЕДАГОГ, ЗАСНОВНИК КАФЕДРИ ЗАГАЛЬНОЇ ТА ЕКСПЕ- РИМЕНТАЛЬНОЇ ФІЗИКИ КИЇВСЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО ІНСТИТУТУ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО	37
Куляпін Д. В., Пальцун С.В. ГЕОРГІЙ ГЕОРГІЙОВИЧ ДЕ-МЕТЦ – ПІОНЕР РАДІОБІОЛОГІЇ В УКРАЇНІ	40

Кушлик-Дивульська О.І., Донецький С.В., Коваль А.Р., Стецюра Д.О. РОЛЬ ОСОБИСТОСТІ В НАУЦІ ТА КОЛЕКТИВНА НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ 44

Кушлик-Дивульська О.І., Брідня А.С. ВНЕСОК УЧЕНИХ ТА ІНЖЕНЕРІВ-ЖІНОК КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО У СВІТОВУ НАУКУ І ТЕХНІКУ... 48

Литвинко А.С., Луговський О.Г., Виврот Т.М. ВИТОКИ ІСТОРІЇ НАУКИ І ТЕХНІКИ В УКРАЇНІ: ДО 95-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ Г. М. ДОБРОВА ТА 60-РІЧЧЯ ВІДДІЛУ ІСТОРІЇ ТА СОЦІОЛОГІЇ НАУКИ І ТЕХНІКИ ДУ «ІДНТПІН ІМ. Г.М. ДОБРОВА НАН УКРАЇНИ» 52

Міщенко К.Г., Пономаренко Л.П. ІНЖЕНЕР-НОВАТОР ДМИТРО ЛОРЕНЦО 55

Пшонний Р.В., Дімарова О.В. ВИНАХОДИ АРХІМЕДА ПІД ЧАС ОБЛОГИ СІРАКУЗИ; ІСТОРИЧНА ПРАВДА ЧИ КРАСИВА ЛЕГЕНДА? 58

Савченко Д.В. ДО 80-РІЧЧЯ ЕЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНІТНОГО РЕЗОНАНСУ: ІСТОРІЯ ВІДКРИТТЯ ЯВИЩА, МИНУЛЕ ТА СЬОГОДЕННЯ ШКОЛИ М.Ф. ДЕЙГЕНА 61

Стогній К.М., Снігоровська Д.О., Кузь О.П. ВНЕСОК УЧЕНИХ ТА ІНЖЕНЕРІВ КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО У СВІТОВУ НАУКУ І ТЕХНІКУ 66

Шаповалова М.М., Пономаренко Л.П. ЮРІЙ ГОГОЦІ: ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ НАНОТЕХНОЛОГІЙ 69

Шевчук Б.В., Братусь Т.І. АКАДЕМІК НАН УКРАЇНИ ЛИСИЦЯ МИХАЙЛО ПАВЛОВИЧ – ВИДАТНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ У ГАЛУЗІ ОПТИКИ І ФІЗИКИ ТВЕРДОГО ТІЛА 73

РОЗДІЛ ІІ. СТОРІНКИ ІСТОРІЇ ПРИРОДНИЧИХ ТА ТЕХНІЧНИХ НАУК В УКРАЇНІ ТА СВІТІ 77

Авдеєва Т.В, Шевчук М.М. ПРОГРЕСІЯ В МИНУЛОМУ ТА В СЬОГОДЕННІ: ДЛЯ ЧОГО ВОНА ПЕРЕСІЧНОМУ ГРОМАДЯНИНУ? 77

Баранов Г.О., Печенова Я.В. ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ ЕКОНОМІЧНИХ РЕФОРМ МАРГАРЕТ ТЕТЧЕР У ВЕЛИКІЙ БРИТАНІЇ	81
Баштова Л.С., Порохненко Ю.Ю. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В СУЧАСНІЙ ЕКОНОМІЦІ	84
Бороздих Н.В. ДОВІРА ДО ВЧЕНИХ ТА ЇХ РОЛЬ У СУСПІЛЬСТВІ	89
Гудима К.О., Сапожко В.Ю., Дімарова О.В. ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ: ІННОВАЦІЇ, БЕЗПЕКА ТА МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД	93
Живага О.В. ІНСТРУМЕНТИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В НАУКОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ВЧЕНОГО	96
Калінін М.І., Дімарова О.В. ЗНАЙОМСТВО З ЧІПАМИ	100
Кузьменко О.А, Верещінська В.В, Дімарова О.В. ДО ІСТОРИЇ ФАКУЛЬТЕТУ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ	104
Кулик А.В., Фотул О.О., Кузь О.П. ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ФІЗИКИ	107
Кушлик-Дивульська О.І., Стецкова А.С. РОЛЬ ТОЧНИХ НАУК У ФОРМУВАННІ РІВНЯ ЖИТТЯ. МІЖНАРОДНИЙ ОГЛЯД	111
Носачов Ю.Ф., Амбурцева О.В, Дрозденко О.В. ДО ПИТАННЯ РОЗВИТКУ МОДУЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ	115
Решетко М.Д., Письменний Є.М. ОБ'ЄКТ 477А1 «НОТА» – ПЕРСПЕКТИВНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ БОЙОВИЙ ТАНК	118
Скуратова А.М., Носачов Ю.Ф. ДО ІСТОРИЇ РОЗВИТКУ ТА СТАНОВЛЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ В УКРАЇНІ	122
Федорова Л.Б. ІСТОРИЯ РОЗВИТКУ ТА ЗАСТОСУВАНЬ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗУ	125
Фіалковська О.О., Фесенко Д.О., Дімарова О.В. ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА РОЗВИТОК ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ НАУК	128

**Храмова-Баранова О.Л., Манн А.Р. ЕСТЕТИЧНІ АСПЕКТИ
ТИПОГРАФІКИ: ШРИФТОВИЙ ДИЗАЙН 131**

**Цопа А.С, Дімарова О.В. ЗНАЧЕННЯ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ
УКРАЇНИ 134**

**РОЗДІЛ ІІІ. ФІЗИКА ТА СУЧАСНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
СВІТ 138**

**Бабіч Є.М., Співак О.А., Козленко О.В., Якуніна Н.О. ШТУЧНА
ГРАВІТАЦІЯ В КОСМОСІ 138**

**Бігун О.П., Співак О.А., Козленко О.В., Лаванов Г.Ю.
ВЗАЄМОДІЯ МАГНІТІВ. КОМПЕНСАЦІЯ ЗСУВУ ОСІ ПРИ
ВЗАЄМОДІЇ МАГНІТІВ 142**

**Беркета А.О., Лаванов Г.Ю., Козленко О.В. УДОСКОНАЛЕННЯ
АЕРОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛІТАКІВ ТА БПЛА В
ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ФОРМИ СТАБІЛІЗАТОРА З
МОДИФІКОВАНИМ КРИЛОМ 146**

**Бродин О.М., Свердліченко Д.Ю. ЗСУВНА ТА ОБ'ЄМНА
В'ЯЗКІСТЬ В'ЯЗКОПРУЖНОЇ РІДИНИ: КОШІ-ПОДІБНІ
ВІДНОШЕННЯ 150**

**Бурдо О.С., Пономаренко Л.П., Зарубіна Н.Є. ЕКСПОНЕНЦІЙНІ
ЗАЛЕЖНОСТІ В РАДІОЕКОЛОГІЇ 153**

**Ватолкін Д.П., Гусева Ю.І. ВИКОРИСТАННЯ КВАНТОВИХ
ОБЧИСЛЕНЬ У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ 158**

**Влайков І.Г., Співак О.А., Козленко О.В. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТРАНСПОРТУ: ШВИДКІСТЬ ЗАРЯДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ VS
ЧАСУ ЗАПРАВКИ БЕНЗИНОВИХ АВТОМОБІЛІВ 163**

**Вознюк А.С., Коваленко О.А., Козленко О.В. ДОСЛІДЖЕННЯ
ТРАНСФОРМАТОРА З ФЕРОМАГНІТНИМ ОСЕРДДЯМ 167**

**Жуковець М.А., Захарченко Р.В. П'ЄЗОЕФЕКТ. ВІДКРИТТЯ ТА
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ 171**

Ісаков В. А., Коваленко О.А., Козленко О.В. ЗАСТОСУВАННЯ MACHINE LEARNING ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗІР	175
Зеленчук Д.І., Козленко О.В. РОЗРОБКА МІДЬ-НІХРОМОВИХ ТА ЗАЛІЗНО-НІСИЛОВИХ ТЕРМОПАР	177
Коваль Б.С., Співак О.А., Козленко О.В., Климук О.С. МОБІЛЬНІ БОМБОСХОВИЩА	182
Козленко О.В., Рибачик І.К., Довженко О.В. ВИНИКНЕННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НАПРУГИ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ	185
Козленко О.В., Рибачик І.К., Довженко О.В. ВИДИ ЗАХИСНИХ ШОЛОМІВ	188
Maltseva A.V., Matveeva T.V. THE COMBINATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND 3D PRINTING	190
Мельниченко М.А., Співак О.А., Козленко О.В., Климук О.С. СУЧАСНЕ ПРОТЕЗУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ 3D-ДРУКУ	195
Наконечний І.А., Вастерова М.Д., Чирка Ю.В., Іванова І.М. КЛАСТЕРНИЙ РОЗПАД: ЩО ЗНАХОДИТЬСЯ МІЖ АЛЬФА РОЗПАДОМ ТА СПОНТАННИМ ПОДІЛОМ?	198
Осадча О.П., Співак О.А., Козленко О.В. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАДПРОВІДНИКІВ	201
Семінський Є.О., Вовкогон О.О., Ігнатова С.С., Гаврилюк В.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР НА РОБОТУ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ	204
Свердліченко Д.Ю., Карлова А.О., Іванова І.М. НОВІ ДОСЯГНЕННЯ У ФІЗИЦІ ТВЕРДОГО ТІЛА: КВАЗІКРИСТАЛИ ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ	208
Сливка Д.Р., Подласов С.О. ТЕХНОЛОГІЇ УТРИМАННЯ ПЛАЗМИ	212
Snarskii A.A., Sverdlichenko D. Yu, Podlasov S.O. THE CLASSICAL ANALOG OF THE ANARONOV-BOHM EFFECT	216

Снарський А.О., Іванова І.М., Федотов В.В., Карлова А.О. СПІВВІДНОШЕННЯ ВЗАЄМНОСТІ У ВИПАДКОВО-НЕОДНОРІДНИХ СЕРЕДОВИЩАХ У ПРИСУТНОСТІ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ЯВИЩ 218

Танцюра Н.Д., Співак О.А., Козленко О.В. ВИВЧЕННЯ ВІДКАЧУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ У ВАКУУМНІЙ СИСТЕМІ 220

Тунік О.І., Якуніна Н.О. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРЯМОТОЧНИХ ПОВІТРЯНО-РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ 224

Турич В.В., Співак О.А., Козленко О.В. ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСТАРІЛОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ОБОРОННИХ ПОТРЕБ 228

РОЗДІЛ IV. РОЗВИТОК ОСВІТИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ. МЕТОДОЛОГІЯ НАВЧАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ НАУК 231

Ватолкін Д.П., Гарєєва Ф.М. ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ 231

Гріцай Т.О., Гарєєва Ф.М. ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ 234

Кравченко Я.Є., Носачов Ю.Ф. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК СКЛАДОВА СУЧАСНОЇ МЕТОДОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН 237

Нікітін А.В., Листопадова В.В. НОВА ЕПОХА ЕКСПЕРИМЕНТІВ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ 242

Селезньова Н.П., Левицький О.Т. ДЕЯКІ ЗАУВАЖЕННЯ ЩОДО ВИКЛАДАННЯ КУРСУ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ 246

Шляховер Р.С., Гарєєва Ф.М. ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ 250

РОЗДІЛ І. РОЛЬ ОСОБИСТОСТІ В НАУЦІ. ФЕНОМЕН НАУКОВОЇ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ШКОЛИ

Авдєєва Т.В., Ванін А.В.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
Київ, пр. Берестейський, 37, email: avdeeva.tetyana@gmail.com*

НАРИС ПРО КЕРІВНИКІВ КАФЕДРИ МАТЕМАТИКИ КИЇВСЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО ІНСТИТУТУ

***Анотація.** Коротко викладено історію розвитку кафедри вищої математики Київського політехнічного інституту та наводяться основні факти життя та наукові пріоритети керівників кафедри, починаючи з перших днів створення кафедри і до нині.*

***Abstract.** The article briefly outlines the history of the development of the Department of Higher Mathematics at Kyiv Polytechnic Institute and provides the main facts of life and scientific priorities of the department heads from its inception to the present day.*

***Ключові слова:** Київський політехнічний інститут, історія кафедри вищої математики, кафедра математичної фізики, фізико-математичний факультет, керівник кафедри, завідувач кафедри.*

***Keywords:** Kyiv Polytechnic Institute, history of the department of higher mathematics, department of mathematical physics, head of the department.*

Історія кафедри завжди писалася і буде писатися через долі її співробітників, їх досягнення на науковій та педагогічній нивах. Результати діяльності кафедри в першу чергу залежать від керівника, його вміння відстоювати інтереси, творити сприятливі умови для роботи співробітників та студентів, не лише бачити суть справ, а й самому творити красу в математиці. Кафедру завжди очолює людина, яка спроможна генерувати глибокі наукові ідеї, надихати оточуючих на повсякденну творчу роботу (наукову та педагогічну). Без сумнівів, можна стверджувати, що всі керівники кафедри математики та математичної фізики мали та мають незаперечний авторитет як вчені, яскраві та непересічні особистості, талановиті викладачі, неперевершені

вчителі та громадянські діячі. Вони глибоко стурбовані долею України та вітчизняної науки. Надзвичайно плідною була їх наукова та педагогічна діяльність, що виражалася у талановитих учнях та послідовниках, чисельних наукових та методичних роботах.

Метою дослідження є показати історичний шлях кафедри вищої математики Київського політехнічного інституту, розповісти про непересичених особистостей, що очолювали кафедру впродовж всього періоду. Кафедра математики при Київському політехнічному інституті має більш ніж столітню історію. Хронологічні межі нашого дослідження охоплюють кінець ХІХ – першу чверть ХХІ століть.

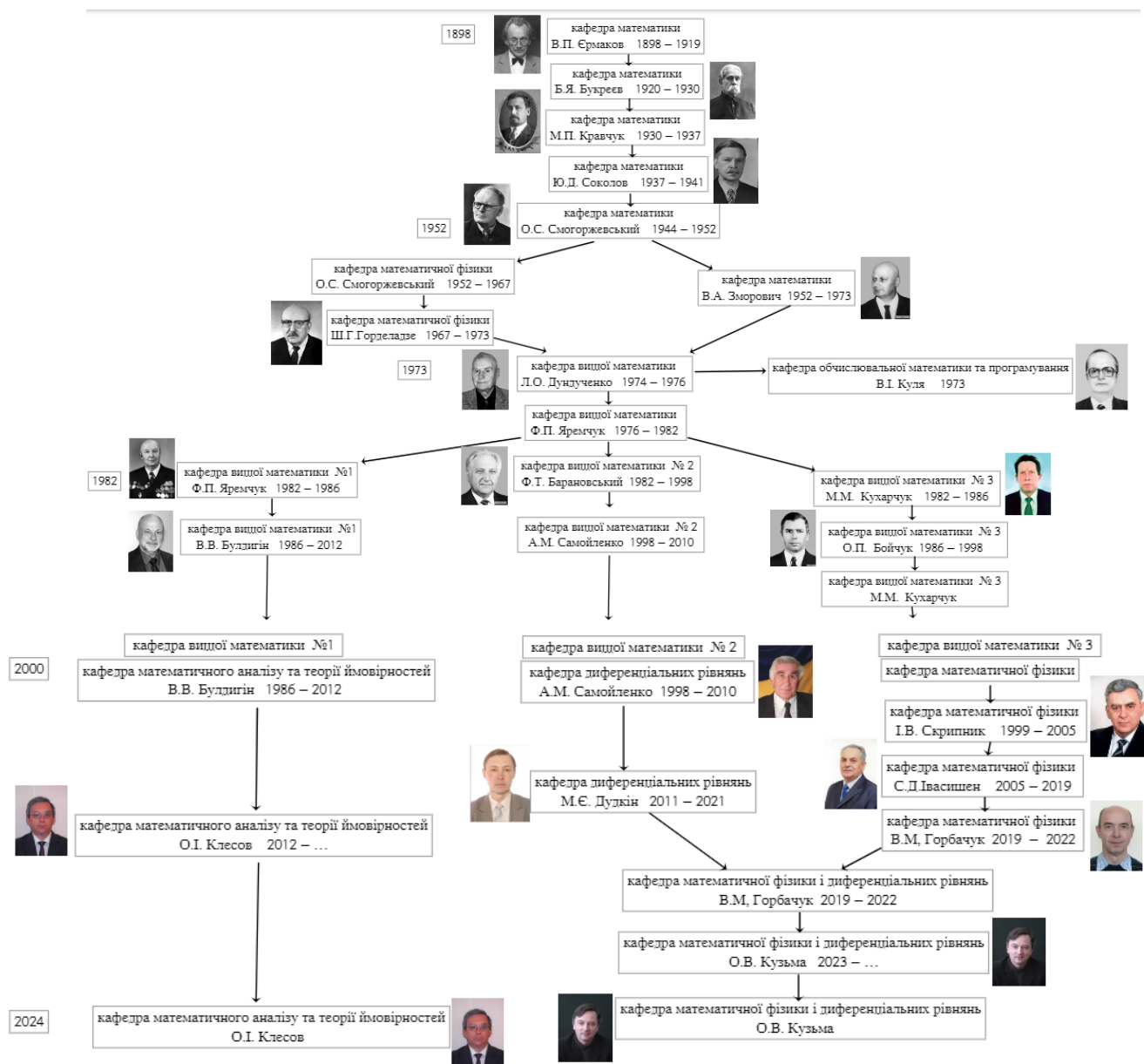
За понад столітню історію свого існування кафедра неодноразова ділилася на декілька кафедр (дробилася) та об'єднувалася, змінювала свою назву, навіть була в евакуації. Зрозуміло, що ми не зможемо розповісти про всіх математиків, хто працював на кафедрі, їх достатньо велика кількість. Ми зупинимося лише на особистостях, які очолювали кафедру за цей час, тобто завідували кафедрою математики або її підрозділом. Після створення КПІ у 1898 р. очолити кафедру математики було запрошено члена-кореспондента Санкт-Петербурзької АН заслуженого професора Василя Петровича Єрмакова, який викладав лекції на механічному та інженерному відділеннях. У той же час на хімічному відділенні лекції читав професор Борис Якович Букреєв. На момент створення КПІ до курсу з математики, крім диференціального та інтегрального числення, входили елементи диференціальної геометрії, теорія диференціальних рівнянь звичайних та з частинними похідними, елементи теорії ймовірностей, складання емпіричних формул та наближені обчислення.

Після Б.Я. Букреєва протягом 1930 – 1937 рр. кафедру математики КПІ очолював академік Михайло Пилипович Кравчук. Протягом 1937 – 1941рр. кафедру вищої математики очолював відомий математик і механік, член-кореспондент АН УРСР, професор Юрій Дмитрович Соколов.

У період Другої світової війни КПІ було евакуйоване до Ташкенту й об'єднано із Середньоазіатським індустріальним інститутом. У цей час аж до 1952 р. кафедру математики очолював професор Олександр Степанович Смогоржевський.

Навесні 1952 р. відбулося перше ділення кафедри математики КПІ на дві кафедри, а саме на кафедру математичної фізики на чолі з О.С. Смогоржевським та кафедру вищої математики на чолі з відомим спеціалістом

із теорії аналітичних функцій професором В.А. Зморовичем, який працював у КПІ з 1932 р., понад 50 років. Упродовж 1952 – 1973 рр. В.А. Зморович був завідувачем кафедри вищої математики.



У 1967 р. кафедру математичної фізики очолив Ш.Г. Горделадзе, відомий фахівець з астрономії, який досяг значних успіхів у дослідженні Нових зір та побудови «видимих» Галактик.

Після смерті Ш.Г. Горделадзе 1973 р. кафедри математичної фізики та вищої математики об'єднали в одну кафедру вищої математики, яку очолив учень В.А. Зморовича професор Л. О. Дундученко.

Після об'єднання двох кафедр, частина її складу увійшла до кафедри обчислювальної математики та програмування, яку очолив професор В.І. Куля, відомий фахівець у галузях обчислювальної техніки, програмування та прикладної математики.

Упродовж 1976 – 1986 рр. кафедру вищої математики КПІ очолював професор Федір Петрович Яремчук. [1-5]

У квітні 1982 р. кафедру вищої математики було розділено на три кафедри: вищої математики №1, якою продовжував керувати проф. Ф.П. Яремчук; вищої математики №2 на чолі з проф. Федором Титовичем Барановським; вищої математики №3 на чолі з доцентом Миколою Макаровичем Кухарчуком.

Кафедру вищої математики №1 протягом 1986 – 2012 рр. очолював професор Валерій Володимирович Булдігін. 2012 р. кафедру математичного аналізу та теорії ймовірностей НТУУ «КПІ» (вищої математики №1) очолив професор Олег Іванович Клесов, 1986 р. кафедру вищої математики №3 очолив професор Остап Пилипович Бойчук. Протягом 1998-2011рр. кафедру диференціальних рівнянь НТУУ «КПІ» очолював академік НАН України Анатолій Михайлович Самойленко.

У травні 1996 р. за сприянням ректора КПІ академіка Михайла Згуровського на базі кафедр фундаментальної підготовки при НТУУ «КПІ» було створено фізико-математичний факультет, який очолив академік НАН України Віктор Григорович Бар'яхтар. Першим заступником декана ФМФ НТУУ «КПІ» став професор Володимир Володимирович Ванін, завідувач кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки КПІ, який від 2007 р. очолює фізико-математичний факультет.

1999 р. кафедру математичної фізики очолив академік НАН України Ігор Володимирович Скрипник. 2000 р. номерні кафедри вищої математики НТУУ «КПІ» було перейменовано наступним чином: кафедру №1 – у кафедру математичного аналізу та теорії ймовірностей, кафедру №2 – у кафедру диференціальних рівнянь, кафедру №3 – у кафедру математичної фізики.

Заступником завідувача кафедри упродовж 1999 – 2005 рр. був призначений М.М. Кухарчук, а після смерті академіка І.В. Скрипника виконуючим обов'язки завідувача кафедри математичної фізики було призначено професора Степана Дмитровича Івасишена, якого в 2004 р. запросив працювати на кафедру НТУУ «КПІ» Ігор Володимирович Скрипник. [6]

Протягом 2014 – 2021рр. кафедру диференціальних рівнянь НТУУ «КПІ» очолював професор Микола Євгенович Дудкін.

2019 р. кафедру математичної фізики очолив доктор фізико-математичних наук Володимир Мирославович Горбачук. Влітку 2021 р. відбулося злиття кафедр математичної фізики та диференціальних рівнянь, керівником кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь залишився професор В.М. Горбачук.

Від 2023 р. кафедру математичної фізики та диференціальних рівнянь очолює Олександр Всеволодович Кузьма.

Пильна увага непересічних особистостей керівників плекала невинний науково-педагогічний розвиток кафедр математики. Перегортаючи сторінки славного історичного минулого кафедр математики Київської політехніки, знайомлячись з творчими набутками керівників цих кафедр, можна з впевненістю дивитися у майбутнє. [7, 8]

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Добровольський В.О. Математика в Київському політехнічному інституті у 1918 – 1968 рр. // Нариси з історії природознавства і техніки. – К., 1971, вип. XV, с.3-8.
- [2] Добровольський В.О. Математика в КПІ за перші 50 років його існування. // Наукові вісті НТУУ “КПІ”, 1998, №2, с.128-133.
- [3] Добровольський В.О. Математика в Київському політехнічному інституті за 50 років. – З історії вітчизняного природознавства. – К., Наукова думка, 1964, с. 128 – 143.
- [4] Добровольський В.О. Математика в КПІ у 60-80 рр. ХХ ст. // Питання історії науки і техніки. – К. 200 №1 (5), с. 33-43.
- [5] Добровольська Е.М., Авдєєва Т.В. Із історії кафедри математичної фізики (до 110 річниці НТУУ «КПІ») // Питання історії науки і техніки. — 2008. — № 3. — С. 2-10.
- [6] Математичне сузір'я КПІ. До 115-річчя Київської політехніки. Режим доступу: <https://kpi.ua/history-math>
- [7] Кафедра математичного аналізу та теорії ймовірностей. Режим доступу: <https://matan.kpi.ua/uk/history-of-the-department.html>

Амбурцева О.В., Носачов Ю.Ф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
Київ, пр. Берестейський, 37,
email: amburtceva555@gmail.com

НИКОЛА ТЕСЛА – ГЕНІАЛЬНИЙ ВІНАХІДНИК

***Анотація.** Стаття присвячується видатному винахіднику Ніколі Теслі, його науковим здобуткам у галузі електроніки, електрики та глобальної енергетики. Розкривається особливість наукової спадщини інженера-винахідника, яка полягає в тому, що його ідеї і парадигми випереджали час і до сьогодні слугують джерелами нових наукових пошуків, впливають на подальший розвиток науки і техніки.*

***Abstract.** The article is dedicated to the outstanding inventor Nikola Tesla, his scientific achievements in the field of electronics, electricity and global energy. The peculiarity of the scientific heritage of this engineer-inventor is that his ideas and paradigms were ahead of time and to this day serve as sources of new scientific research, influence the further development of science and technology.*

***Ключові слова:** змінний струм, флуоресцентне світло, бездротова передача енергії, принципи дистанційного керування.*

***Keywords:** alternating current, fluorescent light, wireless energy transfer, principles of remote control.*

Нікола Тесла – один із геніальних фізиків і винахідників в історії людства. Він передбачив появу дронів, вай-фаю, стільникового зв'язку та багатьох сучасних технологій. Його унікальні здібності передбачення дозволили йому стати автором більш ніж 700 патентів та інновацій в області електро і радіотехніки.

Зокрема, він відкрив змінний струм, флуоресцентне світло, бездротову передачу енергії, вперше розробив принципи дистанційного керування, побудував перші електричні годинники, двигун на сонячній енергії, розробив багатофазні електричні машини й схеми розподілу багатофазних струмів. Він зрозумів принципи й розробив пристрої високочастотної техніки (генератори, трансформатор та ін.). 1893 р. Тесла одержав патент на перший

радіопередавач, 895 р. уперше продемонстрував радіоприймач, а 1897 р. одержав патент на нього. 1898 р. він створив першу конструкцію судна, керованого радіосигналами на значній відстані. Оцінюючи різноманітність і цінність наукових здобутків цього видатного вченого, *на думку багатьох учених, за всю історію людства існувало лише два подібних генія – Леонардо да Вінчі і Нікола Тесла.* [1]

Наприкінці 1890-х років Тесла почав займатися робототехнікою, і 8 листопада 1898 він запатентував те, що він назвав безпілотним літальним апаратом (БПЛА), у формі човна. У документі, в якому описані властивості цього пристрою, він писав, що винахід буде корисним для зв'язку з важкодоступними регіонами та для вивчення навколишніх умов. Він вважав, що човен-безпілотник – це майбутнє конфліктів, у яких країни використовуватимуть роботів із дистанційним керуванням, щоб не ризикувати життям своїх солдатів. [2]

Перед Першою світовою війною Нікола Тесла починає працювати над секретними проектами для військового відомства США. До цих проектів входила і безпроводна передача енергії для поразки супротивника, і створення резонансної зброї, і спроби керування часом. У 1934 р. повідомили, що Тесла відкрив промені, здатні збивати літаки на відстані до 250 миль. Тесла представляв цей винахід, як систему захисту від військового вторгнення інших країн.

1893 р. став кульмінацією більш ніж десятирічної історії вкрадених ідей, темних угод і патентних махінацій. Так, всесвітня виставка в Чикаго розкрила непримиренну війну між поглядами Едісона і Тесли на те, як має вироблятися і поширюватися електрика. Причому цю розбіжність можна описати в термінах вартості і безпеки: постійний струм, ідею якого підтримував Едісон, був дорогим для передачі на великі відстані і виробляв небезпечні розряди на конвертері (комутаторі), який був потрібен для його роботи. Однак Едісон і ті, хто його підтримував, зуміли використати ці «небезпеки» електричного струму, щоб навіяти громадськості страх перед альтернативою Тесли – змінним струмом. Для підтвердження своїх слів Едісон іноді демонстрував вбивства тварин електричним струмом. Результатом стало створення електричного стільця. Відповіддю Тесли стали його знамениті демонстрації повної безпеки електрики, коли він пропускав струм через своє власне тіло, щоб запалювати електричні лампи. Едісон та його інвестори вживали будь-яких заходів для недопущення винаходів Тесли. Проте саме

винахід Tesli врешті-решт став використовуватися для генерації та постачання електрики до будинків. [3]

Як справжній провидець, який випередив свій час, Нікола Тесла розробляв революційну на той час концепцію, яка передбачала кодування повідомлень і їх передачу на певних частотах, доступних за допомогою портативних пристроїв. Ця концепція у подальшому заклала основу для розвитку сучасної технології смартфонів. Слід відзначити, що ідею передачі енергії без проводів на будь-яку відстань вчений виношував все своє творче життя. Він вважав, що якщо існують електричні пристрої, які можуть передавати електромагнітні хвилі, повинні існувати можливості для передачі енергії в будь-яке місце. Пошуком цих можливостей втілювався у найголовніший винахід його життя, який він не зміг довести до кінця. Це – всесвітня бездротова система передачі інформації та енергії. Ця система складається з енергопередаючої станції, яка могла б направляти електричну енергію у будь-яку потрібну точку та енергоприймаючих установок, розташованих на різних об'єктах. Така система могла би транслювати на весь світ музику, зображення, тексти, а за допомогою телефона можна було б подзвонити в будь-яку точку світу. Таким чином видатний учений – провидець передбачив можливість існування інтернету і мобільного зв'язку. [1]

Серед незавершених робіт геніального винахідника збереглися що найменше дві нереалізовані до нині ідеї. Перша з них присвячена встановленню зв'язку між гравітацією і електромагнетизмом, а друга – пов'язана із безпроводною передачею силової електроенергії на великі відстані по радіоканалах. Обидві ці проблеми в ХХ сторіччі розв'язані не були.

Необхідно відмітити, що наукові здобутки видатного вченого, інженера, винахідника Ніколи Тесли не були випадковими. Життя Ніколи Тесли було взірцем фанатичного служіння науці. Його феноменальні здібності, готовність до самопожертви й одержимість ідеями стали підґрунтям для найвизначніших відкриттів в історії людства.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Nikola Tesla (1856-1943). Режим доступу: <https://geniuses.club/genius/nikola-tesla>

[2] Tesla's toy boat: A drone before its time. Режим доступу: <https://www.engadget.com/2014-01-19-nikola-teslas-remote-control-boat.html>

[3] Змінний струм. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>

Бовкун С. В., Закревська Н. В.
Національний музей космонавтики ім. С.П. Корольова,
м. Житомир, вул. Дмитрівська, 2.
email: bovkunsergej@gmail.com

ІЗРАЇЛЬ РАДОМИСЕЛЬСЬКИЙ: НОВІ ДЕТАЛІ РОДОВОДУ, НАУКОВИЙ ЗДОБУТОК У ФОНДАХ НАЦІОНАЛЬНОГО МУЗЕЮ КОСМОНАВТИКИ

Анотація. У матеріалі розглядаються не досліджувані раніше деталі родоводу та документи про народження видатного українського вченого у галузі матеріалознавства Ізраїля Радомисельського (1914-1986). Також розповідається про експонати Національного музею космонавтики ім. С.П. Корольова, пов'язані з науковою діяльністю І. Радомисельського в галузі космічного приладобудування.

Abstract. The material examines previously unresearched details of the genealogy and documents about the birth of the Ukrainian scientist in the field of materials science Israel Radomyselskyi (1914-1986). It also talks about the exhibits of the National Museum of Cosmonautics named after S.P. Korolev, related to the scientific activity of I. Radomyselskyi in the field of space instrumentation.

Ключові слова: Ізраїль Радомисельський, Житомир, родовід, предки, Інститут проблем матеріалознавства, розробки, самозмащувальний матеріал.

Keywords: Israel Radomyselskyi, Zhytomyr, pedigree, ancestors, Institute of Materials Science Problems, development, self-lubricating material.

У травні 2024 р. минає 110 років із дня народження Ізраїля Давидовича Радомисельського (1914-1986) – відомого вченого, доктора технічних наук, професора, заслуженого діяча науки УРСР, лауреата Державної премії УРСР, багаторічного співробітника Інституту проблем матеріалознавства Академії наук УРСР, чий науковий розробки напряму стосувалися практичної космонавтики. Дотепер походження, родовід та науковий здобуток І. Д. Радомисельського залишалися практично дослідженими. Відтак метою даної роботи є спроба заповнити ці прогалини.

У відкритих джерелах вказується дата і місце народження І. Радомисельського – 6 травня 1914 р., Житомир. [7] Ці дані підтверджуються знайденими у Державному архіві Житомирської області (ДАЖО) документами про народження Ізраїля Радомисельського. У «Книге для записки родившихся євреїв Житомирського уезда на 1914 год вміщено запис №59 – про народження сина Сруля у подружжя Радомисельських: житомирського міщанина Дувида Бенціоновича та його дружини Гітлі Іцківни. Датою народження хлопчика зазначено 23 квітня (що відповідає 6 травня за новим стилем).[2]

У записі про народження Сруля Радомисельського зроблено два пізніші виправлення: ім'я Сруль виправлено на Ізраїль, а прізвище Радомисельський (в оригіналі російською – «Радомышльський») – на «Радомисельський» («Радомышельський»). Виправлення зроблене 27 квітня 1954 р.

Інший документ, що зберігається у фондах ДАЖО, деталізує виправлення у метричній книзі. Це довідка Київського міського управління міліції від 21 червня 1954 р., видана Житомирському обласному відділу запису актів громадянського стану. У довідці зазначено, що Київським міським бюро ЗАГС оформлена справа щодо виправлення актового запису про народження Радомисельського Сруля Дувидовича та йому видане нове свідоцтво про народження. Відтак у записі про народження слід змінити прізвище – з «Радомышльський» на «Радомышельський», а ім'я Сруль – на Ізраїль. [3]

Із цього документа випливає, що у 40-річному віці Сруль Радомисельський став Ізраїлем, а також додав у середині свого прізвища додаткову літеру «е». Причини таких змін залишаються невідомими.

Водночас із цих документів стало відомим первісне прізвище видатного вченого – Радомисельський, що дозволило віднайти та реконструювати його генеалогічне дерево по батьковій лінії. Інформація про рід Радомисельських наявна у актових документах, що зберігаються у Центральному державному історичному архіві України та Державному архіві Житомирської області.

Найдавніші у часі поміж відомих предків Ізраїля Радомисельського – Абрам (бл.1665 -?), Мордко Абрамович (бл. 1700 - ?), Шломо Мордкович (1733 – після 1760). Про останнього достеменно відомо, що він мешкав у селі Мала Рача неподалік міста Радомишля. Його син, Мордехай Шломович (1753 – 1815) близько 1810 р. (коли євреям у Російській імперії дозволили мати

прізвища) – взяв собі прізвище Малорацький. У той же період він переселився у місто Радомишль. Син Мордехая, Мошко Мордухович (1780 – 1832), переїхав з Радомишля до міста Малина – і, вочевидь, за своїм попереднім місцем проживання взяв прізвище Радомисльський. [4]

Нащадки Мошка Радомисльського: Абрамко Мошкович Радомисльський (1800-?); Мордехай Абрамович Радомисльський (1827-?); Аврум Мордухович Радомисльський (?-?, перший в роду переїхав до Житомира). Син Аврума, Бенціон Радомисльський (?-1888) також мешкав у Житомирі. З архівних документів відома його адреса: «Житомир, Поділ, дім Бейраха Кесельмана». Точне розташування цього будинку встановити нині неможливо. Сучасний дослідник історії Житомира Борис Дубман вважає, що дім розташовувався на ділянці сучасних вулиць Троянівської та Подільської – неподалік Успенського собору.

У Житомирі народився батько Ізраїля Радомисельського – Дувид Бенціонович (1884-?). У 1913р. він одружився з Гетлею Іцківною Фрідман (1889 – ?). 6 червня 1914 р. у подружжя народився син Сруль – майбутній вчений у галузі матеріалознавства Ізраїль Радомисельський.

У 1955-1986 рр. І. Радомисельський працював у Інституті проблем матеріалознавства ім. І. Францевича НАНУ. Початок космічної ери змінив вимоги до матеріалів, які почали використовуватись у космічній галузі і, конкретно, у космічному приладобудуванні. Тоді й виник новий напрям роботи – космічне матеріалознавство, що розробляє матеріали з новими властивостями, які можуть виконувати завдання в умовах відмінних від земних, а саме в умовах космічного простору.

І.Д. Радомисельський очолив відділ антифракційних матеріалів (матеріали, що використовуються в умовах сухого тертя, напр. космічного вакууму), з яких виготовлялись рухомі частини космічних апаратів, супутників та автоматичних міжпланетних станцій.

Першим успіхом цього відділу стала розробка матеріалу С-5 для мотор-колеса «Луноходу». Цей унікальний самозмащувальний матеріал, створений для «суглобів ніг» «Луноходу», був розроблений під керівництвом Ізраїля Радомисельського у складі виконавців – кандидата технічних наук, старшого наукового співробітника Віктора Клименка, кандидата технічних наук, молодшого наукового співробітника Миколая Щербаня, кандидата технічних наук Олександра Ляпунова та головного металурга Куровського Валентина [1]. Сонячні шестерні та сателіти були виготовлені із спеціального

самозмащувального матеріалу, термообробленого до високої твердості для підвищення зносостійкості робочих поверхонь зубців [6, стор. 18]. Деталі, що обертаються, потрібно було змусити працювати в умовах абсолютного вакууму та при великих перепадах температур (наприклад, температура поверхні Місяця коливається від + 120° до - 100°). Металеві поверхні, що обертаються, в звичайних земних умовах у вузлах тертя покриваються змазкою, наприклад, графітом. У вакуумі при низьких температурах змазка перетворюється на абразив – щось на зразок наждачної шкірки. Замість того, щоб змащувати деталь, вона її дряпає. Тому деталі, що обертаються, можуть працювати тільки в умовах сухого тертя, так як змащувальний матеріал в умовах вакууму просто випарюється. Розроблений І. Радомисельським та його колегами унікальний матеріал С-5 мав коефіцієнт тертя в атмосфері Землі 0,25, а в умовах космічного вакууму – 0,15.

У Національному музеї космонавтики ім. С. П. Корольова зберігаються зразки цього матеріалу та один з 45 примірників – «Паспорт на металокерамічний матеріал «С-5» (1970). Ця технологія була розсекречена у березні 1981 року. Свідченням цього є збережений напис на примірнику «Паспорта...»: «На основани письма ВНИИГПЭ №31/38 от 28/II.1980 г. и письма предприятия А7701 №Д2271-18-52 от 4 июня 1980г. рассекречен. Решение ПДТК от 12/III-81г. (Подпис) 19/III-81г. » .[5]

Виготовлявся матеріал С-5 шляхом введення у склад сталі дуже дрібних частинок скла розміром 5-10 мікрон. Вони створювали розділовий шар та попереджували схоплювання матеріалу. У якості змазки використовувалось звичайне скло, секрет полягав в технології ущільнення та отриманні безпористого матеріалу методом вакуумно-гарячого пресування при 1100°-1150° і тиску 2-2,5 атмосфери. З нього вирізали шестерні, з яких створювався триступінчастий редуктор для пониження швидкості обертання колеса «Луноходу - 1». Головні випробування зразків матеріалу проводились у ДНДІ «ТрансМаш» (м. Ленінград, СРСР), який був головним розробником ходової частини «Луноходу».

Пізніше був розроблений матеріал СКАМ, який прийшов на заміну «С-5» та успішно застосовувався у вузлах тертя для шестерні «Луноходу-2». Розроблені в подальшому фахівцями Інституту проблем матеріалознавства ім. І.Францевича матеріали ПМ-305, ПМ-304 використовувалися на радіометричній системі Р-400 модуля «Природа» ОС «Мир» (квітень 1996 р.).

Їх надійна робота дозволила отримувати більш якісні знімки Землі з космосу та досліджувати навколоземний космічний простір.

За часів незалежної України матеріали СКАМ та ПМ-305, ПМ-304 проходили випробування у Австрійському центрі авіакосмічного та космічного матеріалознавства і технологій та були визнані одними з кращих у своїй групі.

Висновки. Завдяки збереженим архівним даним вдалося підтвердити дату народження та первісне прізвище І.Д. Радомисельського, встановити імена та прізвища його предків, а також локалізувати місце їх проживання в Житомирі. Розробки наукового колективу на чолі з І. Радомисельським (зразки яких зберігаються у Національному музеї космонавтики) вплинули на становлення та розвиток космічного матеріалознавства, завдяки чому було вирішено багато складних науково-технічних завдань у галузі космічного приладобудування.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Архів Інституту проблем матеріалознавства НАНУ. Державний архів Житомирської області (ДАЖО). Ф.67, оп.3, спр.581, арк. 327
- [2] ДАЖО. Ф.67, оп.3, спр.581, арк. 328
- [3] Рід Малорацьких-Вінницьких-Радомисльських. Режим доступу: <http://maloratsky-vinitsky.weebly.com/>
- [4] Паспорт на металокерамический материал «С-5». Киев. 1970.
- [6] Передвижная лаборатория на Луне «Луноход-1». Москва: Наука. 1971.
- [7] Радомисельський Ізраїль Давидович. Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Радомисельський_Ізраїль_Давидович](https://uk.wikipedia.org/wiki/Радомисельський_Ізраїль_Давидович)

Борисенко О.С., Цюпа А.М., Лук`яненко Е.В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський, 37,
email:borisenko.olexandr77@gmail.com*

**ПРОФЕСОР Г.Ю. ІЛЛЯШЕНКО – ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ
ФІЗИК, МЕТОДИСТ ТА ПЕДАГОГ, ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ
МЕТОДИКИ ФІЗИКИ ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПЕДАГОГІЧНОГО
ІНСТИТУТУ**

***Анотація.** Доповідь присвячена пам'яті організатора та першого керівника кафедри методики фізики Чернігівського педагогічного інституту професора Гурія Юхимовича Ілляшенка. У ній розповідається про життєвий шлях Гурія Юхимовича і становлення його як методиста, викладача та педагога. Згадується його плідна робота у Глухівському та особливо у Чернігівському педінститутах. Відмічається роль Г.Ю. Ілляшенка у заснуванні та організації роботи кафедри методики фізики Чернігівського педінституту, його активна педагогічна і наукова діяльність, а також повсякденна увага до матеріального та методичного забезпечення лабораторій керованої ним кафедри.*

***Abstract.** The report is dedicated to the memory of Professor Guria Yukhimovych Illiashenko, the organiser and the first head of the Department of Physics Methodology of the Chernihiv Pedagogical Institute. It tells about the life path of Guria Yukhimovych and his formation as a methodologist, teacher and pedagogue. His fruitful work in Glukhiv and especially in Chernihiv pedagogical institutes is mentioned. The report also pays attention to the role of Professor Illiashenko in the establishment and organisation of the work of the Department of Physics Methodology of the Chernihiv Pedagogical Institute, his active pedagogical and scientific activity, as well as daily attention to the material and methodological support of the laboratories of the department managed by him.*

***Ключові слова:** Професор Ілляшенко, фізика, Глухівський педінститут, Чернігівський педінститут, кафедра методики фізики.*

***Keywords:** Professor Illiashenko, physics, Glukhiv Pedagogical Institute, Chernihiv Pedagogical Institute, Department of Physics Methodology.*

У березні 2022 р. минуло 10 років із дня смерті видатного фізика, методиста і педагога – завідувача кафедр фізики Глухівського педінституту (1957 – 1959 рр.) та методики фізики Чернігівського педінституту (1959 – 1977 рр.) професора Гурія Юхимовича Ілляшенка.



Гурій Юхимович народився 28 листопада 1921 р. у селі Алтинівка Кролевецького району Сумської області у родині лікаря. Після закінчення Алтинівської середньої школи та вступу на 1 курс фізико-математичного відділу Глухівського вчительського інституту він розпочав трудову діяльність у 1939 р. вчителем фізики у своїй рідній школі, але у тому ж році був призваний на військову службу. Перебуваючи у лавах Радянської армії на посаді командира артилерійського відділення, брав участь у боях з німецько-фашистськими загарбниками на Західному та Калінінському фронтах. У серпні 1943 р. був важко поранений у руку, після чого півроку перебував на лікуванні, однак зберегти руку лікарям, нажаль, не вдалось. За відмінне виконання завдань командування у воєнний період Г.Ю. Ілляшенко був нагороджений (військовими нагородами) орденом Вітчизняної війни та медалями.

Після лікування Гурій Юхимович повернувся до рідної Алтинівської середньої школи, де у лютому – жовтні 1944 р. працював секретарем. Незважаючи на інвалідність, він у 1944 р. вступив на фізико-математичний факультет Київського державного педагогічного інституту, а після першого

курсу перевівся на фізичний факультет Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка, який закінчив у червні 1949 р., отримавши спеціальність «викладач фізики». За призначенням міністерства освіти УРСР з серпня 1949 р. почав працювати викладачем фізики Конотопського учительського інституту, де перебував на посаді старшого викладача до 1 вересня 1959 р., коли відбулось об'єднання цього інституту з Глухівським. [1] Після цього, працюючи старшим викладачем фізики Глухівського педагогічного інституту, Г.Ю. Ілляшенко склав кандидатські іспити на базі Київського педагогічного інституту, а з січня 1955 р. по січень 1956 р., перебуваючи у однорічній аспірантурі при Українському науково-дослідному інституті педагогіки, працював над кандидатською дисертацією на тему «Виробничі екскурсії в середній школі та методика їх проведення», яку успішно захистив 10 жовтня 1958 р. на засіданні вченої ради Київського педагогічного інституту, отримавши науковий ступінь кандидата педагогічних наук (спеціальність «Методика викладання фізики»). 1 жовтня 1957 р. Гурій Юхимович був призначений на посаду завідувача кафедри фізики Глухівського педінституту, на якій працював до 1 вересня 1959 р., коли у цьому інституті фізико-математичний факультет було ліквідовано.

Вся наступна трудова і наукова діяльність Гурія Юхимовича Ілляшенка проходила у стінах Чернігівського державного педагогічного інституту ім. Т.Г. Шевченка (сучасна назва: Національний університет «Чернігівський колегіум» ім.Т.Г.Шевченка), де він очолив кафедру фізики, а пізніше став одним із засновників та керівником кафедри методики фізики і ТЗН. При керівництві цими кафедрами Г.Ю. Ілляшенко велику увагу приділяв вдосконаленню навчального процесу, створенню та переобладнанню лабораторій фізики, методики фізики, технічних засобів навчання, астрономі. [2]

Слід також відмітити чемне і тактовне ставлення Гурія Юхимовича до колег та студентів. Як згадувалось у поздоровленні адміністрації Чернігівського педінституту, особливою рисою його характеру було «не зверхнє і сухоакадемічне, а щире й чуйне ставлення до студента».

Активну педагогічну та викладацьку роботу Г.Ю. Ілляшенко успішно поєднував з результативною науково – педагогічною діяльністю. Він був автором більше 40 наукових праць, у тому числі однієї монографії «Навчальні екскурсії з фізики», 5 посібників для вчителів і учнів загальноосвітніх середніх шкіл, 6 – для студентів педінститутів. Посібник «Основи термодинаміки і

молекулярної фізики» було включено до «Програми факультативних занять з фізики». Вагомим підтвердженням наукових і педагогічних заслуг Г.Ю. Ілляшенка було присвоєння йому в 1979 р. наукового звання професора. [2]

Протягом багатьох років він очолював фізичний факультет університету наукових і педагогічних знань учителів м. Чернігова, керував школою юних фізиків при педінституті. Гурій Юхимович був одним із організаторів та активним учасником науково-методичних конференцій і семінарів, які регулярно організовувались Чернігівським педінститутом. На фото 1 можна побачити учасників такого семінару В.Г. Разумовського, О.І. Бугайова, Є.В. Коршака, Г.Ю. Ілляшенка при обговоренні підручників з фізики (Чернігівщина. 1973 р.).



Фото 1

Діяльність Гурія Юхимовича на фізико – математичному факультеті була помічена і оцінена Урядом України та адміністрацією інституту. Він був нагороджений медалями «За доблесну працю» та «Ветеран праці», знаком «Відмінник народної освіти», почесними грамотами Верховної ради УРСР, Міністерства освіти УРСР, а також обкому профспілки та ректорату. У вже згаданому тут поздоровленні адміністрації інституту читаємо такі, звернені до Г.Ю. Ілляшенка, слова: «Відомий вчений з методики фізики, Ви натхненною і самовідданою працею залишили яскравий слід у житті Чернігівського педінституту, якому віддали понад чверть століття».

На сімейному фото 2 бачимо подружжя Ілляшенків із онуками. Його дружина Світлана Іванівна, за професією лікар, у них в родині двоє синів, причому старший Олександр після закінчення радіофізичного факультету КДУ ім. Т.Г. Шевченка став фізиком, отримав науковий ступінь кандидата

фізико-математичних наук і деякий час працював викладачем кафедри загальної фізики Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського, а молодший Юрій став лікарем. Сам Гурій Юхимович за станом здоров'я був змушений у 1977 р. залишити посаду завідувача кафедри методики фізики, але до 1985 р. залишався працювати професором цієї кафедри.



Фото 2

Ми впевнені, що численні учні Гурія Юхимовича Ілляшенка після його смерті, яка сталась 1 березня 2012 р., з глибокою вдячністю згадуватимуть свого вчителя і наставника.

На завершення автори вважають своїм приємним обов'язком висловити щиру подяку Олександрю Гурійовичу Ілляшенку за надання матеріалів з родинного архіву, без яких цієї доповіді могло б і не бути.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Гирич Я.М. Матеріали до біографічного словника «Науково-педагогічні працівники Глухівського національного педагогічного університету ім. О. Довженка, 1952 – 1991 рр.» / Я.М. Гирич // Історичні студії суспільного прогресу. Випуск 3, 2015. – С. 111 – 112.

[2] Савченко В. Гурію Юхимовичу ІЛЛЯШЕНКУ – 80 років / В. Савченко, М. Гриценко // Фізика та астрономія в школі. № 2, 2002. – С. 55.

Hnitetska T.V., Hnitetska H.O., Bulyon D.S., Taliar M.A.
National Technical «University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic
Institute», Kyiv, 37 Beresteyskyi ave.,
email: gnitetsk@ukr.net

TROHYMENKO YAROSLAV KARPOVICH – 100TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH

***Анотація.** Публікація присвячена 100-річчю із дня народження видатного ученого в галузі радіотехніки Трохименка Ярослава Карповича. Описуються його основні здобутки як науковця, керівника на посадах декана радіотехнічного факультету, завідуючого кафедрою теоретичних основ радіотехніки, ін.*

***Abstract.** The publication is dedicated to the 100th anniversary of the birth of the outstanding man scientist in the field of radio engineering Trokhymenko Yaroslav Karpovich. His main achievements as a scientist, dean of the radio engineering faculty, the head of the department of theoretical basics of radio engineering, etc. are described.*

***Ключові слова:** методи досліджень в теорії радіотехнічних кіл, програмування перших малих ЕОМ.*

***Keywords:** research methods in the theory of radio engineering circles, programming of the first small ECM.*

In August this year, we celebrate the 100th anniversary of the birth of the distinguished figure in science, the laureate of the State Prize of Ukraine in the fields of science and technology, the Honorable Radio Technician, and the distinguished professor of the Kyiv Polytechnic Institute, Yaroslav Karpovich Trokhymenko. Yaroslav Karpovich was born on 26 August 1924, in the family of the People's Artist of Ukraine, Karp Demyanovich Trokhymenko, a master of genre, historical, and landscape painting.

Yaroslav Karpovich was one of those prominent scientists who were at the forefront of modern radio engineering theory. He developed new methods for calculating radio engineering circuits. The scientist's legacy includes over 350 scientific works and monographs on the theory of radio engineering circuits. As a young scientist, he participated in the development of the world's first powerful

continuous-backward-wave generator in the centimetre range. [1] He was the first in domestic radio engineering to propose analyzing linear circuits on transistors with a conductivity matrix. His monograph "Transistor Radios" underwent five editions. One of the first, the scientist generalized the method of structural numbers by S. Bellert and G. Voznyak for analyzing active electrical circuits. This method was described by Yaroslav Karpovich in the work "The Method of Generalized Numbers and the Analysis of Linear Circuits". Besides his method, this book presented a comprehensive review of the symbolic analysis methods of electrical circuits known at that time. This work is still used today by specialists in symbolic analysis. The scientist developed a method of analysis in which he proposed replacing operations on matrix elements with operations on their indices. This method significantly reduced the computational time of the computer while ensuring the necessary accuracy. The methods of analysis of electrical circuits developed by him and his colleagues were significantly more efficient than traditional methods. [2] Under the guidance of Yaroslav Karpovich, software was developed for the first small electronic computing machine for engineering calculations "MIR" and programmable calculators. Among his works are "Engineering Calculations on Microcalculators" (1980), "Engineering Calculations on Programmable Microcalculators" (1985), "Radio Engineering Calculations on Programmable Microcalculators" (1988). These works were among the first that stimulated the development of modern computing in the field of computers. Yaroslav Karpovich was invited to collaborate with leading universities around the world. He lectured in Poland, Bulgaria, Czechoslovakia, and the Academy of Sciences of Cuba.

Yaroslav Karpovich Trokhymenko headed the basic scientist Association for a long time, their works related to the development of the theory of ECM application. For many years, the scientist managed the Kyiv organization "Knowledge". In the 1970s, he headed the editorial office of the magazine "News of the Higher educational institutions. Radio electronics". During Yaroslav's Karpovich stay as the editor-in-chief, the publication gained worldwide recognition in scientific space and began to be published in English under the title "Radioelectronics and Communications Systems". In the vast majority the publications of this journal reflected significant scientific research in the field theories of radio engineering circles. Specialized issues were published annually, showcasing the results of design automation research. Yaroslav Karpovich paid great attention to work with authors, that influenced positively on the quality of publications and encouraged young scientists. In 1961, Trokhymenko Ya. K. was elected dean of the Radio engineering

faculty of Kyiv Polytechnic Institute. From 1973 to 1989, he was the head of the department of theoretical basics of radio engineering. On the table in his office, as a sign of honor to the first radio technicians, stood one of the first tube transmitters of radio-technical signals. Yaroslav Karpovich was surprisingly modest and an intelligent person, an excellent manager and organizer. Trokhymenko Ya. K. was awarded two orders and 16 medals for services to the homeland.

A warm memory remains in the hearts of colleagues and students of Yaroslav Karpovich about this kind and talented person.

REFERENCES

- [1] Trokhymenko Yaroslav Karpovich: access: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
- [2] Trokhymenko Yaroslav Karpovich: access: <https://kpi.ua/ru/837-13>

Головатий І.С., Братусь Т.І.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський, 37,
email: ivanholovatyi6@gmail.com*

ПРОФЕСОР ВАЩЕНКО КОСТЯНТИН ІЛЛІЧ – ВЧЕНИЙ, ПЕДАГОГ, ІНЖЕНЕР-НОВАТОР

***Анотація.** Розглядається біографія та основні етапи трудової діяльності відомого українського вченого-ливарника Костянтина Ілліча Ващенка. Він зробив вагомий внесок у розвиток і вдосконалення ливарного виробництва та в науку про лиття металів і сплавів, увійшов в історію науки і техніки як металург – новатор.*

***Abstract.** The biography and the main stages of the labor activity of the outstanding Ukrainian scientist-foundry Kostyantyn Ilyich Vashchenko are considered. He made a significant contribution to the development and improvement of foundry production and to science of casting metals and alloys, entered the history of science and technology as an innovator metallurgist.*

***Ключові слова:** ливарне виробництво, високоміцний чавун, металургійний факультет, декан.*

Keywords: foundry production, high-strength cast iron, metallurgical faculty, dean.

Відомий український вчений – ливарник професор Костянтин Ілліч Ващенко (1901 – 1992) зробив вагомий внесок у розвиток і вдосконалення ливарного виробництва та в науку про лиття металів і сплавів, увійшов в історію науки і техніки як металург – новатор і, водночас, талановитий інженер. Він уперше в СРСР розробив теоретичні основи отримання хімічно стійких сплавів, заснував новий напрям у теорії модифікування та технології отримання високоміцного чавуну. К.І. Ващенко мав стосунок і до Київського політехнічного інституту (КПІ ім. Ігоря Сікорського) – як його випускник і викладач. Маючи великий практичний досвід, він приділяв значну увагу якійсь підготовці молодих інженерів і науковців для промисловості, підготував 8 докторів і 80 кандидатів наук [1].

К. І. Ващенко народився 8 січня 1901 р. у містечку Козелець (нині – селище міського типу Чернігівської області) в сім'ї робітників. Закінчив Козелецьку церковно-приходську школу та Козелецьке вище початкове училище. Трудову діяльність розпочав у 13-річному віці – працював будівельником за наймом. 1919 р. добровільно вступив до лав Червоної Армії, до 1921 року завідував гарнізонною школою з ліквідації безграмотності, потім працював інспектором Лікбезу та вчителем у Козельці (до 1923 р.).

Після навчання на робітничому факультеті Київського інституту народної освіти (1923-1925) К.І. Ващенко вступив на хімічний факультет КПІ, який закінчив у 1930 р. [3]. Працював інспектором виробничого навчання, асистентом. У 1930-1934 рр. був аспірантом кафедри технології металів. У ті роки за завданням заводу "Ленінська кузня" написав прикладну наукову працю "Установление режима процесса малого бессемерования". Задля її написання він виконав дослідження роботи вагранки та конвертора, на основі яких та аналізу літератури запропонував рекомендації, що дали заводу суттєвий економічний ефект. На базі цієї роботи К.І.Ващенко в 1934 р. захистив кандидатську дисертацію і став старшим науковим співробітником Українського НДІ хімічного машинобудування (УкрНДІхіммаш).

Протягом 1934-1941 рр. К.І. Ващенко – доцент Київського індустріального інституту (КІІ, як тоді називався КПІ). Одночасно з 1935 по 1941 р. працював начальником металургійного відділу та консультантом ЦЗЛ

в УкрНДХіммаш, згодом – інженером-дослідником на заводі "Більшовик" і начальником кафедри технології металів Київського авіаційного інституту.

У передвоєнні роки разом з працівниками заводу "Більшовик" він уперше в країні впровадив у виробництво технологію лиття деталей хімічної апаратури з корозійностійкого чавуну. Завдяки його роботам заводи хімічного машинобудування отримали технологію виготовлення відливок чавуну як зі сплавів "феррослід", так і "антихлор".

Від 1938 р. до 1941р. К.І. Ващенко працював із надміцними чавунами. У 1941р. він продовжив свою науково-дослідну роботу в сфері отримання високоякісного чавуну з вітчизняних матеріалів оригінальним методом модифікування рідкого чавуну перед його заливкою у форму. Цей досвід був застосований в оборонній галузі. К.І. Ващенко був включений до структури Середньоазійського індустріального інституту і став одним з перших творців особливо міцного сірого модифікованого чавуну, необхідного для масового виробництва литих корпусів артилерійських мін, снарядів, авіабомб та інших типів боєприпасів. Брав участь у проектуванні і будівництві Середньоазійського металургійного заводу. За цей трудовий внесок наприкінці війни К.І. Ващенко був нагороджений орденом Червоної Зірки.

Особова справа Костянтина Ващенко, що зберігається в КПІ ім. Ігоря Сікорського, починається від 26.03.1944 р. з листа Всесоюзного комітету у справах Вищої школи при РНК СРСР до директора Середньоазіатського індустріального інституту, в якому на той час працював К.І.Ващенко. В документі йдеться про відрядження доцента К.І.Ващенко на постійну роботу з відновлення Київського індустріального інституту (нині – КПІ). Отож він став одним із перших фахівців, які повернулися до звільненого від окупантів Києва та присвятили свою діяльність відбудові КПІ.

В грудні 1944-го в інституті з ініціативи Президії АН УРСР та її президента академіка О.О. Богомольця було відкрито новий факультет – металургійний, першим деканом якого став доктор технічних наук К.І. Ващенко [3]. Він обіймав цю посаду впродовж 15 років (1944 – 1959), очолюючи водночас кафедру ливарного виробництва чорних і кольорових металів (1944-1974). Як декан факультету К.І.Ващенко багато уваги приділяв навчально-виховній роботі, добору, підготовці та розподілу педагогічних кадрів.

Попри значну адміністративну завантаженість, він ніколи не припиняв наукових досліджень. Вчений зробив вагомий внесок і в розвиток кафедри

ливарного виробництва. Він не лише керував науково-дослідною роботою кафедри та навчальним процесом на факультеті, але й забезпечував надання технічної допомоги підприємствам Києва. Так, спільно з Київським мотоциклетним заводом кафедра ливарного виробництва проводила дослідження процесів отримання біметалевих зливків, що дають суттєвий ефект при експлуатації двигунів внутрішнього згоряння з повітряним охолодженням. Завдяки цим дослідженням КПП зробив вагомий внесок у вдосконалення двигунів мотоцикла К-650.

У 60-х рр. К.І. Ващенко керував базовою лабораторією ливарного виробництва КПП, що надавала суттєву допомогу промисловості. Від 1966 р. лабораторія співпрацювала з Мінбудшляхмашем, а з 1989 р. – з Мінважмашем СРСР та Міненерго УРСР.

К.І. Ващенко заснував школу вчених-ливарників в Україні. Зі своїми учнями Ващенко плідно працював у сфері досліджень природи рідкого стану металів і сплавів; взаємодії рідкого металу з формою; процесів модифікування та рафінування чавунів, сталей і кольорових сплавів; розробки зносостійких та жаростійких високолегованих сталей і сплавів; отримання біметалевих виливок. Новизна його технічних рішень була підтверджена 30 авторськими свідоцтвами [3].

Розвиваючи в повоєнні роки роботи з дослідження високоміцних чавунів, К.І. Ващенко зробив вагомий внесок у теоретичні основи отримання магнієвого чавуну з кулястим графітом та впровадження цього нового і цінного конструкційного матеріалу в промисловість. Завдяки цьому виробництво такого чавуну на початку 1960-х рр. склало 10% від загального випуску чавунів [2]. А в 1957 р. він спільно зі своїм учнем Лауренцієм Софроні з Румунії підготував монографію "Магниевый чугу́н".

Для своїх колег та численних учнів професор Ващенко К.І. став взірцем науковця, організатора та суспільного діяча. У 1964 р. йому присвоєно звання заслужений діяч науки і техніки УРСР. В КПП Костянтин Ілліч працював до останніх своїх днів. У стінах своєї альма-матері він відсвяткував свій 85-річний ювілей, а в 1990 р. тут відзначили 60-річчя від дня початку його роботи в інституті. Він автор понад 500 наукових робіт, у тому числі 7 монографій та 30 навчальних посібників і підручників [3]. Остання друкована праця К.І.Ващенка у співавторстві з В.С.Шуміхіним "Плавка и выпечная обработка чугуна для отливок", видана у 1992 р., і до сьогодні залишається основним

підручником для студентів кафедр металургійного профілю вишів з дисципліни "Чавунне литво"[2].

Пам'ять про К.І. Ващенко в КПІ ім. Ігоря Сікорського шанують і зберігають. А у вестибюлі Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О. Патона встановлено його погруддя.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Ващенко Костянтин Ілліч/ Г.І.Кошовник//Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] /Редкол.: І.М. Дзюба, А.І. Жуковський, М.Г.Железняк [та ін.]; НАН України, НТШ.- К.: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2005. – <https://esu.com.ua/article-32557>.

[2] Київський політехнік, 2021, №5 (у .pdf форматі). Професор Костянтин Ілліч Ващенко: вчений, педагог, інженер-новатор. До 120-річчя від дня народження.

[3]Хто є хто: Довідник. Професори Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”.- К.: Освіта, 1998.- 155 с.

Звайед К. Ф., Строкач М. С.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, пр.Берестейський 37,
email: zwaiyed.karim@lil.kpi.ua*

БОРИС ГРАБОВСЬКИЙ – ЗАБУТИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВІНАХІДНИК

***Анотація.** Висвітлюється життєвий і науковий шлях Бориса Павловича Грабовського, українського винахідника. Розкрито його внесок у створення електронної системи телебачення.*

***Abstract.** The life and scientific path of Borys Pavlovich Hrabovsky, a Ukrainian inventor, is highlighted. His contribution to the creation of an electronic television system is disclosed.*

***Ключові слова:** Борис Грабовський, винахідник, телебачення, визнання, інцидент, пріоритет, боротьба, винахід.*

***Keywords:** Boris Grabovsky, inventor, television, recognition, incident, priority, struggle, invention.*

Борис Павлович Грабовський, український винахідник, був сином відомого поета-революціонера Павла Арсенійовича Грабовського. Він розробив та вперше в світі продемонстрував електронну систему телебачення, що дозволила безпроводну передачу рухомого зображення. Борис Грабовський народився в Тобольську, де перебував у засланні його батько. Після смерті батька сім'я переїхала спочатку до Одеси, потім до Харкова, а згодом вимушено вирушила до Середньої Азії. 1917 р. вони оселилися в киргизькому селищі Токмак. Борис навчався в спеціальній школі у Ташкенті, де його визнали талановитим учнем. [1]

Пізніше він вступив на підготовчий курс у Середньоазіатський університет. Там Борис Грабовський працював як лаборант, проводив дослідження з фізики. Згодом він продовжив свою роботу над телебаченням у Саратові, а потім знову у Ташкенті. Після тяжкої хвороби він переїхав із родиною до Фрунзе, де проживала його мати. Борис закінчив університет і продовжував працювати як винахідник. Він створив малолітражний гелікоптер, трикрилі планери, розробив пристрої для орієнтації сліпих та апарат для глухонімих. Його ідею отримання катодного променя було успішно використано в Інституті електрозварювання, про що особисто писав йому директор Борис Патон.

Визнання винахідницького досягнення Бориса Грабовського у сфері електронного телебачення настав 23 грудня 1963 р., коли він отримав листа від Державного комітету з радіоелектроніки. У цьому листі було зазначено, що його пріоритет у розробці рухомого зображення за допомогою «Апарата для електронної телескопії» є незаперечним, а отриманий патент юридично підтверджує його пріоритетність серед авторів цього винаходу.

Подальша доля приготувала для Бориса Грабовського нові випробування. Йому було запропоновано продемонструвати свою апаратуру в Москві. Після ретельної упаковки він відправив її до Центрального бюро раціоналізації та винаходів. Через два місяці прийшло повідомлення про прибуття багажу з Москви. Проте, коли Грабовський разом із дружиною та іншими представниками відкрили ящики в присутності комісії, виявилось, що апаратуру розтроволено. Про причини цього інциденту можна лише здогадуватися. [2]

Винахідники стали постраждали від ідеологів механічної системи телебачення. Павло Шмаков, який працював поруч із відомими джерелами телебачення в СРСР та зробив багато для розвитку телебачення, включаючи й

кольорове, оцінив «телефот» Грабовського негативно. У 1931 р. сам Борис Грабовський намагався переконати вчених у перевагах свого винаходу, але спеціалісти вважали проєкт безперспективним. Це не дивно, оскільки з 1 жовтня 1931 р. в СРСР уже почалися регулярні телевізійні передачі на великій відстані за допомогою дискової системи «ВЕІ». Таким чином, винахід Грабовського залишався нічим іншим, як «журавлем у небі».

У 1961 р. 60-річний винахідник отримав книгу Мітчела Уїлсона «Брат мій, ворог мій». Ця книга спровокувала справжнє обурення у винахідника, оскільки романіст приписав американцям винахід, який він сам раніше зробив, запатентував та опублікував. Це сприяло початку боротьби, не заради особистої слави, а за пріоритет вітчизняної науки та техніки. Відомості про ранні експерименти Грабовського та його колег в галузі електронного телебачення з'явилися в газетах великих міст, таких як Нью-Йорк, Лондон, Париж і Токіо. Це вразило науковий світ, інші вчені вірили в це, а інші сумнівалися. Проте преса постійно надавала нові факти. Визнання авторитету Грабовського як винахідника електронного телебачення висловив президент Міжнародної асоціації преси з радіотехніки й електроніки, Є. Айсберг. [3]

У французькому науково-технічному журналі «Телевізіон» №157 за 1965 р. він написав: «Фактично стовідсоткова телевізійна система, що використовує трубки з катодними променями, була запропонована ще 1925 р. російськими винахідниками (так у тексті) Б. Грабовським, В. Поповим, М. Піскуновим. Потім Б. Грабовському за допомогою І. Белянського вдалося змонтувати й остаточно доробити «телефот» і 1928 р. успішно завершити свої дослідження. На жаль, прекрасний винахід не був достойно оцінений у роки, коли панували механічні системи телебачення...»

У 1989 р. світ побачила збірка документів і креслень відомого вченого під назвою «Борис Павлович Грабовський – винахідник телефоту». Цей видання мало значний тираж і було поширене серед бібліотек і магазинів. Однак, завдяки намаганням спецслужб, усі копії були швидко, таємно і безслідно вилучені. Це сталося через певні обставини, які обмежували доступність інформації про винахідника та його досягнення.

Пізніше Бориса Павловича Грабовського визнали на міжнародному рівні. У 1965 р. він був удостоєний звання заслуженого винахідника Узбекистану, а у 1977 р. в Ташкенті був відкритий Музей електронного телебачення імені Бориса Грабовського.

Музеї, присвячені Борису Грабовському, існують також в Тюменському індустріальному інституті, а також у селі Пушкарському, що тепер називається Грабовським, на Сумщині. Автора одного з найбільших відкриттів ХХ століття Бориса Грабовського поклали на вічний спочинок у 1966 р.. Його поховали у столиці Киргизії – місті Бішкеку. Додаткові деталі про історію відкриття Б. Грабовського можна знайти у вказаних статтях. [4]

Отже, син Павла Грабовського, відомого українського поета, на ім'я Борис, стояв біля початку одного з найбільших досягнень ХХ століття, яке знайшло широке застосування. Внесок Бориса Грабовського в історію технологій телебачення є надзвичайно значущим, оскільки він стояв біля створення одного з ключових елементів сучасної телевізійної системи. Його винахід відкрив нові можливості для масового поширення інформації та культурного обміну. Історія Бориса Грабовського є важливим прикладом успішного поєднання таланту, наукових знань і творчого підходу до вирішення складних технічних завдань. Його спадок надовго залишиться в серцях тих, хто користується телебаченням, як джерелом інформації та розваг. Це важливо пам'ятати кожен раз, коли ми вмикаємо телевізор.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Віталій Абліцов «Галактика „Україна“. Українська діаспора: видатні постаті» — К.: КИТ, 2007. — 436 с.
- [2] Мащенко І. Творець «електронної музи»: 26 трав. 2001 р.- 100 років від дня народж. Б. Грабовського // Дзеркало тижня.- 2001. — 26 трав.-1 черв. — С. 18.
- [3] Шевчук В. Борис Грабовський і виникнення телебачення // Світ фізики.- 1999.- № 1. — С. 10-13.
- [4] Шендеровський В. Українці у світовій науці: До 100-річчя від дня народж. Бориса Грабовського / В. Шендеровський, В. Козирський, Н. Форостяна // Фізика. — 2001.- № 14. — С. 7-8

Карачун А.В., Цюпа А.М., Лук`яненко Е.В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський, 37,
email: anastasia.karachun7@gmail.com*

**ПРОФЕСОР В.П. ЧЕРКАШИН – ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ФІЗИК
ТА ПЕДАГОГ, ЗАСНОВНИК КАФЕДРИ ЗАГАЛЬНОЇ ТА
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ФІЗИКИ КИЇВСЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО
ІНСТИТУТУ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО**

***Анотація.** Доповідь присвячена пам'яті організатора та першого керівника кафедри загальної та експериментальної фізики Київського політехнічного інституту професора Віктора Павловича Черкашина. У доповіді розкрито життєвий шлях В.П. Черкашина та становлення його як вченого, викладача та педагога. Згадується його плідна робота у КПІ, особливо при організації та подальшому керівництві згаданою кафедрою, його активна педагогічна і наукова діяльність, а також повсякденна увага до матеріального та методичного забезпечення науково-дослідницьких та навчальних лабораторій*

***Absytract:** The report is dedicated to the memory of Professor Viktor Pavlovich Cherkashin, the organizer and the first head of the Department of General and Experimental Physics of the Kyiv Polytechnic Institute. The report tells about the life of V.P. Cherkashin and his formation as a scientist, teacher and pedagogue. It also mentions his fruitful work in the Kyiv Polytechnic Institute, especially in the organisation and further management of the department, his active pedagogical and scientific activities, as well as daily attention to the material and methodological support of research and educational laboratories.*

***Ключові слова:** професор Черкашин, Київський політехнічний інститут, кафедра фізики, лабораторний практикум.*

***Keywords:** Professor Cherkashyn, Kyiv Polytechnic Institute, Department of Physics, laboratory practicum.*



Київському політехнічному інституту імені Ігоря Сікорського уже понад 125 років. Тому дуже важливо згадати співробітників КПІ, самовіддана праця яких забезпечила плідну роботу та розвиток інституту протягом цих років. До таких працівників безсумнівно відноситься організатор та завідувач кафедри загальної та експериментальної фізики професор Віктор Павлович Черкашин [1].

Віктор Павлович народився 26 жовтня 1935 р. у м. Києві. 1957 р. з відзнакою закінчив фізико-математичний факультет Черкаського педагогічного інституту за спеціальністю «фізика», після чого працював учителем фізики у м. Василькові Київської області. У 1966 – 1969 рр. В.П. Черкашин навчався в аспірантурі за спеціальністю «оптика» при Черкаському педінституті, а потім працював інженером галузевої лабораторії цього ж інституту.

1970 р. Віктор Павлович перейшов на викладацьку роботу до Київського політехнічного інституту, де, обіймаючи посаду асистента кафедри фізики, читав курс загальної фізики для студентів вечірнього факультету, проводив практичні та лабораторні заняття, а також, будучи відповідальним за лабораторію оптики та атомної фізики, займався її переоснащенням із постановкою нових лабораторних робіт. У червні 1971 р. він захистив кандидатську дисертацію на тему «Дослідження дихроїзму у кристалах галогенідів срібла», після чого у 1972 р. був обраний на посаду доцента, а у березні 1974 р. отримав підтвердження цього наукового звання. Протягом 1974 – 1976 рр. В.П. Черкашин працював у навчальному центрі в Алжирській народно-демократичній республіці, де готував спеціалістів для країн Африки.

1976 р. Віктор Павлович повернувся до Київської політехніки та продовжив педагогічну діяльність на посаді доцента кафедри фізики, де, крім викладацької роботи, брав участь у проведенні фізичних олімпіад, неодноразово очолював предметні комісії з фізики, а також керував роботою школи «Юний політехнік».

Після поділу кафедри фізики КПІ на три окремі, В.П. Черкашин у жовтні 1981 р. очолив одну з новостворених – кафедру загальної та

експериментальної фізики у найвідповідальніший період її становлення, ставши, фактично, засновником цієї кафедри. Під його керівництвом на кафедрі були створені нові навчальні практикуми та науково-дослідницькі лабораторії, а також виховувались викладацькі кадри. Він вів активну педагогічну і наукову діяльність – читав загальні та спеціальні курси, за його редакцією видавались навчальні посібники, був автором понад 60 наукових та науково-методичних праць, а також неодноразово долучався Мінвузом УРСР до рецензування навчальних посібників. Окремо слід згадати про лабораторний практикум з електрики і магнетизму, створений під керівництвом та безпосередньою участю Віктора Павловича, а також написаний ним для цього практикуму підручник «Фізика. Електрика і магнетизм», який був виданий 1986 р. видавництвом «Вища школа». Керуючи кафедрою, він приділяв велику увагу розвитку навчальних фізичних лабораторій, поставивши за мету обладнати їх типовими комплектами лабораторних установок із усіх розділів загальної фізики, які вивчають студенти. Це завдання було успішно виконано – на момент створення у КПІ фізико – математичного факультету кафедра загальної та експериментальної фізики була єдиною з трьох кафедр, яка мала таке обладнання та усі методичні матеріали для виконання цих робіт студентами. Кафедра також забезпечувала викладання фізики на підготовчому відділенні КПІ, маючи для цього необхідне лабораторне обладнання та методичні посібники. Цей досвід став у пригоді при організації у КПІ підготовчого відділення для іноземних громадян, коли кафедрі було запропоновано здійснювати методичне забезпечення викладання фізики та проводити лабораторні роботи зі слухачами ПВІ. Багатьох провідних викладачів цієї кафедри, включаючи самого Віктора Павловича, було залучено до проведення занять на згаданому відділенні. Значну методичну допомогу кафедра надавала також підготовчим курсам КПІ.

Наукова робота на кафедрі в основному виконувалась на базі вже згаданих науково-дослідницьких лабораторій «оптичних властивостей напівпровідників» та «фотоелектричних явищ», якою керував особисто Віктор Павлович, при цьому головними напрямками його діяльності були дослідження фотохімічних реакцій у галогенідах срібла з метою використання їх для оптичного запису інформації, а також вивчення оптичних властивостей тонких плівок та багатошарових МДН-структур.

1989 р. В.П. Черкашину було присвоєне наукове звання професора, а успіхи у навчальній, науковій та виховній роботі відзначені грамотами і подяками республіканських, міських, районних організацій та ректорату інституту. У газеті «Київський політехнік» від 6 червня 1996 р. можна прочитати такі слова: «В усіх сферах діяльності Віктор Павлович був для колективу кафедри зразком для наслідування. Йому також були властиві почуття обов'язку, організованість, вимогливість до себе та своїх колег. З цими рисами гармонійно поєднувались його вроджена м'якість та доброта. Авторитет Віктора Павловича серед членів кафедри був беззаперечний та й серед студентів він також користувався глибокою повагою». [2]

Ми впевнені, що усі, хто працював із Віктором Павловичем Черкашиним, з глибокою вдячністю згадують свого керівника та колегу, щиро сумуючи з приводу його передчасного відходу з життя, який стався 3 червня 1996 р.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Хто є хто: Довідник. Професори Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – К. :Освіта, 1998. – 155 с.
[2] Віктор Павлович Черкашин. Київський політехнік. – 1996. – 6 червня. № 16.

Куляпін Д. В., Пальцун С.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський, 37, email: s.paltsun@kpi.ua

ГЕОРГІЙ ГЕОРГІЙОВИЧ ДЕ-МЕТЦ – ПІОНЕР РАДІОБІОЛОГІЇ В УКРАЇНІ

Анотація. Розглянуто роль відомого фізика Георгія Георгійовича Де-Метца у дослідженні рентгенівського та радіоактивного випромінювання, вплив його робіт на становлення та розвиток радіобіології в Україні.

Abstract. The role of the prominent physicist Georgy De-Metz in the study of X-rays and radioactivity, the influence of his work on the formation and development of radiobiology in Ukraine is considered.

Ключові слова: Де-Метц, рентгенівське випромінювання, X-промені, фізика, радіобіологія, Київський політехнічний інститут, КПІ.

Keywords: De-Metz, X-rays, physics, radiobiology, Kyiv Polytechnic Institute, KPI.

Історія кафедри фізики Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського, що була створена одночасно з інститутом, нерозривно зв'язана з іменами відомих науковців та дослідників. Одним із них – організатором і першим завідувачим кафедри був професор Київського університету Георгій Георгійович Де-Метц (1861-1947). [1]

Коло наукових інтересів Георгія Де-Метца було дуже широким: від постановки навчального експерименту з визначення сили тяжіння за допомогою машини Атвуда (до речі цей експеримент виконується в фізичних лабораторіях КПІ ім. Ігоря Сікорського і зараз) до визначення впливу ємності людського тіла на електричні кола та дослідження подвійного променезаломлення у рідинах, де він удосконалив методику розроблену Д.К. Максвеллом. [2, 3] Метою даної публікації є висвітлити роль Георгія Де-Метца у розвитку в Україні радіобіології та радіоекології.

Історія виникнення та розвитку радіобіології та радіоекології взагалі насичена видатними іменами та фундаментальними відкриттями: у 1895 р. Рентген відкриває X-промені, пізніше названі на його честь; у 1896 р. Беккерель відкриває природну радіоактивність, а у 1898 р. майбутні нобелівські лауреати Марія Склодовська-Кюрі та П'єр Кюрі відкривають радіоактивні елементи радій та полоній [4].

Відкриття рентгенівського випромінювання справило великий вплив на всю світову науку. Вже 1896 р., одразу після оприлюднення Рентгеном інформації про своє відкриття, вчені різних галузей науки – фізики, зоологи, ботаніки, фізіологи, медики – почали досліджувати дію рентгенівського випромінювання на досліджувані ними об'єкти.[5]

Тоді ж рентгенівським випромінюванням зацікавився і Георгій Де-Метц. Він повторив експерименти Рентгена і почав проводити дослідження природної радіоактивності живих та неживих об'єктів, та вплив на різні об'єкти рентгенівського випромінювання [5, 6]. З того часу вивчення природної радіоактивності живих організмів та впливу іонізуючого випромінювання на живі об'єкти стало основною науковою тематикою досліджень Де-Метца.

Крім власне властивостей рентгенівських променів вченого цікавили можливості їхнього технічного застосування і Де-Метц багато уваги приділяв дослідженню впливу різних фізичних факторів на отримання чітких зображень за допомогою іонізуючого випромінювання.

Вже на початку 1896 р. ним було опубліковано статтю «Рентгенівські промені та їх застосування в медицині», в якій були описані дослідження та фотографії зроблені у рентгенівських променях. Де-Метцу вдалося отримати чіткі знімки жаби із зображенням її внутрішніх органів. Ось як він це описує: «... я повторив різноманітні його [Рентгена] досліди, як по фотографії з X-променями, так і по світінню флуоресцентного екрана, намащеного подвійною сполукою ціаністого барію та ціаністої платини, причому мені вдалося отримати дуже тонкі знімки жаби, а світіння екрану було таким сильним, що за проникністю предметів могла слідувати аудиторія слухачів». В цій роботі Де-Метц приходять до висновку, що рентгенівське випромінювання можна використовувати для діагностики захворювань внутрішніх органів та лікування людей [7]

Невдовзі вийшла ще одна стаття Де-Метца «Фотографія всередині трубки Crookesa», де вчений пише про природу рентгенівських променів та їхню здатність проходити через різні об'єкти, зокрема, крізь тканини живих організмів [5, 7].

Георгій Де-Метц досліджував не лише взаємодію рентгенівського випромінювання з різними об'єктами але й вплив на цю взаємодію інших факторів, зокрема магнітного поля [7]. Результати цих досліджень викладені ним у роботі «Вплив магніту на X-промені».

Крім рентгенівських променів Де-Метц вивчав природну радіоактивність, зокрема досліджував вміст радію у воді та рослинності ставка у Київському ботанічному саду. За результатами цих досліджень він зробив висновок, що деякі види живих тканин, наприклад ряска здатні накопичувати в собі радій, вбираючи його з навколишнього середовища. Відповідно, коливання радіоактивності організмів залежить від умов їхнього існування. [7]

Взагалі вивченням радіоактивності Георгій Де-Метц займався багато років, неодноразово доповідаючи про результати своїх досліджень на наукових конференціях, наприклад, на Міжнародному конгресі з фізики (Париж, 1900 р.), Міжнародному конгресі з радіології та електрики (Брюссель, 1910 р.), З'їзді з вивчення виробничих сил народного господарства України (Харків, 1924 р.), Радіологічному з'їзді (Одеса, 1925 р) та ін.

Де-Метц не лише досліджував радіоактивність, але й намагався визначити природні джерела радіоактивних матеріалів, прийшовши до висновку, що ними в першу чергу є уранові та торієві руди. Доповідь «Про дослідження радіологічних багатств України», зроблена на згаданому вище з'їзді в Харкові, мала велике значення і була окремо видана наступного року в Києві.

У 1931 р. Де-Метц опублікував ґрунтовну статтю «Радіоактивність та будова матерії». В ній він описав історію розвитку науки про радіоактивність, відкриття таких видатних учених, як Рентген, Беккерель, подружжя Кюрі та інших, а також дав загальний огляд знань у цій галузі. [5]

Цей короткий огляд показує, що Георгія Георгійович Де-Метц, якого ми знаємо як відомого фізика, педагога та організатора науки, є також піонером радіобіології та радіоекології в нашій країні. В зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС ці галузі науки мали та мають для України особливе значення і ми вдячні нашому видатному землякові за його внесок у їх розвиток.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Сторінки історії кафедри фізики Київської політехніки. Режим доступу: <https://kpi.ua/chair-of-physics>.
- [2] Де-Метц Георгій Георгійович – доктор фізики, професор чотирьох університетів України 1861–1947. Режим доступу: <https://www.calameo.com/read/005756778d18e5d713a8d>.
- [3] Головка М. Еволюція вітчизняної методичної думки: Розвиток загальних питань дидактики фізики в працях Г. Г. Де-Метца / Микола Головка // Фізика та астрономія в школі. – 2008.
- [4] Гудков І.М. Радіобіологія: Підручник для вищ. навчальних закладів. – К.: НУБіП України, 2016.
- [5] Відкриття Х-променів та радіоактивності: український внесок, всесвітня спадщина. Режим доступу: <https://www.uatom.org/2023/02/02/vidkrittya-h-promeniv-ta-radioaktivnosti-ukrayinskij-vnesok-vsесvitnya-spadshhina.html>
- [6] Барабой В.А. Розвиток радіобіології в Україні: Нарис історії/ В. А. Барабой// Вісник АН УРСР. – 1992.
- [7] Майдебуря О.П., Гудков І.М. Видатний фізик, організатор вищої освіти і науки Г.Г. Де-Метц – перший дослідник в Україні з дії рентгенівських

променів і природної радіоактивності на живі організми / О.П. Майдебура, І.М. Гудков // Наукові доповіді НУБіП, 2012-4 (33).

Кушлик-Дивульська О.І., Донецький С. В., Коваль А. Р., Стецюра Д. О.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський, 37,
email: olgakushlyk64@gmail.com

РОЛЬ ОСОБИСТОСТІ В НАУЦІ ТА КОЛЕКТИВНА НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Анотація. Проаналізовано та висвітлено роль особистості в науці. Наведено деякі приклади та результати роботи наукових шкіл. Розглянуто шляхи формування наукових шкіл та їх ключові ознаки.

Abstract. The role of personality in science is analyzed and shown. Some examples of scientific schools and their results are presented. The origins and key characteristics of the scientific school are considered.

Ключові слова: особистість, піфагорійська школа, наукова школа.

Keywords: personality, pythagorean school, scientific school.

Особистість виступає одним із ключових чинників у здобутті та поширенні наукових знань. Її роль важко переоцінити, оскільки саме вона є підґрунтям підходу до вирішення людиною поставлених питань, що, в результаті, впливає на саме наукове знання. Найбільш видатні особистості завжди посідають чільне місце в підручниках та історії, спонукаючи та надихаючи майбутні покоління на нові наукові відкриття.

Завдяки безперервній роботі науковців людство здобуває наукове знання, обсяг якого постійно збільшується. Видатний філософ науки К. Поппер описав цей аспект науки як «те, що знаходиться в бібліотеках». Під час навчання в школі, коледжі, університеті, при вивченні різних наукових дисциплін утворюється наукова картина світу, яка суттєвою мірою визначає наш світогляд. [1]

На всіх етапах дослідження науковець має прагнути обґрунтувати явища, присутні в нашому світі, за допомогою наукових методів, тобто

отримати повністю нове наукове знання. Тому для наукової творчості характерною є постійна розумова праця.[2]

Всі наукові напрями мають видатні імена людей, які, в свою чергу, відіграли там значну роль. Розглянемо найвідомішу серед усіх науку математику, яка має чимало видатних постатей на прикладі Піфагора – роль його особистості в розвитку математики.

Вважається, що Піфагор був одним із найбільших наукових діячів античності. Його допитливість, віра в силу розуму та дисциплінованість допомогли йому зробити багато важливих відкриттів (зокрема про унікальні числа, дружні числа, досконалі числа), які продовжують впливати на наше розуміння світу сьогодні. Він не лише цікавився наукою, але був одержимий нею. Багато мандрував світом, щоб навчатися у найкращих вчителів, заснував власну школу для підготовки нового покоління вчених. Його віра в силу чисел та містицизм дали йому новий погляд на світ і допомогли зробити революційні відкриття. Ідеї Піфагора про силу та гармонію чисел вплинули на багато аспектів життя.

Роль особистості в науці дійсно має велике значення, проте вона не може бути відокремлена від колективного процесу розвитку науки. Вчені і їхні особисті характеристики, такі як допитливість, ентузіазм та самовідданість, можуть надихати на нові дослідження та відкриття. Однак сама наука є результатом співпраці та обміну ідеями між багатьма людьми.

Наприклад, у випадку з теоремою Піфагора, хоча Піфагору приписують відкриття цієї теореми, вона була відома задовго до нього в інших культурах. Також, багато з важливих відкриттів у математиці, зроблених піфагорійцями, базувалися на роботах математиків з інших країн. Ці приклади показують, що наука є результатом співпраці і взаємодії між різними людьми. [3]

Наука завжди є колективним процесом, який включає в себе взаємодію та обмін ідеями між багатьма дослідниками, а тому значну роль в науці відіграють так звані *наукові школи*. Вони створюють середовище для співпраці, стимулюють інновації, зберігають наукові традиції, підвищують престиж науки та сприяють її популяризації, а також вирішують актуальні проблеми суспільства. *Наукова школа* – це творчий колектив дослідників різних поколінь, об'єднаних загальною програмою та стилем дослідницької роботи, які діють під керівництвом визнаного лідера, відомого вченого у відповідній галузі науки. Кожна наукова школа налічує мінімум три доктори наук за однією спеціальністю. Ключовою фігурою наукової школи є лідер,

який дає назву школі. Лідером може бути видатний, авторитетний вчений, який продукує ідеї та керує їх втіленням в наукову працю, вчений, який може об'єднати навколо себе однодумців. [4]

Наука у всі часи отримувала виклики, які перед нею ставило людство. І особливо зараз, коли Україна перебуває в стані війни, розвиток науки і технологій – питання виживання. Тому держава на всіх рівнях має сприяти розвитку науки і, як наслідок, роботі наукових шкіл шляхом створення ефективних державних програм.

Відомі два шляхи формування наукової школи: *еволюційний і комерційний*. Перший із них передбачає поступове формування і розвиток наукового колективу та матеріальної дослідницької бази в рамках розвитку ЗВО. Комерційний шлях передбачає запрошення стороннього лідера зі сформованим колективом, що вимагає створення ексклюзивних умов: потужної матеріальної бази та високої оплати праці.

Ознаками наукової школи є наявність ієрархічно структурованої наукової спільноти, яка розвивається у часі та просторі; спрямованість на розробку нового, оригінального напрямку в науці; спільність наукових інтересів, принципів та методичних підходів при виконанні продуктивної програми досліджень; наявність декількох поколінь учених (ланка «учитель-учень»), об'єднаних визнаним лідером; підвищення наукової кваліфікації учасників школи; опублікування наукових результатів (публікації, доповіді).

Як приклад, *Наукова школа (НШ) ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»*, – галузь знань за державним переліком науково-технічної інформації: педагогічні та психологічні науки). Наукові досягнення школи: теоретично обґрунтовано засади становлення сучасного вчителя як фахівця-реформатора освітньої галузі; уточнено особливості формування сучасного вчителя засобами інноваційної діяльності в умовах підвищення кваліфікації педагогічних кадрів; експериментально перевірено науково-методичну систему формування сучасного вчителя; також перевірено комплексно-цільову програму, складовими якої є науково-методична робота всіх рівнів; діалогічна взаємодія суб'єктів підвищення кваліфікації педагогічних кадрів та етапи її реалізації (орієнтовно-інформаційний, теоретичний, практичний, узагальнюючий). Результати теоретико-методичних досліджень науковців школи успішно впроваджуються в практику роботи регіональних ІІПО (Київського (область), Волинського, Дніпропетровського, Кіровоградського, Миколаївського, Одеського, Рівненського, Хмельницького, Черкаського) [5].

Також відома *Наукова школа М.М. Боголюбова з математичної та теоретичної фізики*. М.М. Боголюбов отримав високі результати у варіаційному численні, функціональному аналізі, теорії диференціальних рівнянь, теорії ймовірності та теорії майже періодичних функцій. Він є одним із засновників асимптотичних методів теорії нелінійних коливань, автором нових підходів у статистичній фізиці, де запровадив ключову ідею про ієрархію часів релаксації в неврівноважених процесах і метод одержання кінетичних рівнянь на основі механіки сукупності частинок, створив мікроскопічні теорії надплинності та надпровідності. М.М. Боголюбовим розроблено новий аксіоматичний підхід до квантової теорії поля, побудовано теорію матриці розсіяння, вперше строго доведено дисперсійні співвідношення, що стало основою нового напрямку в теорії сильних взаємодій. Характерні риси наукової школи М.М. Боголюбова — фундаментальність та широта охоплення актуальних питань теоретичної й математичної фізики, висока математична культура. [6]

Таким чином, особистість відіграє ключову роль в науці. Найбільш видатні особистості формують наукові школи і закладають фундамент на покоління. Тому держава має надавати всі передумови для їх безперешкодного розвитку, особливо в цей кризисний для України час.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Джон К.Е., Карл Р.П. Особистість та її мозок: навч. посіб., 1977. – 31 с.
- [2] Олександр Р. Наукове мислення: навч. посіб. Київ : Віхола, 2023. – 14 с.
- [3] Ямвлих Х. Життя Піфагора. Львів: 2013. – 55с.
- [4] Ланге К. А. Наукові школи та наукові колективи / К.А. Ланзі // X з'їзд Всесоюзного фізіологічного товариства ім. І. П. Павлова. – Л., 1970. – Т. 2. – 265 с.
- [5] Інститут модернізації змісту освіти: Наукові Школи.: Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/diyalnist/naukova-robota/naukovi-shkoly/>
- [6] Наукова школа М.М. Боголюбова.: Режим доступу: https://logos-ukraine.com.ua/project/index.php?project=nued2&load=edu_shools_bogolub.html

Кушлик-Дивульська О. І., Брідня А. С.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський, 37,
email: olgakushlyk64@gmail.com

ВНЕСОК УЧЕНИХ ТА ІНЖЕНЕРІВ-ЖІНОК КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО У СВІТОВУ НАУКУ І ТЕХНІКУ

Анотація. Проаналізовано наукові дослідження жінок-науковиць КПІ ім. Ігоря Сікорського. На прикладах видатних жінок-знаменитостей, науковиць в галузі математики, хімії та теоретичної механіки показано їх роль та внесок в розвиток наукових спільнот університету, важливість їх наукових та навчально-методичних праць для студентів, дослідників.

Abstract. The scientific researches of female scientists of KPI named after Igor Sikorsky are analyzed. The examples of outstanding female celebrities, scientists in the field of mathematics, chemistry and theoretical mechanics show their role and contribution to the development of scientific communities of the university, the importance of their scientific and educational and methodological works for students and researchers.

Ключові слова: технічний університет, жіноча академічна спільнота, Н.О. Вірченко, А.Г. Бондар, Т. В. Пуцята

Keywords: technical university, women's academic community, N.O. Virchenko, A.G. Bondar, T. V. Putyat

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (КПІ ім. Ігоря Сікорського) відомий своєю багатою історією в наукових дослідженнях та інженерній діяльності. Роль жінок, як науково-педагогічних працівників, у наукових дослідженнях зростає з кожним роком, зокрема, у різноманітних дослідженнях в таких галузях, як хімія, фізика, інформаційні технології, математика тощо. Жінки-науковиці університету здійснюють важливі наукові відкриття, жінки-інженери втілюють новітні ідеї в проєктах, пропагують інновації в науці. КПІ ім. Ігоря Сікорського завжди докладав і докладає значних зусиль, щоб сприяти розвитку та збільшенню жіночої академічної спільноти, а також створенню сприятливої атмосфери для її розвитку.

Наукова та інженерна спільнота КПІ ім. Ігоря Сікорського має численні приклади видатних жінок-учених, тут працювали та робили нові відкриття багато видатних жінок-науковців, розглянемо деякі яскраві особистості.

Ніна Опанасівна Вірченко (05.05.1930 р., с. Завадівка Корсунь-Шевченківського району на Черкащині), її життєве кредо «УЖМА (Українка – Жінка – Математик – Астроном)». Вона є відомою та визнаною науковицею в галузі математики, має ступінь доктора фізико-математичних наук (13.01.1989 р.), звання професора (28.06.1990 р.), а також є академіком Академії наук вищої школи України (1998), віце-президентом АН ВШ України (2004-2010). Визнана заслуженим працівником освіти України [1].

Професор кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей, у своїй науковій кар'єрі Ніна Вірченко – автор понад 500 наукових і науково-методичних праць, з яких 20 книг, що видані українською, англійською та японською мовами. Серед її нагород та досягнень варто відзначити членство в Австралійському, Американському, Бельгійському, Единбурзькому та Лондонському математичних товариствах. У 1997 р. отримала звання Соросівського професора. Крім того, Ніна Вірченко є головою Науково-методичного комітету Всеукраїнської асоціації політв'язнів і репресованих.

Деякі фрагменти її сходження до вершин науки на її життєвій дорозі. Ніна пішла в школу в 6 років, змалку зацікавилася математикою. Ще в шкільні роки визначила для себе кредо, яке зашифрувала в псевдонім УЖМА [2]. Після закінчення десятого класу в Житомирі із золотою медаллю вступає в Московський університет та на мех-мат Київського університету. За волею батьків навчається в Києві, відвідує гурток ракетотехніки та аеродинаміки (була єдиною дівчиною серед 29 хлопців), здійснює 10 стрибків з парашутом, розробляє власні проекти вдосконалення польотів. У червні 1948 р. її разом із іншими студентами й викладачами звинувачують у «політичній змові, заколоті, який таємно готувався». Покарання відбувала («за участь в українсько-націоналістичній банді») у спецтаборах «Озерлагу» у Східному Сибіру в дуже суворих умовах. У січні 1954 р. отримала амністію як «малолітня». Лише через два роки змогла відновитись на заочному відділі мех-мату Київського університету, захистити кандидатську дисертацію, стала доцентом кафедри математичної фізики КДУ.

Довгий час Ніна Вірченко перебувала під наглядом КГБ. Вона змушена була звільнитися з університету і рік бути без улюбленої роботи. Лише в

1974 р. її взяли доцентом до Київського політехнічного інституту. Докторську дисертацію захистила уже в часи перебудови. У 1991 р. була реабілітована.

Ніна Вірченко багато сил доклала для повернення в науковий світ імені видатного математика Михайла Кравчука – учителя майбутніх академіків Сергія Корольова та Архипа Люльки. [2] Починаючи з 1992 р. щорічно організовувала міжнародні математичні конференції пам'яті Кравчука, разом із режисером Олександром Рябокрисом створила документальний фільм «Голгофа академіка Кравчука» (про неї ж саму Рябокрис у 2006 р. зняв фільм «УЖМА»). Окрему цінність становлять її праці правозахисного характеру «Про заборону української мови (XVII-XX ст.)» та «Дещо про українську математичну термінологію», книга спогадів «Зернини з доріг життя мого...», збірник «Математичні усмішки».

Яскравою, неординарною особистістю є також **Алла Григорівна Бондар** – засновниця кафедри кібернетики ХТП. Алла Григорівна Бондар відома як хімік-науковець, вчений-діяч, доктор технічних наук та професор. Після повернення до КПІ (1967 р.) очолила невеликий колектив ентузіастів на кафедрі технології неорганічних речовин та мінеральних добрив. Організація кафедри кібернетики хіміко-технологічних процесів у січні 1974 р. позначила новий етап в її науковій діяльності. Під її керівництвом розроблено перші курси лекцій: «Обчислювальна техніка в інженерних розрахунках» та «Математичне моделювання в хімічній технології», які здобули широку популярність серед студентів. [3]

Алла Григорівна Бондар удостоєна 12-ти урядових нагород, її внесок до скарбів науки виявився значним: вона автор і співавтор понад 100 наукових праць, підручників та монографій. Наукові досягнення співробітників кафедри та випускників склали основу наукової школи «Математичне і комп'ютерне моделювання хімічних і технологічних процесів та систем».

Тетяна Василівна Путята, кандидат фізико-математичних наук (1948), професор (1965) – відомий науковець і громадський діяч, діяльність якої має велике значення для наукової спільноти та розвитку освіти. Працювала у Київському політехнічному інституті (1930-1988): завідувачка (1962-77), професор (від 1977 р.) кафедри теоретичної механіки. [4] За своє життя Т. В. Путята підготувала 10 кандидатів наук і опублікувала 174 наукові та методичні праці, серед яких значиться 8 монографій, 4 підручники і 4 учбових посібника з грифом Міністерства освіти і науки України.

Тривалий час Т. В. Путята очолювала методичну комісію з теоретичної механіки при Міністерстві освіти України. Важливою є її робота в галузі історії механіки, відомими, широко використовуваними є праці «Елементи векторного числення в застосуванні до механіки» (1937), «Методика розв'язування задач з теоретичної механіки» (1956).

Жінки-учені не лише здійснюють важливі відкриття та розвивають технології, але й є прикладом для молодих дослідників та інженерів, надихаючи їх на досягнення нових вершин у науці та техніці. Підтвердженням цього є рішення Вченої ради Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» від 4.03.2024 р., протокол № 3 та наказ ректора КПІ ім. Ігоря Сікорського № НОД/173/24 від 12.03.2024 про затвердження переможців конкурсу КПІ ім. Ігоря Сікорського в номінації «Молодий викладач-дослідник–2023». Серед 35 номінантів 12 представниць жіночої статі.

Талановитість та наполегливість не мають статевих меж, і кожен, незалежно від статі, може досягти великих досягнень у наукових дослідженнях.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Вірченко Н.О. КПІ ім. Ігоря Сікорського.: Режим доступу: <https://kpi.ua/virchenko>.
- [2] Режим доступу: <https://uinp.gov.ua/istorychnyy-kalendar/traven/5/1930-narodylasya-nina-virchenko-profesorka-matematyky-dysydentka>.
- [3] Факти про відомих: Алла Григорівна Бондар (2017): Режим доступу: <http://1.https://librarykpi-events.medium.com/факти-про-відомих-алла-григорівна-бондар-7c2c644903d9>.
- [4] Енциклопедія сучасної України. Путята Тетяна Василівна.: Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-881286>.

*Литвинко А. С., Луговський О. Г., Виврот Т. М.
ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки
ім. Г. М. Доброва НАН України», litvinko@ukr.net*

**ВИТОКИ ІСТОРІЇ НАУКИ І ТЕХНІКИ В УКРАЇНІ: ДО 95-РІЧЧЯ ВІД
ДНЯ НАРОДЖЕННЯ Г. М. ДОБРОВА ТА 60-РІЧЧЯ ВІДДІЛУ ІСТОРІЇ
ТА СОЦІОЛОГІЇ НАУКИ І ТЕХНІКИ
ДУ «ІДНТПН ІМ. Г. М. ДОБРОВА НАН УКРАЇНИ»**

***Анотація.** У статті висвітлено діяльність визначного історика науки і техніки, члена-кореспондента АН УРСР (1988), члена-кореспондента Міжнародної академії історії науки (1965) Геннадія Михайловича Доброва. Доведено значущий внесок вченого у процеси формування та інституалізацією досліджень з історії науки й техніки в Україні.*

***Abstract.** The article highlights the activities of a prominent historian of science and technology, a corresponding member of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR (1988), a corresponding member of the International Academy of the History of Science (1965) Gennady Mykhailovych Dobrov. The significant contribution of the scientist to the formation and institutionalization of research on the history of science and technology in Ukraine has been proven.*

***Ключові слова:** історія та соціологія науки і техніки, Україна, НАН України, Г.М.Добров.*

***Keywords:** history and sociology of science and technology, Ukraine, NAS of Ukraine, G.M. Dobrov.*

Діяльність визначного історика науки і техніки, члена-кореспондента АН УРСР (1988), члена-кореспондента Міжнародної академії історії науки в Парижі (1965) Геннадія Михайловича Доброва нерозривно пов'язана з формуванням та інституалізацією в Україні досліджень з історії науки й техніки, активним учасником яких він став [1, 2]

Майбутній вчений 1950 р. закінчив механіко-машинобудівний факультет Київського політехнічного інституту, де з 1948 по 1958 рік діяла кафедра історії техніки під керівництвом професора А.Ю. Голян-Нікольського [3]. Одразу після закінчення інституту вступив до аспірантури відділу історії техніки Інституту теплоенергетики АН УРСР за спеціальністю «Історія науки

і техніки». Відділ історії техніки разом із Комісією з історії техніки Відділу технічних наук АН УРСР, обидва під керівництвом академіка АН УРСР В.В. Данилевського, було створено 11 березня 1949 р. Пізніше, 4 січня 1963 р., на базі відділу історії техніки, а також організованого 1956 р. відділу історії математики Інституту математики АН УРСР, в Інституті історії АН УРСР було створено Сектор історії техніки і природознавства (з 1970 р. — Сектор історії природознавства і техніки, завідувач академік АН УРСР Й.З. Штокало), який 1986 р., разом із очолюваним Г. М. Добровим Центром досліджень науково-технічного потенціалу Ради з вивчення продуктивних сил України АН УРСР увійшов до складу Центру (нині Інститут) досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки АН УРСР. Очолив новостворену установу Г.М. Добров.

Кандидатську дисертацію за темою «Першість СРСР у створенні вугледобувних комбайнів (з історії техніки гірничого машинобудування)» вчений захистив 1954 р., одержані результати виклав у монографії «Історія радянських вугледобувних комбайнів». Розвитком цього напрямку стало видання 1969 р. Сектором історії природознавства і техніки Інституту історії АН УРСР та Міністерством вугільної промисловості УРСР двотомника «Історія технічного розвитку вугільної промисловості Донбасу» [4]. Членом авторського колективу, заступником головного редактора, відповідальним редактором другої частини першого тому та другого тому був Геннадій Михайлович.

Після аспірантури з 1953 по 1955 р. вчений працював у відділі історії техніки, з 1954 р. став членом редколегії періодичного видання Відділу технічних наук АН УРСР та Комісії з історії техніки «Нариси з історії техніки» (з 1962 р. - видання Українського відділення Радянського національного об'єднання істориків природознавства і техніки «Нариси з історії техніки та природознавства», з 1970 - республіканський міжвідомчий збірник «Нариси з історії природознавства і техніки»).

1958 р. було створено Українське відділення Радянського національного об'єднання істориків природознавства і техніки. Г. М. Добров був обраний членом Комітету, пізніше - заступником голови Відділення, керував секцією, особисто брав участь у міжнародних конгресах з історії науки і техніки. На X Міжнародному конгресі з історії науки 1962 р. у США виступив із доповіддю «Дослідження з історії природознавства і техніки, що проводяться в Українській РСР». Наполегливо ставив питання про

необхідність видання іноземними мовами праць з історії науки і техніки в Україні, викладання історико-наукових й історико-технічних дисциплін та створення відповідних кафедр у найбільших вузах України, публікації у міжнародних журналах. [5]

1963 р. у Польщі відбувся I Міжнародний симпозіум із загальних проблем історії науки і техніки, на якому Г.М. Добров повідомив про дослідження українських вчених із використання історико-технічного аналізу для прогнозування шляхів розвитку науки і техніки. За глибокі результати в галузі науки і техніки Г.М. Доброва 26 червня 1965 р. було обрано членом-кореспондентом Міжнародної академії історії науки, 1978 р. - академіком Міжнародної академії гуманітарних і природничих наук.

У січні 1966 р. у Києві відбувся I Симпозіум з питань застосування кількісних методів і використання обчислювальної техніки в дослідженнях з історії науково-технічного прогресу, у травні цього ж року - конференція Українського відділення Радянського національного об'єднання істориків природознавства і техніки. 11 років, з 1954 по 1965 рік, вчений виконував обов'язки вченого секретаря Комісії з історії техніки Відділення технічних наук АН УРСР.

З 1963 по 1964 Г.М. Добров - старший науковий співробітник, з 1 грудня 1964 р. - завідувач відділу історії техніки, з 17 серпня 1966 по 29 лютого 1968 р. - відділу машинних методів оброблення історико-наукової інформації Сектору історії техніки і природознавства Інституту історії АН УРСР.

З 1968 по 1984 рр. вчений був керівником Відділення комплексних проблем наукознавства та інформатики, яке діяло у складі Інституту математики (1968—1969), Ради з вивчення виробничих сил (1969—1971), Інституту кібернетики (1971—1984) АН УРСР. У 1984 підрозділ було перетворено на Центр досліджень науково-технічного потенціалу Ради з вивчення виробничих сил Української РСР.

До історії науки і техніки Г.М. Добров повернувся у 1986 р., очоливши Центр досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки АН УРСР. 1987 р. у виданні «Нариси з історії природознавства і техніки» вийшла праця вченого «Про соціальне значення історії природознавства і техніки», 1989 - його стаття у співавторстві «Новий погляд на історію заснування Академії наук України», де обговорювалася дата заснування Всеукраїнської академії наук.

Г.М. Добров працював у галузі історії науки й техніки 18 років, його доробок за цей період діяльності складає понад 30 ґрунтовних праць, серед яких одна індивідуальна та дві колективні монографії. Робота вченого на ключових посадах Комісії з історії техніки та Українського відділення Радянського національного об'єднання істориків природознавства і техніки значною мірою сприяла консолідації історико-наукової спільноти України.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Маліцький Б.А., Храмов Ю.О. Добров Г.М. - учений та учитель (до 80-річчя від дня народження). *Наука та наукознавство*. 2009. № 1. С. 3—8.
- [2] Добров Геннадій Михайлович (1929—1989). Збірник. 2-ге вид., перер. і доп. Київ: Фенікс, 2004. 128 с.
- [3] Добровольський В.О. З досвіду викладання історії техніки в КПІ. *Дослідження з історії техніки*. 2004. Вип. 4. С.20—27.
- [4] История технического развития угольной промышленности Донбасса: В 2 т. / АН УССР. Київ, Наук. думка, 1969.
- [5] Хренов К.К., Добров Г.М. Міжнародний конгрес істориків природознавства і техніки. *Нариси з історії техніки і природознавства*. 1963. Вип. 3. С. 3—7.

Міщенко К.Г., Пономаренко Л.П.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський, 37,
email: _mishchenko-ee29@iit.kpi.ua*

ІНЖЕНЕР-НОВАТОР ДМИТРО ЛОРЕНЦО

Анотація. Розкрито внесок відомого інженера-новатора Дмитра Лоренцо у вагонобудування, його наукові та технічні інновації.

Abstract. The contribution of the famous engineer-innovator Dmytro Lorenzo to railcar construction, his scientific and technical innovations is revealed.

Ключові слова: Дмитро Лоренцо, вагонобудування, КПІ

Keywords: Dmytro Lorentso, wagon construction, KPI

Д.М. Лоренцо – непересічна постать в історії вагонобудування, чії передбачення і ідеї суттєво вплинули на розвитку цієї галузі. Його внесок у технологічний прогрес та дизайн вагонів надзвичайно значущий. У цій роботі ми дослідимо деякі ключові аспекти та передбачення Д.М. Лоренцо, які визначили сучасне вагонобудування.

Дмитро Лоренцо навчався в Київській Політехніці протягом 1913 – 1921 рр. на механічному факультеті, одержав спеціальність інженер-механік. Основи інженерії мостобудування йому викладав професор Євген Оскарович Патон; професор Георгій Георгійович Де Метц давав йому ґрунтовні знання з фізики; основам металургії навчав професор Василь Петрович Іжевський; будівельну механіку він опановував у професора Костянтина Костянтиновича Симінського. Одержана освіта дозволила Д.Лоренцо в подальшому розуміти тенденції розвитку вагонобудівельної галузі, формулювати і втілювати революційні ідеї. Зокрема його підходи до використання новітніх матеріалів та технологій змінили уявлення про те, як повинні виглядати та функціонувати вагони. Він передбачав, що вагони майбутнього будуть не лише зручними та ефективними, але й екологічно чистими та безпечними. Розвиток матеріалознавства та інженерії сприятимуть зменшенню ваги вагонів, залишаючи їх міцними та надійними. Це передбачення стало реальністю завдяки використанню композитних матеріалів та впровадженню передових методів виробництва.

Ще одним важливим аспектом, на який звертав увагу Лоренцо стосувався дизайну та комфорту вагонів. Він передбачав, що майбутні вагони будуть більш просторими, зручними та ергономічними для пасажирів. Ідеї Лоренцо щодо впровадження інноваційних систем вентиляції, освітлення та сидінь знайшли втілення у сучасних пасажирських вагонах.

Проблема екологічної безпеки посідала значне місце у діяльності Лоренцо. Він підкреслював необхідність переходу до екологічно чистих джерел енергії та використання матеріалів, що не завдають шкоди навколишньому середовищу. Його передбачення сприяли розвитку гібридних та електричних вагонів, а також впровадженню енергоефективних технологій. Такий підхід в галузі вагонобудування став одним із ключових, оскільки сприяв зменшенню викидів шкідливих речовин в атмосферу та зниженню негативного впливу на клімат. Він вважав, що екологічно чисті вагони не лише зменшують негативний вплив на довкілля, а й забезпечать здоровіші умови для пасажирів та персоналу. [1]

Завдяки передбаченням Лоренцо, гібридні та електричні вагони стали широко використовуваними в різних системах міського та міжміського транспорту. Ці технології дозволили знизити викиди вуглецю та інших забруднюючих речовин, що в свою чергу допомагає у боротьбі із забрудненням повітря та глобальним потеплінням.

Окрім того, впровадження енергоефективних технологій, таких як рекуперація енергії гальмування та оптимізація системи освітлення, також суттєво сприяє зменшенню споживання енергії та викидів в атмосферу. Це не лише дозволяє більшому збереженню природних ресурсів, але й знижує витрати на експлуатацію вагонів.

Лоренцо підкреслював, що комфортне та зручне середовище у вагоні є важливим для пасажирів, особливо у великих містах, де подорожі можуть бути тривалими. Він прогнозував, що у майбутньому пасажирські вагони будуть обладнані інноваційними системами вентиляції, які забезпечать свіжий та чистий повітря всередині вагона, що додасть пасажирам комфорту та екологічної безпеки. Значну увагу приділяв Лоренцо проблемі освітлення. Він передбачав використання новітніх систем освітлення, які забезпечать оптимальне освітлення всередині вагону, зменшуючи втому та поліпшуючи загальний настрій пасажирів. [1, 2]

Передбачення Д.М. Лоренцо стали каталізатором для принципів у вагонобудуванні. Його вплив на галузь полягав у впровадженні передових технологій, розвитку екологічно чистих систем та поліпшенні комфорту для пасажирів. Вагонобудування продовжує розвиватися, віддзеркалюючи важливість інновацій та стратегічного мислення в інженерній сфері. Лоренцо залишається символом інженерного візюнера, чий ідеї продовжують надихати на нові винаходи та удосконалення, спрямовані на поліпшення якості життя і збереження довкілля.[1]

ЛІТЕРАТУРА

[1] Лоренцо Дмитро. Людина, яка випередила час.: Режим доступу: <https://kpi.ua/lorentso>

[2] N Ustiak. Внесок вчених та інженерів у розвиток вагонобудування. – Eminak: Scientific Quarterly Journal 1 (2 (22))

Пионий Р.В., Дімарова О. В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37,
email: o.dimarova@gmail.com

ВИНАХОДИ АРХІМЕДА ПІД ЧАС ОБЛОГИ СІРАКУЗИ; ІСТОРИЧНА ПРАВДА ЧИ КРАСИВА ЛЕГЕНДА?

Анотація. Розглянуто деякі дослідження відомого фізика і винахідника Античності Архімеда з метою зробити висновок щодо їх ефективності.

Annotation. Some studies of the famous physicist and inventor of Antiquity Archimedes are considered in order to draw a conclusion about their effectiveness.

Ключові слова: Архімед, Пазур Архімеда, Дзеркало Архімеда, дзеркал, флот, кораблі

Keywords: Archimedes, Claw of Archimedes, Mirror of Archimedes, mirrors, fleet, ships

Архімед – давньогрецький математик, фізик, інженер, винахідник та астроном. Серед його досягнень у фізиці – заснування гідростатики, статички та пояснення принципу важеля. Йому приписують винайдення новаторських механізмів, включно з облоговими машинами та гвинтовим насосом, названим на його честь. Сучасними експериментами перевіряли твердження, що Архімедові пристрої могли підіймати кораблі в повітря з води, а потім кидати вниз, так що кораблі переверталися й тонули. Він також винайшов спіраль, яка носить його ім'я, формули для розрахунку об'ємів поверхонь обертання та оригінальну систему для вираження дуже великих чисел. [1 – 3]



Архімед зробив великий внесок у розвиток фізики своїми новаторськими ідеями та винаходами. Проте, чи всі вони могли існувати на той час, а якщо і могли - то чи були вони ефективними? Розберемося на прикладі двох винаходів давньогрецького інженера: “Пазур Архімеда” та “Дзеркало Архімеда”.

Пазур Архімеда — старовинна зброя, яку вигадав Архімед для захисту морської частини міських мурів Сиракуз проти римського флоту. До сьогодні невідомо, як насправді виглядав цей винахід, проте оцінками істориків воно схоже на різновид крана з обладнаного абордажним гаком, що міг частково підіймати ворожі кораблі над водою, а потім або перекидав їх, або раптово кидав назад. Ці машини показали свою придатність протягом Другої Пунічної війни 214 р. до н. е., коли Римська республіка атакувала Сиракузи флотом зі

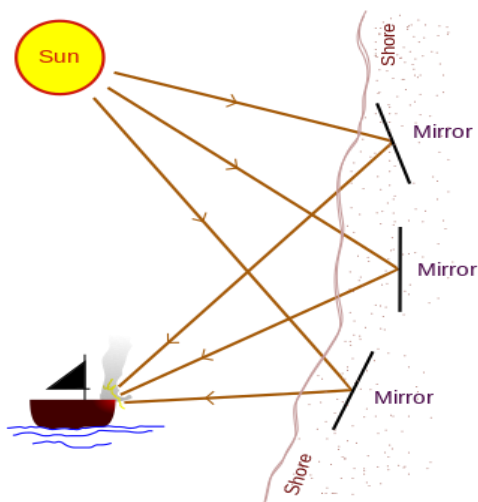


щонайменше 120 квінкверем. Коли римський флот наблизився до міських стін, оборона міста використала ці машини і була потоплена частина кораблів. Вірогідність цього винаходу 1999 р. перевірила ВВС у своїй передачі «Таємниці старовини», а також Discovery Channel у телевізійному шоу «Суперзброя античного світу». Їм вдалось перекинути модель римського корабля так, що він потонув. Але цей дослід не

може точно довести існування винаходу Архімеда та його ефективність. [4]

Під час облоги Сиракуз, за легендою, Архімед використовував силу Сонця, щоб підпалити римські кораблі. Десятки дзеркал, які фокусували промені в одній точці, сприяли загорянню кораблів супротивника. Проте, чи справді існував такий винахід і чи був ефективним?

Дискусії стосовно реальності цієї зброї точилися ще з часів Відродження. Рене Декарт відкинув винах як хибний, тоді як сучасні дослідники намагалися відтворити ефект, використовуючи лише засоби, які були доступні Архімеду. Було припущено, що великий набір добре відполірованих бронзових або мідних щитів воїнів, що відігравали роль дзеркал, міг бути використаний для фокусування сонячного світла на корабель. [5]



Один із дослідів був проведений 1973 р. грецьким ученим Іоаннісом Саккасом. Експеримент проходив на воєнно-морській базі за межами Афін. Було використано 70 дзеркал, кожне з мідним покриттям та розміром близько 1,5 м × 1 м. Дзеркала фокусувалися на

фанерний макет римського військового корабля на відстані близько 50 м. Коли дзеркала були точно сфокусовані, корабель за кілька секунд спалахнув. Фанерний корабель мав покриття зі смоли, що могло сприяти горінню. [5]

Група Масачусетського технологічного інституту повторила експеримент із дзеркалами у науково-популярній програмі американського телеканалу Discovery Channel «MythBusters». Використовували в якості мішені дерев'яний човен. Відбулося деяке обвуглювання, поряд із незначним полум'ям, але човен не згорів. Цей експеримент попав у категорію «провальних» через значні витрати часу та необхідність створити ідеальні погодні умови. Було зазначено, що вогняні стріли та болти з катапульта були б більш ефективними.[5]

У грудні 2010 р. «MythBusters» знову вивчили історію теплового променя у спеціальній програмі під назвою «Виклик президента». Було проведено кілька експериментів, у тому числі масштабні випробування із 500 школярами, які направили дзеркала на макет. Римське вітрильне судно було за 120 метрів. У всіх експериментах вітрилу не вдалося спалахнути, і висновок був знову «провал». «MythBusters» шоу дійшло висновку, що більш ймовірний ефект дзеркал був би дезорієнтація екіпажу корабля та перевага оборонців міста.[5]

Отже Архімед був геніальним математиком, фізиком та винахідником свого часу, ідеї якого ми використовуємо сьогодні. Проте деякі його винаходи могли й не існувати або були неефективними.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Видатні вчені-фізики: Режим доступу: <http://surl.li/rwesc>

[2] Архімед: Режим доступу: <http://surl.li/cthe>

[3] Спіраль Архімеда: Режим доступу: <http://surl.li/rwecl>

[4] Пазур Архімеда: Режим доступу: <http://surl.li/rwecn>

[5] Дзеркало Архімеда: Режим доступу: <http://surl.li/rwecq>

ДО 80-РІЧЧЯ ЕЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНІТНОГО РЕЗОНАНСУ: ІСТОРІЯ ВІДКРИТТЯ ЯВИЩА, МИНУЛЕ ТА СЬОГОДЕННЯ ШКОЛИ М.Ф. ДЕЙГЕНА

Анотація. Наведено у хронологічному порядку появу фундаментальних понять, законів та явищ, що передували відкриттю електронного парамагнітного резонансу (ЕПР) 21 січня 1944 року Є.К. Завойським. Наведено історію створення та розвитку наукової школи М.Ф. Дейгена.

Abstract. The emergence of fundamental concepts, laws and phenomena that preceded the discovery of electronic paramagnetic resonance (EPR) on July 21, 1944 by E.K. Zavoyskyi. The history of the creation and development of the scientific school of M.F. Deigen.

Ключові слова: ЕПР, радіоспектроскопія, наукова школа.

Keywords: EPR, radiospectroscopy, scientific school.

У 2024 р. світова наукова спільнота відзначає 80-річчя відкриття явища електронного парамагнітного резонансу (ЕПР), якому передувала ціла низка наукових робіт відомих учених.

Однією з перших та найважливіших таких робіт є публікація П. Зеємана 1897 р. [1], де він доповів про розщеплення спектральних ліній під впливом магнітного поля. Далі в тому ж році його вчитель Г.А. Лоренц дав теоретичне пояснення спостережуваного ефекту [2]. Таким чином було сформульовано ефект Зеємана, зумовлений тим, що в присутності магнітного поля електрон, який має магнітний момент, набуває додаткової енергії і ця енергія призводить до зняття вироджених атомних станів по магнітному квантовому числу m_j та розщеплення спектральних ліній. У тому ж 1897 р. Дж. Лармор [3] довів, що єдиним наслідком впливу магнітного поля на орбіту електрона в атомі є прецесія орбіти та вектору – орбітального магнітного моменту електрона з кутовою швидкістю ω_L навколо осі, що проходить крізь ядро атома паралельно

вектору індукції магнітного поля. 1902 р. П. Зеєман та Дж. Лармор отримали Нобелівську премію «За видатні заслуги в дослідженнях впливу магнетизму на радіаційні явища».

Далі важливими для відкриття ЕПР стали роботи П. Кюрі [4] та П. Вейса [5], які дали можливість сформулювати закон Кюрі-Вейса для температурної залежності сприйнятливості для парамагнітних речовин. Модель Лармора-Зеємана-Лоренца підтвердила залежність магнітних ефектів у спектрах від напруженості поля та параметра $e/(m_e c)$, а взаємодія спінів із зовнішнім магнітним полем отримала назву Зеєманівської взаємодії. 1920 р. В. Паулі ввів одиницю елементарного магнітного моменту – магнетон Бора, а у своїх роботах у 1921-1934 рр. А. Ланде ввів поняття g-фактора Ланде – множника у формулі для розщеплення рівнів енергії в магнітному полі, що визначає масштаб розщеплення у відносних одиницях.

1922 р. О. Штерн та В. Герлах провели відомий дослід [6], який підтвердив квантування проекції вектору магнітного моменту атомів та існування в електронів власного магнітного моменту та пов'язаного з ним моменту імпульсу – спіна. Згодом у тому ж році А. Ейнштейн та П. Еренфест [7] пояснили теоретично цей дослід і припустили, що якщо є два стани з різними енергіями, то, отже, є і квантові переходи між ними, спонтанні та індуковані. При цьому переорієнтація орбітальних атомних магнетиків у молекулярному пучку у присутності сталого магнітного поля має супроводжуватись поглинанням/випромінюванням радіочастотних квантів. 1923 р. Я.Г. Дорфман [8] висловив думку про можливість резонансного поглинання електромагнітних хвиль парамагнетиками, називаючи це явище фотоманітним ефектом, а манітне резонансне поглинання має спостерігатись за відповідних частот у феромагнітних та парамагнітних тілах у присутності зовнішнього магнітного поля.

1924 р. В. Паулі [9] висловив гіпотезу про наявність спіна у ядер у зв'язку з надтонкою структурою оптичних спектрів. А у 1925 р. С.А. Гоудсміт та Дж.Ю. Уленбек [10] сформулювали, що спін – це внутрішній момент (кількості руху – імпульсу) частинки.а

1936 р. Я.К. Гортер [11] повідомив про чергову невдалу спробу спостереження поглинання електромагнітних хвиль у парамагнетиках, проте це не зупинило вчених продовжувати дослідження у цьому напрямі. І у 1938-1940 рр. І.А. Рабі [12, 13] повідомив про перше застосування резонансного методу для вимірювання магнітних моментів протона та дейтрону, який міг

бути застосований лише до обмеженого числа ядер. За ці роботи він отримав Нобелівську премію 1944 року “За резонансний метод вимірювань магнітних властивостей атомних ядер”.

Всі ці наукові праці надихнули Є.К. Завойського на відкриття фундаментального явища ЕПР. Офіційною датою відкриття явища вважається 21 січня 1944 р. коли під час досліджень парамагнітної релаксації парамагнітних солей на частотах від 10^7 до 10^8 Гц за паралельної та перпендикулярної орієнтації змінного та постійного магнітних полів, ним було виявлено інтенсивне резонансне поглинання високочастотної енергії при строго визначених відношеннях напруженості постійного магнітного поля до частоти [14, 15].

У 1960 р. М.Ф. Дейген, майбутній чл.-кор. АН УРСР, один із видатних учнів акад. АН УРСР С.І. Пекаря, який на той час був талановитим молодим фізиком-теоретиком, що вже зробив перші кроки в галузі радіоспектроскопії [16, 17], отримав запрошення від акад. АН УРСР В.Є. Лашкарьова очолити лабораторію радіоспектроскопії в Інституті напівпровідників АН УРСР, дібрати кадри та розробити наукову програму досліджень. Відділ радіоспектроскопії, у якому успішно співпрацювали теоретики та експериментатори, став основою започаткованої М.Ф. Дейгеном Київської школи радіоспектроскопії, яка широко відома в наукових колах до цього часу. Семінар відділу, де доповідали провідні вітчизняні та закордонні вчені та обговорювалися найновітніші наукові досягнення у спектроскопії ЕПР, став загальноміським.

Під керівництвом М.Ф. Дейгена було створено перший в СРСР спектрометр подвійного електронно-ядерного резонансу (ПЕЯР) з показниками набагато кращими ніж у світових аналогів на той час. На цьому спектрометрі було проведено унікальні дослідження ПЕЯР далеких від парамагнітного центра ядер, динамічних та електропольових ефектів. На основі одержаних результатів було розроблено новий метод розрахунку структури енергетичних зон у кристалах по даних ПЕЯР. М.Ф. Дейгеном був запропонований принципово новий радіоспектроскопічний метод дослідження – подвійний електронно-ядерний магніто-акустичний резонанс, який через декілька років був втілений у дослідницьку практику.

Серед важливих результатів школи М.Ф. Дейгена протягом 1956-1995 рр. можна виокремити:

- розвиток теорії форми ліній ЕПР локальних центрів у неметалічних кристалах;
- дослідження електропольових ефектів в ЕПР, що дало можливість виявити новий механізм розширення ліній ЕПР в кристалах;
- розробку теорії локальних електронних станів на поверхні неметалічного кристала;
- розробку нового методу розрахунку структури енергетичних зон у кристалах за даними ПЕЯР;
- відкриття і з'ясування негативного ефекту ПЕЯР;
- відкриття явища інверсної заселеності спінових станів під впливом неполяризованої оптичної радіації;
- з'ясування моделі носій-домішкової взаємодії у твердих тілах;
- встановлення відмінності у характері хвильової функції основного стану донорів, пов'язаної з різницею у величині долин-орбітального розщеплення для атомів азоту, що заміщують нееквівалентні позиції у ґратці карбїду кремнію;
- відкриття впливу мікрохвильового відгуку на властивості високотемпературних надпровідників.

Сучасні представники наукової школи М.Ф. Дейгена, в т.ч. безпосередньо його учні, працюють в Інституті фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України (д.ф.-м.н., проф. Б.Д. Шаніна, д.ф.-м.н. К.М. Калабухова, д.ф.-м.н. А.А. Кончиць, д.ф.-м.н. І.П. Ворона, д.ф.-м.н. В.Я. Братусь, д.ф.-м.н. І.С. Головіна, к.ф.-м.н. В.В. Носенко, С.В. Красновид), Інституті матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України (чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., проф. М.Д. Глинчук, д.ф.-м.н., В.В. Лагута) та КПІ ім. Ігоря Сікорського (д.ф.-м.н. Д.В. Савченко, асист., асп. М.О. Голяткіна).

Також у Центрі колективного користування науковим обладнанням «ЕПР спектроскопія» НАН України (Технічний центр НАН України) та в Інституті магнетизму НАН України та МОН України функціонують сучасні спектрометри ЕПР світового рівня від фірми Bruker.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Zeeman, P. On the influence of magnetism on the nature of the light emitted by a substance // Philos. Mag. Ser. 5. – 1897. – Vol. 43, № 262, – P. 226-239.

- [2] Lorentz, H. A. Über den Einfluss magnetischer Kräfte auf Lichtemission // Ann. Physik – 1897. – Vol. 299, №. 13. – S. 278-284
- [3] Larmor, J. The Influence of a Magnetic Field on Radiation Frequency // Proc. R. Soc. Lond. – 1897. – Vol. 60. – P. 514-515
- [4] Curie, P. Lois expérimentales du magnétisme. Propriétés magnétiques des corps à diverses températures // Ann. Chim. Phys. – 1895. – Vol. 5. – P. 289-405.
- [5] Weiss, P. L'hypothèse du champ moléculaire et la propriété ferromagnétique // J. de Phys. – 1907. – Vol. 6, № 1. – P. 661-689
- [6] W. Gerlach, O. Stern Der experimentelle Nachweis des magnetischen Moments des Silberatoms // Z. Phys. A: Hadrons Nucl. – 1922. – Vol. 8, № 1. – S. 110-111.
- [7] A. Einstein, P. Ehrenfest Quantentheoretische Bemerkungen zum Experiment von Stern und Gerlach // Z. Phys. A : Hadrons Nucl. – 1922. – Vol. 11, № 1. – S. 31-34.
- [8] Dorfmann, J. Einige Bemerkungen zur Kenntnis des Mechanismus magnetischer Erscheinungen // Z. Phys. A: Hadrons Nucl. – 1923. – Vol 17, № 1. – S. 98-111.
- [9] Pauli, W. Zur Frage der theoretischen Deutung der Satelliten einiger Spektrallinien und ihrer Beeinflussung durch magnetische Felder // Naturwissenschaften. – 1924. – Vol. 12, № 37. – S. 741-743.
- [10] G.E. Uhlenbeck, S. Goudsmit, Ersetzung der Hypothese vom unmechanischen Zwang durch eine Forderung bezüglich des inneren Verhaltens jedes einzelnen Elektrons // Naturwissenschaften 13(47) (1925) 953.
- [11] Gorter, C. J. Negative result of an attempt to detect nuclear magnetic spins // Physica. – 1936. – Vol. 3, № 9. – P. 995-998.
- [12] I. I. Rabi, J. R. Zacharias, S. Millman, P. Kusch A New Method of Measuring Nuclear Magnetic Moment // Phys. Rev. – 1938. – Vol. 53, № 4. – P. 318.
- [13] P. Kusch, S. Millman, I. I. Rabi The Radiofrequency Spectra of Atoms Hyperfine Structure and Zeeman Effect in the Ground State of Li6, Li7, K39 and K41 // Phys. Rev. – 1940. – Vol. 57, № 9. – P. 765-780.
- [14] Zavoisky, E. The paramagnetic absorption of a solution in parallel fields // J. of Phys. USSR. – 1944. – Vol. VIII, № 6. – P. 377-380.
- [15] Zavoisky, E. Paramagnetic relaxation of liquid solutions for perpendicular fields // J. of Phys. – 1945. – Vol. IX, № 2. – P. 211-216.
- [16] Дейген, М.Ф. К теории примесных центров в анизотропных гомеопольярных кристаллах. // Оптика и спектроскопия. – 1957. – Т. 2, № 5.
- [17] Дейген, М.Ф. Теория парамагнитного резонанса F-центров в ионных кристаллах. // ЖЭТФ. – 1957. – Т. 33, № 3. – С. 773.

Стогній К.М., Снігоровська Д.О., Кузь О.П.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37,
email: apavlovkuz2016@gmail.com*

ВНЕСОК УЧЕНИХ ТА ІНЖЕНЕРІВ КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО У СВІТОВУ НАУКУ І ТЕХНІКУ

***Анотація.** Розглянуто наукову діяльність видатних вчених КПІ імені Ігоря Сікорського у становленні актуальних напрямів науки і техніки.*

***Abstract.** The scientific activity of outstanding scientists of Igor Sikorskyi KPI in the formation of current trends in science and engineering was considered.*

***Ключові слова:** вчені, наука, винаходи*

***Keywords:** scientists, science, inventions*

Університети у всі часи були осередками знань, де люди зацікавлені наукою могли не тільки поглибити свої знання, а ще й зробити власний внесок у розвиток суспільства. Київський політехнічний інститут, заснований у 1898 році завжди мав репутацію одного з найкращих вузів нашої батьківщини та й навіть східної Європи. Враховуючи відкритість до усього нового, безпосереднє залучення студентів у навчальний процес та життя університету, можна сказати що саме КПІ є одним із ключових наукових та освітніх закладів нашої країни. Розкриємо деякі наукові досягнення видатних науковців Київської політехніки.

Вул Бенціон Мойсейович – досліджував електричну міцність діелектриків, відкрив нову форму пробою (послідовного) діелектрика; вивчав електричні розряди у газах в однорідних та неоднорідних полях при різних тисках; тверді діелектрики з високою діелектричною проникністю; явища у діелектриках при сильному гамма-опроміненні. Він установив основні закономірності зміни електропровідності діелектриків під дією гамма-випромінення. Відкриття та дослідження Вула сегнетоелектричних якостей титанату барію заклали основу створення нового класу діелектриків – сегнетоелектриків із великим п'єзомодулем. Результатом вивчення напівпровідників стало вирощення монокристалів германію та дослідження нерівноважних електронних процесів у них. Під керівництвом Вула у СРСР

було розпочато розробку перших напівпровідникових діодів, транзисторів і сонячних елементів. [1]

Коваленко Анатолій Дмитрович є розробником загальної нелінійної динамічної теорії термопружності при малих деформаціях і великих термічних збудженнях. Він розвинув теорію тонких конічних оболонок і пластин змінної жорсткості; розробив аналітичні методи розрахунку конічних оболонок і пластин постійної та змінної товщини при термомеханічному навантаженні, що знайшло застосування впроваджені у турбобудуванні. Для розв'язання задач термомеханіки пружного тіла він розвинув теорію спеціальної функції, зокрема ввів і дослідив узагальнені гіпергеометричні функції першого і другого роду, одержав функціональне співвідношення між ними. На основі асимптотичних методів Крилова–Боголюбова–Митропольського розробив методи розв'язування зв'язаних задач термомеханіки пружних і в'язкопружних просторових і тонкостінних тіл. [2]

Корольов Сергій Павлович – учений, конструктор космічних кораблів, основоположник практичної космонавтики. Під його керівництвом створено багато геофізичних і балістичних ракет, запущені перші у світі міжконтинентальна балістична ракета, ракета-носій «Восток» та її модифікації, здійснені польоти космічних кораблів, зокрема, вперше в історії пілотованих людиною. [5] Під його керівництвом 1957 р. було запущено перший в історії штучний супутник Землі. А після вдалого польоту супутника, в КБ Корольова велася інтенсивна робота по створенню триступеневої ракети «Восток», здатної розвинути другу космічну швидкість, необхідну для виведення на орбіту Землі корисної маси понад чотири тони та досягнення Місяця. [6 – 8]

Павловський Михайло Антонович – один із ініціаторів створення Академії технологічних наук України (1991). Під його керівництвом розроблено унікальне обладнання для наземних випробувань ракетно-космічного комплексу «Енергія-Буран», а після Чорнобильської катастрофи (1986) – дистанційно керовані роботизовані комплекси для проведення робіт із радіоактивними матеріалами. Він також працював над економічною теорією перехідного періоду та її українського контексту.[3] Професор Михайло Павловський є автором підручників з теорії гіроскопів (1976, 1986 рр.), систем керування космічними апаратами (1997 р.), теоретичної механіки (1985, 1989, 1990, 1993, 2002 рр.). Його підручники відразу здобували популярність у студентів та аспірантів, знаходили визнання спеціалістів.[4]

Патон Борис Євгенович – інженер і матеріалознавець, фахівець у царині зварювальних процесів, металургії та технології металів, організатор науки, президент НАН України, політик та урядовець. Він працював в КПІ протягом 1904-1929 та 1935-1939 рр.[7] Одним із найважливіших аспектів його досліджень було вивчення фізичних процесів, що відбуваються під час зварювання металів. Ці дослідження сприяли розробці більш ефективних і надійних методів зварювання і відіграли важливу роль як у технічній, так і в науковій сферах. Одним із важливих досягнень Б. Є. Патона та його однодумців було створення технологій зварювання у вакуумі, які були необхідні для космічних місій. Ці технології виявилися надзвичайно корисними для космічної галузі. Також Патон розробив у кооперації з фахівцями інженерного та медичного профілів метод електрозварювання м'яких тканин. Пропонований метод полягав у тому, що хірург за допомогою спеціального апарату ЕК-300М1 стискає електродами пошкоджену ділянку тканини. [5]

Сікорський Ігор Іванович – видатний авіаконструктор, учений, винахідник. Автор перших у світовій практиці авіабудування багатомоторних літаків та гелікоптерів. Мрія стати інженером з'явилася в Сікорського ще в дитинстві. Навчаючись у Київському політехнічному інституті (1908-1912), він зацікавився авіацією, спроектував і побудував кілька гелікоптерів, літаків-біпланів. У 1923 р. Сікорський заснував власну компанію, Sikorsky Aircraft Corporation, у США. Тут він працював над розробкою літаків та гелікоптерів, створив свій перший успішний вертоліт VS-300, який приніс йому всесвітнє визнання. Протягом своєї кар'єри Сікорський розробив багато інноваційних гелікоптерів та літаків, включаючи великі транспортні вертольоти та військові літаки. Його творчість дала поштовх розвитку сучасної авіаційної технології. [9]

Київський політехнічний інститут прославився своїми видатними вченими та інженерами, які здійснювали новаторські дослідження та роботу в різних галузях технічних наук. Завдяки цьому закладу, Україна отримала значний науковий потенціал, який сприяв розвитку національної технічної та наукової бази. Успіхи випускників КПІ відчутні у багатьох галузях національної та світової економіки, а їхні досягнення продовжують надихати молоде покоління на досягнення нових вершин у науці та технологіях.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Вул Бенціон Мойсейович. : Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-30100>

- [2] Коваленко Анатолій Дмитрович: Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-8947>
- [3] Павловський Михайло Антонович. Фундатор української школи гіроскопістів.: Режим доступу: <https://kpi.ua/pavlovsky-about>
- [4] Павловський Михайло Антонович.: Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-880749>
- [5] Патон Борис.: Режим доступу: https://kpi.ua/ru/paton_borys
- [6] 1907, народився конструктор космічних кораблів Сергій Корольов.: Режим доступу: <https://uinp.gov.ua/istorychnyy-kalendar/sichen/12/1907-narodyvsvya-konstruktor-k-osmichnyh-korabliv-sergiy-korolov>
- [7] 13 фактів про Сергія Корольова, яких ви могли не знати.: Оежим доступу: <https://universemagazine.com/13-faktiv-pro-sergiya-korolova-yakyh-vy-mogly-neznaty/>
- [8] Сергій Корольов – легендарний ракетобудівник з Житомира.:Режим доступу: <https://www.kovrkv.org/?p=2717>
- [9] Сікорський Ігор Іванович.: Режим доступу: <https://kpi.ua/sikorsky-info>

Шановалова М.М., Пономаренко Л.П.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37,
email: shapovalova-ee29@iit.kpi.ua*

ЮРІЙ ГОГОЦІ: ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Анотація. Розглянуто наукову біографію Юрій Гогоці – відомого науковця – матеріалознавця, його внесок у створення наноструктурованих матеріалів.

Abstract. The scientific biography of Yuriy Gogotsi, a well-known scientist and materials scientist, his contribution to the creation of nanostructured materials is considered.

Ключові слова: Юрій Гогоці, наноматеріали, MXenes, КПІ

Keywords: Yuriy Gogotsi, nanomaterials, MXenes, KPI

Юрій Гогоці є одним із відомих у світі науковців в галузі матеріалознавства, хімії та нанотехнологій, співвинахідник унікальних

наноструктурованих матеріалів, першовідкривач і дослідник класу двовимірних неорганічних сполук – MXenes. Він не лише висунув та розвинув нові наукові ідеї, під його керівництвом працювала група по створенню технологій майбутнього із 30-ти дослідників (Nanomaterials Group) Університету Дрекселя (Філадельфія, США). Зокрема було розроблено нові ефективні методи опріснення, що є надзвичайно перспективними з огляду на прогнозований дефіцит прісної води в найближчі десятиліття в світі; технології застосування вуглецевих наноматеріалів для біомедицини, енергетики, текстильної промисловості тощо [1].

Юрій Гогоці вперше зацікавився нанотехнологіями випадкового. Будучи докторантом Токійського технологічного інституту, він вивчав корозію конструкційної кераміки та композитів із карбїду кремнію в зонах водяного охолодження на атомних електростанціях. Раніше дослідники вважали, що ця кераміка роз'їдається на фрагменти кремнезему під впливом надкритичної води – щільної водяної пари при температурах, що перевищують температуру кипіння. Натомість Гогоці виявив, що кремній із кераміки просто розчиняється і утворюється вуглецева структура з нанорозмірними порами. Цей нанопористий вуглець може використовуватися як інструмент для зберігання електрохімічної енергії.

Відкриті дослідником MXene – це листи товщиною лише від трьох до дев'яти атомних шарів, виготовлені з перехідних металів і вуглецю або азоту. З них можна формувати плівки, покриття, дроти та текстиль, які проводять електрику. «Кожна батарея у вашому мобільному телефоні та комп'ютері має багато металевої фольги як струмоприймач», – сказав Гогоці в інтерв'ю Chemistry for Life [2]. Заміна цієї фольги на MXenes, яка в 10 разів тонша, може зменшити розмір батареї принаймні на 10 відсотків, а також зменшити її вагу. Ця технологія має також далекосяжні перспективи у боротьбі зі зміною клімату, адже дозволяє споживати та витратити менше енергії.

Список нагород, які отримав Юрій Гогоці за свої наукові досягнення, справді вражає. Назвемо лише деякі з них, які на нашу думку, є найбільш вагомими. Так, 2012 р. науковець отримав Премію Європейської вуглецевої асоціації; 2013 р. – Премію Росса Кофіна Перді від Американського керамічного товариства; 2016 р. – Премію Nano Energy Award, а 2017 р. – Нагороду за матеріали для зберігання енергії від однієї з найавторитетніших у сфері наукових публікацій видавничих груп Elsevier; 2021 р. – Нагороду

Американського хімічного товариства (ACS) з хімії матеріалів та медаль американського Товариства дослідження матеріалів [3].

Не менш вражаючими є і публікаційна активність Юрія Гогоці та рівень цитованості його наукових праць. Так, як видно зі сторінки профілю науковця у наукометричній базі SCOPUS, станом на березень 2024 р., лише за 2023 рік його праці були процитовані іншими дослідниками 34 271 раз [4].

Як зазначає сам Гогоці, найбільш впливовою є його спільна стаття з Патрісом Саймоном про матеріали для електрохімічних конденсаторів, опублікована в Nature Materials у 2008 р. [5], оскільки її цитували понад 15 000 разів. Ця робота сформулила сферу матеріалів для ємнісного зберігання енергії. Дослідження впливу розміру пор на ємність і десольватацію іонів у пористому вуглеці призвело до наукового прориву в цій галузі та, зрештою, до розробки нового покоління суперконденсаторів, які полегшують зберігання та використання електричної енергії [1]. Не менш важливими є роботи, у яких оприлюднено факт відкриття першого двовимірного карбїду MXene [6], результати досліджень двовимірних карбїдів та нітридів металів [7], а також багато інших. Варто відзначити, що Гогоці неодноразово був включений до числа найбільш цитованих дослідників світу [3]. При цьому успіх науковця полягає не лише у нових відкриттях та визнанні в науковому світі, але й в ефективній комерціалізації результатів досліджень, максимально швидкому впровадженні їх у виробництво [1], а, отже, у максимальній практичній корисності для людства.

Сьогодні Юрій Гогоці – громадянин США. Він встиг змінити за свою кар'єру низку європейських та американських університетів і наукових лабораторій. Це не дивно, адже для його сфери діяльності критичними факторами є наявність ресурсів та обладнання для проведення досліджень, так і співробітництво з іншими науковцями у міжнародному просторі, мобільність, пошук власної команди однодумців.

В той же час, варто пам'ятати, що Гогоці був одним із тих вчених, завдяки яким українське матеріалознавство набуло визнання ще в 90-х роках минулого століття. Він завжди підкреслює своє українське походження та висловлює щире вдячність своїй alma mater – Київській політехніці – та вченим, які сприяли розвитку його наукових пошуків [8].

Коли випускник київської школи № 171, талановитий хлопець, який вже мав досвід наукових експериментів у хімічному гуртку, вирішив вступати на хімічний факультет Київського національного університету, йому

відмовили через вади зору. Сам Юрій Гогоці пише, що не може розрізнити всі кольори, а під час роботи над хімічними експериментами це часто важливо [8]. Шукаючи можливості реалізувати свою мрію, він вступив до Київського політехнічного інституту (нині Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського») на спеціальність «фізико-хімічні дослідження металургійних процесів», яка зосереджена на хімії високих температур. Освіта, отримана на кафедрі високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, а також та природний талант дослідника дали можливість Юрію Гогоці, незважаючи на вади зору, стати наймолодшим на той час (ще в УРСР, в 1986 р.) кандидатом хімічних наук. 1995 р. науковець здобув ступінь доктора технічних наук в Інституті проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича Національної академії наук України.

Гогоці зберігає тісні зв'язки з науковою школою, в межах якої він відбувся як вчений. 2018 р. він став Почесним доктором Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Він завжди підтримує молодь, яка лише пробує свої сили в дослідженнях, а також Україну в її боротьбі за суверенітет і незалежність у протистоянні з зовнішнім агресором. Його життєвий шлях є прикладом успіху всупереч всьому – закритості суспільства і обмеженням в обміні ідеями на глобальному рівні за радянських часів, на які припали молоді роки науковця, проблемам із зором, котрі, здавалося, закривали шлях до експериментальної хімії та фізики.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Lab profile: Yury Gogotsi, Drexel University / Materials Today. URL: <https://www.materialstoday.com/lab-profile-yury-gogotsi-drexel-university/>
- [2] Beans C. Nanoscientists Taking on Climate Change. *Chemistry for Life*. 2023. October 06. URL: <https://inchemistry.acs.org/careers/nanoscientists-taking-on-climate-change.html?fbclid=IwAR0AHSSUB9Df2AQCsaT8mxrtUaQ3vHsMcfJMmQZ58H-LRr64trRNru2baA>
- [3] Yury Gogotsi. Distinguished University and Charles T. and Ruth M. Bach Professor. Director, A.J. Drexel Nanomaterials Institute. URL: <https://drexel.edu/engineering/about/faculty-staff/G/gogotsi-yury/>
- [4] Gogotsi, Yury G.: Режим доступу: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7007093973>

- [5] *Simon P., Gogotsi Y.* Materials for Electrochemical Capacitors. *Nature Materials*. 2008. №7(11). Pp. 845-854. DOI: <https://doi.org/10.1038/nmat2297>
- [6] *Naguib M., Kurtoglu M., Presser V., Lu J., Niu J.-J., Heon M., Hultman L., Gogotsi Y., Barsoum M. W.* Two-Dimensional Nanocrystals Produced by Exfoliation of Ti₃AlC₂. *Advanced Materials*. 2011 № 23(37). Pp. 4248-4253. DOI: <https://doi.org/10.1002/adma.201102306>
- [7] *Vahid Mohammadi A., Rosen J., Gogotsi Y.* The World of Two-Dimensional Carbides and Nitrides (MXenes). *Science*. 2021. Vol. 372, Is. 6547.: Режим доступу: <https://www.science.org/doi/epdf/10.1126/science.abf1581>
- [8] Юрій Гогоці / 30 незалежних. Почуйте історії українців.: Режим доступу: https://independent30.ui.org.ua/yuriygogotsi_ua

Шевчук Б.В., Братусь Т.І.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37,
email: bohdan.shevchuk6@gmail.com*

**АКАДЕМІК НАН УКРАЇНИ ЛИСИЦЯ МИХАЙЛО ПАВЛОВИЧ –
ВИДАТНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ У ГАЛУЗІ
ОПТИКИ І ФІЗИКИ ТВЕРДОГО ТІЛА**

***Анотація.** Розглянуто внесок видатного українського вченого в галузі оптики і фізики твердого тіла академіка НАН України Михайла Павловича Лисиці в спектроскопію, нелінійну оптику, квантову електроніку і фізику напівпровідників.*

***Abstract.** A contribution of academician of the National Academy of Sciences of Ukraine Mykhailo Pavlovich Lysitsa, a prominent Ukrainian scientist in the field of optics and solid-state physics, to spectroscopy, nonlinear optics, quantum electronics and semiconductor physics is considered.*

***Ключові слова:** оптика, квантова електроніка, фізика напівпровідників.*

***Keywords:** optics, quantum electronics, semiconductor physics.*

15 січня 2024 р. виповнилося 103 роки від дня народження академіка НАН України Михайла Павловича Лисиці – видатного українського вченого в

галузі оптики і фізики твердого тіла, талановитого педагога, який виплекав потужну наукову школу спектроскопістів твердого тіла. Результати М.П. Лисиці є вагомим внеском в спектроскопію, нелінійну оптику і квантову електроніку, фізику твердого тіла і, зокрема, фізику напівпровідників.

М.П. Лисиця народився в селищі Високому на Житомирщині в селянській родині. В 1938 р. закінчив Київський педагогічний технікум, потім продовжив навчання, вступивши на фізико-математичний факультет Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка (КДУ), але через два місяці був призваний до армії. В армії М.П. Лисиця служив до жовтня 1945 р., під час війни був розвідником полкової розвідки. За проявлені ним мужність і відвагу, був нагороджений трьома орденами, медаллю «За відвагу» та багатьма іншими медалями.

Після війни продовжив навчання на фізичному факультеті КДУ, а після його закінчення став аспірантом кафедри оптики. Кандидатська дисертація Михайла Павловича (1954 р.) була першою в світі роботою по дослідженню коливних спектрів молекулярних мікрочисталів в поляризованому світлі.

Протягом 1955-61 рр. Михайло Павлович разом зі своїми аспірантами займався проблемою встановлення температурних залежностей спектрів нормальних коливань молекулярних сполук у газоподібному, рідкому та твердому станах. Відповідний цикл наукових публікацій було покладено в основу докторської дисертації М.П. Лисиці (1961 р.). У подальшому ці дослідження були продовжені, і привели до відкриття та обґрунтування нового явища – комбінованого резонансу Фермі – Давидова [1].

У 1961 р. М.П. Лисиця переходить до Інституту напівпровідників АН УРСР, організувавши і очоливши відділ оптики [2]. Одночасно він продовжує викладати за сумісництвом на фізичному факультеті Київського університету ім. Т.Г. Шевченка на посаді професора.

Михайло Павлович одразу оцінив революційне значення винайдення лазерів Теодором Майманом. За пропозицією Президента НАН України Б.Є. Патона він став його заступником у керуванні комісією з квантової електроніки, яка була покликана розвивати дослідження в цій новій галузі [3]. Згодом М.П. Лисиця став відповідальним редактором нового періодичного збірника наукових праць «Квантова електроніка» — одного з перших періодичних видань такого напрямку в світі. В очолюваному ним відділі оптики було створено діючі зразки твердотільних лазерів і розпочато

дослідження механізмів генерації когерентного випромінювання та явищ нелінійної оптики.

Саме у керівництві відділом повною мірою проявилися таланти Михайла Павловича у формуванні дружного і потужного наукового колективу однодумців, його здатність передбачати нові напрямки розвитку фізики і обирати найбільш перспективні з них. Під керівництвом Михайла Павловича було отримано цілий ряд важливих результатів, серед яких варто відзначити наступні: ефект зникнення екситонів при високій концентрації фотогенерованих носіїв і виникнення електронно-діркової плазми; вивчена природа домінуючих механізмів оптичного руйнування поверхні й об'єму прозорих діелектриків і напівпровідників та встановлені пороги руйнування для лужно-галоїдних кристалів і напівпровідників типу A2B6, A2B5 і A5B6; на основі дослідження двохфотонного поглинання й поляризаційних ефектів у різних кристалах запропонований метод використання нелінійно-поглинаючих і оптично активних напівпровідникових пластинок для обмеження потужності, стабілізації й корекції просторово-часового розподілу інтенсивності лазерних пучків; були експериментально відкриті два нових нелінійних оптичних поляризаційних явища - додаткова нелінійна оптична активність у гіротропних кристалах та принципово нова гігантська оптична активність у негіротропних кубічних кристалах з домішковими тунельними центрами та багато інших. Ці явища дозволяють реалізовувати нові методи керування характеристиками світлових променів.

У відділі оптики був вперше виявлений і досліджений впродовж 1960-70-х років ефект насичення міжзонного поглинання та різкого перемикання в режим індукованої прозорості, що мав місце в кольорових скляних фільтрах при лазерному впливі, і запропонований на цій основі метод пасивної модуляції добротності. Крім того, ці дослідження більш ніж на 20-років передбачили бум з дослідженнями з оптики нульмірних напівпровідникових систем. Справа в тому, що зазначені фільтри являють собою скляну матрицю з інкорпорованими в неї мікрокристалітами напівпровідників A2B6 (CdSe-CdS). Середній розмір мікрокристалітів може становити кілька нанометрів, що співмірно з типовим екситонним радіусом напівпровідників A2B6. З цієї причини згодом наприкінці 80-х років саме на цих об'єктах була виконана серія робіт, що поклали початок широким дослідженням в усьому світі екситонних явищ в умовах квантово - розмірного обмеження. Разом із своїм учнем - членом-кореспондентом НАН України М. Я. Валахом – М.П. Лисиця

вивчав коливні фононні збудження в напівпровідникових кристалах. На це були направлені одні із перших в Україні експериментів з використанням лазерного комбінаційного розсіювання світла [4].

М. П. Лисиця обґрунтував резонансний характер взаємодії електромагнітних хвиль міліметрового діапазону з живими організмами, зокрема з організмом людини, встановивши ті квантові переходи коливальної, обертальної, інверсійної та спінової природи, які дають лікувальні наслідки при опроміненні згаданими хвилями точок акупунктури меридіана, пов'язаного з хворим органом.

Під впливом М.П. Лисиці застосування оптичних методів в новій на той час області досліджень напівпровідників виходить на новий рівень не лише в Інституті напівпровідників, але і в багатьох інших наукових та освітніх закладах України, оскільки учні Михайла Павловича очолили ряд наукових підрозділів в різних інститутах та вишах України. Загалом до школи М.П. Лисиці входять два члени-кореспонденти НАН України, 24 доктори і 50 кандидатів наук, які продовжують започатковані ним дослідження. Науковий доробок академіка М.П. Лисиці – більше ніж 500 наукових праць та близько 40 авторських свідоцтв на винаходів [4]. У співавторстві зі своїми учнями він видав 6 монографій, а також 5-томне видання «Занимательной оптики».

Результати багаторічної плідної праці М.П. Лисиці отримали заслужене визнання. Про це свідчать присудження йому Академією наук Чехословаччини Медалі Йоганеса Маркуса Марці, як видатному спектроскопісту; присудження двох Державних премій України в галузі науки і техніки та найвищої нагороди НАН України - Золотої медалі імені В.І. Вернадського; присудження звання «Заслужений діяч науки і техніки України». На його честь названо астероїд № 8064 Лисиця. До 100-річчя М.П. Лисиці 28 січня 2021 року відкрито меморіальну дошку на фасаді корпусу №1 Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України (м. Київ, проспект Науки, 45)

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Вісник Національної академії наук України, №1, 2021, с.79-88
- [2] <https://www.biografija.ru/biography/lisica-mikhail-pavlovich.htm>
- [3] <http://calendar.interesniy.kiev.ua/Years2.aspx?year=1921>
- [4] До 100-річчя від дня народження академіка НАН України Михайла Павловича Лисиці /Сайт НАНУ, 28.1.2021/

РОЗДІЛ II. СТОРІНКИ ІСТОРІЇ ПРИРОДНИЧИХ ТА ТЕХНІЧНИХ НАУК В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Авдєєва Т. В, Шевчук М. М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37, email: avdeeva.tetyana@gmail.com

ПРОГРЕСІЯ В МИНУЛОМУ ТА В СЬОГОДЕННІ: ДЛЯ ЧОГО ВОНА ПЕРЕСІЧНОМУ ГРОМАДЯНИНУ?

Анотація. Показано важливість арифметичної та геометричної прогресій у повсякденному житті та професійній діяльності людини, у розвитку науки, техніки. Історичний екскурс проілюстровано реальними задачами та прикладами із різними типами прогресій.

Abstract. The importance of arithmetic and geometric progression in everyday life and professional activity of a person, in the development of science and technology is shown. The historical excursion is demonstrated by real problems and examples with different types of progressions.

Ключові слова: арифметична прогресія, геометрична прогресія, сума перших членів прогресії.

Keywords: arithmetic progression, geometric progression, sum of the first terms of the progression.

Метою дослідження є показати природність виникнення прогресій, проаналізувати історичні задачі, які розв'язуються за їх допомогою. Підкреслити важливість арифметичної та геометричної прогресій у житті та діяльності пересічного громадянина, з'ясувати доцільність їх застосування у повсякденні.

Щороку подружжя відзначають черговий день одруження. Постійно з'являються флешки пам'яті з дедалі більшими обсягами: 4Г, 8Г, ..., 512Г. Родина щомісяця відкладає 500 гривень, сподіваючись купити перед Новим роком пральну машину. Клієнт банку щороку отримує збільшення грошей по депозиту. Що поєднує всі ці приклади? В кожній ситуації ми маємо зміну «на певну величину» або «у кілька разів». Все це – прогресії.

Відомі зі школи означення арифметичної та геометричної прогресії та формули їх задання. Кожна арифметична прогресія має вигляд:

$a_1, a_2 = a_1 + d, a_3 = a_2 + d = a_1 + 2d, \dots, a_n = a_1 + d(n - 1)$,
 де a_1 – перший член, d – різниця. Для геометричної прогресії
 $b_1, b_2 = b_1q, b_3 = b_2q = b_1q^2, \dots, b_n = b_1q^{n-1}$,
 b_1 є першим членом прогресії, q називають її знаменником.

Задачі, які призвели до появи прогресій з'являлися ще у давнину і були пов'язані із запитами повсякденного життя: розподіл продуктів, спадщини тощо.

У клинописних табличках вавилонян, як і в єгипетських папірусах (II тисячоліття до нашої ери), зустрічаються приклади арифметичної і геометричної прогресій. Так, із однієї клинописної таблички можна дізнатися, що, спостерігаючи за Місяцем, вавилоняни підмітили, що зростання Місячного диска відбувається за законом геометричної прогресії із знаменником 2, а у наступні 10 днів – за законом арифметичної прогресії з різницею 16 за перші 5 днів після нового місяця

Наведемо приклади відомих задач.

Задачі з єгипетського папірусу Ахмеса

1. Розподіл 100 мір ячменю між 5 людьми за умови різниці між мірами кожної людини та її сусіда дорівнює однаковій мірі.

2. У семи людей по сім кішок; кожна кішка з'їдає по сім мишей, кожна миша з'їдає по сім колосків, із кожного колоска може вирости по сім мір ячменю. Знайдіть числа цього ряду і їх суму?

3. Індійський правитель Шерам, щирий шанувальник гри в шахи, вирішив винагородити винахідника цієї гри, свого підданого Сету. Сету зажадав за першу клітину шахової дошки 1 зерно, за другу – двоє зерен, за третю – 4 зерна і т.д.. На превеликий жаль, Сету не зміг забрати свою винагороду, оскільки не знайдеться такого числа зерен на всій земній кулі. Що це за величезне число? Залишимо це питання не описаним, хоча відомий результат. [1]

Ще стародавні греки вміли обчислювати суми перших n парних або непарних чисел. Архімед у III столітті до н.е. застосовував прогресії для знаходження площ та об'ємів геометричних фігур, підкреслював, що вписані один в одного правильні трикутники утворюють геометричну прогресію. Формула суми членів арифметичної прогресії була отримана ще древньогрецьким вченим Діофантом. Формулу суми членів геометричної прогресії наведено в книзі Евкліда «Начала» (у III ст. до н.е.). Правило знаходження суми членів довільної арифметичної прогресії вперше зустрічається у роботі Леонардо Пізанського в «Книга абака» 1202р. Правило

для суми скінченної геометричної прогресії зустрічається у книзі Н. Шюке «Наука про числа», яка побачила світ 1484 р. Лише у XVII ст., після виникнення поняття функції, інформацію стосовно прогресій було узагальнено та поставлено на науковий рівень, а в XVIII ст. в англійських підручниках з'явилися спеціальні позначення арифметичної та геометричної прогресій.

Цікавою є відома задача Магницького з арифметики. Чоловік продав коня за 156 рублів. Але покупець, отримавши коня, роздумав і повернув його продавцю, кажучи: «Немає мені користі купувати коня за ціну, що цих грошей не вартий». Тоді мудрий продавець запропонував інші умови продажу: «Якщо по-твоєму ціна коня висока, то купи його підковні цвяхи, а коня отримаєш тоді у подарунок. Цвяхів у кожній підкові 6. За перший цвях дай мені $\frac{1}{4}$ коп., за другий – $\frac{1}{2}$ коп., за третій – 1 коп. і т. д.» Покупець, спокушений низькою ціною, і бажаючи задарма отримати коня, погодився на умови продавця, розраховуючи, що за цвяхи доведеться сплатити не більше 10 рублів: $\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2} + 1 + 2 + 4 + 8\right) + (16 + 32 + 64 + 128 + 256 + 512) + (1024 + 2048 + 4096 + 8192 + 16384 + 32768) + (65536 + 131072 + 262144 + 524288 + 1048576 + 2097152) = 4194303,75$ (коп.). Насправді він переплатив більше ніж в 268 разів! [2]

Для розв'язування деяких задач із фізики, геометрії, біології, хімії, економіки, будівельної справи використовуються формули арифметичної та геометричної прогресій. Наприклад, у хімії, при підвищенні температури за арифметичною прогресією, швидкість хімічних реакцій зростає за геометричною прогресією. У фізиці нейтрон, ударом по ядру урану, розколює його на дві частини. Виходять 2 нейтрони, які, в свою чергу, б'ючи по двох ядрах, розколюють їх на дві частини (отримаємо вже 4 частини) і т.п., тобто маємо геометричну прогресію. Бамбук у вологих тропічних лісах в середньому за добу виростає на 75 см, тому можна легко обчислити вік рослини за її висотою.

Відомі задачі страхування життя або майна, кредити та депозити – це також питання, які пов'язані з прогресіями. Наприклад, вклади в банках збільшуються за схемами складних і простих відсотків. Акціонери банку теж мають багато питань, які напряму пов'язані з прогресіями: спроможність до кредитування банку, перенасичення ринку кредитами, збільшення прибутку банку тощо.

Розмноження бактерій поділом – зростаюча геометрична прогресія зі знаменником 2. Також геометричні прогресії виникають при створенні ліків та вакцин в фармацевтичній промисловості, в сільському господарстві при виготовленні силосу кормів для тварин, у природоохоронних заходах для очистки забрудненої води та ліквідації нафтових плям.

Відомою є задача використання суми перших n членів арифметичної прогресії для прийому ліків із збільшенням щоденно на 1 краплю до визначеної кількості, а потім послідовним зменшенням на 1 краплю для повного курсу лікування. Цікавою є задача розрахунку кількості еритроцитів у крові людини, що знаходиться на заданій висоті над рівнем моря, так як відомо про їх збільшення при підніманні вгору.

Двійковий код перетворив двійку та її ступеня на королеву прогресу, хоча всі дані, всі показники пам'яті гаджетів та швидкості інтернет-з'єднання є величезною геометричною прогресією.

Проведене дослідження, аналіз різноманітних задач підтвердили, що арифметичні та геометричні прогресії відігравали та продовжують відігравати важливу роль у повсякденному житті, розвитку науки та техніки, тому важливо не лише засвоїти формули прогресій, а вміти їх бачити у життєвих ситуаціях, навчитися розв'язувати задачі, які ставить перед нами саме життя. [3]

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Кушнір В., Ріжняк Р. Розв'язування математичних задач інтегративного змісту засобами комп'ютерного моделювання // Математика в школі. – 2009. – № 10. – с. 34-39.
- [2] Кушнір В., Кушнір Г., Ріжняк Р. Системне моделювання процесу розв'язування текстових математичних задач: кібернетичний підхід // Постметодика. – 2009. – № 4 (88). – с. 22-27.
- [3] Послідовність. Арифметична прогресія. Геометрична прогресія. Режим доступу:
- [4] Послідовність. Арифметична прогресія. Геометрична прогресія https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/icgn/9krayevskij_matem_dovuzpidg_ot_studinozem/tema21.html

Баранов Г.О., Печенова Я.В.

Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси,
бульвар Т.Шевченка, email: Khramova74@ukr.net

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ ЕКОНОМІЧНИХ РЕФОРМ МАРГАРЕТ ТЕТЧЕР У ВЕЛИКІЙ БРИТАНІЇ

***Анотація.** Розглянуто деякі аспекти Кейнсіанської політики, яка використовувалася Великобританією після Другої світової війни і поступово втратила свою значимість, але змусила Великобританію боротися в стагфляції. Економісти монетаризму запропонували свої ідеї щодо контролю над інфляцією та повернення рівня безробіття до природного рівня. Наприклад, М. Тетчер, будучи прем'єр-міністром Великобританії з 1979 по 1990 рік, провела серйозну реформу, засновану на теорії монетаризму. У статті проаналізовано переваги та недоліки цієї політики, а також означено перспективи використання її позитивних кроків.*

***Abstract.** Keynesian policies were used by Great Britain after the Second World War and gradually lost their relevance, but caused Great Britain to struggle in stagflation. Monetarist economists offered their ideas for controlling inflation and returning unemployment to a natural level. For example, M. Thatcher, being the prime minister of Great Britain from 1979 to 1990, carried out a serious reform based on the theory of monetarism. The article analyzes the advantages and disadvantages of this policy, as well as the prospects for using the positive steps of this policy.*

***Ключові слова:** Економічна реформа, монетаризм, кейнсіанська політика*

***Keywords:** Economic reform, monetarism, Keynesian policy*

Після Другої світової війни Кейнсіанська політика поступово втратила свою значимість, але змусила Великобританію боротися в стагфляції. М. Тетчер, будучи прем'єр-міністром Великобританії протягом 1979 – 1990 рр., провела серйозну реформу, засновану на теорії монетаризму [1-2]. М. Тетчер скоротила соціальні державні витрати і підштовхнула до приватизації багатьох підприємств, що призвело як до досягнень, так і до проблем.

1979 р., коли Маргарет Тетчер стала прем'єр-міністром, Великобританія вступила в період стійкої економічної стагнації та промислового занепаду, країна проходила рецесію 1970-х років. У всіх сферах були потрібні реформи, однак необхідно було прийняти рішення про те, як проводити реформу і визначити чи будуть захищені соціальні верстви населення. М. Тетчер почала впроваджувати політику монетаризму в управлінні національною економікою і вважала, що це єдиний спосіб врятувати Британію від стагфляції [2]. М. Тетчер сприяла зниженню обмінного курсу, купуючи багато іноземної валюти і знижуючи відсоткові ставки, і а також заохочувала інвестиції у Великобританію. Було запроваджено суворий міграційний контроль і жорстку політику після заворушень у британських містах 1981р. Інший спектр політики включав приватизацію комунальних підприємств (газ, воду, телекомунікації тощо) і реформу соціального забезпечення, що доповнювалося жорсткою політикою активізації ринку праці. До 1990 р. рівень інфляції суттєво знизився (як показано на рис.1) і 40% державних підприємств Великобританії були передані приватним підприємствам.



Рисунок 1. Рівень інфляції у Великій Британії [2]

Політика монетаризму, очевидно, досягла певних успіхів. Однак зв'язок між грошовою масою та інфляцією виявився набагато слабшим, ніж передбачала монетаристська теорія. Безробіття на початку 1980-х років досягло високого рівня – 3 млн.чоловік, ці люди стали жертвами грошово-кредитної політики М. Тетчер, що призвело до критики уряду. Наприклад, у 1981 р. у листі до газети «Таймс» 365 економістів підписали листа, в якому закликали британський уряд змінити свою економічну політику.

Результатом більш регресивної податкової системи і зростання безробіття, в 1980-х роках стало помітне зростання нерівності. Політика Маргарет Тетчер призвела до більшого розділу нації і збільшила прірву між багатими і бідними [3]. Безсумнівно, реформа М. Тетчер принесла велику користь Великобританії, але не варто забувати, що реформа не відбудеться без наполегливості. Немає реформи, яка б існувала без перерозподілу та болю. Це неминуче принесе негативний резонанс низці людей, які втратили прибуток і схильні виступати проти реформи.

Сьогодні, коли відбуваються реформи, мужність і наполегливість М. Тетчер можуть стати в нагоді політикам і економістам. Політика М. Тетчер викликала високий рівень безробіття та поставила під загрозу соціальну стабільність, але інфляцію вдалося знизити і до країни було залучено багато інвестицій. Особиста і політична жорсткість М. Тетчер у політиці та економіці заслужила повагу як з боку друзів, так і з боку опонентів, що потребує подальшого дослідження для означення планового виходу з будь-якої економічної кризи.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Tribe Keith. Economic careers: economics and economists in Britain. 1930-1970. Britain, 1997, p. 61.
- [2] P. Stepney. The Legacy of Margaret Thatcher-A Critical Assessment. *Open Journal of Social Sciences*, 2014. vol. 2, pp. 134-143.
- [3] Юхименко П. І., Леоненко П.М. Історія економічних учень. Навчальний посібник / К. : Знання-Прес, 2005. 583 с.

Баштова Л. С.¹, Порохненко Ю. Ю.²

¹Державний політехнічний музей імені Бориса Патона при КПІ імені Ігоря Сікорського, м. Київ, Берестейський проспект, 37,
e-mail: lyudm.bash@ukr.net

²Київський професійно-педагогічний коледж імені Антона Макаренка,
м. Київ, вул. В. Чорновола, 24, e-mail: porohnenkozaya@gmail.com

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В СУЧАСНІЙ ЕКОНОМІЦІ

Анотація. В статті досліджено завдання і методи математичного моделювання економічних процесів. А також, представлені принципи побудови математичних моделей.

Abstract. The article examines the tasks and methods of mathematical modeling of economic processes. And also, the principles of constructing mathematical models are presented.

Ключові слова: математичні методи, моделювання, економічні процеси.

Keywords: mathematical methods, modeling, economic processes.

Сучасна економічна наука як на мікро-, так і на макрорівнях у своїх практичних дослідженнях широко використовує інструментарій математичних методів для формалізованого опису існуючих стійких кількісних характеристик та закономірностей розвитку соціально-економічних систем. [1, С. 15]. Нині моделювання є важливим компонентом процесу управління інноваційним розвитком в економіці [2, С. 28]. Математична модель (ММ) – це формалізований, тобто представлений математичними співвідношеннями, набір правил, що описують фактори суттєвого впливу на функціонування об'єкта дослідження (ОД) [1, С. 15]. ММ застосовують для розв'язуванні конкретних прикладних оптимізаційних задач. Для ММ, які застосовуються в економіці, використовується термін «економіко-математичне моделювання» (ЕММ). ЕММ займається розробкою та практичним використанням математичного апарату: найбільш вигідного засобу керування різними соціально-економічними системами та процесами. ЕММ поєднує в собі знання з економіки, математики і інформатики.

Метою статті є визначити сутність і завдання математичного моделювання економічних процесів (ЕП), при цьому узагальнити принципи і вимоги до економіко-математичних моделей. Показати можливості ЕММ що до управління інноваційним розвитком економічних систем.

В умовах розвитку ринкової економіки, посилення конкурентної боротьби, розвитку міжнародних інтеграційних відносин в Україні виникає потреба впровадження в управління ЕП економіко-математичних методів моделювання з використанням сучасних інформаційних технологій. Нині ЕММ застосовують у всіх сферах господарювання [3, С. 9].

Процес моделювання економічних явищ та процесів представляє собою формалізацію складних економічних відносин, що дозволяє виявити особливості функціонування економічного об'єкту, його найбільш суттєві характеристики, та на цій основі передбачати його поведінку при зміні будь-яких параметрів внутрішнього і зовнішнього середовищ, відповідно до стану керованої соціально-економічної системи та за результатами впровадження управлінських рішень.

Дослідженням питання використання ЕММ в управлінні економічними процесами досліджувались такими вченими-економістами як: Бондаренко М. І., Вітлінський В. В., Кузьменко О. В., Шеремет А. Д., Власов М. П. та ін. В їх роботах математичне моделювання ЕП розглядалось як вираження мовою математики основних властивостей економічних подій у їх взаємозв'язку і функціональній залежності. Суттєвими у математичному моделюванні є кількісні характеристики ЕП у їх поєднанні з якісними. ММ – замкнута система математичних співвідношень. Моделювання є основним специфічним методом науки, що застосовується для аналізу та синтезу систем управління, при цьому замість ОД обирають чи створюють подібний до нього допоміжний об'єкт – образ чи модель, досліджують його, а отримані нові знання переносяться на об'єкт-оригінал [4, С. 384].

Практичними завданнями моделювання є: аналіз економічних об'єктів і процесів, економічне прогнозування, передбачення розвитку ЕП, розробка управлінських рішень на всіх рівнях господарської ієрархії.

В результаті модель представляє собою умовне зображення об'єкта та відображає його найістотніші характеристики, які необхідні для проведення дослідження. Економічна модель описує взаємозв'язок окремих параметрів явищ і процесів економічного життя. Задача яку вирішує ЕММ це переклад з «мови економіки» на «мову математики». Математичне моделювання ЕП

здійснюється у формі графіків, формул, словесної моделі. Найчастіше така модель є системою рівнянь і нерівностей, що складаються з певної сукупності змінних величин та параметрів. Для інноваційного розвитку підприємства, відновлення його матеріально-технічної бази, розвитку виробництва, освоєння випуску нових видів продукції необхідні інвестиції. Змінні величини характеризують, наприклад, обсяг інвестицій, виготовленої продукції, а параметри – кількісні зв'язки між окремими величинами [4, С. 384].

Нині при розв'язанні завдання ЕММ часто виникає ситуація, коли досліджувана економічна система має занадто складну структуру для моделювання якої не розроблені математичні методи. Виникає необхідність спрощення досліджуваного об'єкта до структур, які піддаються математичному опису та аналізу. Прикладом такої економічної системи є економіка підприємства в цілому, у її динаміці, розвитку. ММ розробляється до конкретного об'єкта в цілому або окремих його складових елементів. За допомогою ЕММ можна відображати як існуючі властивості певних явищ та процесів, так і їх розвиток на перспективу.

Процес моделювання включає три елементи: суб'єкт дослідження (системний аналітик), об'єкт дослідження, модель, яка відтворює відносини між досліджуваним об'єктом та суб'єктом, який його пізнає [2, С. 29].

Будь-яка модель виконує в першу чергу прогнозуючу функцію, без якої побудова її була б недоцільною як для теоретичного і тим більше для практичного використання. ММ в економіці не є дзеркальним відображенням реальної дійсності. Вона повинна відтворює найбільш істотні, найбільш характерні риси, основні властивості, відношення реального життя. Найважливіша вимога до процесу ЕММ полягає в можливості адекватного відображення ЕП.

Побудована ММ об'єкта повинна задовольняти таким принципів:

- 1) Наявність 2-х системоутворюючих елементів «модель - об'єкт».
- 2) Визначення первинності об'єкта моделювання (явища, процесу або системи) та похідної від нього – моделі.
- 3) Необхідною умовою побудови ММ є наявність об'єкту.
- 4) Багатозначність взаємообумовленості моделі та об'єкта, що означає можливість побудови множини моделей для певного об'єкта.
- 5) Адекватність – встановлення відповідності побудованої моделі реальному об'єкту що до досягнення цілі дослідження.

б) Проведення спрощення реального об'єкту за допомогою розробки моделі, що відтворює його лише головні властивості.

7) Спрощення побудови моделей на основі використання готових блоків для складних моделей [5, С. 13–14].

Оперування математичним апаратом стало необхідною умовою для вирішення завдань соціально-економічного розвитку, зокрема дослідження механізмів функціонування фінансової, банківської та ін. систем. Управління інноваційними процесами розвитку економічних систем потребує використання широкого кола економіко-математичних методів та моделей. Це зумовлено складністю ЕП, функціонуванням в умовах невизначеності, впливу значної кількості факторів, необхідності врахування багатьох умов та критеріїв щодо ефективності управління.

В наш час виділяють наступні математичні методи, які можливо використовувати для аналітичних досліджень:

1) методи елементарної математики використовують в традиційних економічних розрахунках;

2) методи вищої математики (диференційне та інтегральне обчислення, теорія ймовірності, методи аналітичної геометрії) використовуються для рішення багатьох задач, зокрема для аналізу факторів впливу на результативний показник;

3) методи математичної статистики використовуються у тих випадках, коли зміни аналізованих показників можна представити як випадковий процес та має місце стохастична залежність між окремими факторами.

Теорія ймовірностей і математична статистика є основою для побудови кількісних моделей керування економічними системами. Ймовірно-статистичні методи є базовими для теорії ухвалення рішень – складової сучасного менеджменту. Статистичні показники застосовують під час оцінки ризиків в інвестиційній діяльності, в діяльності страхових компаній, а також у багатьох галузях економіки.

Застосування комп'ютерної техніки для обробки даних значно полегшує та прискорює процес оптимізації, дозволяє моделювати різні сценарії розвитку подій, тобто проводити «прямі експерименти».

Тож, ЕММ є важливим інструментом у дослідженні ЕП і явищ й полягає в побудові та дослідженні їх моделей. Важливо зважати на

динамічність зовнішнього середовища щодо бізнесу, враховувати тренди в економіці та вміти прогнозувати її показники на мікро- та макрорівні.

Отже, спираючись на проведений аналіз, можна зробити висновок, що математичне моделювання забезпечує інноваційний розвиток економіки України. При цьому, для ефективного моделювання ЕП, необхідно використовувати надійні та достовірні джерела інформації, змістовно описувати ОД у загальному процесі функціонування системи. ЕММ забезпечує вирішення таких головних завдань управління як: аналіз наявного інноваційного потенціалу, розрахунок ефективності діючих і вибір перспективних проєктів, визначення інвестиційної привабливості підприємства, прогнозування результатів інноваційної діяльності.

Значний вплив щодо створення математичного апарату для ЕММ мали дослідження наукової школи професора Ю. Л. Далецького (1926 — 1997) в Київському політехнічному інституті (КПІ). Його учні нині продовжують справу свого вчителя. Багато з них працює на кафедрі математичних методів системного аналізу, яка в 1998 р. увійшла до складу новоствореного Інституту прикладного системного аналізу вишу. Ця науково-навчальна установа, спрямовує свою діяльність на проведення комплексного аналізу в різних галузях господарювання нашої держави – в тому числі й в економіці.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Економіко-математичне моделювання: навч. посіб. / за ред. О. Т. Іващука. – Тернопіль: ТНЕУ «Економічна думка», 2008. 704 с.
- [2] Юрчук Н. П. Використання економіко-математичних методів в управлінні інноваційним розвитком економічних систем // Інвестиції: практика та досвід. Київ, 2015. № 18.
- [3] Бобик О. І., Берегова Г. І., Копитко Б. І. Теорія ймовірності та математична статистика. Підручник. Київ : ВД «Професіонал», 2007. 560 с.
- [4] Власов М. П., Шимко П. Д. Моделирование экономических процессов. Ростов на Д. : Феникс, 2005. 409 с.
- [5] Кузьменко О. В. Теоретичне підґрунтя моделювання економічних процесів. Суми : «УАБС НБУ», 2014. 90 с.

Бороздих Н.В.

ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки
ім. Г. М. Доброва НАН України», бул. Т. Шевченка 60,
email: natalia.borozdyh@ukr.net

ДОВІРА ДО ВЧЕНИХ ТА ЇХ РОЛЬ У СУСПІЛЬСТВІ

Анотація: *Висвітлено та проаналізовано результати соціологічного дослідження, проведеного у період листопад 2022 р. – серпень 2023 р. в рамках проєкту TISP Many Labs («Довіра до науки та науковий популізм»). Акцентовано увагу на те, що проведене дослідження вказує на існуючі обмеження глобальних досліджень довіри до вчених і підкреслює необхідність здійснення подальших масштабних досліджень.*

Abstract: *The results of a sociological study conducted in the period November 2022 - August 2023 as part of the TISP Many Labs project ("Trust in science and scientific populism") are highlighted and analyzed. Attention is focused on the fact that the conducted research points to the existing limitations of global research on trust in scientists and emphasizes the need for further large-scale research.*

Ключові слова: *соціологічне дослідження, онлайн-опитування, довіра громадськості до науки.*

Keywords: *sociological research, online survey, public trust in science.*

Наукова інформація є критично важливою для прийняття рішень на основі доказів. Довіра громадськості до науки може сприяти тому, що особи, що приймають рішення, діятимуть на основі найкращих доступних доказів, особливо в умовах криз, таких як зміна клімату, пандемії та воєнні конфлікти. Однак останнім часом авторитет науки був під сумнівом, що викликало занепокоєння щодо низької довіри суспільства до вчених [1]. Було проведене опитування в 67 країнах, в якому взяли участь 71 417 респондентів на всіх населених континентах, і виявлено, що більшість населення довіряє вченим і вважає, що вчені повинні брати більше участь у розробці політики. Крім того, дослідження показало, що існують різниці між сприйняттям громадськістю та бажаними пріоритетами наукових досліджень. Також було виявлено відмінності між країнами та всередині них, які пояснюються

індивідуальними та внутрішніми змінними, включаючи політичну орієнтацію. Хоча ці результати не свідчать про поширену відсутність довіри до вчених, не можна ігнорувати те, що навіть невелика недовіра до вчених може впливати на прийняття наукових доказів при розробці політики. Такі критерії мають важливі наслідки для вчених і політиків, які стараються зберегти та підвищити довіру до наукових досліджень.

Дані, що лежать в основі аналізу, були зібрані в глобальному, попередньо перевіреному, попередньо зареєстрованому, перехресному онлайн-опитуванні ($N=71\,417$ учасників 67 країн) у період листопад 2022 р. – серпень 2023 р. в рамках проєкту TISP Many Labs («Довіра до науки та науковий популізм»). TISP — це міжнародний міждисциплінарний консорціум із 239 дослідників із 167 установ на всіх континентах. Дослідники провели опитування в рамках 87 пост-док зважених квотних вибірок у 67 країнах, використовуючи ту саму анкету, перекладену 37 мовами (рис. 1).

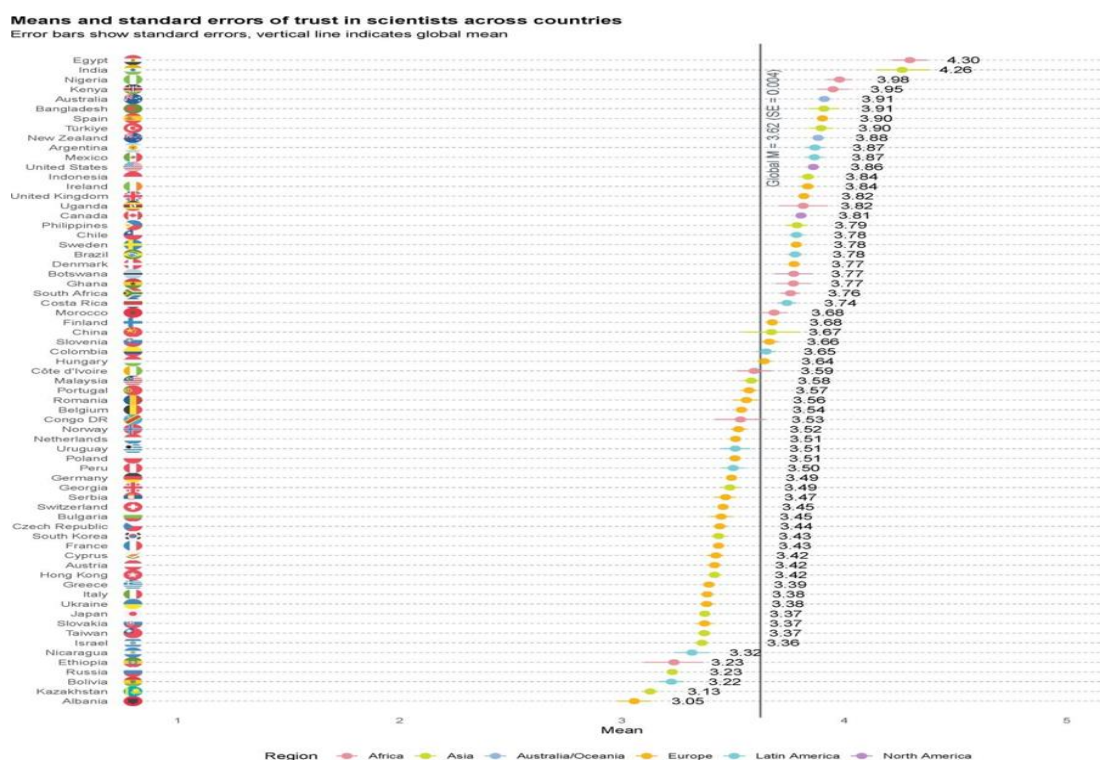


Рис. 1. Зважені середні (M) за довіру до вчених у різних країнах і регіонах (1 = дуже низький, 3 = ні високий, ні низький, 5 = дуже високий).

Опитування охопило 31% країн світу, які разом складають 78% світового населення. Дані були зібрані шляхом квотних вибірок, відповідно

до національного розподілу за віком, статтю та рівнем освіти, а також розміром вибірки країни. Вертикальна лінія позначає глобальне зважене середнє. Горизонтальні лінії позначають стандартні помилки (SE). SE на рівні країни коливається в межах 0,008-0,133.

Дослідження вказує на існуючі обмеження глобальних досліджень довіри до вчених і наголошує на необхідності здійснення масштабних досліджень, які охоплюють різні країни та враховують нормативне сприйняття ролі вчених у суспільстві та політиці. Автори описують своє опитування як перший глобальний набір даних про довіру до вчених після пандемії COVID-19 [2], яке вивчає також нормативне сприйняття вчених у політиці, використовує теоретично обґрунтований показник довіри, а також досліджує різноманітні фактори, які впливають на рівень довіри у різних країнах. Крім того, опитування включає недостатньо представлених країни та окремих осіб, а також досліджує бажані дослідницькі пріоритети осіб.

Аналіз на рівні країни показує, що довіра до вчених значно відрізняється в різних країнах і регіонах світу. Наприклад, довіра найвища в Єгипті та Індії, а найменша в Албанії та Казахстані. Всупереч попереднім дослідженням [3], автори не знаходять чіткої закономірності того, що вченим менше довіряють у країнах Латинської Америки та Африки. Однак вони знаходять закономірності в окремих регіонах. Наприклад, кілька колишніх пострадянських країн і держав-сателітів демонструють відносно низьку довіру до науковців.

Не тільки рівень довіри, але й її кореляти, такі як права політична орієнтація, освіта та релігійність, помітно різняться між країнами. Це свідчить про потребу в більшій кількості міжнародних досліджень, які охоплюють недостатньо представлені країни та недостатньо вивчені субпопуляції. Враховуючи ці висновки, автори закликають вчених бути обережними, узагальнюючи висновки із західних чи англомовних країн. Майже в усіх країнах більшість людей хочуть, щоб науковці брали участь у виробленні політики.

Майбутнє глобальне порівняльне дослідження має проаналізувати, чи відрізняються думки залежно від досвіду вченого щодо питання політики громадська підтримка відповідної політики. У майбутніх дослідженнях слід також дослідити, чи змінюється нормативне сприйняття науки у виробленні політики, коли конкретні наукові дисципліни чи проблеми політики згадуються в реальних умовах.

Більшість населення хоче, щоб науковці надавали пріоритет дослідженням охорони здоров'я та вирішенням енергетичних проблем. Проте більшість людей вважає, що вчені зараз не займаються цими проблемами і вважають, що оборонні та військові технології надто пріоритетні. Оскільки передбачувані переваги науки тісно пов'язані з довірою до вчених, більшість державних досліджень у наукових дослідженнях і державне фінансування є важливим шляхом для підвищення довіри.

Газети, статті та книги поширили наративи про низьку суспільну довіру до науковців. Однак такі твердження залишаються в основному необґрунтованими емпіричними даними. Автори дослідження Many Labs надають особам, які приймають рішення, науковцям і громадськості, широкомасштабні та відкриті дані громадської думки про довіру до науковців, які можуть допомогти цим зацікавленим сторонам зберегти та потенційно збільшити довіру до науковців.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Ніколс, Т. М. *Смерть експертизи: кампанія проти усталених знань і чому це важливо*. Oxford University Press, 2017.
- [2] Yann Algan, Daniel Cohen, Eva Davoine, Stefanie Stantcheva Trust in scientists in times of pandemic: Panel evidence from 12 countries *Proc. Natl. Acad. Sci.* **118**, e2108576118 (2021). Режим доступу: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2108576118>
- [3] Trust in Science and Science-Related Populism. Режим доступу: <https://projects.iq.harvard.edu/manylabstrustinscience/home>

Гудима К.О., Сапожко В.Ю., Дімарова О.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37,
email: kiril8245@gmail.com

СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ: ІННОВАЦІЇ, БЕЗПЕКА ТА МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД

Анотація. Розглянуто сучасні виклики та перспективи ядерної енергетики в Україні, зокрема, фінансові, технічні та правові аспекти. Висвітлено інноваційні напрями розвитку, такі як малі модульні реактори та нові види палива. Показана необхідність перегляду енергетичної стратегії з метою забезпечення енергетичної незалежності та безпеки країни.

Abstract. The current challenges and prospects of nuclear energy in Ukraine are considered, in particular, financial, technical and legal aspects. Innovative areas of development, such as small modular reactors and new types of fuel, are highlighted. The necessity of revising the energy strategy in order to ensure energy independence and security of the country is shown.

Ключові слова: Енергетична незалежність, інновації, міжнародно-правові механізми, екологічність, малі модульні ядерні реактори (ММР), інноваційні ядерні палива, водо-водяні енергетичні реактори (ВВЕР), реактори IV покоління.

Keywords: Energy independence, innovations, international legal mechanisms, environmental friendliness, small modular nuclear reactors (SMRs), innovative nuclear fuels, water-water power reactors (WWR), IV generation reactors.

У сучасному світі енергетична незалежність та безпека стають ключовими аспектами для країн, які прагнуть сталого розвитку і верховенства на світовій арені. Україна, зі своїм потенціалом для подальшого розвитку, шукає можливості використання міжнародного досвіду в інноваційних напрямках для досягнення цих цілей. Однак, проблеми, пов'язані з фінансуванням, технічною та науковою підготовкою та правовим забезпеченням у ядерній галузі, відображають дисонанс між сільським та

міським середовищами та вимагають пошуку ефективних рішень на рівні суспільства загалом. Такий контекст відкриває широкі можливості для дискусій та пошуку інноваційних підходів у розвитку ядерної енергетики з метою забезпечення стабільності та безпеки в цій стратегічно важливій галузі.

В умовах геополітичних напружень і тимчасового посягання на державний суверенітет та територіальну цілісність України, національна безпека стає запорукою стабільності та миру не лише для країни, але й для всього світового співтовариства. Щоб ефективно забезпечити безпеку і функціонування об'єктів ядерної енергетики, необхідно переглянути сучасну стратегію, враховуючи інтеграцію міжнародно-правових механізмів та нові виклики. Важливо відзначити, що для України, яка має всі необхідні ресурси для її подальшого розвитку, вирішення проблеми енергетичної залежності в значній мірі залежить від сталого розвитку ядерної енергетики та промисловості [2].

Атомну енергію варто розглядати як одне з найбільш ефективних джерел низьковуглецевої енергії, що дає Україні попіклуватись про проблему екологічності джерел електроенергії. Детальніше розглянемо міжнародний досвід інновацій у сфері ядерної енергетики, де є достатньо нововведень, які б стали в нагоді при досягненні поставленої мети:

- Неелектричне застосування: Ядерна енергія не тільки створює електрику. З її допомогою можна очищувати воду, отримувати тепло для опалення, а також виробляти водень, який можна використовувати для різних речей;
- Малі модульні ядерні реактори (ММР): Такі ядерні реактори, які менші за звичайні і можуть бути встановлені навіть там, де важко дістати електрику від інших джерел;
- Інноваційні ядерні палива: Науковці працюють над створенням нових видів ядерного палива, яке буде більш безпечним.

Для України всі ці напрями можуть становити певний інтерес. Так, частина енергії, що виробляється в реакторі під час «нічного провалу» (коли споживання падає і в енергосистемі є надлишок енергії), може оптимізувати застосування виробленої потужності шляхом в отримання тепла та водню, які, у свою чергу, можуть використовуватися у подальшому для генерації електроенергії під час денного піку споживання, тим самим покриваючи нестачу. Проте можливість подібного застосування є досить обмеженою,

оскільки потребує суттєвого удосконалення типової схеми ядерної енергетичної установки, з модернізацію новітніх технологій [2].

Україна нині використовує водо-водяні енергетичні реактори (ВВЕР) на атомних електростанціях для виробництва електроенергії, що є найпоширенішим типом реакторів у країнах колишнього СРСР.

Реактори (ВВЕР) в Україні відносяться до першого покоління і мають серйозні проєктні недоліки, що призводить до того, що країни Євросоюзу та країни «Великої Вісімки» вважають їх не відповідними прийнятим стандартам безпеки. Всі реактори такого типу, які експлуатувалися в Центральній Європі, були виведені з експлуатації до 2010 р. [3].

Офіс ядерної енергії Департаменту енергетики США (DOE) віддає перевагу трьом передовим типам реакторів IV покоління, які рекомендовано враховувати до 2030 р.:

- SFR – реактор на швидких нейтронах з рідкометалевим (натрієвим) теплоносієм;
- VHTR – високотемпературний реактор з газовим охолодженням;
- MSR – реактор на розплавлених солях.

Ці перспективні типи реакторів найкраще відповідають сучасним вимогам щодо безпеки, надійності, економічності та екологічності.

Незважаючи на прогресивні технології у сфері ядерної енергетики, «Енергетична стратегія України до 2030 року» свідчить про спрямування значних бюджетних коштів на збільшення енергетичних потужностей для надмірного зростання споживання енергії, ігноруючи необхідність модернізації енергетичного сектору. Плани досягнення рівня енергоефективності України до 2030 р. практично збігаються зі стандартами, встановленими для Польщі ще у 2005 р. [2].

Україні необхідно переглянути свою енергетичну стратегію, звернувши увагу на інноваційні підходи у розвитку ядерної енергетики. Це допоможе забезпечити енергетичну незалежність, підвищити екологічність та забезпечити національну безпеку країни. Зокрема, розгляд новітніх технологій у сфері ядерної енергетики, таких як малі модульні реактори та інноваційні види ядерного палива, може стати ключовим для досягнення цих цілей.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Конституційні аспекти розвитку правового регулювання безпеки використання ядерної енергії / Р. О. Коцюба // Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України. - 2014. - № 5. - С. 32-37. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzizvru_2014_5_9
- [2] Міжнародний досвід розробки та впровадження інноваційних технологій отримання енергії в ядерній та суміжних сферах / Д. Г. Бобро // Стратегічні пріоритети. - 2019. - № 3-4. - С. 31-37. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sra_2019_3-4_6
- [3] Ядерна енергетика: аргументи pro і contra / Ю. Крупка // Вісник Національної академії наук України. - 2005. - № 4. - С. 24-29. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2005_4_3

Живага О.В.

*ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України», бул. Т. Шевченка 60,
email: oks_zhyvaga@ukr.net*

ІНСТРУМЕНТИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В НАУКОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ВЧЕНОГО

***Анотація.** В тезах розглянуто переваги та недоліки застосування технологій штучного інтелекту (ШІ) в науковій діяльності вчених. Проаналізовано вплив ШІ на аналіз великих об'ємів даних, написання наукових рукописів та процеси експертної оцінки. Встановлено, що інтеграція технологій штучного інтелекту в наукову сферу може, як сприяти оптимізації процесів, поліпшенню результативності досліджень, прискоренню інновацій, так і порушувати традиційні норми виробництва академічних знань, принципів академічної доброчесності та прав інтелектуальної власності, а також сприяти втраті творчих здібностей дослідників.*

***Abstract.** In the article it is examined the advantages and disadvantages of artificial intelligence (AI) technologies implementation in scientific activity. It is analysed the impact of AI on analysis of large amounts of data, writing of scientific manuscripts and peer review processes. It was found that integration of AI*

technologies into science can contribute to optimization of processes, improvement of research productivity, acceleration of innovations, as well as violate traditional norms of academic knowledge production, principles of academic virtue and rights of intellectual property, also lead to loss of researchers' creativity.

Ключові слова: *штучний інтелект, ChatGPT, академічна доброчесність*

Keywords: *artificial intelligence, ChatGPT, academic virtue*

Розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) вплинув на розвиток і функціонування багатьох галузей, і професіонали все більше усвідомлюють переваги його застосування для підвищення ефективності та продуктивності цих галузей. Програми штучного інтелекту, які ґрунтуються на машинному навчанні, стають все більш поширеними у клінічних, сільськогосподарських, освітніх та ін. дослідженнях. Розвиток технологій ШІ зумовив значні зміни в науковій сфері, революціонізувавши способи проведення досліджень, генерування знань і надання освіти. Так, інтеграція технологій штучного інтелекту в наукову сферу сприяла оптимізації процесів, поліпшенню результативності досліджень, прискоренню темпів наукових відкриттів та розвитку інновацій. Зокрема, вчені Національного агентства Великої Британії з досліджень і інновацій стверджують, що ШІ дозволить вченим проводити дослідження по-іншому, радикально пришвидшуючи процес відкриттів і уможливорюючи прориви» [1, с. 19]. Використання ШІ, як способу «прискорення» бюрократичних та метричних процесів, може призвести до поширення негативних аспектів у академічній культурі, оскільки розширення ШІ у дослідженнях має сприяти, а не замінити людську творчість [2]. Водночас дослідниками відмічається можливість порушення діяльності наукових дослідників та установ у зв'язку з запровадженням технологій ШІ, і традиційні норми виробництва академічних знань можуть опинитися під загрозою. Дослідники також стурбовані потенціалом ШІ щодо «заміни» людського інтелекту, який може призвести до втрати робочих місць. Роль технологій ШІ у дослідницькій сфері, як інструменту впровадження нових методів, процесів, управління та оцінки, є досі недостатньо вивченою, тому це питання потребує ретельного дослідження.

Одним із основних способів, за допомогою якого штучний інтелект змінює науку, є швидкий та ефективний аналіз великих обсягів даних. Це

дозволяє виявляти закономірності, кореляції та тенденції, які важко визначити традиційними методами, а також допомагає зробити процес аналізу даних неупередженим. Аналіз даних є корисним в геноміці, кліматології та соціальних науках. Проте, незважаючи на переваги цього процесу, інтеграція ШІ в обробку даних викликає занепокоєння, зокрема, щодо конфіденційності та контролю даних, а також інтерпретування результатів, отриманих за допомогою ШІ. Є небезпека упередженості та дискримінації, які усвідомлено чи ні можуть бути закладені в алгоритми тими, хто використовує технології ШІ [3].

Технології ШІ також використовуються дослідниками для написання дослідницьких грантів, книг або навіть статей у наукових журналах. Так, зокрема, технології ШІ допомагають дослідникам в огляді літератури і синтезі знань, вони автоматично сканують і знаходять релевантну інформацію з широкого спектру наукових робіт (мільйони нових дослідницьких статей публікується кожного року), що сприяє економії часу, виявленню прогалин у дослідженнях, генеруванню нових ідей, допомагають бути в курсі останніх досягнень у своїй галузі.

Такий інструмент на базі ШІ, як чат-бот ChatGPT (Chat Generative Pre-trained Transformer), створений компанією OpenAI, здатний писати наукові есе та статті, виконувати широкий спектр текстових запитів, а також розробляти експерименти, здійснювати рецензування та підтримувати редакційні рішення про прийняття або відхилення рукописів. Журнал Nature повідомив, що деякі вчені вже використовують чат-боти як помічників у дослідженнях – для огляду літератури, генерування тексту, аналізу текстових даних, мовного машинного перекладу, автоматичного узагальнення наукових статей, звітів та ін. документів. У кількох препринтах та опублікованих статтях офіційне авторство ChatGPT вже вказано [4].

В контексті революціонізації науки штучним інтелектом М. Півідорі та К. Грін вбачають перспективним факт використання даної моделі ШІ у написанні наукових рукописів, обумовлюючи це підвищенням продуктивності вчених [5]. Вчені також висловлюють занепокоєння з приводу використання ChatGPT: згенерований текст важко відрізнити від тексту написаного людиною (К. Елкінс, Дж. Чун), що може сприяти порушенню принципів академічної доброчесності, коли дослідники видають згенерований ШІ текст як написаний власноруч; ChatGPT може використовуватися для створення «фейків» та маніпулювання громадською

думкою (Л. Флоріді, М. Чіріаті); піднімаються питання щодо прав інтелектуальної власності на згенерований ШІ об'єкт тощо. Наукові видавці, зокрема комітет з етики публікацій COPE (Committee on Publication Ethics), висловились про те, що інструменти типу ChatGPT не можна вказувати як автора статті, а автори повинні чітко повідомляти, які інструменти і як саме вони використовували при написанні робіт. Дослідники стверджують, що для ефективного використання інструментів ШІ для академічного письма, науковці не повинні покладатися винятково на ШІ, а практикувати етичніше письмо, переформулюючи перефразований контент, згенерований ШІ, а також критично оцінювати результати, згенеровані ШІ тощо.

Технології ШІ та машинного навчання, на думку експертів, матимуть глибокі наслідки й для оцінки досліджень, включаючи процеси експертної оцінки. Оскільки обсяг заявок на рецензування постійно зростає, то скорочення часу перевірки може заощадити робочі години та потенційно підвищити академічну продуктивність. ШІ вже використовується для оптимізації та покращення експертної оцінки, перевірки якості рецензування, якості цитування та пошуку рецензентів. Серед вчених існують сумніви щодо того, чи має ШІ замінити експертну оцінку або її елементи, оскільки є загроза надмірної залежності від алгоритмів і неправильного використання інструментів ШІ, проте в той же час вони можуть використовуватися для виконання адміністративних завдань і процесів, пов'язаних з процесом рецензування [6].

ШІ має свої недоліки і не може замінити людей-дослідників. Інструменти штучного інтелекту повинні використовуватися для підтримки наукових дослідників, а не замінити можливості їх критичного мислення, оскільки є загроза втрати творчих здібностей та оригінальності дослідників. Інструменти штучного інтелекту є найефективнішими, коли вони використовуються дослідниками для оптимізації свого часу та ресурсів під час проведення досліджень, а не для написання статей, дисертацій чи подання заявок. Оскільки ШІ продовжує розвиватися, дослідникам важливо адаптуватися до цього потужного інструменту, пам'ятаючи про його обмеження та етичні наслідки. Необхідно розвивати дослідницьку культуру, в якій ШІ підтримує реалізацію наукових завдань таким чином, щоб це було значущо і повчально для дослідників, і збагачувало систему знань, в якій вони працюють.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] UKRI. Transforming our world with AI. 2021. Режим доступу: <https://www.ukri.org/wp-content/uploads/2021/02/UKRI-120221-TransformingOurWorldWithAI.pdf>.
- [2] Procter R., Glover B., Jones E. Research 4.0 – research in the age of automation. Demos, September 2020. Режим доступу: <https://demos.co.uk/wp-content/uploads/2020/09/Research-4.0-Report.pdf>.
- [3] Barocas S., Selbst A. D. Big Data's Disparate Impact. California Law Review. 2016. Vol 104, №671. P.671-732.
- [4] Kung T. H., Cheatham M., Medenilla A., et al. Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. PLOS Digit Health. 2023. 2(2): e0000198. Режим доступу: <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000198>.
- [5] Pividori M., Greene C. S. A publishing infrastructure for AI-assisted academic authoring. bioRxiv. Режим доступу: <https://doi.org/10.1101/2023.01.21.525030>.
- [6] Chawla D. S. Should AI have a role in assessing research quality? Режим доступу: <https://www.nature.com/articles/d41586-022-03294-3>.

Калінін М.І., Дімарова О.В.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
Київ, пр. Берестейський 37, email: kalinin.mykhailo@iit.kpi.ua*

ЗНАЙОМСТВО З ЧІПАМИ

Анотація: В роботі розкриваються історичні аспекти створення та застосування чіпів

Abstract: The report reveals the historical aspects of the creation and use of chips

Ключові слова: чіп, мікрочіп, TSMC, Морріс Чанг, Джек Кілбі, Роберт Нойс, Intel

Keywords: chip, microchip, TSMC, Morris Chang, Jack Kilby, Robert Noyce, Intel

Мікрочіп є одним із найважливіших винаходів в історії електроніки і має принципово важливе значення у розвитку сучасних технологій.[1, 2]

Що таке чіп? Чіп – це шматочок кремнію приблизно розміром з ніготь, в якому вирізані мільйони, а в багатьох випадках і мільярди крихітних ланцюгів мікросхем. Ці ланцюги відкриваються або замикаються транзистором. При включенні ланцюг замикається, це інтерпретується як одиниця. А при вимиканні ланцюг переривається – це інтерпретується як нуль. Ці одиниці і нулі лежать в основі всіх обчислень. Отже, в iPhone, наприклад, ви отримаєте пристрій з безліччю напівпровідників усередині. Найважливіші з цих напівпровідників матимуть 15 млрд вбудованих у них крихітних транзисторів, кожен із яких менший, ніж розмір вірусу.[3] На кожному етапі виготовлення чіпів застосовують високотехнологічні процеси. Якщо у виробництві чіпа є похибка на одну мільярдну частину метра, то чіп буде неробочим. І тому важлива вмінти робити мікротранзистори для кожного окремого чіпа. Виготовлення чіпа включає тисячі технологічних операцій: від нашарування хімікатів до нагрівання чіпа, нанесення додаткових хімікатів, застосування різних обробок ультрафіолетовим світлом. Кожен із цих кроків має відбуватися з мінімально допустимими відхиленнями, які вимірюються в нанометрах.[3]

До десяти провідних контрактних виробників чіпів входять TSMC, Samsung Foundry, UMC, GlobalFoundries, SMIC, NHGrace, PSMC, VIS, Tower і Nexchip. Безперечним лідером глобального ринку є тайванська TSMC, яка контролює більше половини галузі.

Тайванська компанія TSMC є одним із провідних виробників напівпровідникових чіпів у світі, контролюючи понад половину галузі. Зокрема, близько 90% передових процесорних чіпів, які застосовуються у смартфонах, комп'ютерах та дата-центрах, виробляються саме на Тайвані. Засновник напівпровідникової промисловості Тайваню є Морріс Чанг. Морріс Чанг був у Техасі, коли у 1958 р. винайшли перший чіп, що стало початком глобалізаційних процесів у напівпровідниковій промисловості. Чанг спрямував зусилля на побудову складальних підприємств у Східній Азії, зокрема в Гонконзі, Сінгапурі та особливо на Тайвані. Після переїзду на Тайвань у 1980-х роках, Чанг зробив вирішальний внесок у розвиток TSMC, перетворивши її на найбільшого і найсучаснішого виробника мікрочіпів у світі.[1]

Як з'явилася технологія, що змінила світ? Електронні сигнали в перших пристроях обробляли вакуумними трубками. Крихкі скляні трубки були єдиним, але не надто зручним рішенням. Фізик Вільям Шоклі, який працював у корпорації Bell Labs (штат Нью-Джерсі), вирішив створити інший провідник струму. Технологія мікрочіпів зародилася у 1950-х роках із розробкою транзистора компанією Bell Labs. Численні експерименти не давали результатів, оскільки вимірювальні прилади були малочутливими.

Наприкінці 1947 р. Браттейн та Бардін створили перший у світі германієвий твердотільний підсилювач, названий ними транзистором. Транзистори замінили електронні лампи, що дозволило створювати менші за розміром та ефективніші електронні пристрої. 1958 р. Джек Кілбі з Texas Instruments зменшив розміри електронних схем, які на той час були дуже великими. Він спроектував інтегральну схему на невеликій германієвій таблетці, використовуючи методи дифузійного зварювання та осадження з парової фази. Ця інтегральна схема містила ряд транзисторів та інших електронних компонентів та була першим мікрочіпом в історії. Цей пристрій був генератором на крихтній пластині германію розміром 11,1 мм на 1,6 мм і містив лише кілька електронних компонентів.[3] Незабаром інженер Роберт Нойс, який працював у компанії Fairchild Semiconductor, розробив мікрочіп, аналогічний мікрочіпу Кілбі, але з використанням кремнію замість германію та з удосконаленням виробництва та можливістю інтеграції більшої кількості компонентів. Германій виявився дуже чутливим матеріалом, який швидко перегрівався. Новий матеріал був більш поширеним і дешевим, ніж германій, і дозволяв виробляти більші та складніші мікрочіпи. Нойс також створив виробничий процес, при якому кілька електронних компонентів можуть бути інтегровані в один чіп, що дає можливість виробляти мікропроцесори на одній інтегральній схемі. Роберт Нойс і Гордон Мур вирішили заснувати власну компанію. 1968 р. була заснована корпорація Intel. Мур і Нойс вибрали назву, що є скороченням від «інтегрованої електроніки» – Intel, яка стала світовим лідером у виробництві мікропроцесорів.[3] 1966 р. основний патент залишився у Нойса. Проте Кілбі одержав Нобелівську премію з фізики у 2000 р. за створення інтегральної схеми. Технологія мікрочіпів дозволила створити менші та ефективніші електронні пристрої, такі як персональні комп'ютери, мобільні телефони та пристрої зберігання даних. 1971 р. корпорація Intel випустила перший в історії процесор Intel 4004, він мав

тактову частоту 740 кГц, був заснований на технології Нойса і дозволяв виконувати прості математичні операції.[3]

Основна відмінність між чіпом і мікрочіпом полягає в їх функціональності. Мікрочіп – це підтип чіпа, який включає центральний процесор та інші компоненти, що дозволяють йому керувати електронними пристроями. Проте чіп може бути названий різними термінами, такими як інтегральна схема, мікроконтролер або мікропроцесор. Кожен із цих компонентів виконує свою функцію в електронному пристрої. Отже, хоча чіп і мікрочіп виконують подібні завдання, вони мають відмінності в структурі та функціональності.

Мікрочіпи, вбудовані в наші пристрої та системи, стають все меншими і потужнішими. Вони використовуються в різних сферах життя: від електроніки до медицини та автомобілів. Мініатюризація мікрочіпів привела до появи ще менших пристроїв, таких як наночіпи, які застосовуються в медичних дослідженнях. Ці технології також викликають питання щодо приватності та безпеки, особливо у випадку імплантації мікрочіпів людям. У деяких країнах мікрочіпи вживляються також у домашніх тварин для їх ідентифікації. [1]

Сучасні мікропроцесори мають надзвичайно велику кількість транзисторів, при цьому їхня площа дуже мала. Найменший мікрочіп, створений 2015 р. компанією IBM, може здійснити значний вплив на медицину та безпеку. Найбільший мікрочіп, створений Intel у 2006 р., використовувався у сучасних комп'ютерних процесорах. Найдорожчий мікрочіп, Intel Itanium 9560, вартістю близько 4650 доларів за одиницю, використовувався у високопродуктивних серверах та системах. Найстаріший мікрочіп, Texas Instruments SN75373, був випущений 1971 р. та застосовувався в різних електронних пристроях, зокрема, у гральних автоматах та іграх типу пінбол.

Отже можна сказати, що мікрочіп є одним із найважливіших винаходів в історії електроніки. Цей винахід дозволив суттєво розвинути сучасні технології і поліпшити якість життя.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Chip War: The Fight for the World's Most Critical Technology., by Chris Miller, Scribner

[2] "The Art of Electronics" by Paul Horowitz and Winfield Hill, Cambridge University Press.

[3] "The Silicon Web: Physics for the Internet Age", by Michael G. Raymer, CRC Press.

Кузьменко О. А, Верещінська В.В, Дімарова О.В

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Берестейський проспект 37,
email: sashastarwort@gmail.com*

ДО ІСТОРІЇ ФАКУЛЬТЕТУ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ

***Анотація.** У цій роботі представлена історія одного з факультетів Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського - факультету прикладної математики. Вона охоплює передумови та процес створення, подальший розвиток та події, що сформували ФПМ. Висвітлюється сучасний стан факультету та його досягнення.*

***Abstract.** This article deals with the history of one of the faculties of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute - the Faculty of Applied Mathematics. It covers the prerequisites and process of creation, further development and events that formed the FPM. The current state of the faculty and its achievements are highlighted.*

***Ключові слова:** КПІ, факультет прикладної математики, ФПМ, історія, заснування, розвиток.*

***Keywords:** KPI, Faculty of Applied Mathematics, FAM, history, foundation, development.*

Актуальність даної роботи полягає в тому, що використання інформаційних технологій стає дуже важливим в сучасному світі, тому ми маємо розуміти історію та розвиток цих технологій. Факультет прикладної математики (ФПМ) Київського політехнічного інституту є одним із провідних центрів підготовки фахівців за цими напрямками в Україні.

Метою даної роботи є дослідження історії, структури, основних напрямів діяльності ФПМ та його внеску в розвиток прикладної математики та інформаційних технологій в Україні. Факультет прикладної математики (ФПМ) [5] Київського політехнічного інституту було створено у 1990р. шляхом відокремлення від факультету інформатики та обчислювальної техніки (ФІОТ), який було засновано на базі електротехнічного факультету (ЕТФ, 1918 р. створення) [4]. Даний поділ дозволив цим факультетам

запропонувати цілеспрямовану освіту студентам та не розпорошувати увагу на менш профільні сфери.

Ініціатор створення факультету – академік АН УРСР І.М. Коваленко, який і став його першим деканом. Також внесли вклад у формування нашого факультету й інші професори КПП: Згуровський М.З., Коваленко І.М., Самофалов К.Г., Далецький Ю.Л., Вавілов Є.М., Молчанов О.А., Павлов О.А., Тарасенко В.П.. Передумовами створення ФПМ стали:

- потреба у підготовці фахівців з прикладної математики;
- необхідність розвитку інформаційних технологій.

Заснування факультету надало змогу сконцентруватися на викладанні важливих для технічного прогресу спеціальностей. ФПМ суттєво змінився з часом. Яскравими прикладами є застосування нових методів навчання потрібних для майбутніх професій цільової аудиторії та заміна назв кафедр. Результатом стало: урізноманітнення спеціальностей; розширення можливостей для досліджень і розвитку талантів.

На момент створення факультету прикладної математики до нього увійшли 3 кафедри:

- кафедра прикладної математики,
- кафедра спеціалізованих обчислювальних засобів.
- кафедра математичних методів системного аналізу.

Кафедра прикладної математики (ПМ).

Кафедра ПМ і нині функціонує на базі ФПМ. Першим завідуючим кафедри був Молчанов Олександр Артемович (1978-2014), а з 2014 р. – Чертов Олег Романович, доктор технічних наук, автор підручника «Математичний аналіз (для програмістів)», 5 колективних монографій і більше 100 наукових та методичних праць. Олег Романович колись також був студентом цієї кафедри [7].

Кафедра спеціалізованих обчислювальних засобів(СОЗ).

Кафедра СОЗ була двічі перейменована. Перший раз у 1992 р., і мала назву кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем (СКС), а з 2012 р. і нині – кафедру системного програмування та спеціалізованих комп'ютерних систем (СПСКС). З моменту заснування СПСКС завідуючим був Тарасенко Володимир Петрович (1990-2019), а з 2020 р. – професор та доктор технічних наук Романкевич Віталій Олексійович, також колишній випускник цієї кафедри. Він є автором понад 150 наукових публікацій[8].

Кафедра математичних методів системного аналізу.

Кафедра математичних методів системного аналізу була створена ще у 1988 р. за ініціативи ректора КПП М.З. Згуровського та відомого математика Ю.Л. Далецького [6]. Вона проіснувала у складі ФПМ лише до 1997 р. На базі цієї кафедри було засновано навчально-науковий комплекс «Інститут прикладного системного аналізу». 2006 р. до складу ІПСА також була

приєднана кафедра системного проектування, що працювала на базі факультету електроніки, а зовсім нещодавно, в 2022 р. з'явилась третя кафедра – кафедра штучного інтелекту.

Нині кафедра ММСА включає 4 освітніх програм, а саме: системний аналіз та управління, системний аналіз фінансового ринку, системи штучного інтелекту, інтелектуальний аналіз даних в управлінні проектами.

Кафедра програмного забезпечення комп'ютерних систем.

Кафедра ПЗКС є наймолодшою – їй всього 15 років, утворена у 2009 р. Першим завідуючим кафедри став Дичка Іван Андрійович (нинішній декан факультету). Протягом 2015 – 2018 рр. – Заболотня Тетяна Миколаївна, а потім, у період 2018 – 2021 рр. – Легеза Віктор Петрович. Нині завідуючою кафедри є доктор технічних наук Сулема Євгенія Станіславівна [9].

Декани Факультету прикладної математики КПІ [5]:

Ігор Миколайович Коваленко (1990–1994 рр.)[1].

Активний учасник наукового співтовариства, автор численних публікацій, викладач та науковий керівник. Його наукові інтереси включають обчислювальну математику, чисельні методи, диференціальні рівняння, теорію керування та оптимізацію.

Олександр Артемович Молчанов(1994–2005 рр.)[2].

Відомий дослідженнями в області стохастичних процесів та застосування їх у різних галузях. Його наукова робота пов'язана з теорією стохастичних процесів, теорією випадкових полів, математичною статистикою та обробкою сигналів.

Іван Андрійович Дичка (з 2005 р.)[3].

Відомий фахівець, автор численних публікацій та співробітник відомих наукових центрів. Його наукові інтереси: обчислювальна математика, чисельні методи, обробка сигналів та обчислювальна геометрія.

Утворення ФПМ значною мірою удосконалено рівень викладання математики, а як наслідок сприяло розвитку в Україні комп'ютерних наук, математичної та інженерної сфер. 2021 р. факультет прикладної математики посів 2 місце у номінації «ТОП-10 факультетів комп'ютерних наук і ІТ» журналу «Forbes Ukraine», випередивши факультет інформатики та обчислювальної техніки (4 місце), та інститут прикладного системного аналізу (7 місце), що є свідченням високої якості освіти та наукових досягнень факультету [10].

Підсумовуючи, можна сказати, що, хоч факультет прикладної математики відносно новий, проте він є одним із передових факультетів технічної освіти в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Коваленко Ігор Миколайович. Кафедра ММСА. Режим доступу: <http://mmsa.kpi.ua/history/lecturers/igor-m-kovalenko>
- [2] Учасники проектів Вікімедіа. Молчанов Олександр Артемович – Вікіпедія. *Вікіпедія*. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Молчанов_Олександр_Артемович
- [3] Дичка Іван Андрійович. *Енциклопедія Сучасної України ЕСУ*. Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-24431>
- [4] Факультет інформатики та обчислювальної техніки КПІ ім. Ігоря Сікорського. Режим доступу: <https://kpi.ua/fiot>
- [5] Факультет прикладної математики | КПІ ім. Ігоря Сікорського. *КПІ ім. Ігоря Сікорського*. /Режим доступу: <https://kpi.ua/fpm>
- [6] Баштова Л. Професор Ю. Далецький і розвиток математики в КПІ. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/068f06bd-dab8-42fc-a17f-d2654a310701/content>
- [7] Чертов Олег Романович. Кафедра прикладної математики. Режим доступу: <https://pma.fpm.kpi.ua/uk/profile/chertov/interview>
- [8] Інформаційний портал Факультету Прикладної Математики КПІ ім. Ігоря Сікорського. Інформаційний портал Факультету Прикладної Математики КПІ ім. Ігоря Сікорського. Режим доступу: <http://fpm.kpi.ua/faculty/structure.do>
- [9] Про кафедру – Кафедра програмного забезпечення комп'ютерних систем. *Кафедра програмного забезпечення комп'ютерних систем – Факультет прикладної математики КПІ ім. Ігоря Сікорського*. Режим доступу: https://pzks.fpm.kpi.ua/?page_id=27
- [10] 100 найкращих факультетів України – Forbes.ua. *Forbes.ua Бізнес, мільярдери, новини, фінанси, інвестиції, компанії*. Режим доступу: <https://forbes.ua/ratings/rejting-fakultetiv-13042021-1356>

Кулик А.В., Фотул О. О., Кузь О.П.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37,
email: anastasiakulik819@gmail.com*

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ФІЗИКИ

Анотація. У роботі систематизовано та викладено деякі історичні аспекти розвитку фізики. Розглянуто становлення цієї науки. Згадані найвидатніші відкриття та вченні, які зробили ці відкриття.

***Abstract.** Some historical aspects of the development of physics are systematized and explained in the work. The formation of this science is considered. The most outstanding discoveries and scientists who made these discoveries are mentioned.*

***Ключові слова:** історія фізики, періоди розвитку фізики, фізичні відкриття, видатні фізики.*

***Keywords:** history of physics, periods of development of physics, physical discoveries, outstanding physicists.*

Філософію і науку здавна вважали єдиним цілим. У становленні фізичних понять і закономірностей велику роль відіграли мислителі: Арістотель, Архімед, Демокрит, Піфагор, Птолемей, Евклід тощо [1].

Виділяють декілька періодів формування і розвитку фізики:

- Період становлення фізики як науки (початок XVII - кінець XVII ст.);
- Період класичної фізики (кінець XVII – початок XX ст.);
- Період сучасної фізики (з 1905) [2].

Під час періоду становлення фізики як науки (початок XVII-80-ті роки XVII ст.) вчені в науковій діяльності бачили високий релігійний зміст. Коли Кеплер, Галілей і Ньютон закладали основи природознавства, ще господарював середньовічний образ природи, в якому вона була творінням Божим. Це породжувало псевдонауки та псевдонаукові ідеї, антинаукові погляди на природу. Відкриття Коперника і Галілея підняли питання про місце Бога у Всесвіті і про перші поняття про сонячну систему, рух планет та галактику. У XVII-XVIII століттях відбулось розрізнення концепцій віри і знання, що були розділені працями Канта і Шлейєрмахера. На зміну релігійним і метафізичним ідеям прийшли раціоналізм і емпіризм, які поставили людину і її розум на перше місце і призвели до розвитку наукових концепцій. Наукова революція XVII ст. принесла радикальні зміни в економіці, політиці і людській свідомості. Виробництво, зростання світової торгівлі, мореплавання та військові інтереси значною мірою визначили основні напрямки наукового розвитку.

Батьком сучасного природознавства вважають Г. Галілея. Він став засновником систематичного поєднання теорії і експериментального методу. Вчений встановив принципи відносності, інерції, закони вільного падіння, вивчав різні типи рухів. Від Галілея бере початок динаміка [3].

Ньютон у 1678 р. завершив створення своєї праці «Математичні начала натуральної філософії». Він пояснив рухи небесних тіл, що уможливило перехід від кінематичного опису сонячної системи до динамічного. Це остаточно затвердило вчення Коперника. Ньютон був першим, кому вдалося знайти основу, з якої за допомогою математичного мислення можна було логічно пояснити явища і процеси.

Під час цього періоду було отримано багато відкриттів: атмосферний тиск і спосіб отримання вакууму, перший барометр (Е. Торрічеллі, 1643); явища дифракції (Ф. Грімальді), поляризації (Х. Гюйгенс, 1678) та подвійного заломлення світла (Е. Бартолін, 1669); принцип Ферма (1660); корпускулярна (І. Ньютон, 1666) і хвильова (Х. Гюйгенс, 1678) теорії світла; закони збереження імпульсу, пружного і непружного зіткнення (Х. Гюйгенс, 1669); закон пружності (Р. Гук, 1660) тощо [2].

Період класичної фізики (кінець XVII – початок XX ст.) характеризується утвердженням нових наукових ідей, витісненням псевдонауки, критикою антинаукових поглядів на природу та її закони.

Вищим досягненням стали природничо-наукові знання, авангардом яких служила математична фізика. При цьому сама наука представлялась як надійний і абсолютно раціональний засіб пізнання світу [3].

Протягом цього періоду було відкрито низку законів збереження: матерії та руху (М. В. Ломоносов, 1748), електричного заряду (Б. Франклін, 1750), енергії (Ю. Майєр, 1842; Дж. Джоуль, 1843; Г. Гельмгольц, 1847). Крім того відкрито: закон Шарля (1787), Гей-Люсака (1802), рівняння стану ідеального газу (Б. Клапейрон, 1834); основи кінетичної теорії газів (Дж. Джоуль, Р. Клаузіус, Дж. Максвелл) та термодинаміки (Р. Клаузіус, У. Ранкін, У. Томсон, Н. Карно); основний закон електричної взаємодії (Ш. Кулон, 1785); електричний струм (Л. Гальвані, 1786) та перше джерело тривалого електричного струму (А. Вольта, 1799); закон Ампера (1820), Біо-Савара (1820), Ома (1826), закони електролізу (М. Фарадей, 1833), закон Кірхгофа (1845-1847), закон Джоуля - Ленца (1841-1842), взаємодії зарядів, що рухаються (Вебер, 1845), термоелектрику (Т. Зеебек, 1821), поляризація діелектриків (М. Фарадей, 1837), рівняння Максвелла (1861).

Також було виявлено закономірність у спектральних лініях водню (І. Бальмер, 1885) та запропоновано формулу Рідберга (1890). Почали розробляти методи термометрії та термометричні шкали (А. Цельсій, Р. Реомюр, Г. Фаренгейт). Створено важливі пристрої: акумулятор

(Г. Планте, 1860), радіометр (У. Крукс, 1873), трансформатор (П. Яблочков, 1876), телефон (А. Белл, 1876), мікрофон (Д. Юз, 1878), фотоелемент (О. Столетов, А. Риги, 1888), радіо (О. Попов, 1895) та ін.

Період 1895-1904 рр. були етапними у переході до нової фізики. З'явилися відкриття, які змінили класичну науку. Ці відкриття були настільки великими, що їх почали називати Новою науковою революцією.

До цих відкриттів належать: рентгенівських променів (В. Рентген, 1895), радіоактивних елементів М. Склодовська-Кюрі та П. Кюрі, відкриття електрона (Д. Томсон, 1897). Була створена квантова теорія будови атома, новий квантово-релятивістський напрям у фізиці (М. Планк, Н. Бор, В. Гейзенберг) та теорія відносності (А. Ейнштейн).

Період сучасної фізики характеризувався виникненням нових ідей, концепцій та понять, новими способами мислення. Протягом цього періоду було отримано багато відкриттів: поширена концепція корпускулярно-хвильового дуалізму на електрон; сформульований принцип Паулі (1924), принцип додатковості (М. Бор, 1927). Таким чином, протягом 1923-1927 рр. Н. Бором, Л. де Бройлем, В. Гейзенбергом, М. Борном, Е. Шредінгером і П. Діраком була розроблена система ідей, методів і принципів нерелятивістської квантової механіки – четвертої великої фізичної теорії.

Відкриття 1930-х років сприяли становленню нового етапу у розвитку фізики, а саме ядерної фізики. Вчені змогли проникнути на новий рівень матерії, в область ядра, встановивши його складний протонно-нейтронний склад. Одним із найвидатніших досягнень того часу можна вважати відкриття явища ділення ядра урану (О. Ган, Ф. Штрассмаєр, 1938), що поклало початок створенню ядерної зброї та атомних електростанцій. Нині їх наявність є одним із найголовніших чинників, за якими можна оцінювати воєнний або промисловий потенціал тієї чи іншої держави.

У 50-х роках за рахунок численних досягнень фізики розгорнулася науково-технічна революція. 1954 р. відзначився початком ядерної енергетики (І. В. Курчатов, Д. І. Блохінцев) і квантової електроніки (М. Басов, О. Прохоров, Ч. Таунс). Інтенсивний розвиток отримали радіоастрономія, космонавтика і ракетна техніка, фізика твердого тіла, космічна фізика. Новий рівень продуктивних сил, нові умови розвитку суспільства відкрили нову еру у розвитку фізики – еру суб'ядерної фізики та астрофізики. У 50-70-ті роки активно розвивалася атомна енергетика, що

використовувала ланцюгові реакції розпаду важких ядер. Особливо інтенсивно розвивалися астрофізика та космічні дослідження [2].

Не викликає сумнівів, що розвиток названих галузей фізики у XXI столітті, продовжуватиме визначати реальний прогрес людства. Більше уваги приділяється розвитку таких, значною мірою прикладних напрямів, як, наприклад, боротьба із загрозою глобального потепління, міська інфраструктура, технології очищення води, запобігання викидам шахтного метану тощо, а також високоприбуткові швидкодіюча інформаційна електроніка, бездротовий зв'язок, мережеві технології і наноіндустрія [4].

ЛІТЕРАТУРА

[1] Передумови розвитку науки. Режим доступу:

<https://stbofizika.wordpress.com/2013/03/14/передумови-розвитку-науки/>

[2] Храмов Ю. А. Биография физики: Хронол. справ. / Отв. ред. А. Г. Ситенко. — К. : Техніка, 1983. — 344 с.

[3] Стадник М.М. Вплив християнства на формування світоглядів доби відродження та нового часу. *Наука.Релігія.Суспільство*. 2008. №1.С.85-92.

[4] Локтев В.М. Фізика у XXI столітті. *Київський політехнік*. 2009. №31. Режим доступу: <https://kpi.ua/931-2-foto>

Кушлик-Дивульська О. І., Стецькова А.С.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37, email: olgakushlyk64@gmail.com

РОЛЬ ТОЧНИХ НАУК У ФОРМУВАННІ РІВНЯ ЖИТТЯ. МІЖНАРОДНИЙ ОГЛЯД

Анотація. Тези присвячені аналізу рівня освіченості у точних науках населення різних країн та його впливу на загальний добробут суспільства. Результати показують, що країни Азії часто мають високі показники у математиці та науці, тоді як розвинуті країни, такі як Швейцарія та Канада, вирізняються високим рівнем якості життя, але посідають нижчі місця в рейтингах. Оцінено також особливості систем освіти країн-лідерів:

Сінгапур, США та Швейцарія, відзначаючи їхній вплив на формування знань та навичок учнів.

Abstract. *The theses are dedicated to the analysis of the level of education in the exact sciences among populations of different countries and its impact on the overall welfare of society. The results show that Asian countries often have high scores in mathematics and science, while developed countries such as Switzerland and Canada are distinguished by a high level of quality of life but occupy lower positions in the rankings. The peculiarities of the education systems of leading countries such as Singapore, the USA, and Switzerland were also assessed, highlighting their influence on shaping the knowledge and skills of students.*

Ключові слова: *освіченість, точні науки, міжнародні оцінювання, Сінгапур, США, Швейцарія, система освіти.*

Keywords: *education, exact sciences, international assessments, Singapore, USA, Switzerland, education system.*

Метою роботи є аналіз світового рівня освіченості населення в точних науках та їх взаємозв'язок із загальним добробутом суспільства. Актуальність роботи обумовлена сучасними реформами освіти в Україні та потребою в спеціалістах технічної галузі.

Для аналізу сучасного стану рівня освіченості в країнах світу та об'єктивної оцінки використано програму міжнародного оцінювання учнів (PISA), що проводиться Організацією Економічного Співробітництва та Розвитку (ОЕСР). Тести цієї програми оцінюють три компетентності: читацька, математична та природнича. Згідно з оцінюванням 2022 р. перше місце у рейтингу посів Сінгапур, друге – Макао (адміністративний район КНР), третє – Тайвань, а Україна розмістилася на сорок першій позиції. Цікавим моментом в цьому оцінюванні є те, що показники менш економічно розвинених країн, наприклад В'єтнаму, випереджають в рейтингу більш розвинених, наприклад, США. Загалом можна зробити висновок, що саме країни Азії показали найкращі результати в математиці та науці [1, 2].

Для оцінки якості життя розглянуто щорічний «Звіт про найкращі країни» журналу U.S. News and World Report, зібраний у партнерстві з BAV Group та Вортонською школою Університету Пенсільванії. В ньому оцінено доступність, безпеку, ринок праці, рівень рівності доходів, економічну та політичну стабільність, а також якість державних систем освіти та охорони

здоров'я. Згідно аналізу перше місце посідає Швейцарія, друге – Канада, третє – Швеція. Сінгапур розмістився на шістнадцятому місці, Китай на двадцятому, а Україна – шістдесят восьме [3].

Згідно рейтингу від Numbeo перше місце в «Індекс якості життя за країнами, 2024» посідає Люксембург, друге – Нідерланди, а третє – Ісландія. Сінгапур посів двадцять п'яте місце, Китай – шістдесят перше, Україна – шістдесят п'яте [4].

Якщо ж оцінювати виключно технологічний розвиток, то безумовним лідером згідно рейтингу 2023 року від Global Finance є Південна Корея. На другому місці США, а третє посідає Тайвань, в Україні – 57 місце. Загалом лідерами рейтингу можна назвати країни Східної Азії [5].

Відштовхуючись від результатів досліджень, можна зробити висновок, що рівень освіченості населення має вплив на добробут країни, і чим кращі показники ерудованості в технічних напрямках, тим вищий рівень технологічності та економічного успіху країни. Проте рівень якості життя населення не завжди корелюється з цими показниками.

Система освіти в Сінгапурі більше орієнтується на класичні методи навчання (знання студентом правильної відповіді на питання, а не на глибину його розуміння). Загалом, навчання в класі в Сінгапурі проходить за суворим сценарієм і є однаковим для всіх рівнів та предметів. Викладання є послідовним, відповідає меті та прагматичним, спираючись на низку педагогічних традицій, як східних, так і західних. Також особливістю цієї освіти можна назвати національні іспити з високими ставками в кінці початкової та середньої школи, які розподіляють учнів відповідно до їх успішності на іспитах. Вчителі є основою системи освіти Сінгапуру. Очевидно, що унікальна конфігурація історичного досвіду, навчання, інституційних домовленостей та культурних переконань у Сінгапурі створила надзвичайно ефективну та успішну систему. Але унікальність цієї системи створює проблеми з її запозиченням для інших країн [6, 7].

На відміну від системи освіти в Сінгапурі, система освіти в США відрізняється більшою гнучкістю освітньої програми. У США введення «високоєфективних» методів навчання є значно поширенішими. Також Сполучені Штати інвестують значно більше на студента (19 973 долари США) в середньому для всіх рівнів освіти порівняно з середнім показником по країнах ОЕСР (12 647 долари США). Заробітна плата вчителів середньої

школи в Сполучених Штатах з 15-річним стажем роботи вища, ніж в середньому по країнах ОЕСР (69 641 долар США проти 53 456 доларів США). Однак, у Сполучених Штатах вчителі середньої школи заробляють на 42% менше, ніж працівники з подібною освітою, що є одним з найбільших розривів зарплати серед інших країн. Подібний розрив у заробітній платі погіршує мотивацію для здобуття освіти вчителя [8, 9].

Цікавою є система освіти в Швейцарії. Швейцарія є однією з небагатьох країн, де немає фіксованої частки навчального часу, витраченого на читання, письмо, літературу чи математику на одному або обох рівнях (національний рівень). У Швейцарії 4,1% молодих дорослих з професійно-технічною освітою на рівні старшої школи є безробітними, у порівнянні з 5,5% тих, хто має загальну освіту старшої школи. У Швейцарії 38% вчителів гімназії мають вік 50 років і старше, тоді як середній показник по ОЕСР становить 39%. Вчителі професійних програм старші, ніж їхні однолітки за загальною програмою: 45% у віці 50 років і старше (43% в середньому по ОЕСР). Національне/центральне оцінювання (стандартизовані тести, які не впливають на прогрес учнів у школі або сертифікацію) є більш поширеним на початковому та нижчому рівнях середньої школи, ніж на рівні старшої середньої школи, тоді як більшість країн ОЕСР проводять національні/центральні іспити (стандартизовані тести з формальними наслідками) в останні роки навчання у старшій школі [10].

У залежності від історичних та культурних факторів системи освіти в різних країнах мають свої особливості. Можна спостерігати тенденцію, що країни з вищим рейтингом в точних науках схильні до консервативних систем освіти, які орієнтовані на знання правильної відповіді. Проте країни з вищим рівнем життя, навпаки, мають дуже гнучкі, індивідуальні підходи до освіти, спрямовані на розвиток навички «навчитися вчитися».

ЛІТЕРАТУРА

- [1] PISA Scores By Country 2024. *Global Data and Statistics | Data Pandas*. Режим доступу: <https://www.datapandas.org/ranking/pisa-scores-by-country#map>
- [2] Home. *OECD iLibrary*. Режим доступу: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/53f23881-en/index.html?itemId=/content/publication/53f23881-en>.

- [3] US News. Режим доступу: <https://www.usnews.com/news/best-countries/rankings> .
- [4] Quality of Life Index by Country 2024. *Cost of Living*. Режим доступу: https://www.numbeo.com/quality-of-life/rankings_by_country.jsp?title=2024&displayColumn=0 .
- [5] Most Technologically Advanced Countries In The World 2023. *Global Finance Magazine*. Режим доступу: <https://gfmag.com/data/non-economic-data/most-advanced-countries-in-the-world/>.
- [6] Education in SG. *Ministry of Education (MOE)*. Режим доступу: <https://www.moe.gov.sg/education-in-sg> .
- [7] Singapore – NCEE. *NCEE*. Режим доступу: <https://ncee.org/country/singapore/> .
- [8] The U.S. Educational System. *EducationUSA*. Режим доступу: <https://educationusa.state.gov/experience-studying-usa/us-educational-system> .
- [9] United States. *OECD iLibrary*. Режим доступу: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/044e6d2c-en/index.html?itemId=/content/component/044e6d2c-en> .
- [10] Switzerland. *OECD Library*. Режим доступу: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/a658b776-en/index.html?itemId=/content/component/a658b776-en> .

Носачов Ю.Ф., Амбурцева О.В, Дрозденко О.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37, email: j.nosat23@gmail.com

ДО ПИТАННЯ РОЗВИТКУ МОДУЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

Анотація. Україна займає одне з провідних місць серед урано видобувних країн світу. Щоб запобігти катастрофі глобального потепління до 2050 р. обсяг сектору атомної енергетики у світі має зрости в 3–4 рази. Згідно із Енергетичною стратегією України на період до 2030 року сумарна потужність атомних і теплових електростанцій країни повинна збільшитися у 2,2 рази. Одним із найбільш перспективних напрямків

розвитку цієї галузі пов'язують з концепцією малої атомної енергетики на основі модульних ядерних реакторів.

***Abstract.** Ukraine is one of the leading uranium producing countries in the world. In order to prevent the catastrophe of global warming by 2050, the amount of the nuclear energy sector in the world should increase in 3-4 times. According to the Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2030, the total capacity of the country's nuclear and thermal power plants should increase in 2.2 times. One of the most perspective areas of development in this industry is associated with the concept of small nuclear power which is based on modular nuclear reactors.*

***Ключові слова:** модульна ядерна енергетика, ядерні міні реактори.*

***Keywords:** modular nuclear energy, small modular reactor.*

Наукові здобутки в ядерній фізиці кінця XIX – початку XX століття дозволили з'ясувати на теоретичному та експериментальному рівнях основні властивості явища радіоактивного розпаду речовин, розробити теорію будови атомного ядра, теоретично обґрунтувати можливість реалізації ланцюгової реакції поділу ядер урану-235, запропонувати вирішення розрахункових і технічних рішень для проведення цієї ланцюгової реакції. Витоки ядерних досліджень в Україні сягають 1932 року, коли в Українському фізико-технічному інституті в Харкові групою вчених під керівництвом О.І. Лейпунського встановлені умови здійснення ланцюгової реакції поділу ядер урану. Дані результати мали широкий вплив на подальший розвиток земної цивілізації в частині отримання електроенергії за рахунок ядерних реакторів. З'ясувалося, що атоми урану можливо розщепити на дві частини. При цьому утворюється дуже велика кількість енергії. Крім того, при діленні ядра виділяються нейтрони, котрі у свою чергу здатні розщепити інші атоми урану та викликати ланцюгову реакцію. Ядерна реакція поділу урану досить ефективна і сильно переважає найбільш екзотермічні хімічні реакції [1]. З огляду на небезпеку для природного середовища, яку створюють продукти експлуатації вугілля, нафти та інших горючих речовин, а також зростання енергетичних потреб людства, розвиток ядерної енергетики є безумовно актуальним. Так, для того, щоб запобігти катастрофі глобального потепління, обсяг сектору атомної енергетики у світі до 2050 р. має зрости в 3–4 рази [2].

Україна займає одне з провідних місць серед урано видобувних країн світу, ресурси уранових руд в нашій країні оцінюються в 366 тис т, виявлені запаси урану становлять 31 тис т, у тому числі із собівартістю видобутку 40-80 \$/кг – 62.6 тис. т, понад 80 \$/кг – 68.4 тис т; Всього в Україні виявлено 21 уранове родовище, а виробництво уранового концентрату за оцінкою міжнародних експертів складає приблизно 500 т на рік [2]. Враховуючи, що атомна енергетика в країні є базовою складовою в енергозабезпеченні країни, виробляючи до 50% вітчизняної електроенергії, розвиток цієї галузі має бути одним із головних державних пріоритетів України. Згідно із Енергетичною стратегією України на період до 2030 року сумарна потужність атомних і теплових електростанцій країни повинна збільшитися у 2,2 рази [2].

Сучасні, найбільш перспективні підходи до розвитку енергетичної галузі пов'язують з концепцією малої атомної енергетики на основі модульних ядерних реакторів. Малий модульний реактор (small modular reactor) – міні пристрій призначений для організації керованої ланцюгової реакції поділу, яка супроводжується виділенням енергії. Розроблено декілька конструкцій малих модульних реакторів – на теплових нейтронах, на швидких нейтронах, на розплавах солі [3]. Основна перевага цих пристроїв - відносно невеликий розмір порівняно з традиційними реакторами, що працюють на АЕС. Передбачається, що модульна енергетика матиме автономні, легко замінні елементи, котрі повністю виробляють і складають на централізованих підприємствах, у завершеному вигляді транспортують на місце безпосередньої експлуатації, де вони будуть працювати десятиліття, після чого замінюватися на нові. Такі станції потребуватимуть менше часу і ресурсів на спорудження, а од же є дешевшими за традиційні реактори. Також, на відміну від наявних сьогодні енергоблоків, які працюють в режимі базової генерації, модульні реактори є більш гнучкими щодо перерозподілу потужності [3], що дозволить їм більш ефективно брати участь у балансуванні.

Україна взяла курс на декарбонізацію теплової генерації. В країні працює багато ТЕС, термін експлуатації яких закінчується. Енергетична стратегія до 2050 року передбачає досягнення нашою країною максимального рівня кліматичної нейтральності. На першому етапі малі модульні реактори можуть розглядатися, як заміна теплової генерації. Цьому процесу трансформації можуть сприяти наступні фактори: падіння споживання електроенергії через повномасштабне вторгнення РФ в Україну

дозволяє замінити ТЕС на ММР з меншою кількістю перешкод та конкуруючих факторів, які необхідно збалансувати, наявність в Україні розвиненої ядерної інфраструктури, інтеграція України до європейської енергосистеми ENTSO-E у березні 2022 року відкрила величезний потенціал для експорту екологічно чистої української електроенергії до Європи.

З огляду на вищенаведене, можна зробити висновки, що спорудження в Україні малих модульних реакторів сприятиме зміцненню енергетичної безпеки держави, дасть можливість замінити теплоенергетичні потужності й досягнути цілей декарбонізації.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Патон Б.Є., Бакай О.С., Бар'яхтар В.Г. Про стратегію розвитку ядерної енергетики в Україні. 2008.
- [2] Zabulonov Yu.L. Prospects for the implementation of small modular reactors in Ukraine. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2023. (6): 34—46. Режим доступу: <https://doi.org/10.15407/visn2023.06.034>
- [3] V. E. Enerhonezalezhnist Ukrainy: dosiahnennia ta perspektyvy [Ukraine's energy independence: achievements and prospects] / V. E. Lir // *Ekonomika i prohnozuvannia.* – 2016. – №2. – P. 110

Решетко М.Д., Письменний Є.М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37, email: maksym.reshetko-ty31@iit.kpi.ua

ОБ'ЄКТ 477А1 «НОТА» – ПЕРСПЕКТИВНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ БОЙОВИЙ ТАНК

Анотація. Перспективний український проєкт нового основного бойового танку для ЗС України – Об'єкт 477А1 «Нота»

Abstract. Promising Ukrainian project of a new MBT for the Armed Forces of Ukraine - Object 477A1 "Note"

Ключові слова: Технічні проєкти, ОБТ, Об'єкт 477, 490, «Тополь», «Бунтар», «Боксер», «Молот», «Нота», ХКБМ

Keywords: *Technical projects, MBT, Object 477, 490, «Poplar», «Rebel», «Boxer», «Hammer», «Note», KMDB*

Після російського вторгнення 2022 р. Україна відчула значну нестачу сучасних військових технологій, особливо головних штурмових одиниць на полі бою – танків. За свою історію Харківське Конструкторське Бюро ім. Малишева здійснило щонайменше 2 революції у сфері танкобудування: наймасовіший танк в історії Т-34 та найпотужніший танк «холодної» війни Т-64. Однак, на жаль, українська історія має приклади перспективних проєктів бронетехніки, які так і не були втілені в життя, залишивши по собі лише тінь втрачених можливостей. Тому мета цієї роботи – розглянути один із таких нереалізованих проєктів, що так і не побачив світ, та проаналізувати доцільність та рентабельність його реалізації.

Об'єкт 477А1 «Нота» – проєкт революційного основного бойового танку, який був розчавлений власним потенціалом і амбіціями на фоні складної політико-економічної ситуації в країні, а напрацювання та готові технічні рішення були використані у найсучаснішому українському ОБТ – БМ «Оплот». Роботи по цьому ОБТ беруть свій початок із секретного проєкту «Тема 101» початку 70-х років, у рамках якого передбачалося створення нового середнього танку для ЗС СРСР. За понад 30 років дослідно-конструкторських робіт по цьому проєкту останнім досягненням харківських інженерів і став Об'єкт 477. За ці роки «477» пройшов низку модифікацій, які включали критичні конструкційні зміни та зміну назв, серед яких були «Боксер», «Молот» і, нарешті, останній відомий нам варіант – «Нота». Ключовими особливостями всіх машин на базі цього проєкту є потужне бронювання, потужне озброєння і безлюдна «напіввинесена» башта. Цікаво, що основні концептуальні напрацювання по «Ноті» перейшли з іншого проєкту, що розроблявся протягом 1981-1985 рр. – Об'єкту 490 «Тополь» та його наступника Об'єкту 490А «Бунтар» А саме: секційність важливих систем танку, що передбачає ізоляцію кожного критичного елемента танку в окремій заброньованій ніші, реалізація автомату заряджання гармати з декількох магазинів заряджання, що дозаряджають один одного, оснащені вишибними панелями, на випадок ураження боскомплекту (БК) та використання подовженої на один каток ходової частини від Об'єкту 434, більш відомого як Т-64А. Проте ці проєкти визнані доволі невдалими і були згорнуті. 1984 р. до технічного завдання проєкту була внесена найважливіша

зміна – майбутній танк мав оснащуватися 152-мм гарматою 2А73. Від цього часу закріпилося найменування Об'єкт 477. Перший його варіант під назвою «Боксер» було спроектовано 1986 р. Модель була оснащена 3-м варіантом розміщення БК та мала принципово нову будову автомату заряджання, хоча концептуально він був схожий на той, що був представлений у «Бунтарі». Також передбачалася встановлення 8-ми різних систем прицілювання та комплексу активного захисту. Проте вони так і не були реалізовані на жодному із варіантів «477». Наприкінці другої половини 80-х років «477» отримав нове найменування – «Молот». Відмінність від «Боксера» першочергово полягала у модульності конструкції, що дозволяло замінити 152-мм гармату на більш сучасні аналоги та використовувати елементи від ходових частин інших радянських ОБТ. Крім того передбачалося встановлення автоматичної 30-мм гармати. Однак, через розвал СРСР у грудні 1991-го року розробка «Молоту» була призупинена та була поновлена вже у перші роки Незалежності, але вже у якості Об'єкту 477А1 «Нота». (Рис.1) У кінцевому варіанті «Нота» отримала в основу ходову від Об'єкту 478 (Т-80УД). «477» отримав новий автомат заряджання з 3-х барабанів заряджання: 1 основний і 2 поповнюючих сумарно на 32 постріли. Одним із нововведень було використання титану в бронюванні, що дозволяло зменшити до 8 т ваги танку, однак значно підвищувало вартість. Натомість у «Ноті» були остаточно виконані роботи із бронювання: лобова проєкція 1300-мм, бортова проєкція до 150-мм + балістичні фартухи до 130-мм і це, не рахуючи динамічний захист, що навіть нині є доволі високими показниками. [1-5] Через високу складність та ціну, дослідно-конструкторські роботи були завершені у 2000-х, проте у 2021-му році з'явилась інформація, що МО України взяло під захист збережені зразки «Ноти», що дає надію у відновлення робіт по цьому перспективному ОБТ. [6] Об'єкт 477А1 «Нота» сьогодні був би, без перебільшень, одним із найпотужніших танків світу, але його можливо ще удосконалити і довести до сучасних вимог. По-перше, варто відмовитися від російської 152-мм гармати на користь українського аналогу 140-мм гармати 55Л «Багіра», або більш стандартизовану для української бронетехніки гармату калібру 125-мм. Однак для цього треба переробляти або адаптувати конструкцію башти та автомату заряджання, а отже для гармати 125-мм варто розглянути Об'єкт 490А «Бунтар». По-друге, можна застосувати системи керування вогнем таку як в «Оплоті». Це не було реалізовано у «Молоті». По-третє, варто встановити власне український

динамічний захист «Ніж» або «Дуплет», а в якості комплексу активного захисту можна використати український «Заслін», щоб підвищити і так значне бронювання цього танку. При збереженні титанових елементів у бронюванні остаточна вага має бути у межах 60 т, що все одно дуже багато, однак це можна компенсувати потужним двигуном типу 6ТД-3. Оцінити вартість подібної машини майже неможливо, проте відштовхуючись від заявленої вартості її найближчого конкурента – російського танку Т-14 «Армата», що був скоріше за все зроблений на базі прототипів «Молоту», які опинилися в Росії на момент розвалу СРСР, то ціна буде приблизно 4-4,5 млн доларів, що не перевищує вартість найсучаснішого українського ОБТ БМ «Оплот», а отже робить можливим його серійне виробництво.

«Нота» - це не просто танк, це буквально символ українського інженерного генія. Його реалізація може стати значним кроком у розвитку українського оборонно-промислового комплексу.



Рис. 1. Модель Об'єкту 477А1 «Нота»

ЛІТЕРАТУРА

1. Тарасенко А. Танки «Бунтарь», «Боксер», «Молот», 2017. Режим доступу: <http://btvt.info/2futureprojects/molot.htm>
2. Defense Express №1-2, 2021. 11-15 с.
3. Object 477A Nota MBT, 2021. Режим доступу: <https://www.globalsecurity.org/military/world/ukraine/nota.htm>
4. Жирохов М. Забутий «Боксер» – чи доведуть до ладу українську альтернативу російській «Арматі», 2018. Режим доступу: <http://milnavigator.com.ua/archives/18173>
5. Jarosław Wolski. Charkowski „Młot” na Abramsy i Leopardy - czołg Obiekt 477, 2015. Режим доступу: <http://web.archive.org/web/20160603072138/http://dziennikzbrojny.pl/artykuly/>

[art.5,19,9530,wojska-ladowe,czolgi,charkowski-mlot-na-abramszy-i-leopardy-czolg-obiekt-477](https://art.5.19.9530.wojska-ladowe.czolgi.charkowski-mlot-na-abramszy-i-leopardy-czolg-obiekt-477)

6. Згурець С. Міністерство оборони України взяло під захист секретний танк «Нота», 2021. Режим доступу: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/ministerstvo_oboroni_ukrajini_vzjalo_pid_zahist_sekr_etnij_tank_nota-4019.html

Скуратова А.М , Носачов Ю.Ф.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37,
email: skuratova.annamary@iit.kpi.ua*

ДО ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ ТА СТАНОВЛЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ В УКРАЇНІ

Анотація: *В роботі розглянуті етапи розвитку фізичної хімії – галузі науки яка стала результатом злиття фізики та хімії, спрямованого на розуміння основних законів та процесів, що відбуваються в хімічних системах на молекулярному рівні. Показаний внесок у розвиток цієї галузі українських наукових центрів. Зроблений висновок щодо ключових досягненнях та перспективах розвитку даного наукового напрямку.*

Abstract: *The report examines the stages of development of physical chemistry – a branch of science that was the result of the fusion of physics and chemistry, aimed at understanding the basic laws and processes occurring in chemical systems at the molecular level. The contribution of Ukrainian scientific centers to the development of this field is shown. A conclusion is made regarding the key achievements and prospects for the development of this scientific direction.*

Ключові слова: *фізична хімія, хімічні процеси, молекулярний рівень, історія розвитку, внесок українських вчених, методи аналізу, моделювання.*

Keywords: *physical chemistry, chemical processes, molecular rhubarb, history of development, contributions of Ukrainian studies, methods of analysis, modeling.*

У сучасному світі неможливо знайти область промисловості, технічний і побутовий виробництва, завдання із охорони навколишнього середовища й здоров'я людей, де не була б задіяна хімія, хімічна наука й хімічна технологія. Якщо оглянути минулі й сучасні проривні інноваційні досягнення людства, то можна констатувати - більшість із них, якщо не всі,

базуються на хімії або на її теоретичному прикладному застосуванні. Однією з галузей науки є фізична хімія. Фізична хімія – це галузь науки, яка стала результатом злиття фізики та хімії, спрямованого на розуміння основних законів та процесів, що відбуваються в хімічних системах на молекулярному рівні. Ця дисципліна, яка постійно еволюціонує та розширює свої горизонти, визначається як ключовий інструмент для розвитку хімії як науки в цілому. Історія фізичної хімії – це історія пошуку та розуміння фундаментальних принципів, які керують хімічними процесами та властивостями речовин.

Витоки цієї наукової галузі відслідковуються з давніх часів, коли вчені почали досліджувати природу хімічних реакцій та взаємодіють молекул. Відомі давньогрецькі філософи, такі як Емпедокл, Демокріт та Левкіпп, намагалися розкрити суть матерії та її властивостей через концепцію атомів та порожнини. Це був перший крок у напрямку розуміння хімічних процесів через призму фізичних законів. Вчений Джона Дальтон у формулюванні своєї теорії атома приніс нове розуміння хімічних процесів. Його робота в області стехіометрії, відома як "Атомна теорія Дальтона", стала важливим фундаментом для подальшого розвитку фізичної хімії. Багату історію має розвиток фізичної хімії в Україні. Перші згадки про фізичну хімію на теренах України можна віднести до ХІХ століття, коли в університетах та наукових закладах з'явилися перші лабораторії з фізичної хімії. Зокрема, заснування Харківського університету 1805 р. стало важливим кроком у цьому напрямку. Перші наукові дослідження в Україні у галузі фізичної хімії були спрямовані на вивчення фізичних властивостей різних речовин та їх хімічних перетворень. Серед українських наукових центрів в галузі хімічної науки провідне місце займає Хіміко-технологічний факультет Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського. Цей факультет народився разом із Політехнічним інститутом у 1898 р. З перших днів і дотепер факультет завдяки праці на ньому видатних учених належить до найавторитетніших у світовій хімічній науці навчальних закладів. І зараз колектив викладачів і науковців факультету зберігає і продовжує найкращі традиції дослідницької майстерності і творчого наукового пошуку. Кафедра фізичної хімії цього факультету була заснована 1903 р. У 1922 р. на кафедрі було створено науково-дослідну лабораторію, яку згодом було перетворено в Інститут хімії НАНУ – перший хімічний інститут в Україні, на базі якого згодом було створено багато інших хімічних інститутів НАН України. За цей час на кафедрі працювали такі видатні вчені, як В.О. Плотніков, чл.-кор. НАНУ В.О. Ізбеков, проф. М.О. Рабинович, проф. Я.А. Фіалков, проф. Ю.Я. Горенбейн, акад. НАНУ Ю.К. Делімарський та ін.

Протягом ХХ ст. українська фізична хімія пройшла через численні періоди розвитку та змін. Після отримання незалежності 1991 р., наукові дослідження у галузі фізичної хімії в Україні отримали новий імпульс. Важливим етапом стало заснування нових наукових центрів, лабораторій та інститутів, спеціалізованих у вивченні фізичних аспектів хімічних процесів. Велику увагу приділяли розробці нових методів аналізу та моделюванню хімічних систем, використанню спектроскопії, хроматографії, термодинамічних методів та інших фізично-хімічних методів для вивчення властивостей речовин. Зокрема в рамках української фізичної хімії розроблено нові методи аналізу речовин на основі ядерного магнітного резонансу (ЯМР), які знаходять широке застосування у визначенні структури та властивостей органічних та неорганічних сполук. Також важливим досягненням є розвиток комп'ютерного моделювання хімічних процесів, що дозволяє передбачати реакційні шляхи та властивості речовин безпосередньо на комп'ютері, що значно економить час та ресурси у порівнянні з традиційними експериментами.

Нині українська фізична хімія активно розвивається, залучаючи як вітчизняних, так і зарубіжних вчених до спільних наукових проектів та досліджень. Найбільші досягнення в цій області пов'язані з розробкою нових методів аналізу, моделювання хімічних процесів та застосування фізично-хімічних принципів у вирішенні актуальних проблем, таких як енергетика, нанотехнології, та екологія.

Однією з основних перспектив розвитку є подальше вдосконалення методів та інструментів аналізу, а також їх інтеграція з іншими галузями науки та технологій. Важливо також звернути увагу на вплив фізичної хімії на розвиток інших сфер, зокрема, медицини, матеріалознавства та електроніки.

Україна, як країна з багатою науковою спадщиною, зробила значний внесок у розвиток фізичної хімії. Починаючи з давніх часів і до сучасності, українські вчені працювали над розумінням та вивченням фізичних аспектів хімічних процесів, вносячи цінний вклад у світову науку. Сьогоднішня активність та перспективи розвитку фізичної хімії в Україні свідчать про те, що ця галузь залишається актуальною та важливою для подальшого розвитку науки та технологій.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Іванов П.М. Історія фізичної хімії. — Київ: Вища школа, 2005. — 320 с.

[2] Сидоренко В.Г. Розвиток фізичної хімії в Україні: минуле та сучасність // Хімія та хімічна технологія. — 2010. — № 3. — С. 45-52.

[3] Мельник О.І. Фізична хімія у ХХІ столітті: тенденції розвитку // Наукові записки Національного університету "Острозька академія". — 2019. — Т. 10. — С. 112-124.

Федорова Л.Б.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37,
email:fedova.lb@gmail.com,*

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТА ЗАСТОСУВАНЬ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗУ

***Анотація.** У роботі представлено результати дослідження історії виникнення, розвитку та застосувань вейвлет-аналізу – сучасного математичного апарату. Простежено взаємний вплив математики і прикладних наук на розвиток вейвлет-аналізу.*

***Abstract.** The report presents the results of research into the history of the origin, development and applications of wavelet analysis - a modern mathematical apparatus. The mutual influence of mathematics and applied sciences on the development of wavelet analysis is traced.*

***Ключові слова:** вейвлет-аналіз, перетворення Фур'є, вейвлет-перетворення.*

***Keywords:** wavelet-analysys, Fourier transform, wavelet transform.*

Вейвлетне перетворення функцій та його застосування є узагальненням відомого гармонічного аналізу, базовим інструментом якого є перетворення Фур'є. Гармонічний аналіз надає можливість вивчати різні явища природи, розвиває довільний процес на елементарні гармонічні коливання з різними частотами. Всі властивості і формули виражаються представленням їх у вигляді гармонік (синусів і косинусів), тобто хвильовим представленням. Навіть інтуїтивно зрозуміло зміст перетворення Фур'є, оскільки гармонічні коливання широко розповсюджені у природі незалежно від математичної аналітики. Недоліком перетворення Фур'є є відображення лише глобальних відомостей про частоти досліджуваного процесу й не надання представлення про його локальні властивості при швидких часових змінах його спектрального вмісту.

Вейвлет-аналіз надає можливість аналізувати частотні характеристики процесу в довільні моменти часу завдяки заміні гармонік на сукупність функцій певної форми, що локальні за часом і за частотою, так званих «вейвлетів» (wavelet), в перекладі з англійського означає маленька (коротка) хвилька. Кожну з них можна одержати з однієї базової функції за допомогою зсувів та розтягування уздовж часової осі [1]. Вейвлет-аналіз, створений на межі XX – XXI століть, виник у теорії геофізичних сигналів (як розділ прикладної математики) і лише згодом розвинувся як розділ фундаментальної науки.

Наприкінці 1970-х років Дж. Морле, інженер-геофізик французької нафтової компанії Elf Aquitaine, запропонував альтернативу короткочасному перетворенню Фур'є. Сигнали, які Морле аналізував, склалися з різних характеристик у часі та частоті, він хотів їх роз'єднати. Фізик-теоретик А.Гроссманн розпізнав у трансформації Морле щось подібне до формалізму когерентних станів, техніку, яку він успішно використав у квантовій механіці. Інші дослідники зацікавилися цією методикою, але Морлету на той час було важко переконати колег у доцільності даного математичного інструменту.

Математик Ю. Мейєр, який працював у Політехнічній школі неподалік від Парижа, у 1985 р. прочитав статті Гроссмана та Морле та зрозумів, що їх формула аналізу та реконструкції була повторним відкриттям формули, яку А. Калдерон увів у гармонічний аналіз ще у 1960 - х роках [2]. Він зв'язався з ними, і це стало початком взаємодії між чистими гармонічними аналітиками та прикладними дослідниками, що принесло користь обом спільнотам. Приміром С. Маллат, розпізнавав ідеї, знайомі із зовсім іншого комп'ютерного підходу та проблем аналізу зображень.

Розробка вейвлетів є прикладом, коли ідеї із різних галузей об'єднуються. Нині вейвлет-аналіз застосовується в різних прикладних науках і дослідженнях, де необхідною є кваліфікація в області математики та інформатики. Із впровадженням прикладних комп'ютерних пакетів (приміром в Wolfram та Matlab) цей метод стає новою інформаційною технологією [3].

Класичним успішним прикладом застосування цього методу є зберігання і передача зображень великої кількості відбитків пальців (ФБР зберігає відбитки понад 25 мільйонів осіб). Передача інформації на одну особу через модем потребує багато часу, але спеціальний алгоритм, заснований на вейвлетних перетвореннях (запропонований Добеші, Коеном

та Фово) створив можливості для скорочення інформації у 20 разів без втрати всіх важливих деталей у зображенні [4].

Вейвлет-аналіз може також дати плідне уявлення про деякі економічні явища. Зокрема, цей метод забезпечує уніфіковану основу для вимірювання співруху у часо-частотному просторі, а отже застосовується для вивчення співруху доходностей фондових ринків. Це має вирішальне значення для оцінки ризиків портфелів. Приміром сила співруху в часо-частотному просторі варіюється між країнами та секторами. Наприклад, хоча японський фондовий ринок загалом слабо корелює з іншими фондовими ринками розвинутих країн, але в той же час демонструє сильний зв'язок на певних частотах та в певні періоди часу. Вейвлет-аналіз забезпечує врахування змінних у часі та частоті властивостей співруху доходностей акцій при формуванні міжнародних портфелів і це може суттєво вплинути на переваги міжнародної диверсифікації портфеля.

Вейвлетний метод варто розглядати як перспективний і в медицині. Приміром в нейродинаміці й нейрофізіології [5]. З точки зору фізики головний мозок складається з великої кількості нейронів, що мають складну власну коливальну динаміку. Ефективним методом дослідження електричної активності головного мозку є електроенцефалограма (ЕЕГ). Але найчастіше прості методи розшифровки ЕЕГ не працюють у зв'язку із нестационарністю досліджуваних сигналів. Також при діагностиці багатьох нервових хвороб, таких як епілепсія або хвороба Паркінсона, на ЕЕГ з'являються високоамплітудні розряди характерної форми, так звані сплески. Вейвлет-аналіз дозволяє локалізувати особливості сигналів одночасно в частотній й часовій областях завдяки гнучкості вибору аналізуючих функцій (вейвлетів), за якими розвивається сигнал. Це сприяє створенню систем своєчасного моніторингу та діагностики багатьох нервових хвороб.

Нині вейвлет-аналіз розвивається і удосконалюється, сфера його застосування розширюється.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Robi Polikar, The Wavelet Tutorial. The Engineer's ultimate guide to wavelet analysis, 2006, 79 p.
- [2] Mayer Y. Wavelets. Algorithms and Applications. SIAM (Society of Industrial and Applied Mathematics), Philadelphia, Pennsylvania, Pennsylvania, 1993, 133 p.

- [3] Наконечний А.Й., Наконечний Р.А., Павлиш В.А. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 368 с.
- [4] Daubechies I. Ten Lectures on Wavelets. SIAM (Society of Industrial and Applied Mathematics), Philadelphia, Pennsylvania, 1982, 357 p.
- [5] Іванько К.О. Вейвлет-аналіз електрокардіосигналів для виявлення ознак посттравматичної міокардіодистрофії. Київ: Вісник НТУУ «КПІ», 2016. – 9 с.

Фіалковська О.О., Фесенко Д.О., Дімарова О.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Берестейський проспект 37, email: fesenko.denis@iit.kpi.ua

ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА РОЗВИТОК ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ НАУК

***Анотація.** У роботі розкривається застосування інформаційних технологій для обробки та аналізу даних у різних галузях: від квантової томографії до статистичної фізики. Підкреслюється актуальність використання сучасних технологій, зокрема штучного інтелекту в дослідженні фізичних явищ та виявленні нових. Розглядається значення моделювання та симуляції у вивченні фізичних процесів та створення віртуальних моделей.*

***Abstract.** The work reveals the application of information technologies for data processing and analysis in various fields: from quantum tomography to statistical physics. The relevance of the use of modern technologies, in particular artificial intelligence in the study of physical phenomena and the discovery of new ones, is emphasized. The value of modeling and simulation in the study of physical processes and the creation of virtual models is considered.*

***Ключові слова:** Машинне навчання, штучний інтелект, статистичні алгоритми, квантова томографія*

***Keywords:** Machine learning, artificial intelligence, statistical algorithms, quantum tomography*

Від моменту появи комп'ютера інформаційні технології набули значного поширення і застосування в різних галузях. Потреба в автоматизації обробки даних, в тому числі обчислень великих баз отриманого, виникла в

кінці XVIII століття із появою першого автоматичного обчислювального пристрою.

Перехід до індустріального періоду стимулював появу нових технологій, спрямованих на поліпшення ефективності, точності виробничих процесів. Комп'ютери принципово змінили оточуючий світ. Джеймс Глейк порівняв вивчення фізики з обчисленням комп'ютерних даних. Він писав: «Всесвіт обчислює його власну долю». [6] Звідси випливає одна із важливих концепцій сучасної науки «Четверта парадигма: наукове відкриття на основі обробки великих обсягів даних». Концепція визначає спосіб розуміння наукового дослідження, де обробка та аналіз даних в очікуванні отримати ще невідомі залежності стають ключовими компонентами [4].

Цікавим прикладом є Великий адронний колайдер (LHC), призначений для вивчення фундаментальних властивостей матерії. Подібні експерименти вимагають строгого контролю умов середовища, таких як рівень кисню, температура, а також контролю тисяч переохолоджених електромагнітів. Потрібні пристрої, які могли б підключити всі датчики та камери та надсилати дані до внутрішньої мережі, причому дані мають надходити в режимі реального часу. Для вирішення цих багатозначних задач CERN додав стільниковий маршрутизатор RUT955 до ядра, встановивши стабільне та безпечне з'єднання 4G, яке надсилає сукупні дані у внутрішню мережу CERN, де вчені можуть отримати до них доступ у режимі реального часу. Особливістю RUT955 є його універсальний набір введів/виводів, що зменшує складність при підключенні різних камер і датчиків, кожна з яких має власний інтерфейс. Інші стільникові маршрутизатори могли б перевершити ці функції, але вони звужать коло сумісних пристроїв [5].

Нині невід'ємною частиною фізики стало машинне навчання, яке є підрозділом штучного інтелекту, зосереджене на розробці методів самостійного створення алгоритмів [1]. Саме машинне навчання використовує класичні методи для аналізу квантових систем, таких як у квантовій томографії. [2]

Використання штучного інтелекту дозволяє автоматизувати процес аналізу та виявлення нових тенденцій у даних. Так чисельні методи зі збереженням структури в фізиці допомагають розв'язувати диференціальні рівняння, які враховують закони збереження енергії та інші фізичні принципи, наприклад, рівняння Гамільтона для фазових переходів[3].

Статистична фізика досліджує системи великої кількості частинок у стані локальної рівноваги, визначає їх термодинамічні властивості, пояснює фізичну природу ентропії та закони не спадання ентропії, включаючи

колективні явища та фазові переходи, що є основою складних систем фізики [2].

Моделювання та симуляції нині відіграють провідну роль у вивченні різноманітних фізичних явищ. Інформаційні технології дозволяють створювати складні математичні моделі та проводити чисельні симуляції.

Фізичне моделювання передбачає створення матеріальних моделей, що відтворюють фізичні властивості реальних явищ, враховуючи їх різну природу. Це дозволяє використовувати фізичні моделі для дослідження аеродинамічних процесів, гідродинаміки, сейсмостійкості будівель та інш. [2]

Комп'ютерні симуляції є віртуальним моделюванням фізичних процесів, які дозволяють максимально точно відтворити реальність із різним ступенем апроксимації [2].

Моделювання та симуляції, спираючись на основні факти, створюють перспективу для вивчення складних систем та їх впливу на навколишнє середовище. Це дозволяє не лише краще розуміти природні явища, а й розробляти більш ефективні стратегії управління та покращення сучасного суспільства.

ЛІТЕРАТУРА

[1] *Machine Learning, ML.* (n.d.-c). <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/machine-learning>

[2] *Фізика.* (n.d.). <https://uk.wikipedia.org/wiki/Фізика>

[3] *Штучний інтелект оцифрував закони фізики для дискретного моделювання.* (n.d.). <https://nauka.ua/news/shtuchnij-intelekt-ocifruvav-zakoni-fiziki-dlya-diskretnogo-modelyuvannya>

[4] *Hey, A. J. G., Tansley, S., & Tolle, K. M. (2009). The fourth paradigm: Data-intensive scientific discovery. Microsoft Research.*

[5] (2022). *Teltonika Networks.* <https://teltonika-networks.com/cdn/usecases/2022/10/635909eeb2ea98-52937754/the-large-hadron-colliders-spy-bug-ukr.pdf>

[6] *Gleick, J. (2012). Information: A History, a Theory, a Flood. Fourth Estate.* https://users.dcc.uchile.cl/~hsarmien/libros/The_Information_%20A_History.pdf

Храмова-Баранова О.Л., Манн А.Р.

*Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, бульвар
Т.Шевченка, email: Khramova74@ukr.net*

ЕСТЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТИПОГРАФІКИ: ШРИФТОВИЙ ДИЗАЙН

Анотація. В статті, на основі аналізу документальних матеріалів та їх узагальнення висвітлюється значення нової типографіки як графічного шрифтового дизайну в проектуванні візуального художнього образу. Сучасна типографіка – це комунікативне явище, приклади якої спрямовані на вербальне й невербальне спілкування автора з глядачем, а нова типографіка – це етап в розвитку шрифтового мистецтва, визначений і запропонований Яном Чихольдом.

Abstract. In the article, on the basis of analysis of documentary materials and their generalization the value of new tipografik lights up as a graphic type design in planning of visual image. Modern tipografik is the communicative phenomenon, the examples of which are directed on the verbal and un verbal socializing of author with a spectator, and new tipografik is the stage in development of type art, certain and offered Jan Chikhold.

Ключові слова: типографіка, шрифтовий дизайн, візуальний художній образ.

Keywords: tipografik, type design, visual image.

Недостатня вивченість становлення і розвитку типографіки, її вагомого значення визначають актуальність. Для дослідження поставленої в статті проблеми необхідно проаналізувати вплив нової типографіки на створення художнього образу в проектуванні. На сьогоднішній день мало досліджень з цього питання, але є значний доробок у вітчизняних мистецтвознавців, зокрема в дисертаціях Т. Іваненко, В. Криштопайтіс, О. Яремчук тощо [1-3]. Також, деякі питання висвітленні К. Баштиревою в магістерській роботі «Засоби графічної виразності нової типографіки в дизайні книги (кінець ХХ – початок ХХІ століття)» під керівництвом О.Л. Храмової-Баранової. Дослідження і аналіз становлення і розвитку нової типографіки як комунікативного явища надасть можливість більш спрямовано вербально і не вербально спілкуватися автору з глядачем, та

означить, що нова типографіка – це визначний етап в розвитку типографського мистецтва.

Нова типографіка набуває розвитку починаючи з 1914 р., коли на виставці «Бугра» 1914 р. і на міжнародній виставці книжкового оформлення в Лейпцизі в 1927 р. досягло найвищого і остаточного успіху направлення, яке базувалося на наслідуванні історичних шрифтів. Цей рух почався з шрифту Тріаном, розробленого Віейнком [4].

Опираючись на праці Я. Чихольда, зокрема «Нова типографіка» (1928) та ін., проаналізовано базові принципи типографіки модернізму, які вплинули на визначення і конкретизацію засобів графічної виразності нової типографіки в дизайні книги. Визначено коло питань щодо нової типографіки, якими займалися В. Баумайстер, Й. Мольцан та інші. Наприклад, в дослідженні О. Яремчук «Композиційні засади дизайну аркушевих шрифтових видань», вказується, що типографіка не тільки є процесом організації окремих шрифтових знаків у композицію, а й створення образів. В дисертаційному дослідженні В. Криштопайтіс наголошується, що типографіка пов'язана з графічним оформленням тексту і формує вигляд видання [2; 3].

Збірник науково-дослідних праць та навчально-методичних матеріалів «Від психології побутового шрифту до графічної археології» об'єднав збирачів графічних прийомів міського сьогодення, а саме: О. Флоренську, О. Шагапова та ін. Будучи представниками різних наукових шкіл, ці дослідники були поєднані спільністю поглядів про роль шрифту у сучасній культурі. Збірник повною мірою розкриває еволюцію дослідницьких позицій у розгляді шрифту з моменту виникнення інтересу до цього явища в кінці 1980-х рр. до сьогодення, коли напрям «Графічної археології» активно вводиться в навчальний процес графічних кафедр вузів [4]. В дисертації О. Ващук «Швейцарська школа графічного дизайну як явище проєктної культури ХХ ст.» аналізуються такі аспекти як розвиток типографіки, становлення і розвиток швейцарської школи графічного дизайну 1930–1960-х рр. та «нова хвиля» швейцарського графічного дизайну 1970–1980-х рр. На підставі аналізу дослідження О. Ващук, можна зазначити, що художні аспекти нової типографіки, яка вплинула на етап становлення швейцарської школи, перебували в тісному взаємозв'язку з напрямками сучасного абстрактного мистецтва і творчими течіями ХХІ століття. Так, найбільш значущі для формування школи були мистецькі програми функціоналізму, супрематизму, конструктивізму.

На сучасному етапі розвитку типографіки дизайнери керуються тими ж міркуваннями що й раніше, шрифти із насічками виділяються в заголовках. Існує багато аргументів на користь використання їх в основному тексті, зокрема те, що насічки мають здатність направляти читача і мають легку для читання структуру. Частим прийомом сучасної типографіки є використання в якості головного шрифту нестандартних гарнітур, як для основного тексту, так і для заголовків. Ця зміна доводить, що типографіка стала вагомим компонентом створення унікального дизайну. Сучасні типографічні роботи виконуються в різних стилях, а також для їх виконання використовують різноманітні форми і матеріали, наприклад, типографіка, побудована з певних об'єктів, виглядає дуже незвично і привертає увагу, а використання градієнтів та візерунків робить роботу стильною і творчою.

Здійснивши аналіз окремих етапів становлення і розвитку нової типографіки, встановлено, що нова типографіка, як комунікативне явище, надасть можливість більш спрямовано вербально і невербально спілкуватися автору з глядачем, в ясній і цікавій формі доносити до глядача чи читача певну інформацію. Означено, що на особливості становлення нової типографіки вплинули такі течії як дадаїзм, безпредметний живопис і конструктивізм, а до послідовників Яна Чихольда можна віднести Е. Рудера, Е. Шпікермана, Г. Байера, Т. Іваненко, В. Криштопайтіс, О. Яремчук та ін. Перспективи подальшого дослідження направлені на розробку формування навчально-методичної бази формування нової типографіки в Україні як етапу в розвитку шрифтового мистецтва.

ЛІТЕРАТУРА

- [4] Іваненко Т. О. Художньо-образні особливості формоутворення акцидентного шрифту: автореф. дис. ... канд. мист: 05.01.03. Харків, 2006. 22 с.
- [5] Яремчук О. Композиційні засади дизайну аркушевих шрифтових видань: автореф. дис. ... канд. мист: 17.00.07. Харків, 2012. 20 с.
- [6] Криштопайтіс В. В. Класична типографіка друкованих видань в умовах цифрового набору: функціональні та естетичні аспекти: автореф. дис. ... канд. мист: 17.00.07. Харків, 2012. 20 с.
- [7] Баштирєва К. Магістерська робота «Засоби графічної виразності нової типографії в дизайні книги (кін.ХХ–поч.ХХІ ст.)».Черкаси, 2015.149 с.

Цона А.С, Дімарова О.В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський 37,
email: o.dimarova@gmail.com*

ЗНАЧЕННЯ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ УКРАЇНИ

Анотація. *Обґрунтовано важливість розвитку атомної енергетики в Україні, зокрема економіки та енергетичної безпеки. Зазначається, що атомна енергетика є способом забезпечення стабільності енергопостачання для функціонування країни. Висвітлюються як і переваги, так і ризики, щодо атомної енергетики, такі як: можливість аварій і необхідність удосконалювати стандарти безпеки.*

Abstract. *The importance of the development of nuclear energy in Ukraine, in particular the economy and energy security, is substantiated. It is noted that nuclear energy is a way to ensure the stability of energy supply for the functioning of the country. Both advantages and risks of nuclear power are highlighted, such as: the possibility of accidents and the need to improve safety standards.*

Ключові слова: *атомна енергетика, електроенергетика, енергетична безпека, захоронення радіоактивних відходів.*

Keywords: *nuclear power, electric power, energy security, disposal of radioactive waste.*

Одним із найбільш важливих аспектів економіки України є електроенергетика, а її функціонування забезпечує повсякденні потреби населення. Саме зараз, коли наша країна перебуває у стані війни і економіка зазнає постійних втрат, електроенергетика має отримати максимальну увагу фахівців і стати гарантією для успішного розвитку України. Тому основним інтересом національної економіки та енергетичної безпеки має бути забезпечення ефективної роботи ринку електроенергії.

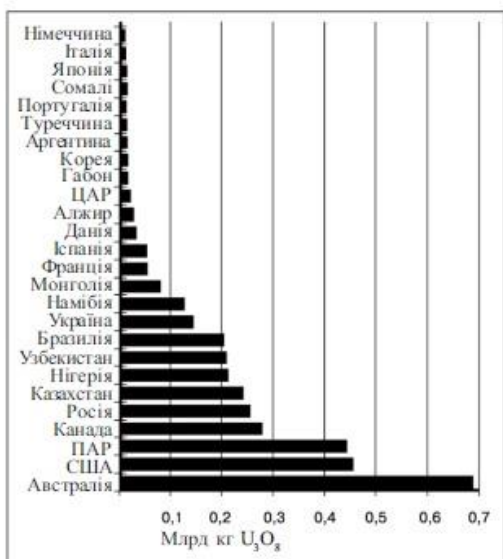


Рис.1. Ресурси урану в країнах світу

Початок розвитку атомної енергетики можна простежити на досягненнях, які відбулися у період XIX-XX століть. Ключовим проривом стала можливість розщеплювати атоми урану, що призводило до виділення значної кількості енергії. Маючи потребу в енергії, Україна вживала активних заходів для розвитку атомної енергетики. Через багатство ресурсами урану [2] і значний видобуток урану Україна стала одним із лідерів у цій галузі. Атомна енергетика відіграє значну роль у виробництві електроенергії в країні, тому її розвиток є пріоритетом. У рамках плану Україна прагнула збільшити потужність

електростанцій до 2030 р. [1]. Одним із завдань була ініціатива підготовки фахівців у сфері атомної енергетики і забезпечити їх підготовку у країнах західних країн, де ці технології є найбільш розвинутими.

Атомна енергетика має переваги, наприклад, з економічної точки зору газ, вугілля та нафта значно дорожче, ніж паливо для АЕС. По-друге, АЕС не використовує кисень і не викидає парникові гази у повітря.

Той факт, що атомні електростанції вимагають великого фінансування, враховуючи вартість досягнення дуже високого рівня безпеки, є "стримуючим фактором" для розвитку атомної енергетики. На сьогодні, не можна розв'язувати енергетичні проблеми, наприклад, функціонування авіації, транспорту та опалення приміщень. Тому атомна енергія повинна розвиватися у поєднанні, наприклад, з гідроенергетикою. Слід зазначити, що це надзвичайно складна проблема, яка досі не вирішена.

Атомна енергетика має потенціал для збільшення енергетичної безпеки. При запуску атомних електростанцій збільшиться власна виробнича база та це дозволить мати доступ до енергії, не дивлячись на ситуації на світовому ринку, і тому незалежність від зовнішніх постачань палива буде ще однією перевагою атомної енергії. Ще одним плюсом атомної енергетики є те що вона має стабільний режим роботи, через те, що реактори можуть працювати безперервно багато років. Тому всі ці фактори є позитивними для

національної енергетичної безпеки і дозволить уникнути перебоїв в електропостачанні. Значний вплив на екологічний ландшафт України має атомна енергетика.

На відміну від звичайних електростанцій, які працюють на вугіллі чи нафті, атомні електростанції значно зменшують викиди шкідливих речовин, тим самим сприяючи регулюванню клімату та глобальним зусиллям по боротьбі з глобальним потеплінням. Уникаючи використання горючих матеріалів, атомна енергетика зменшує забруднення навколишнього середовища. Крім того, використання атомної енергії допомагає зберегти цінні природні ресурси, такі як вода, нафта та вугілля, забезпечуючи їх доступність для інших секторів діяльності.

Але атомна енергетика, будучи основою енергетичної безпеки, має і свою недоліки. Одним із прикладів є Чорнобильська катастрофа, що завдала непоправних втрат та стала причиною перегляду вимог до безпеки реакторів на світовому рівні. При закінченні терміну експлуатації енергоблоку створюється загроза щодо безпеки. Тому спроби продовжити термін роботи або пошуку інших альтернативних джерел енергії може вимагати значних зусиль. Будівництво інших енергоблоків займає багато часу і потребує великого фінансування.

Використання геологічних сховищ для утилізації радіоактивних відходів може захистити від впливу цих відходів протягом усього терміну небезпеки. Тому у вищезазначених сховищах планується зберігати: найбільш небезпечні РАВ, а саме, високоактивні та довгоживучі відходи і відпрацьоване ядерне паливо. Нині складно визначити, яку кількість відходів треба буде заховати, так як відбувається процес впровадження нової схеми класифікації РАВ за критерієм їх зберігання. Прогнозуються, що РАВ, який є типом довгоіснуючих і має зберігатися в ГХ, будуть введені два класи: середньо-(САО) та високоактивні (ВАО) відходи [3]. Станом на сьогодні, невідомо, яку з частин відходів будуть класифікувати як САО та ВАО, можна допустити, що низько та середньоактивні (НАО і САО), низькотемпературні ВАО відноситимуться до класу САО, а тепловиділяючі ВАО, які мають тепловиділення $2\text{кВт}\cdot\text{м}$) будуть відноситись до ВАО.

Нині реактори, які діють, ВВЕР-440 та ВВЕР-1000 при врахуванні продовження їх експлуатації на 20 років напрацювали до 17500 тон відпрацьованого ядерного палива. Також від реактору РБМК-1000 утворилося приблизно 2500 тон ВЯП. Тому стосовно цього палива прийняли рішення, що тільки після 50 років зберігання ВЯП в країні будуть розглядати питання щодо його переробки або поховання.



Рис.2. ВВЕР-1000

Враховуючи теперішню ситуацію в країні і проблем пов'язаних із безпекою і енергетикою, атомна енергетика відіграє важливу роль у забезпеченні країни енергією для її функціонування. Однак, дуже важливо вдосконалювати стандарти безпеки, враховуючи історичні випадки аварій на електростанціях. Але розвиток енергетики має враховувати не лише технічні, безпекові аспекти, але ще й екологічні, соціальні та економічні наслідки, щоб забезпечити безпеку енергетичного сектору України.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Бакай О., Бар'яхтар В. Про нагальні проблеми атомної енергетики України/ О.Бакай, В.Бар'яхтар // ВАНТ. - №4(110).– 2017. – С. 107-110/
- [2] Патон, Б. Є., Бакай, О. С., Бар'яхтар, В. Г., & Неклюдов, І. М. (2008). Про стратегію розвитку ядерної енергетики в Україні. Патон БЄ, Бакай ОС, Бар'яхтар ВГ, Неклюдов ІМ, 31-32.
- [3] Котова, Ірина Ігорівна. Екологічна безпека технологій утилізації радіоактивних відходів. 2020.

РОЗДІЛ III. ФІЗИКА ТА СУЧАСНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ СВІТ

Бабіч Є.М.¹, Співак О.А.¹, Козленко О.В.², Якуніна Н.О.²

¹*Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ,
пр.Берестейський 37, email: evgenbabic9@gmail.com*

²*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email: nyanata@gmail.com*

ШТУЧНА ГРАВІТАЦІЯ В КОСМОСІ

***Анотація.** В роботі розглядається вивчення гравітації та способи створення штучної гравітації. Показано, що найбільш вигідним є створення штучної гравітації за рахунок відцентрової сили.*

***Abstract.** The study of gravity and methods of creating artificial gravity are considered. It is shown that the most profitable is the creation of artificial gravity due to centrifugal force.*

***Ключові слова:** гравітація, відцентрова сила, прискорення вільного падіння.*

***Keywords:** gravity, centrifugal force, acceleration of free fall.*

У сучасних дослідженнях космосу активно обговорюються та розробляються методи створення штучної гравітації.

Гравітація – це сила взаємодії мас між собою, яка притягує тіла одне до одного. Ісаак Ньютон, один із найвидатніших учених, зробив значний внесок у наше розуміння гравітації. Наприкінці XVII століття Ньютон сформулював закони руху, які заклали основу класичної механіки. Ці закони описують взаємозв'язок між рухом об'єкта і силами, що діють на нього. Згідно з теорією Ньютона, кожна частинка матерії у Всесвіті притягує будь-яку іншу частинку з силою, прямо пропорційною добутку їхніх мас і обернено пропорційною квадрату відстані між ними. Ця революційна ідея забезпечила математичну основу для пояснення спостережуваних рухів небесних тіл і проклала шлях до

нової ери наукових досліджень. Незважаючи на свою революційність, теорія гравітації Ньютона з роками стикалася з проблемами. Вчені помітили розбіжності між передбаченнями законів Ньютона та спостережуваними рухами певних небесних тіл. Ці розбіжності створили підґрунтя для нової теорії, яка ще більше змінила б наше розуміння сили гравітації. Загальна теорія відносності, запропонована Альбертом Ейнштейном у 1915 р., ознаменувала зміну парадигми в нашому розумінні гравітації. Теорія Ейнштейна розширила ньютонівські закони руху і гравітації, включивши в них ефекти прискорення і неінерціальні системи відліку. В основі загальної теорії відносності лежить принцип відповідно до якого викривлення простору-часу визначається розподілом матерії та енергії в ньому. Це викривлення, в свою чергу, впливає на рух об'єктів, змушуючи їх рухатися викривленими траєкторіями в присутності гравітаційних полів. Загальна теорія відносності дала більш точний опис спостережуваних рухів небесних тіл і успішно пояснила аномалії, які створювали виклик теорії Ньютона. Хоча загальна теорія відносності була революційною, вона потребувала експериментального підтвердження. Одним із відомих експериментів, який підтвердив положення загальної теорії відносності, було вимірювання відхилення зоряного світла, що проходило поблизу Сонця під час повного сонячного затемнення. У 1919 р. під час сонячного затемнення сер Артур Еддінгтон очолив експедицію для спостереження за викривленням зоряного світла, коли воно проходило поблизу Сонця. Спостережуване відхилення збіглося з передбаченнями загальної теорії відносності, що стало вагомим доказом теорії Ейнштейна.

Ще одним експериментальним підтвердженням стало вивчення гравітаційних хвиль. 2015 р. лазерна інтерферометрична обсерваторія гравітаційних хвиль (LIGO) здійснила перше пряме спостереження гравітаційних хвиль – пульсацій у просторі-часі, спричинених прискоренням масивних об'єктів. Виявлення гравітаційних хвиль підтвердило ще одне передбачення загальної теорії відносності та продемонструвало неймовірну точність сучасних наукових інструментів.

Космічні кораблі потребують штучної гравітації, але створити її не так просто. Однак у нас є декілька варіантів реалізації цієї технології. Астронавти регулярно відчують переривчасті лінійні прискорення під час польоту. Це не є штучною гравітацією, а є побічними ефектами польоту в космос. Під штучною гравітацією розуміють стійку силу, створену за допомогою

технологій. Нині не розроблено та не впроваджено жодного практичного вирішення цієї проблеми. В основному це пов'язано з необхідними розмірами та вартістю доставки компонентів у космос. Якби ми могли розробити системи штучної гравітації, то теоретично змогли би продовжити перебування людини в умовах низької гравітації на невизначений термін. Це, звичайно, буде залежати від вирішення інших проблем, таких як харчування та соціальна взаємодія. Штучна гравітація усуне або, принаймні, пом'якшить несприятливі наслідки для здоров'я від низької або нульової гравітації для організму людини.

Є декілька способів для створення штучної гравітації:

1. Відцентрова сила замість гравітації. По суті, це рішення пропонує використовувати циліндр, тор або сферу, що обертаються. Вони імітуватимуть ефекти гравітації, які створюють масивні об'єкти, такі як планети. Принцип полягає у створенні відцентрової сили, яка притискає астронавтів до зовнішнього краю секції станції, що обертається. Змінюючи радіус і швидкість обертання, можливо безпосередньо впливати на моделювання силу «гравітації».

2. Лінійне прискорення не створює гравітацію у звичному сенсі, оскільки вони є різними фізичними явищами. Проте існує цікава подібність між лінійним прискоренням і гравітацією, що проявляється у межах принципу еквівалентності, запропонованого Альбертом Ейнштейном.

Для тривалих космічних подорожей штучна гравітація є важливою. Одним із варіантів, який ми пропонуємо – це інерційний. Ідея створити модель корабля, навколо якого в центральній частині зовнішнє кільце буде обертатися і за рахунок цього буде створюватися штучна гравітація. Модель корабля з кільцем представлено на рис. 1 а, б. За підрахунками для нормального почуття та життєвих показників космонавтів частота обертання, приблизно 15 Гц, має створювати штучну гравітацію, щоб прискорення вільного падіння становило не менше половини від земного, тобто $4,4 \text{ м/с}^2$.

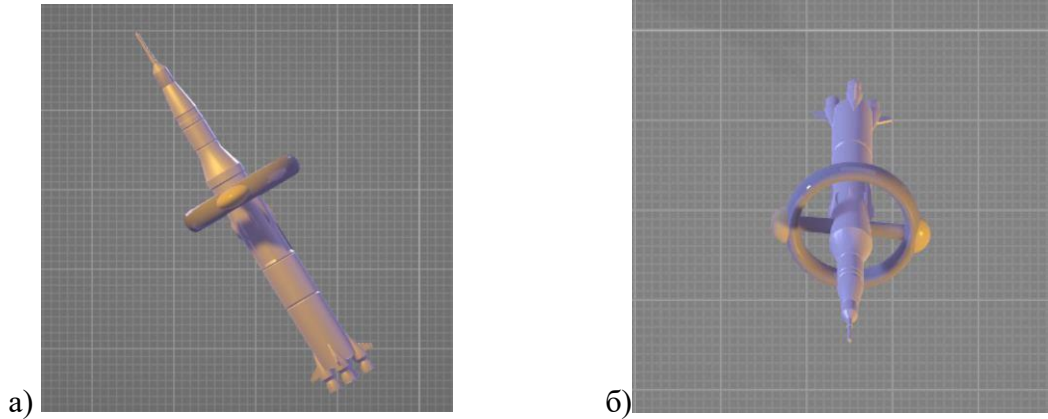


Рис. 1. Модель корабля а) вид збоку, б) вид спереду

Другий варіант – створення штучної гравітації за рахунок відцентрової сили, яка буде виникати при обертанні основного корпусу за рахунок зміни кута нахилу сопел. Даний варіант створення штучної гравітації є більш економічним з точки зору енергетичних витрат порівняно з першим варіантом. Якраз для того, щоб зменшити витрати енергоресурсів, сопла ракети повинні мати невеликий кут нахилу, до 5^0 , що дасть можливість штовхати корабель уперед і одночасно створювати обертальний момент. А оскільки в космосі вакуум, то сила тертя не буде впливати, обертальний рух триватиме довго, що створить штучну гравітацію.

Тому ми пропонуємо варіант створення штучної гравітації за рахунок відцентрової сили. Розрахунки показують, що цей варіант є найбільш ефективним. Ефект відцентрової сили виникає за рахунок зміни градусу направлення сопла та імпульсної подачі палива.

Зміна градусу сприяє обертанню основного корпусу корабля з визначеною кількістю обертів на секунду, а саме для створення достатніх умов для існування та комфортного перебування тіла людини у космосі $21,46 \text{ Гц}$ і g , тобто прискорення вільного падіння, буде дорівнювати 4 м/с^2 .

При створенні такого корабля людству буде відкрито нові можливості для подорожі на далекі відстані, але залишиться обмеженість лише сонячною системою.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Штучна гравітація перестає бути фантастикою. Режим доступу: <https://www.volynnews.com/messages/shtuchna-hravitatsiia-perestaye-buty-fantasykoiu-video/>

[2]. Японці представили концепцію космічної бази зі штучною гравітацією. Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3526757-aponci-predstavili-konceptiu-kosmicnoi-bazi-zi-stucnou-gravitacieu.html/>

Бігун О.П.¹, Співак О.А.¹, Козленко О.В.,^{1,2}, Лаванов Г.Ю.^{2,3}

¹Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ, пр.Берестейський 37, email: becoolin7@gmail.com,

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37, email: nyanata@gmail.com

³Національний авіаційний університет, 03058, м.Київ, просп. Любомира Гузара, 1, email: lavanov.gennady@ukr.net

ВЗАЄМОДІЯ МАГНІТІВ. КОМПЕНСАЦІЯ ЗСУВУ ОСІ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ МАГНІТІВ

***Анотація.** В роботі досліджено зсув осі об'єкта, що зазнає магнітної левітації. Запропоновано метод протидії зсуву осі за допомогою використання додаткового магніту.*

***Abstract.** The paper examines the shift of the axis of an object undergoing magnetic levitation. A method of counteracting axis shift using an additional magnet is proposed.*

***Ключові слова:** левітація, магнітне поле, зсув осі.*

***Keywords:** levitation, magnetic field, axis shift.*

У майбутньому машини, які використовують паливо, будуть замінені машинами, які працюватимуть на електродвигунах. Проте, світ дуже стрімко розвивається, і наступною сходинкою будуть машини, які рухаються над землею (літаючі автомобілі). При їх створенні основною проблемою є те, що через взаємодію магнітних полів, об'єкт може зміщуватися то праворуч, то

ліворуч. Тому актуальність даної роботи полягає у знаходженні ефективних способів зменшення зсуву осі при взаємодії магнітних полів, що дозволить зробити наступний крок у розвитку машинобудування.

Мета роботи. Виявлення методів протидії зсуву осі за допомогою використання додаткового магніту.

Матеріали і результати досліджень. Для виявлення ефективності запропонованого методу протидії зсуву осі шляхом використання додаткового магніту було проведено ряд експериментів. В першому експерименті вивчали взаємодію магнітних полів та визначали, яка маса потрібна для того щоб досягти повного дотику неодимових магнітів. Для проведення даного експерименту використали установку для вимірювання сили магнітної левітації (рис. 1), 37 тягарців з масою 173 – 189 г.

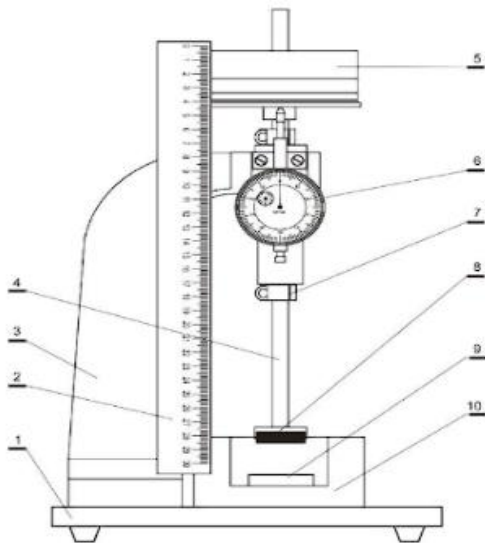


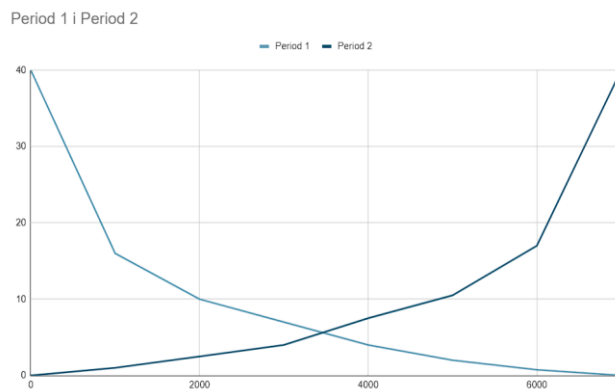
Рис. 1. Установка для вивчення магнітної левітації: 1 – опорна плита, 2 – лінійка, 3 – вертикальний кронштейн, 4 – шток, 5 – платформа для установки тягарців, 6 – мікрометричний індикатор для вимірювання переміщення штока з зразком, 7 – підшипники кочення, 8 – тримач постійного магніту, 9 – досліджуваний ВТНП зразок, 10 – кювети з рідким азотом.

Для того, щоб визначити середні показники значень, які потрібні для подальших дій, було здійснено наступні досліди, суть яких полягала в тому, що за допомогою тягарців визначалася маса, за якою обидва неодимових магніти доторкнулися (тобто відстань між ними дорівнювала 0), після чого проводилися вимірювання в зворотному напрямку. Провівши всі досліди, ми помітили ще одну закономірність: коли закінчили проводити кожне з 5

досліджень, маса, яку ми отримали в кінці, в деяких випадках мала розбіжність з початковою масою (78 г).

Початкова відстань між магнітами становила 40 мм. Коли ми починаємо збільшувати масу, відстань спочатку починає стрімко падати, але чим ближче один до одного стають магніти, тим більша маса нам потрібна, щоб зблизити магніти на ту саму відстань, що і на початку. Це зумовлено тим, що чим ближче магніти знаходяться один до одного, тим сильніше взаємодіють їх магнітні полі, і тому магніти починаються сильніше відштовхуватися, що зумовлює потребу збільшення маси. Коли ж ми починаємо проводити вимірювання в зворотному напрямку, зменшуючи масу, ми спостерігаємо, що відстань майже не змінюється, і тільки десь на середині починає змінюватися, як і при збільшенні маси.

Виконавши всі 5 дослідів і взявши їх середні значення, ми можемо скласти графік 1.



Графік 1. Залежність відстані від маси: блакитний – прямий, синій – зворотній хід

Коли ми довели відстань між неодимовими магнітами до мінімуму, можемо виміряти відстань зсуву верхнього магніту, що становить 4 мм.

В другому експерименті ми робимо практично ті самі дії, проте у нас з'являється додатковий третій магніт, який також бере участь у взаємодії магнітних полів. Цей магніт складається з металевого порожнистого циліндру, до якого кріпляться два магніти, здатні підняти 30 кг кожен. Для першої частини досліду закріпимо магніти до циліндру таким чином, як показано на рис. 2 (а).

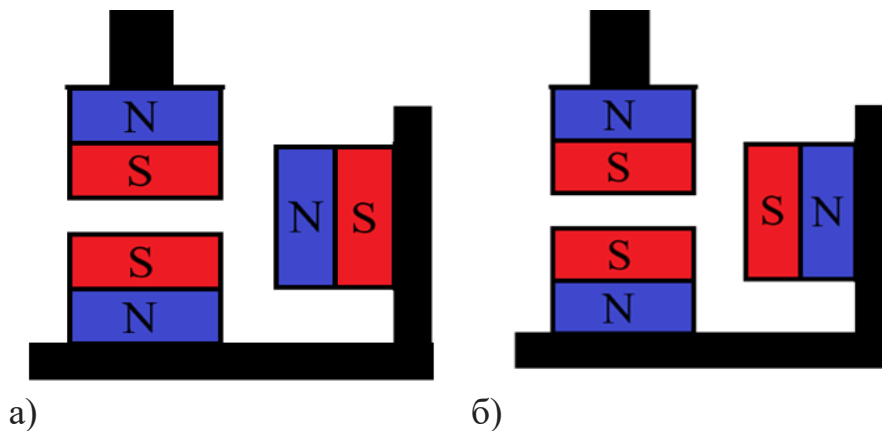


Рис. 2. а) – випадок 1, б) – випадок 2

Для початку розташуємо магніт на такій відстані, на якій взаємодія магнітних полів буде найвища (10 мм). Коли магніт буде розташований на даній відстані, верхній магніт опуститься з 40 мм до 14 мм. Після цього ми аналогічно, як і в досліді 1, використовуємо тягарці. Після того, як показник відстані опуститься до 0, можна зробити висновок, що кількість магнітів нам потрібна та сама, що і без впливу 3 магніту. Також ми визначили головну мету нашого дослідження: зсув осі з 4 мм змінився до 3,5 мм, а це означає, що для повної компенсації зсуву нам потрібні 8 таких магнітів, які в сумі можуть підняти 480 кг. Далі ми здійснюємо зворотній хід до цього досліді. Слід зауважити, що тут ми використовуємо індикатор, оскільки показники занадто низькі, щоб їх можна було точно визначити на лінійці.

У даному досліді було помічено, що коли починаєш поступово зменшувати вагу, відстань між магнітами збільшується дуже повільно та з малими темпами.

Для другої частини досліді закріпимо магніти до циліндру навпаки, рис. 2 (б).

Основною відмінністю другої частини від першої є те, що в першій верхній магніт рухається лише вниз, а у другій у певний момент (коли досягає максимуму), починає рухатися вниз. Нашим максимумом буде відстань між магнітами у 51 мм і 59 мм між неодимовими магнітами і додатковим.

Далі робимо все так, як у першій частині, проте помічаємо, що кількість магнітів, яка потрібна щоб досягти відстані 0 між магнітами, відрізняється від звичної для нас – ми використали на 6 магнітів менше. При зворотному ході показники майже збігаються.

Висновки. Теоретичні дослідження та їх експериментальна перевірка довели можливість використання запропонованого методу зменшення зсуву осі. Чим ближча відстань між магнітами, то більшу силу потрібно прикласти, щоб довести цю відстань до 0. Якщо ввести збоку в установку третій магніт полюсом N на відстані 10 мм, то відстань між неодимовими магнітами знизиться від 40 до 14 мм, проте кількість магнітів, необхідна для зменшення відстані до 0 мм, нам потрібна та сама, що і при першому досліді. Зсув осі при максимальній взаємодії магнітних полів дорівнював 4 мм, проте завдяки двом магнітам, які разом можуть утримувати 60 кг, вдалося зменшити її до 3,5 мм. З цього випливає, що для повної компенсації зсуву потрібно вісім таких магнітів ($8 \cdot 0,5 \text{ мм} = 4 \text{ мм}$).

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Білецький В.С. Мала гірнича енциклопедія. В 3т. Т.1. Донецьк: Донбас, 2004. 640 с.

[2]. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. В 3т. Т.1. Київ: Техніка, 2006. 532 с.

Беркета А. О.¹, Лаванов Г.Ю.^{2,3}, Козленко О.В.²

¹Комунальний заклад позашкільної освіти «Київська Мала академія наук учнівської молоді», Київ, вул. Пасана Мирного 19,

email: nastenkaberketal1@gmail.com

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,

email: lavanov.gennady@ukr.net

³Національний авіаційний університет, м. Київ, просп. Любомира Гузара 1,

email: lavanov.gennady@ukr.net

УДОСКОНАЛЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛІТАКІВ ТА БПЛА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ФОРМИ СТАБІЛІЗАТОРА З МОДИФІКОВАНИМ КРИЛОМ

Анотація. В роботі проведено дослідження аеродинамічних властивостей моделей літаків з різними формами стабілізатора з

модифікованим крилом. Показано, що можна досягти поліпшення аеродинамічних властивостей БПЛА літакового типу за рахунок зміни форми крила та оперення.

Abstract. *The study of the aerodynamic properties of aircraft models with different forms of stabilizer with a modified wing has been carried out. It has been shown that it is possible to improve the aerodynamic properties of aircraft-type UAVs by changing the shape of the wing and tail.*

Ключові слова: *літальний апарат, аеродинамічні властивості, форма стабілізатора.*

Keywords: *aircraft, aerodynamic properties, shape of the stabilizer.*

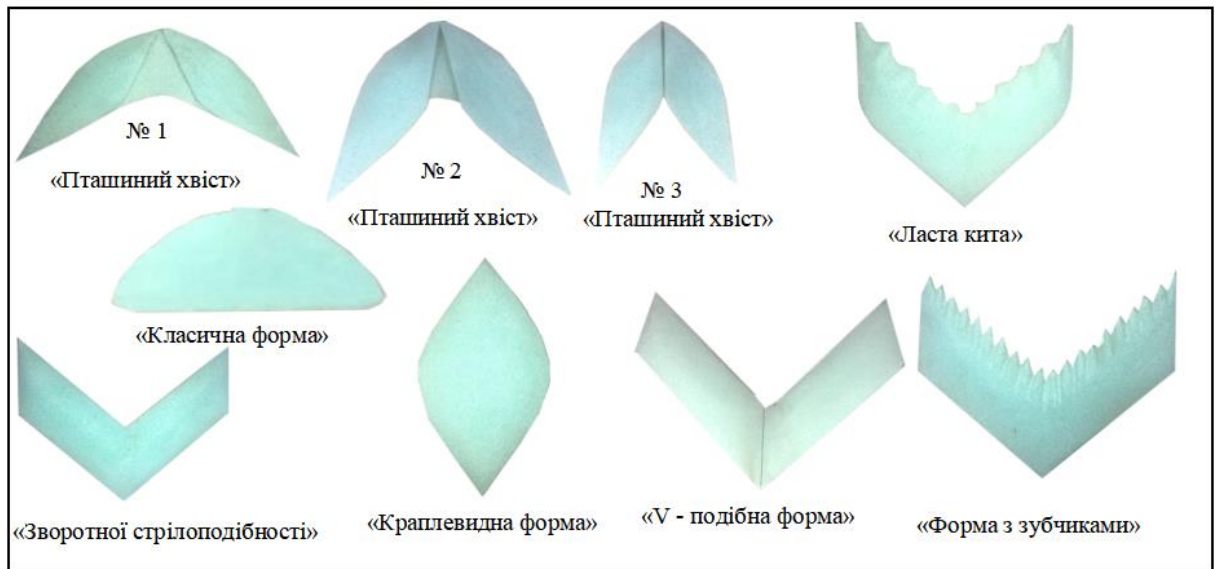
Удосконалення аеродинамічних властивостей БПЛА літакового типу, за рахунок зміни форми крила та оперення, сприятиме збільшенню часу польоту, швидкості та ефективності літальних апаратів.

Метою роботи є дослідження аеродинамічних властивостей моделей літаків із різними формами стабілізатора з модифікованим крилом із метою поліпшити їх характеристик та заощадити паливо.

Для виконання мети були поставлені наступні завдання:

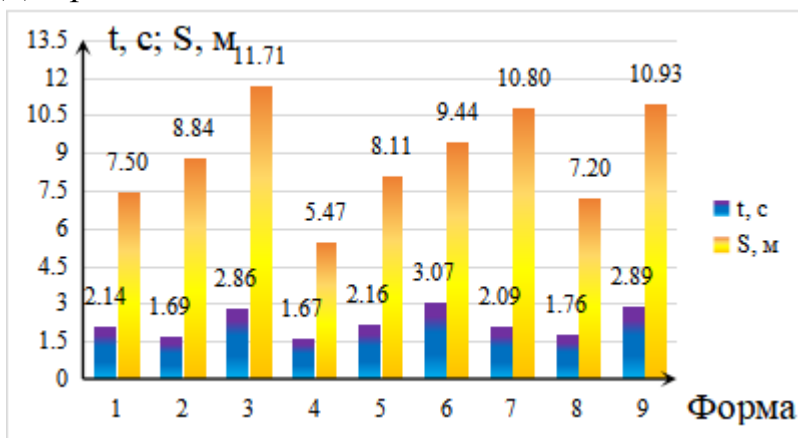
1. Вивчити характеристики різних форм стабілізаторів та крил літаків.
2. Розробити креслення нових форм стабілізаторів літаків із модифікованим крилом та створити відповідні моделі літаків.
3. Запустити дев'ять моделей літаків із різними формами стабілізатора та модифікованим крилом і виміряти час та довжину польоту.
4. Дослідити аеродинамічні характеристики кожної з дев'яти форм стабілізатора та опрацювати результати дослідів.

Для проведення дослідів, було виготовлено 9 моделей літаків із різними формами стабілізатора та модифікованим крилом.



Після виготовлення дев'яти моделей літаків із різною формою стабілізатора та модифікованим крилом, нами було проведено серію дослідів, які полягали у запуску кожної моделі спочатку з руки, а потім із установки, за умов незмінної висоти запуску.[1, 2, 3]

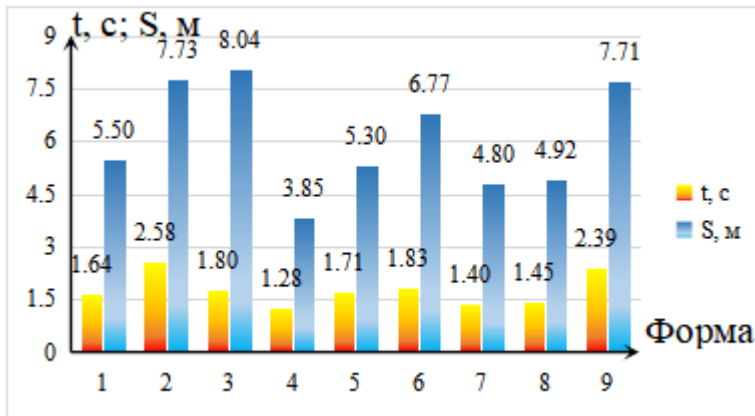
Діаграма 1



Діаграма 1. Залежність довжини польоту та часу від форми стабілізатора моделі літака з модифікованим крилом при запуску з руки.

Числа від 1 до 9 по лінії абсцис – номери моделей літаків з різними формами стабілізатора, з модифікованим крилом.

Діаграма 2



Діаграма 2. Залежність довжини польоту та часу від форми стабілізатора моделі літака з модифікованим крилом при запуску з установки

Числа від 1 до 9 по лінії абсцис – номери моделей літаків із різними формами стабілізатора з модифікованим крилом. [4, 5, 6]

Висновки:

1. Аеродинамічні характеристики літака суттєво залежать від форми його стабілізатора та крила.
2. Найбільший показник середньої швидкості польоту показала модель з формою, що імітує ласту кита.
3. Найкращі результати стійкості у повітрі відносно швидкості показала модель із формою зворотної стрілоподібності, тому ми можемо вважати її найбільш ефективною серед інших запропонованих нами моделей.
4. Показники часу та довжини польоту у моделей з різними формами стабілізатора та модифікованим крилом є незалежними один від одного.

ЛІТЕРАТУРА

[1] БГАА. Аеродинаміка і динаміка. Режим доступу:

https://bgaa.by/sites/default/files/inline-files/aerodinamika_i_dinamika.pdf

[2] Беркета А. Аеродинамічні властивості літака в залежності від форми крила./ III етап Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт Малої академії наук України. – Київ, 2023.

[3] Оперення (авіація). Режим доступу:

[https://uk.wikipedia.org/wiki/Оперення_\(авіація\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Оперення_(авіація)).

- [4] Центральний Український Вісник. Стабілізатор літака. Загальний пристрій і керування літаком. Режим доступу: <https://government.com.ua/turyzm/stabilizator-litaka-zagalnij-pristriij-i-keruvannya-litakom.html>.
- [5] Aircraft Horizontal and Vertical Tail Design. Режим доступу: <https://aerotoobox.com/design-aircraft-tail/>
- [6] Types of Airplane Wings. Режим доступу: <https://www.aviationfile.com/types-of-airplane-wings/>
- [7] Wing Geometry. Режим доступу: <https://www1.grc.nasa.gov/beginners-guide-to-aeronautics/wing-geometry/>

Бродин О.М., Свердліченко Д.Ю.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37, email: [email: sverdlichenko.dmitry.of01@gmail.com](mailto:sverdlichenko.dmitry.of01@gmail.com)

ЗСУВНА ТА ОБ'ЄМНА В'ЯЗКІСТЬ В'ЯЗКОПРУЖНОЇ РІДИНИ: КОШІ-ПОДІБНІ ВІДНОШЕННЯ

***Анотація.** Метою цієї роботи постає питання дослідження ймовірного зв'язку між об'ємною в'язкістю та в'язкістю зсуву у в'язко-пружних рідинах шляхом порівняння пов'язаних модулів пружності (поздовжнього та модулю пружності зсуву), для яких відношення вже є відомим. Отримані результати надалі підтверджуються обмеженою кількістю експериментальних спостережень, що допоки надають певне підтвердження дійсності знайденого, ще не мають достатніх кількісних масштабів для закладення однозначних висновків та здебільшого окреслюють перспективи експериментальних досліджень за заданим напрямом.*

***Abstract.** This work aims to elucidate the prospects for an existence of relation between shear and bulk viscosities in visco-elastic fluids through means of comparison of limits of related (shear and longitudinal) moduli, for which such a relation is already known. Results acquired are then backed by scarce experimental observations, which while giving some credibility to the findings are yet to be fully conclusive and in their scarcity do only emphasize the need of further substantial research in given experimental direction.*

Ключові слова: в'язко-пружне середовище, в'язкість зсуву, пружні модулі, об'ємна в'язкість, співвідношення Коші.

Keywords: visco-elastic medium, shear viscosity, bulk viscosity, elastic moduli, Cauchy relations.

Розсіяння звукових хвиль у в'язко-пружному середовищі є визначеним двома, на перший погляд непов'язаними, коефіцієнтами переносу – об'ємною в'язкістю η_V та в'язкістю зсуву η_S , допоки повздовжня в'язкість η_L , що визначає затухання механічних хвиль, є комбінацією обох η_V та η_S , $\eta_L = \eta_V + 4/3 \eta_S$. В'язкість зсуву пов'язана з потоком поперечного імпульсу, в той час як об'ємна в'язкість відображає нелінійності в міжчастинковому потенціалі, таким чином ці дві величини відображають різні, на перший погляд, не пов'язані фізичні властивості в'язко-пружних середовищ. Тим часом, пов'язані з ними відповідні повздовжній модуль пружності L та модуль зсуву G зв'язані між собою, $L \approx 3G$, що відомо як співвідношення Коші. В даній роботі піднімається питання існування подібної залежності між об'ємною в'язкістю та в'язкістю зсуву – висновок частково підтверджений результатами малочислених експериментальних досліджень.

Варто підкреслити, що здебільшого згадане співвідношення Коші $L = 3G$ є справедливим насамперед в ізотропних твердих тілах з частинками, що взаємодіють центральними силами. З узагальненням на в'язко-пружні середовища: $L_\infty = 3G_\infty$ (L_∞, G_∞ – високочастотні границі відповідних модулів пружності) [1]. Втім, емпірично отримані результати можуть свідчити про можливу необхідність у введенні певного зміщення цієї лінійної залежності на константу, що визначається природою досліджуваного матеріалу, що було продемонстровано для певної кількості в'язко-пружних систем, враховуючи зокрема полімерів, в роботі [2]. Експериментальні результати отримані в цій роботі свідчать про необхідність введення поправки до відповідних залежностей: $L_\infty \approx a + 3G_\infty$. В подальшому припускаємо $L_\infty = 3G_\infty$.

Для в'язко-пружних середовищ узагальнені модулі пружності (1) та коефіцієнти в'язкості (2) (зсуву та повздовжній відповідно) є визначеними наступним чином:

$$\begin{aligned} G^*(\omega) &= G'(\omega) - iG''(\omega) = i\omega \int_0^\infty G(t)e^{-i\omega t} dt \\ L^*(\omega) &= L'(\omega) - iL''(\omega) = i\omega \int_0^\infty L(t)e^{-i\omega t} dt \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}\eta_S^*(\omega) &= \eta_S'(\omega) - i\eta_S''(\omega) = i\omega \int_0^\infty \eta_S(t)e^{-i\omega t} dt \\ \eta_L^*(\omega) &= \eta_L'(\omega) - i\eta_L''(\omega) = i\omega \int_0^\infty \eta_L(t)e^{-i\omega t} dt\end{aligned}\quad (2)$$

для встановлення залежності, подібної до залежності Коші, для останніх необхідно проаналізувати їх зв'язок з відповідними модулями (3):

$$G^*(\omega) = i\omega\eta_S^*(\omega); L^*(\omega) = B_0\delta(\omega) + i\omega\eta_L^*(\omega), \quad (3)$$

де B_0 визначає об'ємний модуль пружності. Високочастотні границі модулів (1), що безпосередньо пов'язані між собою співвідношенням Коші, є визначеними (4) у наступний спосіб:

$$\begin{aligned}G_\infty = G_{t=0} &= \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{G''(\omega)}{\omega} d\omega = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \eta_S'(\omega) d\omega \\ L_\infty = L_{t=0} &= B_0 + \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{L''(\omega)}{\omega} d\omega = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \eta_L'(\omega) d\omega\end{aligned}\quad (4)$$

У в'язких в'язко-пружних середовищах різні ступені вільності є сильно зв'язаними, тож відповідні спектри модулів пружності та коефіцієнтів в'язкості відображають спектр структурної релаксації. Тож $\eta_L(\omega) \propto \eta_S(\omega)$ або $\frac{\eta_L(\omega)}{\eta_S(\omega)} = const.$

Тоді відношення еластичних модулів може бути виражене через відповідні в'язкості:

$$\frac{L_\infty}{G_\infty} = \frac{B_0}{G_\infty} + \frac{\int \eta_L(\omega) d\omega}{\int \eta_S(\omega) d\omega} = \frac{B_0}{G_\infty} + \frac{\eta_L(\omega)}{\eta_S(\omega)} = \frac{B_0}{G_\infty} + \frac{\eta_L}{\eta_S}, \quad (5)$$

Згадуючи попереднє теоретичне припущення щодо співвідношення Коші ($\frac{L_\infty}{G_\infty} = 3$) та враховуючи результати (5), можна очікувати залежність, подібну до співвідношення Коші, також і для в'язкостей:

$$\frac{\eta_L}{\eta_S} = 3 - \frac{B_0}{G_\infty}.$$

Експериментальні дані повздовжньої та об'ємної в'язкостей у різних середовищах на даний момент є обмеженими та за своєї наявності не завжди є надійними. Але відповідно до [3] вода за 15 °С має відповідні значення об'ємної в'язкості та в'язкості зсуву $\eta_B = 3.09$ сР та $\eta_S = 1.14$ сР відповідно, так що $\eta_L / \eta_S = 4$. Аналізуючи отримані результати за дослідями розсіювання світла в салолі за даними дослідження [4] отримано відношення для в'язкостей $\frac{\eta_L(\omega)}{\eta_S(\omega)} \approx 2$ та значення об'ємного модуля пружності $B_0 \approx G_\infty$, що, враховуючи (5)

та беручи до уваги співвідношення Коші, приводить до $\frac{\eta_L(\omega)}{\eta_S(\omega)} \approx 3 - \frac{B_0}{G_\infty}$, що

відповідає попередньо виведеним передбаченням, таким чином підтверджуючи висновки про ймовірну наявність шуканого зв'язку та окреслюючи потребу в подальших експериментальних дослідженнях даного питання.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] R. Zwanzig and R. D. Mountain, *High-Frequency Elastic Moduli of Simple Fluids*, J. Chem. Phys. **43**, 4464 (1965).
- [2] D. Fioretto, S. Corezzi, S. Caponi, F. Scarponi, G. Monaco, A. Fontana, and L. Palmieri, *Cauchy Relation in Relaxing Liquids*, J. Chem. Phys. **128**, (2008).
- [3] T. A. Litovitz and C. M. Davis, "Physical Acoustics.", W.P. Mason, Ed., Acad. Press. New York, NY **Vol. II**, 281 (1965).
- [4] H. P. Zhang, A. Brodin, H. C. Barshilia, G. Q. Shen, H. Z. Cummins, and R. M. Pick, *Brillouin Scattering Study of Salol: Exploring the Effects of Rotation-Translation Coupling*, Phys. Rev. E **70**, 011502 (2004).

Бурдо О.С.¹, Пономаренко Л.П.², Зарубіна Н.Є.¹

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, пр-т Науки 47,

email: o_bourdeaux@ukr.net

¹*Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна*

²*Національний технічний університет України «Київський політехнічний*

інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,

email: ponomarenko.lilia@lll.kpi.ua

ЕКСПОНЕНЦІЙНІ ЗАЛЕЖНОСТІ В РАДІОЕКОЛОГІЇ

Анотація. У роботі проаналізовано дані багаторічних досліджень вмісту ^{137}Cs у грибах (*Suillus luteus*) на території зони відчуження Чорнобильської атомної електростанції (полігон Дитятки). Було отримано дані про експоненційну залежність зменшення рівнів питомої активності ^{137}Cs у грибах з часом. Окреслено можливості щодо прогнозування подальшої поведінки цього радіонукліду в екосистемі в цілому, а також забруднення зазначеного виду їстівних грибів.

Abstract. *The paper analyzes the data of our own long-term studies of the content of ^{137}Cs in mushrooms (*Suillus luteus*) in the exclusion zone of the Chornobyl nuclear power plant (Dityatka landfill). Data were obtained on the exponential dependence of the decrease in the levels of specific activity of ^{137}Cs (ecological half-life) in mushrooms over time. Possibilities for predicting the further behavior of this radionuclide in the ecosystem as a whole, as well as the contamination of the specified species of edible mushrooms, are outlined.*

Ключові слова: *радіонуклід, ^{137}Cs , період напіврозпаду, Чорнобильська атомна електростанція*

Keywords: *radionuclide, ^{137}Cs , half-life, Chornobyl Nuclear Power Plant*

Історія експоненціальної функції налічує багато віх та внесків таких видатних учених як Дж. Неппер, Л. Ейлер, І. Бернуллі, К. Гаусс, П. Лаплас та ін. Зокрема дослідження Гаусса сприяли отриманню експоненційних розподілів та створенню перших ймовірнісних моделей. Це заклало основу сучасного розуміння та формалізації експоненціальної функції, яка з тих пір стала фундаментальним поняттям у математиці та має широке застосування в різних наукових дисциплінах, включаючи фізику, техніку, економіку та біологію. Експоненційні функції застосовуються в радіоекології (розділ біології), зокрема, для моделювання поширення радіонуклідів у довкіллі; оцінки довгострокових наслідків радіоактивного забруднення; дослідження динаміки міграції радіоактивних елементів в екосистемах.

Покажемо, як «працює» експоненціальна функція для аналізу часового розподілу радіоцезію в екосистемі.

Довгоіснуючий біологічно значущий радіонуклід ^{137}Cs вважається основним небезпечним штучним радіонуклідом, присутнім у сучасному середовищі [1,2]. Радіоцезій є побічним продуктом ядерного поділу урану і потрапляє в навколишнє середовище під час аварій на атомних електростанціях, випробуванні ядерної зброї тощо. Екологічний (T_{eco}) та ефективний (T_{eff}) періоди напіврозпаду використовують для опису процесів видалення радіонуклідів із довкілля. Ефективний період напіврозпаду ^{137}Cs – це час, необхідний для зниження активності радіоцезію вдвічі на одиницю маси, без урахування відмінностей між внутрішнім і зовнішнім забрудненням або особливостей механізмів виведення [3,4]. T_{eff} поєднує фізичний розпад,

який визначається за допомогою фізичного періоду напіврозпаду та екологічні втрати, які описується екологічним періодом напіврозпаду T_{eco} . Екологічний період напіврозпаду T_{eco} визначає тільки екологічні втрати. Це інтегральна характеристика, включає всі процеси зниження радіоактивності в навколишньому середовищі, крім фізичного розпаду [5,6]. Оскільки T_{eco} не враховує фізичний розпад, він ідентичний для різних ізотопів одного елемента [7]. Математична кореляція між T_{eff} і T_{eco} описується формулою:

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{1/2}} + \frac{1}{T_{eco}},$$

де $T_{1/2}$ – фізичний період напіврозпаду.

Для ^{137}Cs $T_{1/2} = 30,05$ років [8]. Визначення T_{eff} і T_{eco} проводили для різних об'єктів і територій, забруднених радіоцезієм внаслідок глобальних опадів після випробувань ядерної зброї, аварій на атомних електростанціях, скидів і викидів ядерних установок [9, 10].

Швидкість розпаду радіонуклідів в об'єктах довкілля характеризується часом, протягом якого активність радіонукліда зменшується у 2 рази. Активність радіонуклідів у момент часу t визначається формулою:

$$A(t) = A(0) \cdot 2^{-\mu t},$$

де $A(0)$ – питома активність радіонукліда в момент часу $t = 0$, μ – коефіцієнт, що описує швидкість спадання активності з часом.

Якщо $t = \frac{1}{\mu} = T_{eff}$, то $A(t) = A(0) \cdot 2^{-t/T_{eff}}$. Прологарифмувавши ліву і праву частину цієї рівності, одержимо вираз:

$$\ln(A(t)) = \ln(A(0)) - \left(\frac{t}{T_{eff}}\right) \cdot \ln 2$$

Цей вираз відповідає лінійній залежності $A(t) = b - at$, де $b = \ln A(0)$, $a = \ln 2 / T_{eff}$ – тангенс нахилу прямої $A(t)$. Оскільки $T_{eff} = (\ln 2) / a$, то $\frac{a}{\ln 2} = \frac{1}{T_{1/2}} + \frac{1}{T_{eco}}$. Одержане співвідношення дозволяє розрахувати

екологічний період напіврозпаду T_{eco} [7]. Величина $\frac{1}{T_{eco}} = \beta$ – швидкість зменшення питомої активності ^{137}Cs досліджуваного об'єкта, $T_{eff}, T_{eco}, T_{1/2}$ мають розмірність часу (роки), розмірність β – 1/рік.

У роботі проаналізовано дані власних багаторічних досліджень вмісту ^{137}Cs у грибах (маслюк звичайний – *Suillus luteus* (L.: Fr.) S.F.Gray) на території зони відчуження Чорнобильської атомної електростанції (полігон Дитятки).

На рис. 1 представлено характерну залежність питомої активності ^{137}Cs у маслюку. Кожна точка на графіку представляє середньорічне значення вмісту цього радіонукліду у Бк/кг сирової маси.

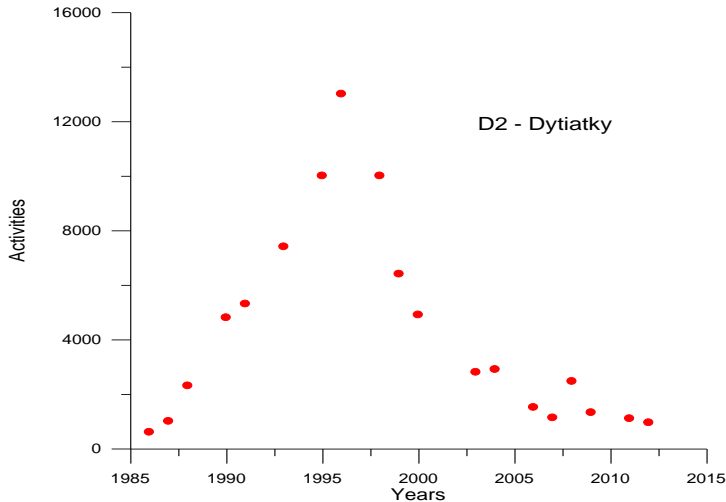


Рис. 1. Вміст ^{137}Cs у маслюку звичайному на полігоні Дитятки, зона відчуження Чорнобильської АЕС, Бк/кг сирової ваги.

Від 1986 р. питома активність ^{137}Cs у цьому виді грибів збільшується майже постійно із року в рік. Цей процес відбувається завдяки випадінням радіоцезію на ґрунт після аварії та поступового зростання його доступності для біоти. Через 10 років після аварії практично увесь цей радіонуклід стає біологічно активним та максимально накопичується у грибах, потім вміст ^{137}Cs зменшується. Одержаний графік показує, що чим більше значення вмісту цього радіонукліду спостерігалось у грибах, тим більш різкий спад кривої. Відповідно при невеликих значеннях концентрації спадання йде повільніше.

Припустимо, що зменшення питомої активності ^{137}Cs у маслюку також відбувається за експоненціальним законом:

$$\frac{dy}{dt} = -ky(t)$$

Розв'язком цього рівняння є експоненціальна залежність:

$$y(t) = y_0 e^{-kt}$$

Для перевірки припущення прологарифмуємо дані, подані на рис. 1, і отримуємо результати, представлені на рис. 2.

Можна вважати, що точки на спадаючій правій частині графіка укладаються на пряму, а відхилення від прямої пов'язані із дослідженням складних живих систем, на які впливають багато факторів. Це призводить до відхилення точок від класичної прямої, розрахованої методом найменших квадратів (Рис. 3). Отримані параметри лінійної залежності, яка описує спадання рівнів питомої активності ^{137}Cs у маслоку на полігоні Дитятки можна використовувати для створення прогнозу подальшої поведінки цього радіонукліду в екосистемі в цілому, а також забруднення цього виду їстівних грибів.

Нині обчислювальні моделі поєднують рівняння експоненціального розпаду з просторовим аналізом і методами оцінки ризику для моделювання транспортування радіоактивних забруднень у складних екологічних системах. Ці моделі допомагають приймати рішення щодо відновлення, планування евакуації та довгострокових стратегій моніторингу.

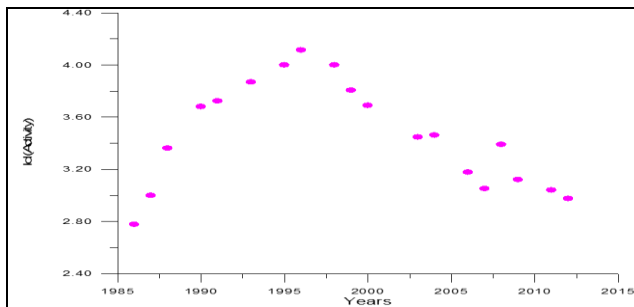


Рис. 2. Вміст ^{137}Cs у маслоку звичайному на полігоні Дитятки, зона відчуження Чорнобильської АЕС, Бк/кг сирі ваги (логарифмічна шкала).

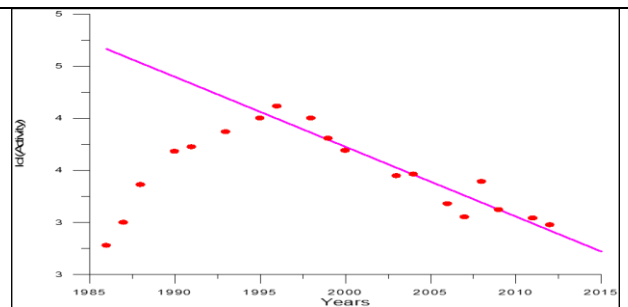


Рис. 3. Вміст ^{137}Cs у маслоку звичайному на полігоні Дитятки, зона відчуження Чорнобильської АЕС (логарифм питомої активності), Бк/кг сирі ваги.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Venturi, S. Cesium in Biology, Pancreatic Cancer, and Controversy in High and Low Radiation Exposure Damage—Scientific, Environmental, Geopolitical, and Economic Aspects. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 8934. <https://doi.org/10.3390/ijerph18178934>.
- [2] Svendsen, E.R.; Kolpakov, I.E.; Stepanova, Y.I.; Vdovenko, V.Y.; Naboka, M.V.; Mousseau, T.A.; Mohr, L.C.; Hoel, D.G.; Karmaus, W.J.J. $^{137}\text{Cesium}$ Exposure and Spirometry Measures in Ukrainian Children Affected by the Chernobyl Nuclear Incident. *Environ. Health Perspect.* **2010**, *118*, 720–725. <https://doi.org/10.1289/ehp.0901412>.

- [3] Taylor, H.W.; Hutchison-Benson, E.; Svoboda, J. Search for Latitudinal Trends in the Effective Half-Life of Fallout ^{137}Cs in Vegetation of the Canadian Arctic. *Can. J. Bot.* **1985**, *63*, 792–796. <https://doi.org/10.1139/b85-101>.
- [4] Paller, M.H.; Jannik, G.T.; Baker, R.A. Effective Half-Life of Caesium-137 in Various Environmental Media at the Savannah River Site. *J. Environ. Radioact.* **2014**, *131*, 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2013.10.024>.
- [5] Škrkal, J.; Rulík, P.; Fantínová, K.; Burianová, J.; Helebrant, J. Long-Term ^{137}Cs Activity Monitoring of Mushrooms in Forest Ecosystems of the Czech Republic. *Radiat. Prot. Dosim.* **2013**, *157*, 579–584. <https://doi.org/10.1093/rpd/nct172>.
- [6] Zibold, G.; Klemt, E. Ecological Half-Times of ^{137}Cs and ^{90}Sr in Forest and Freshwater Ecosystems. *Radioprotection* **2005**, *40*, <https://doi.org/10.1051/radiopro:2005s1-073>.
- [7] AMAP. *AMAP Assessment 2002: Radioactivity in the Arctic*; AMAP: Tromsø, Norway, 2004; p. 22.
- [8] Bé, M.-M.; Chisté, V.; Dulieu, C.; Browne, E.; Baglin, C.; Chechev, V.; Kuzmenko, N.; Helmer, R.; Kondev, F.; MacMahon, D.; et al. *Table of Radionuclides, Cs-137*; Monographie BIPM-5; Bureau International des Poids et Mesures, Pavillon de Breteuil: Sèvres, France, 2006; Volume 3.
- [9] Zarubina, N. The Influence of Biotic and Abiotic Factors on ^{137}Cs Accumulation in Higher Fungi after the Accident at Chernobyl NPP. *J. Environ. Radioact.* **2016**, *161*, 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2015.11.014>.

Ватолкін Д.П., Гусєва Ю. І.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email: vatolkin.dmytro@iit.kpi.ua*

ВИКОРИСТАННЯ КВАНТОВИХ ОБЧИСЛЕНЬ У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Анотація. Представлено базову інформація щодо устрою квантового комп'ютера, його переваги та недоліки. Проаналізовано можливість використання квантових обчислень у наукових сферах та надано перелік Українських науковців, які присвячують свою діяльність дослідженням із теми квантових обчислень.

Abstract. Basic information about the quantum computer device and its advantages and disadvantages is presented. The possibility of using quantum

computing in scientific fields is analyzed and a list of Ukrainian researchers who devote their activities to research on the topic of quantum computing is provided.

Ключові слова: квантовий комп'ютер, квантові технології, кубіт, квантові обчислення.

Keywords: quantum computer, quantum technologies, qubit, quantum calculations.

Одним із напрямів дослідження сучасної фізики є створення квантових технологій, які забезпечать проривні результати в багатьох сферах суспільного життя: від криптографії до моделювання масштабних систем, опису та передбачення перебігу надскладних процесів. Актуальність цих досліджень зросла в рази після присудження Нобелівської премії з фізики французу Сержу Арошу (Serge Haroche) і американцю Девіду Вайнленду (David Wineland) за розроблені ними новаторські експериментальні методики, які дали можливість вимірювати окремі квантові системи та маніпулювати ними («for ground-breaking experimental methods that enable measuring and manipulation of individual quantum systems»). [1]

Квантовим комп'ютером вважається обчислювальний пристрій, функціонування якого ґрунтується на принципах квантової механіки, зокрема, принципі суперпозиції та явищі квантової заплутаності [3].

Принципова відмінність квантового комп'ютера від класичного полягає у роботі з даними. Якщо класичний комп'ютер оперує даними записаними у бітах (кожен із яких зберігає одне з двох можливих значень), то квантовий комп'ютер оперує даними, що зберігаються у кубітах, де кожен із них одночасно знаходиться у суперпозиції між двома можливими значеннями.

Для позначення стану кубіта прийнято використовувати нотацію бракет, запропоновану Полем Діраком:

$$|\Psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle,$$

де Ψ - хвильова функція, 0 і 1 - можливі стани системи, α, β - вірогідності того, що система знаходиться в зазначеному стані (що є деяким спрощенням, адже фізично система знаходиться одночасно у двох станах, тобто у їх суперпозиції) [4].

Поки йдеться лише про один кубіт – його відмінність не є показовою. Адже будь-який алгоритм можна було б обчислити окремо для кожного із двох

варіантів значень. Принциповою особливістю квантового комп'ютера є можливість подати на вхід алгоритму набір заплутаних кубітів, і тим самим обчислити алгоритм одночасно для всіх можливих початкових даних. Однак, ще однією відмінністю квантового комп'ютера є неможливість отримати відповідь у формі кубітів. При читанні значення із кубіта, він, із вірогідностями α, β (що задають його стан) перетворюється у біт 0 або 1. Тому, для того щоб отримати відповідь, доводиться запускати обчислення багато разів, і накопичувати статистику.

Типовим використанням квантового комп'ютера є виконання задач пошуку оптимального значення.

Приклад розшифрування криптографічного хешу є дуже показовим для демонстрації “квантової переваги”. Алгоритм бере всі можливі значення паролю, проводить їх через алгоритм хешування, і перевіряє, чи співпав хоч один із них після цього із відомим хешем (котрий плануємо зламати). І якщо співпав, то замінює будь-який кубіт на зафіксоване значення (0 або 1), і повторює крок підбору. А якщо ні – повертається на крок назад і бере протилежне значення тому біту). Таким способом за лінійну швидкість обчислень зламається криптографічний хеш, хоча вся ідея криптографічних хешів полягає в тому що їх практично неможливо обрахувати у зворотньому напрямку.

Важливо підкреслити, що криптографи знають про таку можливу загрозу для безпеки і визначили принципові недоліки квантових комп'ютерів. Враховуючи недоліки, дослідники переробили алгоритми так, щоб ні сучасні ні квантові комп'ютери майбутнього не могли легко зашкодити безпеці. Тому зазначений варіант використання квантового комп'ютера вже не є доцільним на практиці.

З'ясуємо питання доцільності використання квантових комп'ютерів у науковій сфері.

Класичні алгоритми квантового комп'ютера дозволяють здійснювати пошук оптимальних значень можуть бути дуже корисними для фізичних симуляцій. Особливо корисними вони стають, якщо всередині фізичної симуляції є об'єкти із квантовою суперпозицією. Їх дуже легко розрахувати, якщо за стан такого об'єкту буде відповідати окремий кубіт із відповідним квантовим станом.

Так класичним прикладом розрахунків оптимальних параметрів квантової системи на квантовому комп'ютері є пошук стабільних квантових рівнів системи. Це може використовуватись наприклад для розрахунку хімічних характеристик ще не синтезованих молекул.

Нажаль більш складні фізичні симуляції ще залишаються недоступними науковцям, адже відмінною характеристикою квантового комп'ютера є:

- обмеженість у кількості кубітів, що може використовуватись (на противагу величезній кількості оперативної пам'яті у сучасних комп'ютерах).
- обмеженість у часі розрахунків, адже стан суперпозиції для кубіта не може зберігатися впродовж довгого часу.
- обмеженість у точності розрахунків. Спонтанне спотворення суперпозиції кубіта призводить до невірних відповідей. Частково це вирішується об'єднанням групи фізичних кубітів у 1 логічний кубіт, та багаторазовим повторенням обчислень.

Також треба зазначити, що квантові комп'ютери є надзвичайно дефіцитним і коштовним обладнанням, вимогливим до систем кріо-охолодження (до температур 20 мК). Все це у сукупності, нажаль, робить квантові комп'ютери недоступними для українських науковців. Проте міжнародна співпраця і робота із квантовими комп'ютерами через мережу інтернет дозволяє проводити відповідні дослідження.

Наведемо неповний список наукових центрів в Україні [2], що активно займаються дослідженнями квантових обчислень:

- Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна АН України — Л.А. Пастур, О.М. Омелянчук, С.М. Шевченко та ін. вивчають твердотільні кубіти, заплутані стани;
- Інститут фізики НАН України — Л.П. Яценко, А.М. Негрійко, А.А. Чумак та ін. займаються динамікою квантових систем, квантовими логічними операціями, квантовою метрологією;
- Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України — група А.О. Семенова працює в галузі квантових комунікацій, неуніверсальних квантових обчислень, квантової оптики;
- Київський національний університет імені Тараса Шевченка — І.П. Пінкевич, І.М. Дмитрук створили освітньо-наукову програму «Квантові комп'ютери, обчислення та інформація»;

- Київський академічний університет — під керівництвом О.А. Кордюка започатковано Центр квантових матеріалів та технологій, у якому вивчають надпровідникові матеріали для реалізації кубітів і готують висококваліфіковані кадри;

- Інститут математики НАН України — В.Л. Островський, Ю.С. Самойленко, Д.Ю. Якименко та ін. створюють алгебраїчні структури для квантових протоколів;

- Львівський національний університет імені Івана Франка — група В.М. Ткачука займається симуляціями на квантовому комп'ютері; в університеті діє освітньо-наукова програма «Квантові комп'ютери та квантове програмування».

Отже тезисно сформулюємо висновки:

- Квантові комп'ютери, в силу своєї унікальної будови можуть бути оцінені у створенні комп'ютерних симуляцій фізичних систем.

- Наразі технічні характеристики таких комп'ютерів є незначними, а їх вартість високою для безпосереднього практичного використання.

- Дослідження можливостей квантових комп'ютерів активно проводяться в Україні, навіть за фізичної відсутності самих квантових комп'ютерів.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Нобелівська премія — 2012 // Вісн. НАН України. — 2012. — № 12. — С. 89-95.

[2] Шевченко, С. М. (2022). Квантовий комп'ютер: стан проблеми у світі та в Україні: Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 8 грудня 2021 року. Вісник НАН України, (2), 35–43. <https://doi.org/10.15407/visn2022.02.035>

[3] Quantum computers / T. D. Ladd et al. Nature. 2010. Vol. 464, no. 7285. P. 45–53. Режим доступу: <https://doi.org/10.1038/nature08812>.

[4] Quantum computing: A taxonomy, systematic review and future directions / S. S. Gill et al. Software: Practice and Experience. 2021. Vol. 52, no. 1. P. 66–114. Режим доступу: <https://doi.org/10.1002/spe.3039>

Влайков І.Г.¹, Снівак О.А¹, Козленко О.В.²

*¹Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ,
пр.Берестейський 37, email: evgenbabic9@gmail.com*

*²Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37, ,
email: ovkozlenko@gmail.com*

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТУ: ШВИДКІСТЬ ЗАРЯДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ VS ЧАСУ ЗАПРАВКИ БЕНЗИНОВИХ АВТОМОБІЛІВ

***Анотація.** В роботі досліджено один із найважливіших аспектів використання електромобілів – швидкість заряджання батарей та порівняння її із традиційним часом заправки бензинових автомобілів.*

***Abstract.** The paper examines one of the most important aspects of the use of electric cars - the speed of charging batteries and comparing it with the traditional time of refueling gasoline cars.*

***Ключові слова:** гібрид, електромобіль, швидкість зарядки.*

***Keywords:** hybrid, electric car, charging speed.*

У сучасному світі, коли технологічні інновації стають невід’ємною частиною нашого щоденного життя, питання сталого розвитку та зменшення викидів шкідливих речовин набуває все більшого значення. Відповідь на ці виклики виявляється у переході до екологічно чистих транспортних технологій, зокрема, в розвитку електромобілів.

У роботі дослідженню один із ключових аспектів електромобільної технології – швидкості заряджання батарей автомобілів. Поставлене питання стає важливим у контексті прийняття рішень щодо переходу до електричного транспорту, адже час заряджання може впливати на прийняття споживачем рішення щодо переходу до електромобільного парку. Тому актуальність роботи полягає у порівнянні швидкості зарядження електромобілів та часу заправки бензинових автомобілів, що визначається кількома ключовими факторами.

По-перше, зі зростанням свідомості щодо екологічних питань та зниження викидів CO₂, велика увага приділяється розвитку технологій електромобілів. Нові можливості швидкого заряджання батарей мають важливе значення у сприянні переходу до зеленої транспортної системи.

По-друге, споживачі також зберігають зацікавленість у зручності та швидкості обслуговування, що робить важливим порівняння часу заряджання і заправки.

По-третє, інновації в області батарейних технологій, які можуть вплинути на швидкість заряджання та привабливість електромобілів для більш широкого кола водіїв.

Розглянемо основні аспекти електромобілів, гібридних автомобілів та бензинових автомобілів.

Електродвигун – пристрій, який займається перетворенням електроенергії на механічну. Електромобіль – автомобіль, що приводиться у рух одним або декількома електродвигунами з живленням від акумуляторів або паливних елементів тощо, а не двигуном внутрішнього згорання.

Види електромобілів: 1) BEV (електромобілі на батареях): Ці електромобілі використовують великий акумулятор для живлення електродвигунів; 2) PHEV (плагін-гібридні електромобілі). Ці електромобілі поєднують традиційний ДВЗ (двигун внутрішнього згорання) з електродвигуном і акумулятором меншого розміру; 3) EREV (електромобілі з подовженим пробігом між зарядками): Ці електромобілі працюють як електромобілі на батареях, але мають додатковий двигун внутрішнього згорання для збільшення запасу ходу. [1, 2]

Важливі недоліки електромобілів:

1. Зазвичай вага електромобіля на 10 - 30% більша.
2. Міжміський цикл потребує дозаправки.
3. Заміна батареї, через 8 - 10 років залишається біля 25% ємності батареї.
4. Утилізація батареї 1 г Li забруднює 1-1.5 м² ґрунту.
5. Виробництво батарей для електромобілів надзвичайно енергозатратне.

Перевагами електромобілів є екологічність, економічність з точки зору вартості експлуатації, низькі витрати на обслуговування.

Двигун внутрішнього згоряння - це пристрій, який перетворює хімічну енергію палива на механічну роботу. Основним елементом двигуна внутрішнього згоряння є циліндр, в якому відбувається згоряння палива. Двигун може мати один або більше циліндрів, і кількість циліндрів визначається потужністю та розмірами двигуна.

Бензиновий автомобіль – це автомобіль, що приводиться в рух за допомогою двигуна внутрішнього згоряння. Бензиновий двигун внутрішнього згоряння працює на бензині. Бензин спалахує у циліндрі, що створює тиск та рух поршня, який перетворюється на механічну роботу.

Основні переваги двигунів внутрішнього згоряння – це висока потужність, великий запас ходу, компактність та ефективність використання палива, низька вартість придбання. Однак вони також мають деякі недоліки, зокрема високий рівень шуму та вихлопних газів, шкідливі викиди у навколишнє середовище, висока вартість експлуатації, залежність від палива.

Гібридні автомобілі – це автомобілі, які мають два джерела енергії: двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) і електродвигун. ДВЗ забезпечує основну тягу, а електродвигун допомагає двигуну внутрішнього згоряння або працює самостійно на низьких швидкостях або при зупинці.

Гібридний автомобіль – чудовий засіб пересування для автолюбителів, які дбають про навколишнє середовище, але не мають у своєму регіоні достатньої кількості зарядних станцій для електромобілів.

Основні особливості гібридних автомобілів:

1. Двигун внутрішнього згоряння: менша вага та потужність, порівняно з ДВЗ звичайних авто, зниження навантаження на двигун, економія палива та викидів.

2. Електродвигун: встановлюється всередині силового агрегату або окремо, виробляє електроенергію, яка накопичується в акумуляторі, ощадливе витрачання заряду.

3. Коробка передач: не відрізняється від КПП авто з ДВЗ, існують гібриди з механічною та автоматичною коробками передач, деякі моделі мають КПП, безпосередньо підключені до електромотора.

4. Паливний бак: необхідний для роботи ДВЗ, розташований у задній частині авто.

5. Акумулятор: є "паливним баком" для електромотора, використовуються два типи: високовольтна – для живлення електромотора та звичайна – для живлення бортової електроніки.

Переваги гібридних автомобілів: більш економні з точки споживання пального, виробляють менше шкідливих викидів, плавна їзда, менші витрати на обслуговування, електричні мотори можуть надавати додатковий об'єм обертового моменту, покращуючи динаміку та реакцію на прискорення. Недоліками таких видів автомобілів є вартість, обмежена дальність в електричному режимі, більша складність ремонту порівняно з електромобілями та бензиновими двигунами, батареї для електричного мотора можуть збільшувати вагу автомобіля, впливаючи на продуктивність.

Порівняльна характеристика транспортних засобів наведена в таб. 1.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця

Електромобіль	Предмет порівняння	Автомобіль з двигуном внутрішнього згорання
Немає	Вихлопні гази	Наявні, велика кількість
Мінімум на 25% нижче ніж у бензинових	Викиди CO ₂ під час життєвого циклу	Більше
Викопні, а також альтернативні	Джерела енергії/палива	Викопні джерела палива
Місцеві постачальники	Доступність енергії/палива	Залежить від поставки нафти, бензину
160-500 км	Пробіг на 1 зарядці	480-640 км
0.5-12 годин	Тривалість одного заряджання	Декілька хвилин
20-150 грн	Середня вартість 100 км пробігу	500 грн
Обслуговування та огляд вимагає виключно ходова, але потрібно замінити батареї живлення	Особливості технічного обслуговування	Обслуговування дороге та складне

Спираючись на характеристики, переваги та недоліки електромобілів, гібридних автомобілів та автомобілів з двигуном внутрішнього згорання найоптимальніший варіант автомобілю є гібридний автомобіль.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Електромобіль: очікування та реальність. Режим доступу: <https://consumerhm.gov.ua/2854-elektromobil-ochikuvannya-ta-realnist>

[2] Пристрій електродвигуна. Як він працює? Режим доступу: <https://e-motors.com.ua/ustroystvo-elektrodivigatelya-kak-on-rabotaet/>

Вознюк А. С.¹, Коваленко О.А.², Козленко О.В.³

¹Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ, пр.Берестейський 37, email: evgenbabc9@gmail.com

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37, email: ovkozlenko@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРА З ФЕРОМАГНІТНИМ ОСЕРДДЯМ

Анотація. Експериментальну роботу присвячено аналізу та дослідженню трансформаторів. Ідеєю експерименту є додавання рідкого азоту під час роботи трансформатора. Було встановлено поліпшення роботи силового кріотрансформатора і обгрунтовано доцільність експериментальної роботи.

Abstract. The experimental work is devoted to the analysis and research of transformers. The idea of the experiment is to add liquid nitrogen during the operation of the transformer. The improvement of the operation of the power cryotransformer was established and the expediency of the experimental work was substantiated.

Ключові слова: силовий трансформатор, кріотрансформатор, рідкий азот.

Keywords: power transformer, cryotransformer, liquid nitrogen.

Силові трансформатори – це електричні пристрої, призначені для зміни напруги в електричних мережах. Головна їх функція – перетворення напруги з одного рівня на інший, зазвичай з вищою напруги на нижчу, але також може бути і навпаки. Силові трансформатори використовуються в різних сферах, включаючи енергетику, промисловість і будівництво, де потрібно забезпечувати стабільне постачання напругу для різних типів обладнання і машин. [2]

Для зменшення втрат енергії нині промисловість пропонує трансформатори з обмотками, що охолоджуються до наднизьких температур – кріотрансформатори. [3] Це економічно оправдано в тих окремих випадках, де основне значення має маса та габарити. Найкращими є кріотрансформатор, в якому обмотки виконуються із надпровідних матеріалів і охолоджуються до температур нижче критичної температури (температури переходу речовини в надпровідний стан). [1]

Принциповою ідеєю проєкту є здійснення охолодження обладнання, за рахунок застосування рідкого азоту. Для досягнення цієї мети було розроблено та побудовано схему необхідну для проведення даного експерименту:

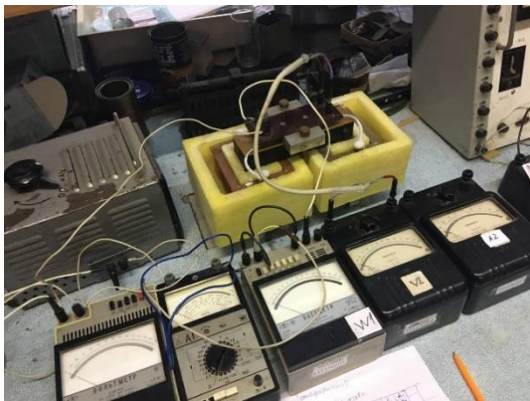


Рис. 1. Установа для проведення даного експерименту

Схема експериментальної установки приведена на Рис.1. Трансформатор підключено до лабораторного автотрансформатора, призначеного для регулювання вхідної напруги. [5] Цей механізм, в свою чергу, приєднано до електромережі. Вольтметри V1, V2 амперметри A1, A2 та ватметр W1 вимірюють напругу, силу струму та споживану потужність електричного струму первинної обмотки.

Обидві обмотки знаходяться в пінопластових чашках, у які заливається рідкий азот для охолодження обмоток. Перша обмотка – 800 витків, друга – 400 витків, провід Φ 0.8 мм. Конструкція трансформатора дозволяє не охолоджувати магнітопровід. Це пов'язано з тим, що магнітні втрати в магнітопроводі на перемагнічування зростають при його охолодженні до кріогенних температур.[4]

Проведення експерименту:

1. Поміщаємо обмотки трансформатора в пінопластові чаші.
2. Підключаємо до трансформатора прилади вимірювання напруги, сили струму та потужності.
3. Для першого досліду «Холостий хід без азоту» ми під'єднали V1, V2, W1 та A1.
4. Записавши результати показників, ми перейшли до другого досліду «Коротке замикання без азоту».
5. Відключивши V2 та підключивши A2, ми додали електричний струм.
6. Отримали такі розрахунки (табл. 1.1)

Таблиця 1.1

Без азоту					
Дослід	V1	V2	W1	A1	A2
Холостий хід	49 В	22 В	5 Вт	0,35 А	
Коротке замикання	47 В		2,5 Вт	2 А	4А

1. Проводимо аналогічний експеримент із додаванням азоту.
2. Отримаємо результати (табл. 1.2)

Таблиця 1.2

З азотом					
Дослід	V1	V2	W1	A1	A2
Холостий хід	49 В	22 В	3 Вт	0,365 А	
Коротке замикання	48 В		14 Вт	2,7 А	7 А

Результати експерименту:

- Напруга на першому та другому вольтметрах при холостому ході без азоту і з додаванням його не змінилась, вона становить в обох випадках 49 та 22 В. При короткому замиканні без азоту – 47 В, із азотом – 48 В, різниця майже непомітна.

- Потужність при холостому ході без азоту становила 25 Вт, а при додаванні азоту в тому самому холостому ході зменшилась до 3 Вт. При короткому замиканні без азоту напруга була 25 В та при додаванні чинника разом із електричним струмом вона зменшилась до 14 В. Можемо зробити висновок, що втрати потенційно зменшилися.

- Сила струму в холостому ході з 0.35 зросла до 0.365 А, а в експерименті з коротким замиканням без азоту та з ним мала деякі зміни: з 2 А збільшилась до 2.7 А. Показники другого амперметра зросли з 4 до 7 А – струм збільшився.

У результаті маємо позитивну характеристику роботи охолодженого трансформатора. Відповідно можна отримати значну економію, суттєво зменшити втрати при нагріванні, підвищити час роботи.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Грабко В. В., Розводюк М. П., Левицький С. М. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина IV. Трансформатори. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 219 с.
- [2] Історія трансформатора. Режим доступу: <http://tortrans.kiev.ua/statti/36-istoriia-transformatora>.
- [3] М.О. Осташевський, О.Ю. Юр'єва. Електричні машини і трансформатори. За ред. д-ра техн. наук, професора В.І. Мілих. Видавництво «Каравела» 2018, с. 345, 121-123.
- [4] Тема 8.1 Загальні відомості про трансформатори. Режим доступу: <https://danube.pto.org.ua/index.php/component/k2/item/202-tema-8-1-zagalni-vidomosti-pro-transformatori>.
- [5] Трансформатори: будова і призначення. Режим доступу: <https://analitic.ub.ua/2678-transformatori-budova-i-priznachennya.html>

Жуковець М.А., Захарченко Р.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email: zhukovets.mariya@lil.kpi.ua

П'ЄЗОЕФЕКТ. ВІДКРИТТЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ

Анотація. П'єзо ефект є одним із видів спонтанної поляризації кристалів. П'єзо елементи здатні генерувати електричний струм під дією механічного тиску. У даному літературному огляді розглянуті деякі особливості будови п'єзо електриків. Також приділено увагу до застосування п'єзо електриків в техніці.

Abstract. The piezoelectric effect is a type of spontaneous polarization of crystals. Piezoelectric elements are capable of generating electric current under mechanical pressure. In this literature review, some features of the structure of piezoelectrics are considered. Attention is also paid to the use of piezoelectrics in technology.

Ключові слова: п'єзо ефект, п'єзо електрик, п'єзо кристал, електрична поляризація.

Keywords: piezoelectric effect, piezoelectric materials, piezoelectric crystal, electric polarization.

П'єзо електрика – це виникнення або зміна електричної поляризації при дії механічних напруг (прямий п'єзо ефект), або деформації при дії електричного поля (зворотній п'єзо ефект) в деяких анізотропних діелектриках та напівпровідниках. Також існує явище електрострикції, яке слід відрізняти від зворотнього п'єзо ефекту. При п'єзо ефекті деформація залежить від електричного поля лінійно, а при електрострикції – квадратично [1].

Явище п'єзо ефекту було відкрито ще у 1880 р. [2] братами Жаком і П'єром Кюрі, які з'ясували, що при деформації кристалу кварцу на його протилежних гранях з'являються різнойменні заряди. Механізм прямого п'єзо ефекту пов'язаний із виникненням або зміною електричного дипольного моменту атомів або молекул кристалу. Тобто, під дією зовнішнього механічного стиску, розтягу або зсуву, відбувається просторовий перерозподіл

електричних зарядів в структурних елементах кристалічної структури матеріалу.

П'єзоэффект в різних матеріалах домовились характеризувати [1] *n*'єзоелектричними сталими – компонентами тензорів 3-го рангу, $d_{ik}, g_{ik}, e_{ik}, h_{ik}$, ($i = 1, 2, 3; k = 1, 2, \dots, 6$), які визначають взаємозв'язок компонент електричної поляризації P_i та механічних напруг σ_k (наприклад, $P_i = \sum_k d_{ik} \sigma_k$), деформації u_k та електричного поля E_i (наприклад, $u_k = \sum_i d_{ik} E_i$) в рівняннях стану. Величини d_{ik} , що найбільш часто використовують у фізиці та техніці, називають *n*'єзомодулями (наприклад, у кварца $d_{11} = 2,31 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н, у п'єзокераміки $BaTiO_3$ $d_{33} = 10^{-10}$ Кл/Н). Було встановлено, що ступінь поляризації п'єзоелектричного матеріалу є прямопропорційною до сили зовнішнього прикладеного тиску до зразка та залежить від п'єзомодуля. Експериментально встановлені значення п'єзомодулів становлять $(2 \div 5) \cdot 10^{-10}$ Кл/Н. П'єзомодуль від габаритів п'єзоелемента не залежить і збільшення його розмірів не призведе до більш ефективної роботи. Можемо згадати про п'єзозапальнички, що генерують електроенергію до 2,2 МВт. Їх розряд досить швидкий та короткотривалий (приблизно 0,08 нс) [3] і зумовлений тим, що різниця потенціалів зберігається лише під час дії механічного навантаження. Підпружинений ударник взводять пальцем, він різко зривається та вдарає п'єзокристал. Деформація кристалу, у свою чергу, активує у ньому електричний струм у вигляді іскрового розряду.

Габріель Ліппман (лауреат Нобелівської премії з фізики 1908 р.), у 1881 р. вперше припустив оборотність процесу, що відкрили брати Кюрі [3]. І, пізніше, у тому ж 1881 р. Жак та П'єр Кюрі експериментально встановили зворотний п'єзоелектричний ефект. Виявилось, що для тих самих матеріалів, де спостерігався прямий п'єзоэффект, спостерігався також і зворотній п'єзоэффект. Прикладена до протилежних граней кристалу зовнішня напруга призводила до механічної віброуючої і змінної у часі деформації кристалу із звуковим супроводженням ефекту. Згодом поєднання прямого та зворотнього п'єзоэффекту стали широко застосовувати в техніці.

Так, ще в часи Першої світової війни французький фізик Поль Ланжевен, який свого часу працював під керівництвом П'єра Кюрі, запропонував використовувати це явище для виявлення підводних човнів. Обертаючись, гвинт човна породжує пружні хвилі, що розповсюджуються у

воді зі швидкістю близько 1500 м/с. Якщо п'єзокристал розташувати на шляху розповсюдження ультразвукової хвилі, він стискатиметься під впливом імпульсу набігаючої хвилі та на його гранях з'явиться напруга [4].

П'єзоефект спостерігається в діелектричних або напівпровідникових кристалах із анізотропією [3], тобто в кристалах із різними фізичними властивостями вздовж різних кристалографічних напрямків кристалічної структури зразка [4]. В таких кристалах має бути відсутній цент симетрії, тобто, щоби при деформації кристалу, зміни форми його елементарних комірок атомів, зовнішній вплив та внутрішнє зміщення кристалічної структури і атомів (іонів) відповідно, призводило б до утворення суттєвої різниці потенціалів на поверхні зразка. Кристалізуючись в сильному електричному полі [5], керамічні та полімерні матеріали також можуть набувати п'єзоелектричних властивостей. Серед 20 нецентросиметричних груп найбільш сильним п'єзоелектричним ефектом володіють монокристалічні та поляризовані полікристалічні (п'єзокераміка) сегнетоелектрики, що відносяться до групи піроелектриків (всього 10 груп). Такі кристалічні сполуки (наприклад, сегнетова сіль, п'єзокераміка на основі титанату барію або на основі титанату-цирконату свинцю та інші) показують аномально високі п'єзоелектричні властивості завдяки сегнетоелектричному фазовому переходу, що відрізняє їх від звичайних так званих лінійних піроелектриків [1]. А от природні матеріали з п'єзоелектричними властивостями (граніти, кварцити, турмалін та ін.), яких понад 1000 найменувань, слабо проявляють п'єзоефект.

Перспективним є використання п'єзоефекту в енергетиці. Ізраїльські вчені розробляють проєкт виробництва електроенергії автобаном. Вони прогнозують, що 1 кілометр дороги генеруватиме до 5МВт [3]. Також п'єзоелектричні матеріали використовують в сучасних датчиках тиску, п'єзоелектричних детонаторах, джерелах звуку величезної потужності, мініатюрних генераторах високої напруги, електроконденсаторах та ін.

Досить часто у техніці п'єзоефект застосовують для отримання електричних коливань постійної частоти. Як то винайдений Полем Ланжевенном кварцовий резонатор, що застосовується, зокрема, у кварцових годинниках. Разом з резонатором з частотою 32,768 КГц застосовується мікросхема-лічильник. Коли кількість імпульсів на вході становить 32768, лічильник видає 1 імпульс на виході. Отже завдяки високоточним коливанням, схема створює один імпульс на секунду. Також розглядуване явище має місце у

різноманітних вимірювальних пристроях. Наприклад в електронних вагах. Під час тиску на чутливу поверхню генерується електричний струм. Завдяки контролеру, що вимірює рівень напруги, можна досить точно встановити вагу.

Радіотехніка та акустика – галузі, в яких особливо важливий зворотний п'єзоефект. У будильниках, дзвінках та при включенні комп'ютера ми чуємо звуки, породжені п'єзовипромінювачем. Цей пристрій має таку будову: до металічної мембрани приклеюється п'єзокерамічний елемент, на який з протилежної сторони напилений струмопровідний шар. Під час подачі змінного струму на мембрану та цей шар, п'єзоелемент починає деформуватись за законом зворотного п'єзоефекту. Таким чином, на мембрану передається вібрація, яка у свою чергу спричиняє акустичні коливання в повітрі. Такі випромінювачі здатні успішно генерувати досить високі частоти, тому не можуть замінити електромагнітні динаміки. Але ця особливість знайшла застосування у зволожувачах повітря. Мембрана п'єзовипромінювача розбиває краплі води на досить малі частинки, які потім випускаються назовні [6].

Тож, у підсумку, можемо відзначити, що суттєвий інтерес у перспективі представляють п'єзополімерні плівки та п'єзокомпонентні структури, що мають ряд конструктивних переваг, а також п'єзоматеріали напівпровідники із сильною електрон-фононою взаємодією [1].

ЛІТЕРАТУРА

- [1] ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА: Енциклопедичний словник / Гол. ред. В. Г. Бар'яхтар та інші. – Київ: Наук. думка. Т. 2. 1998. 648 с., с. 148-149.
- [2] П'єзоефект. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/П'єзоефект>
- [3] П'єзоелектрик. Режим дступу: <https://alternative-energy.com.ua/uk/vocabulary/П'єзоелектрик>
- [4] П'єзоелектричний ефект і його використання в техніці. Режим доступу: <https://moyaosvita.com.ua/fizuka/pyezoelektrichnij-efekt-i-jogo-vikoristannya-v-texnici/>
- [5] UCSC PHYSICS DEMONSTRATION ROOM
<https://ucscphysicsdemo.sites.ucsc.edu/piezoelectric-effect/>
- [6] Кварцовий резонатор та п'єзоелектричний ефект
<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=h-KRCzm5Xjk&t=209s>

Ісаков В. А.¹, Коваленко О.А.¹, Козленко О.В.²

*¹Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ,
пр.Берестейський 37, email: jenseits.nietzsche@gmail.com*

*²Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email: ovkozlenko@gmail.com*

ЗАСТОСУВАННЯ MACHINE LEARNING ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗІР

***Анотація.** Розглянуто автоматизовані підходи до класифікації зір на основі їхніх спектральних характеристик. Результати демонструють переваги моделей машинного навчання порівняно з традиційними ручними методами класифікації зір.*

***Abstract.** Automated approaches to the classification of stars based on their spectral characteristics are considered. The results demonstrate the advantages of machine learning models compared to traditional manual methods of star classification.*

***Ключові слова:** астрономічні дані, спектр, алгоритм.*

***Keywords:** astronomical data, spectrum, algorithm.*

Експоненціальне зростання астрономічних даних створює значні труднощі для традиційних методів класифікації зір. Завдяки вдосконаленню методів та інструментів спостережень, астрономи можуть збирати величезні обсяги спектральних даних небесних об'єктів. Однак ручний аналіз цих даних займає багато часу і є трудомістким, що гальмує темпи астрономічних досліджень. Тому зростає потреба в автоматизованих підходах до класифікації зір на основі їхніх спектральних характеристик. Дослідження має на меті вивчити потенціал методів машинного навчання для вирішення цієї проблеми та революційної зміни класифікації зір в астрономії. [1, 2]

Для аналізу було зібрано та попередньо оброблено великий набір даних, що включає астрономічні спектри від різних телескопів та обсерваторій. Для класифікації зір за різними спектральними класами було застосовано алгоритми машинного навчання, зокрема метод k-найближчих сусідів (KNN), машини опорних векторів (SVM) та дерева рішень. Попередня обробка даних

включала стандартизацію, нормалізацію та інженерію особливостей для забезпечення оптимальної продуктивності моделі. Продуктивність кожного алгоритму оцінювали за допомогою таких метрик, як точність, достовірність, пригадування та оцінка F1.

Результати демонструють, що моделі машинного навчання перевершують традиційні ручні методи в класифікації зір. Алгоритм KNN досяг найвищої точності - 98,7%, за ним слідує SVM з 97,9%. Ці моделі змогли точно класифікувати зорі за спектральними класами на основі їхніх спектральних характеристик, таких як температура, світність і хімічний склад. Аналіз важливості характеристик показав, що певні спектральні лінії і картини поглинання мають вирішальне значення у процесі класифікації, надаючи цінну інформацію про фізичні властивості зір. [3]

Машинне навчання є перспективним підходом до автоматизації та вдосконалення класифікації зір в астрономії. Використовуючи передові алгоритми та великі масиви даних, астрономи можуть ефективніше аналізувати спектральні дані та відкривати нові знання про природу та еволюцію небесних об'єктів. Результати цього дослідження сприяють вдосконаленню аналізу астрономічних даних і прокладають шлях для майбутніх досліджень в галузі астрономії, керованої машинним навчанням.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Центр астрофізики Гарвардського та Смітсонівського інститутів.

Машинне навчання (Machine Learning). Режим доступу:

<https://pweb.cfa.harvard.edu/research/topic/machine-learning>

[2]. Мохаммед Сайфуддін. Класифікація зір: Підхід на основі машинного навчання (Stellar Classification: A Machine Learning Approach). Режим доступу:

<https://towardsdatascience.com/stellar-classification-a-machine-learning-approach-5e23eb5cadb1>.

[3]. Каушал Шарма, Аджит Кембхаві, Анірудда Кембхаві, Т. Сіварані, Шилу Абрахам, Каустубх Вагмаре. Застосування згорткових нейронних мереж для спектральної класифікації зір (Application of convolutional neural networks for stellar spectral classification). Режим доступу:

<https://academic.oup.com/mnras/article/491/2/2280/5613963?login=false>

Зеленчук Д.І., Козленко О.В.

*Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» м. Києва, пр. Берестейський, 37, email:
zelenchuk.dmytro.i@gmail.com*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Берестейський, 37,
email: ovkozlenko@gmail.com*

РОЗРОБКА МІДЬ-НІХРОМОВИХ ТА ЗАЛІЗНО-НІСИЛОВИХ ТЕРМОПАР

***Анотація.** Точне вимірювання низьких температур критично важливе для промисловості та наукових досліджень. Одними з найпоширеніших приладів, що використовуються для цього, є термопари, проте на практиці складно досягнути необхідної точності за умови використання поширених термопар. Саме тому тема роботи – дослідження практичних методів вимірювання низьких температур, а також розробка власних термопар, які ефективні (з погляду економічної доцільності та точності результатів) для вимірювання низьких температур, – є актуальною.*

***Abstract.** Accurate measurement of low temperatures is critical for industry and scientific research. One of the most common devices used for that is thermocouples, but it is undoubtedly difficult in practice to achieve the required accuracy using common thermocouples. That is why the topic of the work is the study of practical methods of measuring low temperatures and development of new thermocouples, which are effective (from the point of view of economic feasibility and accuracy of results) precisely for measuring low temperatures.*

***Ключові слова:** температура, шкала вимірювання температури, термометр, точність вимірювання низьких температур, термометр опору, термопара, ефект Зеебека, коефіцієнт термоЕРС.*

***Keywords:** temperature, temperature measurement scale, thermometer, low temperature measurement accuracy, resistance thermometer, thermocouple, Seebeck effect, Seebeck coefficient.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що вимірювання низьких температур є критично важливим для промисловості. Для точного

вимірювання використовують різноманітні термометри з різними принципами дії: газові, рідинні, манометричні, термометри опору, біметалеві пластини, пірометри та ін. Одними з найбільш поширених є прилади на основі термопар. Попри їхнє поступове витіснення в промисловості різними термометрами опору, зокрема термісторами, термопари залишаються незамінними в умовах, коли важливі малі габарити, також їхніми перевагами є дешевизна та простота використання. Під час вимірювання низьких температур за допомогою термопар виникає низка труднощів, що негативно впливають на точність результатів. Тому удосконалення технології вимірювання низьких температур за допомогою термопар, зокрема розробка власних термопар, є перспективним та актуальним.

Мета роботи – дослідити методи точного вимірювання низьких температур, запропонувати власну конструкцію приладу вимірювання температури на основі термопари, випробувати отриманий прилад, зробити висновки щодо його переваг у порівнянні з комерційними аналогами..

Для виготовлення власних зразків термопар було обрано сплави міді та ніхрому, заліза та нісилу. Позитивні електроди (мідь та залізо) є достатньо дешевими та легкодоступними. Нісил та ніхром – сплави Ni – є негативними електродами. Нісил має властивості, що позитивно впливають на можливості його застосування в термопарах, детально описані в роботі [1]. Ніхром – це матеріал, що має низьку теплопровідність, а це зумовлює можливість його ефективного застосування для вимірювання низьких температур. Водночас недоліком ніхрому є відносно низька термоЕРС [2]. Дешевизна, загальнодоступність та технічні характеристики цих металів дозволяють зробити припущення про їх ефективність як матеріалів для виготовлення термопар, які буде доцільно використовувати для вимірювання низьких температур. Слід зауважити, що термопари для нетривалого лабораторного використання можна не покривати ізоляційним матеріалом задля здешевлення [3].

Було виготовлено прості та диференціальні термопари (для спрощення термопари, що підключалися диференціальним і простим методом далі називатимемо диференціальними та простими відповідно) мідь-ніхром та залізо-нісил. Проводились випробовування отриманих термопар для кожної температури п'ять разів. Попри теоретичні припущення в результаті проведеного тестування в термопарах типу мідь-ніхром простого та диференціального способів підключення до вимірювачів напруги на проміжку

досліджуваних температур від $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+270\text{ }^{\circ}\text{C}$ отримані значення термоЕРС не виходили за межі похибки вимірювальних приладів, що використовувалися. Це унеможливило їхнє практичне використання як належних термометрів. Результати вимірювання напруги в залежності від температури для залізо-нісильових термопар показано на рис. 1 та 2.

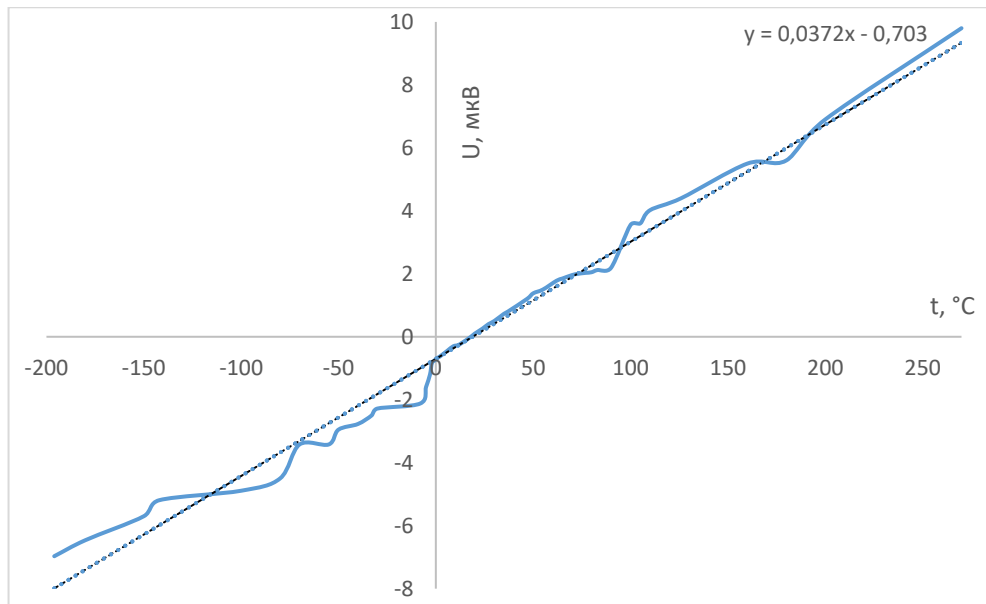


Рис. 1. Залежність напруги на мультиметрі від температури, яку вимірює термопара залізо-нісиль

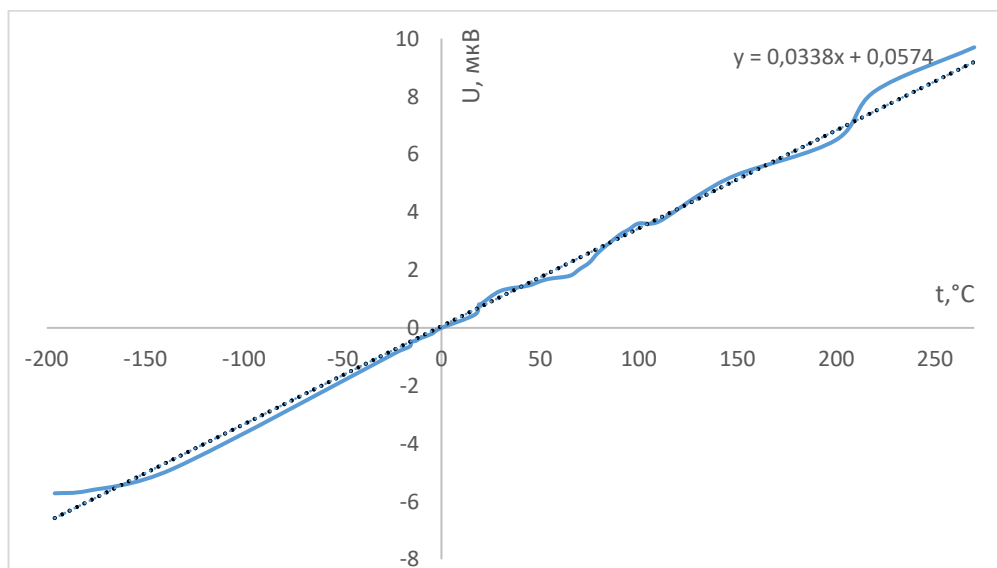


Рис. 2. Залежність напруги на мультиметрі від температури, яку вимірює диференціальна термопара залізо-нісиль.

Обчислимо чутливість першої термопари при кімнатних температурах, взявши дві точки графіка на рис. 1: $\frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{0,5-0,4}{30-27} = 33 \frac{\text{мкВ}}{^{\circ}\text{C}}$. Аналогічно проаналізувавши інші ділянки графіка можна визначити, що чутливість першої термопари $\approx 24-64 \text{ мкВ}/^{\circ}\text{C}$ (на різних ділянках графіка чутливість змінюється по-різному, це можна пояснити особливостями виникнення термоЕРС в обраних провідниках, а також похибками вимірювання). Чутливість диференціальної термопари залізо-нісил $\approx 20-41 \text{ мкВ}/^{\circ}\text{C}$, проте вона суттєво зменшується при низьких температурах. Один із кінців диференціальної термопари було зафіксовано при 0°C .

Отже, проста термопара залізо-нісил більш чутлива, ніж диференціальна, а також може використовуватися для вимірювання низьких температур, натомість диференціальна термопара з таких же провідників має більш стабільну термоЕРС. Верхньою межею ефективного застосування таких термопар є точка Кюрі нікелю – 627°C .

Порівняємо показники напруги отриманих термопар та термопари типу хромель-алюмель, використання якого є найпоширенішим (рис. 3).

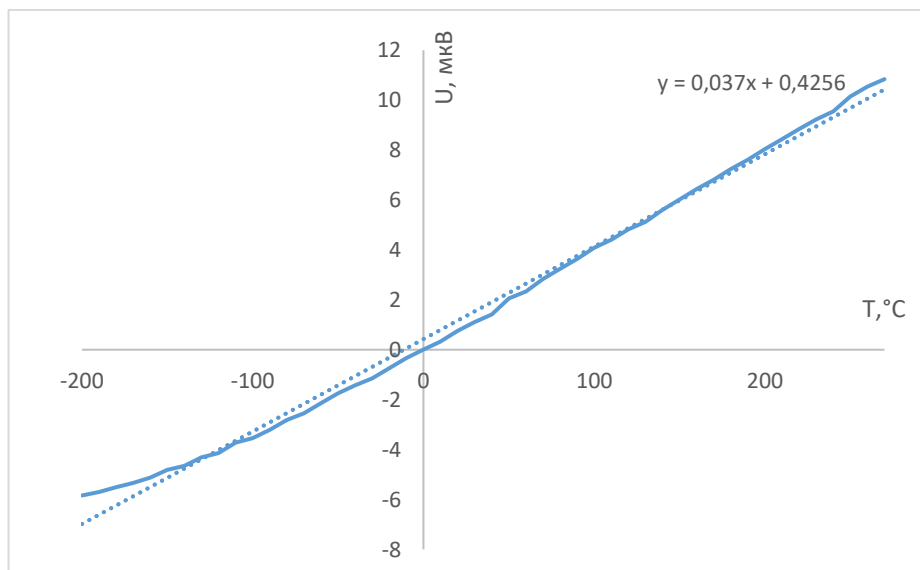


Рис. 3. Залежність напруги на мультиметрі від температури, яку вимірює термопара хромель-алюмель

На графіках, поданих на рис. 1-3, зображено також лінію тренду, що демонструє середню лінійну зміну напруги в залежності від зміни температури. Очевидно, що чим більший коефіцієнт при змінній x , тим

швидше зростає функція. Відповідно більші значення має напруга, що полегшує вимірювання температури та сприяє точності. За цим показником найзручнішою для використання виявляється проста термопара залізо-нісил. Варто також зауважити, що власна термопара, що підключена до системи напругу, має напругу -6,97 мВ при -196 °С, а термопара типу К – -5,72 мВ, це дає підстави зробити висновок, що для точного вимірювання низьких температур більш доцільно використовувати термопари типу залізо-нісил. Цінова характеристика термопар станом на час проведення експерименту є приблизно однаковою.

Висновки:

1. Підібрано матеріали для власних термопар, обрано спосіб їх виготовлення. Отримані термопари випробувано, проаналізовано позитивні та негативні аспекти їхнього використання для вимірювання різних температур.

2. Порівняно результати вимірювань напруги в залежності від температури термопар типу залізо-нісил простого та диференціального способу підключення, зроблено висновки щодо переваг та недоліків використання обох видів підключення термопари до системи.

3. Порівняно отримані термопари з термопарою типу К, визначено, що використання термопар типу залізо-нісил є більш доцільним для точного вимірювання низьких температур.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Bentley R.E., Thermoelectric Hysteresis in Nichrosil and Nisil. J. Physics E: Science Instrumentation, 1987. - 1368-1373.

[2] Nichrome. URL: <http://www.toaster.org/lmp.html>.

[3] Quinn T. J., Temperature. London: ACADEMIC PRESS LIMITED, 1990. – 508 с.

Коваль Б.С.¹, Співак О.А.¹, Козленко О.В.², Климук О.С.²

*¹Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ,
пр.Берестейський 37, email: oksspivak@ukr.net*

*²Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email: klytuk.olena@lll.kpi.ua, ovkozlenko@gmail.com*

МОБІЛЬНІ БОМБОСХОВИЩА

***Анотація.** В роботі розкрито тему мобільних бомбосховищ, розглянуто їх види та призначення, запропоновано нову мобільну конструкцію для захисту життя і здоров'я людей. Проведено експеримент, що доводить міцність запропонованої конструкції мобільного бомбосховища.*

***Abstract.** The topic of mobile bomb shelters is considered, their types and purposes are studied, a new mobile structure is proposed to protect people's lives and health. An experiment was conducted that proves the strength of the proposed design of the mobile bomb shelter.*

***Ключові слова:** бомбосховища, конструкція, габарити..*

***Keywords:** bomb shelters, construction, dimensions.*

В умовах триваючої війни тема мобільних бомбосховищ для України є надзвичайно актуальною, тому потрібно використовувати досвід інших країн, вивчати конструкції мобільних бомбосховищ, пристосовувати їх до наших умов, розробляти нові конструкції, робити все для захисту наших людей від загрози.

Відповідно до Державних будівельних норм ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» [1], мобільні бомбосховища – це захисна споруда для тимчасового або довготривалого цивільного захисту від куль, осколкового ураження, частин зруйнованих будівельних конструкцій, вибухової хвилі від вибуху ракет та БПЛА, що будується (складається) з будівельних конструктивних модулів, у тому числі збірно-розбірних, і за сукупністю показників має захисні властивості сховища. Зазвичай мобільні бомбосховища виготовляють із залізобетону, але є і повністю металеві. Але в будівництві

сховища заборонено використовувати токсичні матеріали, які можуть бути небезпечними для людей та навколишнього середовища.



Рис. 1 – Мобільні укриття: а) наземне, б) підземне

Існує безліч застосувань для мобільних бомбосховищ, в залежності від виду. Як зупинку громадського транспорту зазвичай встановлюють модульні, бетонні конструкції, які розраховані на приблизно 30 – 40 осіб. Як приватні сховища використовують готові конструкції, які закопуються під землю, розміри залежать від побажань замовника. Також мобільні бомбосховища можна використовувати для соціальних закладів, для яких є обов'язковою наявність укриття. Ці сховища зазвичай такі самі, як і зупинки для громадського транспорту, але розраховані на більшу кількість осіб.

Після аналізу існуючих конструкцій мобільних бомбосховищ (наприклад, [2]), пропонується нова конструкція мобільного бомбосховища, яке має низку значних переваг над вітчизняними та закордонними аналогами. Це сховище має форму рівнобедреного трикутника. Завдяки такій трикутній конструкції дане мобільне бомбосховище може краще витримувати вибухову хвилю, також уламки снарядів чи частин будівель будуть відлітати рикошетом. Це було доведено за допомогою експерименту. Фанера товщиною 5 мм встановлювалася під різними кутами, а саме: 45, 60, 75 та 90 градусів, та з відстані 1 метр по ній стріляли з пневматичного пістолету типу «Макарова». Потім вимірювалася глибина отвору, що утворювався. Результат показав, що встановлення стін під кутом в 60 градусів – це найоптимальніший варіант, адже пошкодження стіни виявилися меншими, ніж у випадку більших значень кутів, крім цього зберігається корисна площа порівняно з меншими кутами.

Габарити сховища: ширина металевих листів – 2,6 м, довжина сховища – 12 м, висота сховища 2,25 м, товщина бокових стін – 10 мм, товщина підлоги – 3 мм. Також в конструкції враховано ребра жорсткості. Матеріал: ст-

20. Вага: бокові стіни важать по 3 700 кг кожна, стіни в торцях по 339 кг, підлога – 740 кг, ребра жорсткості зі сталевих труб додають ще 107 кг – загалом розраховуємо на 8 925 кг. Переміщення: елементи сховища закріплені між собою на шарнірах, і завдяки цій конструктивній особливості сховище має змогу складатись для перевезення, та швидко розкладатись для його застосування. Розміщення людей: всередині сховища встановлюється лавка та вміщує до 40 людей.

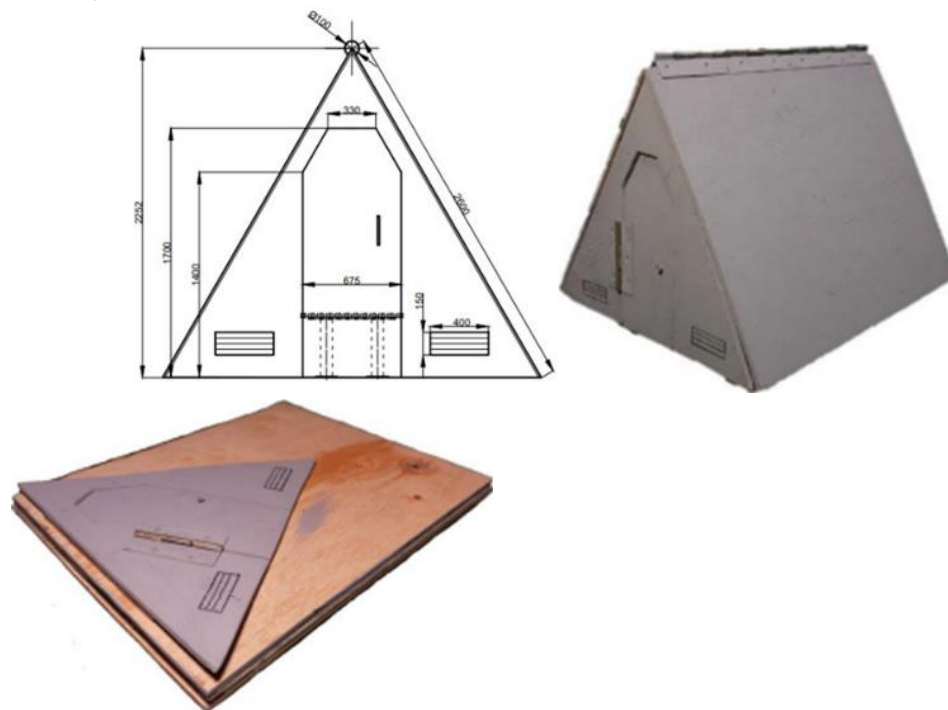


Рис. 2 – Схема і макет запропонованого сховища

Отже, у даній роботі запропоновано нову конструкцію мобільного бомбосховища, яка могла б використовуватись для захисту населення. На додачу до переваг запропонованої конструкції порівняно із аналогами відноситься і значно нижча ціна. Дане мобільне укриття можна встановлювати як на поверхні, так і під землею. За рахунок збірної конструкції його легше перевозити в потрібні місця.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Державні будівельні норми України. Режим доступу: https://e-construction.gov.ua/files/new_doc/3109090634326083293/2023-09-08/8179d0ee-02d3-4ceb-87c0-f64742b2e15b.pdf

[2] Shelter. Мобільні, швидкоспоруджувані захисні споруди. Режим доступу: <https://material.kiev.ua/>

Козленко О.В.¹, Рибачик І.К.², Довженко О.В.²

¹Лабораторія кріогенної техніки ФМФ КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, пр.Берестейський 37, email:OVKozlenko@gmail.com

²Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» м. Києва, бул. В. Гавела, 41а, email: slava.rybachyk@gmail.com

ВИНИКНЕННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НАПРУГИ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ

Анотація. Розглянуто принцип роботи інвертора та його можливості. Крім того, запропоновано розробку автономного комбінованого джерела електроживлення інверторного типу на базі комп'ютерного джерела безперебійного живлення.

Abstract. The principle of operation of the inverter and its capabilities are considered. In addition, the development of an autonomous combined power source of the inverter type based on a computer source of uninterrupted power supply.

Ключові слова: інвертор, перетворювач напруги, електроенергія, джерело електроенергії, джерело живлення.

Keywords: inverter, voltage converter, electricity, source of electricity, power source.

Пошук альтернативних джерел живлення нині є актуальним. Виклики, які поставила перед нашою країною війна, потребують створення відповідних технічних розробок. Об'єктам критичної інфраструктури (лікарням, органам правопорядку, підстанціям, що забезпечують воду, зв'язок, зберігання ліків, роботу серверів) потрібно постійне електроживлення. Тому питання створення автономних джерел живлення наразі є дуже нагальним.

Метою роботи є огляд принципу роботи інвертора та його можливостей, а також розробка автономного комбінованого джерела електроживлення інверторного типу на базі комп'ютерного джерела безперебійного живлення.

Інвертори – перетворювачі напруги – дозволяють отримати напругу змінного струму стандартної частоти від джерел постійного струму з невеликої вихідною напругою та забезпечити безперебійне живлення значного класу пристроїв, розрахованих на таку напругу [2].

Ще більшої актуальності набувають комбіновані джерела електроживлення з кількома накопичувачами електроенергії для більш надійної роботи.

Дослідженням автономних інверторів займалися Сенько В.І., Трубіцин К.В., Чибеліс В.І., Островерхов М.Я. Аналіз режимів роботи перетворювачів електричної енергії досліджували Ромашко В.Я., Руденко В.С., Морозов В.Г. Властивості іоністорів описували А. Атамась, А. Сьомочкін, А. Щерба.

Наприкінці ХІХ ст. до середини ХХ ст. перетворення електричної енергії постійного струму на змінний відбувалось завдяки обертових перетворювачів або використовувались мотор-генераторні установки. У ХХ столітті у якості перемикачів в інверторних схемах почали використовувати газонаповнені трубки (найширше використовувався тиратрон) чи вакуумні лампи.

Перші перетворювачі змінного струму в постійній використовували синхронний або асинхронний двигун змінного струму, який був підключений до генератора. Комутатор генератора в певний час змінював свої з'єднання для створення постійного струму.

Пізніше розробили синхронний перетворювач, в якому обмотки генератора та двигуна були сполучені між собою, з контактними кільцями на одному кінці і комутатором на іншому і однією рамою поля. В результаті на вході був змінний струм, а на виході – постійний струм.

Перехід до твердотільних інверторних схем став можливим завдяки використанню тиристорного або кремнієвого випрямляча. Це сталося 1957 р. [3].

В умовах відключення централізованого енергопостачання інвертори можуть бути використані з аварійними джерелами живлення, наприклад, автомобільними акумуляторами. Потужність інвертора може варіюватися від 300 до 3000 Ватт. Деякі моделі інверторів можуть бути оснащені роз'ємом USB, що зручно для підключення гаджетів до пристрою.

Окрім інверторів промислового виробництва, існують і інші способи створення пристроїв інверторного типу [1]. Так можливе конструювання моделі автономного комбінованого джерела електроживлення інверторного типу на базі комп'ютерного джерела безперебійного живлення з резервним накопичувачем енергії на іоністорах (суперконденсаторах) (Рис.1).

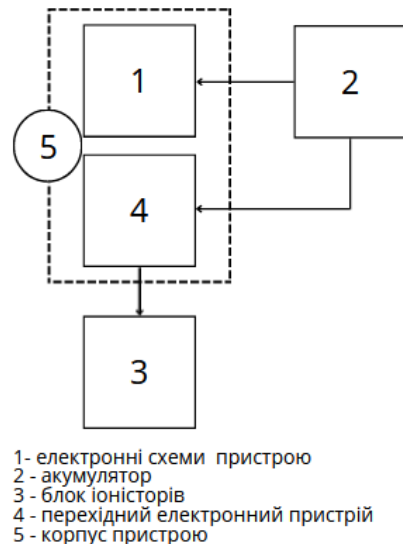


Рис. 1. Блок-схема комбінованого джерела живлення інверторного типу (схема автора)

Отже, інвертори дозволяють отримати напругу змінного струму стандартної частоти від джерел постійного струму з невеликої вихідною напругою. Розробка інверторних джерел енергії з кількома накопичувачами електроенергії забезпечує високу ефективність та надійність роботи.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Методичні вказівки до виконання дослідницької лабораторної роботи ЕТУ-4 «Автономні інвертори» для студентів напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» / Упоряд.: С.І. Випанасенко, О.Р. Ковальов, С.В. Дибрін, О.В. Бобров. - Дніпропетровськ: НГУ, 2015. – 22 с.
- [2] Сенько В.І., Трубіцин К.В., Чибеліс В.І. Інвертори і перетворювачі частоти: навч. посіб — Київ: Видавництво Ліра-К, 2020. — 300 с.
- [3] Островерхов М.Я., Сенько В.І., Чибеліс В.І. Імпульсні перетворювачі стабілізованої напруги. — Київ, 2020. — 242 с.

Козленко О.В.¹, Рибачик І.К.², Довженко О.В.²

*¹Лабораторія криогенної техніки ФМФ КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ,
пр.Берестейський 37, email:OVKozlenko@gmail.com*

*²Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» м. Києва, бул. В. Гавела, 41а,
email:dovolevas@gmail.com*

ВИДИ ЗАХИСНИХ ШОЛОМІВ

***Анотація.** Огляд захисних бойових шоломів. Розглянуто еволюцію шоломів в історичному розрізі, особливу увагу приділено сучасним існуючим технологіям, їх недолікам та перевагам.*

***Abstract.** Overview of protective combat helmets. The evolution of helmets in historical context is considered, special attention is paid to modern existing technologies, their disadvantages and advantages.*

***Ключові слова:** захисний шолом, бойовий шолом, безпека, захист, військове спорядження.*

***Keywords:** protective helmet, combat helmet, safety, protection, military uniform*

Основне завдання військового спорядження – це убезпечити воїнів та зберегти їм життя. Військові шоломи мають важливе значення для захисту воїнів, від початку їх використання вони значно еволюціонували.

Метою роботи є огляд сучасних захисних бойових шоломів, визначення недоліків та переваг технологій.

На початку ХХ століття використовували звичайні важкі сталеві шоломи. Але вони були незручними та захисну функцію виконували не досить ефективно.

1965 р. американська вчена польського походження, хімік Стефані Кволек винайшла кевлар (синтетичне балістичне волокно, яке скріплюється синтетичною полімерною смолою). Тоді ж цей матеріал почали використовувати і у військовій справі. У 70-х роках з'явилися персональні бронезахисні системи для сухопутних військ – бойові шоломи PASGT. Порівняно з попередніми поколіннями ці шоломи з кевларовим покриттям значно ефективніше виконували захисну функцію.

На початку XXI століття було розроблено інтегрований комунікаційний шолом MICH. Він мав меншу вагу, можливості для кріплення гарнітури і був доступним у чотирьох розмірах.

Але розробки в цій сфері не завершилися, з'явилася технологія Future Assault Shell Technology, відома як FAST.

Отже, зараз використовують три основні види військових шоломів: PASGT, MICH і FAST [2].

Каски PASGT широко використовуються з 1983 р. Уперше вони були використані в США. Вони прийшли на зміну каскам Другої світової війни. Багатошарова зовнішня оболонка зроблена з кевлару. Досить надійна, але через високий комір не дуже зручна.

Каски MICH менш глибокі за попередні, а тому більш комфортні. Модифікований кевлар захищає від прямого пострілу з пістолету калібру 9 мм. Каска має чотириточкову системою кріплення та забезпечує можливість приєднання на неї додаткових зовнішніх пристроїв.

Каски FAST більш легкі (важать 1,65 кг), а тому підходять для тривалого носіння, мають великий отвір для вух для можливості використання тактичних навушників. Така каска має рейки для кріплення додаткових аксесуарів. Захищає від прямого пострілу з пістолету калібру 9 мм.

При виборі каски важливо, щоб вона виконувала свої функції захисту та була підібрана у відповідності з розміром голови. Каска повинна бути не надто низька, але і не дуже висока. У першому випадку вона заважатиме носити тактичні окуляри, а у другому не буде захищати в повній мірі.

Здебільшого такі шоломи призначені для захисту від уламків, снарядів чи будівельного сміття. Осколки утворюються після роботи мінометів, ракет, гранат.

Безпосередній постріл у голову нечасто трапляється під час бойових дій. Частіше він виникає внаслідок пострілу снайпера. Снайперська гвинтівка стріляє потужними кулями, яких каска не витримає.

Сучасні снайперські гвинтівки оздоблені денним оптичним каналом, нічним інфрачервоним каналом, лазерним далекоміром і балістичним комп'ютером [1].

Для того щоб захистити власника шолому від ураження снайперською гвинтівкою чи інших пристроїв із лазерним наведенням, існують певні технології. Засоби протидії лазерному наведенню можна об'єднати в три

групи. Це технології попередження про лазерне опромінення, димові завіси, протилазерні системи активного захисту.

Отже, серед існуючих бойових шоломів наразі використовуються PASGT, MICH і FAST. Найбільш ефективним вважається FAST.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Керівництво зі стрілецької справи. 7,62-мм снайперська гвинтівка Драгунова (СГД). - Командування сухопутних військ Збройних Сил України спільно з Національною академією сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного та Центром оперативних стандартів і методики підготовки Збройних Сил України – 2019.

[2] Лазер проти снайпера: протидія сучасним лазерним детекторам оптичних приладів. Режим доступу: <https://www.ukrmilitary.com/2018/05/laser-vs-sniper.html>

Maltseva A.V., Matveeva T.V.

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, 37 Beresteyskyi ave.,
email: maltseva.angelina@lil.kpi.ua*

THE COMBINATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND 3D PRINTING

***Анотація.** Поєднання штучного інтелекту та 3D-друку відкриває нові можливості в багатьох галузях. Це дозволяє автоматизувати процес 3D-друку, розвивати виробництва та покращувати якість продукції. Однак таке поєднання має свої труднощі. Хоча в Україні поки що не використовується така комбінація технологій, країна має певний потенціал у сферах медицини, прототипування та будівництва, що могло б прискорити розвиток та сприяти розв'язанню поточних проблем, зокрема в умовах війни.*

***Abstract.** The combination of artificial intelligence and 3D printing opens up new opportunities in many industries. This allows you to automate the 3D printing process, develop production and improve product quality. However, this combination has its difficulties. Although Ukraine does not yet use such a combination of technologies, the country has the potential in the fields of medicine,*

prototyping and construction, which could accelerate development and contribute to solving current problems, in particular in conditions of war.

Ключові слова: *3D-друк, штучний інтелект, інновації, поєднання технологій, війна в Україні*

Keywords: *3D printing, artificial intelligence, innovations, combination of technologies, war in Ukraine*

Artificial intelligence and 3D printing are two powerful technologies that create new opportunities for different industries. AI is a branch of science that creates intelligent systems capable of solving tasks that require a human mind, such as image recognition, decision-making, advising users, and creating original content. 3D printing is the process of making physical objects by sequentially applying layers of material to a digital model. Both of these branches have great potential for the development of science, education, medicine, industry, architecture, art and other spheres of human activity.

But have you ever wondered what opportunities open up when these two industries combine? What are the disadvantages and advantages of this combination? And most importantly, what role does it play for Ukraine in the current war?

The purpose of our study is to answer these questions by analyzing the current state and prospects for the development of a combination of AI and 3D printing. Consider the main directions and attached such synergy.

The combination of AI and 3D-druku creates new opportunities for innovation in various fields of activity. Using AI to design and optimize 3D models, and 3D printing for their physical implementation, it is possible to create complex and functional mechanisms that would be impossible to produce without these technologies. However, this combination has its strengths and weaknesses to consider.

Consider a variety of areas that use a combination of AI and 3D printing:

Design and construction: Artificial intelligence analyzes large amounts of data, optimizes design decisions, sets a budget, and generates various design options. 3D printing creates complex geometric shapes, reduces waste and increases efficiency. As a result, new materials, methods and models of construction are created, which are more adaptive and environmentally friendly than usual. However, the true potential of AI and 3D printing lies in their synergy. When creating complex

architectural designs, artificial intelligence can create optimized 3D printing trajectories, reducing printing time and material consumption. In addition, AI monitors the structural integrity of 3D-printed components in real time, ensuring that they meet safety standards [1].

Using generative artificial intelligence, Apis Cor creates 3D printed houses that are affordable, sustainable and energy efficient. This made home ownership more affordable for everyone and also helped reduce the environmental impact of construction. This is a crap example of a combination of modern technology [2].

Education: 3D printing and AI encourage students to actively participate in learning, giving them the opportunity to create their own projects, experiment and receive feedback. They also develop creativity, logical thinking, analytical skills. There is an improvement in the quality and accessibility of education. 3D printing and AI help teachers prepare effective and individualized learning materials tailored to the needs and level of students. They can also provide distance learning using online platforms, virtual assistants or interactive simulations.

However, 3D printing and AI also have some disadvantages for education, such as: expensive hardware and software, violation of ethical and social issues related to copyright, privacy and security, the need for training and support of teachers, changing approaches to teaching, focusing more on facilitation or mentoring.

An example of such a combination of technologies is the FabMaker Studio project in the USA, which allows students to design and create 3D models from paper, cardboard, fabric and other materials using 3D printers, cutters and robots. Artificial intelligence is used to analyze data about the learning process, adapt tasks to the level of students, provide feedback and advice [6].

Medicine: Powerful technologies such as 3D printing and artificial intelligence have a significant impact on the medical industry. However, they require a careful and critical approach to their development and application to ensure their safety and effectiveness. The field of medicine does not fully utilize these technologies due to the fact that AI is often inaccurate and unverified, and 3D printing has limitations on the quality and availability of materials and equipment. Therefore, it is necessary to continue researching and improving these technologies, as well as to develop appropriate rules and regulations for their regulation and control [3].

The manufacture of a complete mitral valve apparatus is an example of how artificial intelligence and 3D printing can be applied in medicine. The models were segmented with 3D ultrasound, and then the 3D printing molds were calculated automatically and printed on a solid material, the lower part of which was water soluble. The production time was approximately 36 hours per valve. Twelve surgeons performed various surgical techniques, such as anuloplasty, neochord implantation, and triangular leaflet resection, and very positively evaluated the realism of the valves [4].

Fashion: The fourth industrial revolution influenced society's development, which led to a revolution in business management methods. Artificial intelligence has become part of doing business in various industries, and the fashion industry is no exception. Fashion has always looked to the future and captured new technologies when they appeared. Artificial intelligence works and moves at the speed at which fashion moves.

Examples of how artificial intelligence and 3D printing can work together in the fashion industry are the creation of hybrid materials that combine the properties of different fabrics and synthetic substances, which improve comfort, functionality, and style of clothing. The Ministry of Supply employs artificial intelligence to analyze temperature and sweat data, and then utilizes 3D printing to produce clothing that can adjust to the wearer's climate and activity [5].

In different parts of the world and in different fields of activity, the integration of AI and 3D printing is used to create a prosperous future. What is the significance of this combination for Ukraine in the context of the current war?

The combination of AI and 3D printing can play an important role for Ukraine. With them, you can create a variety of military equipment, such as drones, periscopes, protective shields, harnesses and prostheses. This will help reduce dependence on foreign suppliers. We already know that AI and 3D printing can produce individual medical implants, prostheses, orthoses, stents that take into account the characteristics of each patient. It can improve the quality of life of people affected by war, as well as reduce the risk of complications and rejection. We also learned that with AI and 3D printing, you can create interactive and visual materials for learning and research. The education of the younger generation should be given special attention, as they should be responsible for reviving the country after the war and raising its economic status on the world stage.

So, although AI and 3D printing technology is not yet perfect, we already see that this industry has great potential in various spheres of human activity, especially for Ukraine. Therefore, it is worth financing the development and implementation of AI and 3D printing in Ukraine, because it can give an advantage over the aggressor, improve the welfare of the population, strengthen the country's position in the international arena.

REFERENCES

- [1] Tan, K. (2018). The framework of combining artificial intelligence and construction 3D printing in civil engineering. In *MATEC web of conferences* (Vol. 206, p. 01008). EDP Sciences.
- [2] Kishor K. Generative AI is Revolutionizing 3D Printing. Access mode: <https://medium.com/@Nontechpreneur/generative-ai-is-revolutionizing-3d-printing-8605c3c080ff>
- [3] Elbadawi, M., McCoubrey, L. E., Gavins, F. K., Ong, J. J., Goyanes, A., Gaisford, S., & Basit, A. W. (2021). Harnessing artificial intelligence for the next generation of 3D printed medicines. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 175, 113805.
- [4] Engelhardt, S., Sauerzapf, S., Preim, B., Karck, M., Wolf, I., & De Simone, R. (2019). Flexible and comprehensive patient-specific mitral valve silicone models with chordae tendineae made from 3D-printable molds. *International journal of computer assisted radiology and surgery*, 14, 1177-1186.
- [5] Abd El Aziz, N. M. E., Qandil, N. M. F., & Al Kherbawy, R. M. (2023). The Role of Artificial Intelligence and 3d Printing in the Fashion Industry. *Kurdish Studies*, 11(2), 3791-3796.
- [6] FabMaker Studio. Access mode: <https://www.fablevisionlearning.com/fabmakerstudio>

Мельниченко М.А.¹, Співак О.А.¹, Козленко О.В.², Климук О.С.²

*¹Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ,
пр.Берестейський 37, email: uis_oksspivak@ukr.net*

*² Національний технічний університет України “Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, пр.Берестейський 37,
email: ovkozlenko@gmail.com*

СУЧАСНЕ ПРОТЕЗУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ 3D-ДРУКУ

***Анотація.** В роботі розглянуто сучасні технології протезування кінцівок та суглобів. Показано, що найбільш перспективною є технологія 3D-друку. Розроблено прототип для протезування колінного суглобу.*

***Abstract.** Modern technologies for limb and joint prosthetics are considered. 3D printing technology is stated to be the most promising among them. A prototype for knee joint prosthesis has been developed.*

***Ключові слова:** протезування, 3D-друк, колінний суглоб.*

***Keywords:** prosthetics, 3D printing, knee joint.*

У сучасному світі, актуалізуються проблеми пов’язані зі збереженням здоров’я людей та створення інклюзивних умов для людей, які цього потребують. Для України ці проблеми є особливо гострими в умовах широкомасштабної агресії з боку РФ. Кількість людей з інвалідністю зростає щодня. Втрата кінцівок або ураження суглобів серед різних груп населення обмежує їх повсякденну активність та якість життя. Саме тому, використання технологій 3D-друку для виготовлення протезів є перспективним рішенням. Це дозволяє створювати індивідуально адаптовані протези, враховуючи анатомічні особливості користувача та вибираючи оптимальні матеріали за критеріями якості та вартості [1].

Використання технології 3D-друку надає унікальні можливості для виробництва тривимірних структур, зокрема протезів. Така технологія передбачає додавання матеріалів шар за шаром, що складає сутність адитивного виробництва. Його застосування в медичній сфері дозволяє подолати обмеженість традиційних методів виготовлення прототипів, пов’язаних із хірургічними втручаннями [2].

Матеріали для 3D-друку в медичній сфері повинні відповідати високим стандартам біосумісності для інтеграції з тканинами організму. Природні полімери, такі як гідрогелеві альгінати, хітозан та желатин, зазвичай використовуються для біодрукування тканин і органів, забезпечуючи потрібну адгезію клітин [3]. Синтетичні полімери, такі як поліетиленгліколь (PEG), полі(молочна гліколева кислота) (PLGA) та поліуретан (PU), широко використовуються у 3D-друці завдяки їхнім регульованим механічним властивостям та біосумісності [4]. PLA, біорозкладний біопластик, виготовлений з відновлюваних рослинних джерел, є екологічно чистим та біокомпатибельним матеріалом, що робить його популярним в медичних застосуваннях, включаючи виготовлення протезів. Його легко обробляти та має високу біосумісність, що робить його ідеальним для використання в 3D-друку. Саме його було використано для створення майбутньої моделі нового протезу.

Головною метою протезування є відновлення або поліпшення фізичних можливостей людини, яка втратила частину свого тіла через травму, хворобу або інший негативний вплив. Серед різноманіття хвороб, що передбачають протезування, варто виділити такі як артроз та артрит, що в основному призводять до пошкодження хрящового покриву у колінному суглобі, що зумовлює лікування і подальше встановлення розробленої моделі протезу.

Автором розроблено прототип для протезування колінного суглобу. Ідея протезу полягає у відсіканні пошкоджених хрящових та меніскових поверхонь хірургічним шляхом, за яким слідує встановлення двостороннього протезу, що повторює форму суглобу. Структура протезу складається з пластинки, до якої прикріплена форма, повністю повторюючи хрящ та відповідну йому частину менісків. Розмір цієї пластинки та обрізаної частини залежить від індивідуальних показників, отриманих після сканування суглобу хворої людини. Встановлюється протез на попередньо підготовлені кістки за допомогою кісткового цементу.

Після майбутнього встановлення протезу ефективність процедури та час відновлення залежать від декількох факторів. По-перше, тип процедури грає важливу роль: артроскопічна хірургія або хірургічне видалення пошкодженого хряща можуть зменшити травматичність та сприяти швидшому відновленню порівняно з традиційним відкритим хірургічним втручанням. Другий фактор - використання новітніх технологій та біосумісних матеріалів

для виготовлення протезу, таких як полілактид, може покращити його функціональність та сприяти швидшій інтеграції з навколишніми тканинами. Третім фактором є індивідуальні характеристики пацієнта, такі як загальний стан здоров'я, рівень активності та вік, які можуть впливати на швидкість відновлення.

Проведення додаткових досліджень може дозволити широке застосування у майбутньому вищеописаного прототипу протезу для колінного суглобу, оскільки він вигідний з точки зору вартості виготовлення та може стати доступним більшій частині пацієнтів. Перспективи розвитку включають дослідження нових композитних матеріалів для поліпшення характеристик протезу та розробку більш компактного та ергономічного дизайну для зручності та природності рухів.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/978-981-15-5424-7> (дата звернення 4.12.2023)
- [2] Kong, Bin; Zhao, Yuanjin (2023-01). [3D Bioprinting for Biomedical Applications](#). BME Frontiers (англ.). Т. 4. ISSN 2765-031. Режим доступу: [doi:10.34133/bmef.0010](https://doi.org/10.34133/bmef.0010). (дата звернення 4.12.2023)
- [3] Ахре, Енеко; Оуен, Мішель (25 листопада 2016). Режим доступу: [Applications of Alginate-Based Bioinks in 3D Bioprinting](#). *International Journal of Molecular Sciences*. **17** (12):1976.
- [4] Wang, Xiaohong (25 листопада 2019). Режим доступу: [Advanced Polymers for Three-Dimensional \(3D\) Organ Bioprinting](#). *Micromachines*. **10** (12): 814.

*Наконечний І.А., Вастерова М.Д., Чирка Ю.В., Іванова І.М.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email: nakonechnyi.illia@lil.kpi.ua*

КЛАСТЕРНИЙ РОЗПАД: ЩО ЗНАХОДИТЬСЯ МІЖ АЛЬФА РОЗПАДОМ ТА СПОНТАННИМ ПОДІЛОМ?

***Анотація.** Проведено аналіз сучасного розуміння поняття кластерного розпаду та експериментальних досліджень цього напрямку. Сформовано основні проблеми подальшого вивчення даного класу розпадів.*

***Abstract.** This work provides general information about the concept of cluster decay and experimental studies. Also we tried to formulate main problems for further research.*

***Ключові слова:** кластерний розпад, кластер, радіоактивність.*

***Keywords:** cluster decay, cluster, radioactivity.*

Нині кластерний розпад має широке застосування, зокрема для розуміння ядерних реакцій та властивостей ядра [1]. Саме тому для нового етапу ядерної фізики, застосування теорії кластерного розпаду залишається актуальним. Метою цього дослідження є розкриття теорії, що пов'язана з даним типом ядерних процесів та прогнозування подальших можливостей застосування знання про кластерний розпад.

Кластерний розпад — це ядерний процес, проміжний між альфа-розпадом і спонтанним поділом, під час якого радіоактивний атом випускає кластер (нове структурне утворення нейтронів і протонів, котре більше за альфа-частинку, проте менше за подвійний фрагмент поділу).

Хоча термін “кластерний розпад” технічно включає альфа-розпад, вони зазвичай розглядаються окремо, оскільки останній більш поширений. Рідкісність цього процесу пояснюється тим, що кластерна радіоактивність маскується кількома α та β^- розпадами. Окрім цього він – також обмежений у області важких атомів, які мають енергію, щоб викинути частину свого ядра.

Розпад кластерів помітно відрізняється від спонтанного поділу. У разі спонтанного поділу буде багато різних видів дочірніх продуктів. При розпаді

кластера завжди випромінюється одна й та сама частинка. Спільним для кластерного та α - розпадів є бар'єрний механізм реалізації кінцевого стану: утворення альфа-частинок або ансамблю різних фрагментів ділення.

Для пояснення кластерної радіоактивності використовують поєднання адіабатичних та неадіабатичних підходів залежно від маси випромінюваного кластера. При цьому маса $A \sim 35$ стає критичним f параметром переходу між цими підходами.

Для проблем кластерної радіоактивності цікаво досліджувати ймовірності виходу фрагментів поділу важких ядер і встановлення факторів впливу на це дослідження. Таке завдання може бути вирішене в рамках наближення після поділу, коли конкретні характеристики розподілу маси або заряду визначаються відповідно до характеру термодинамічного впорядкування продуктів поділу ядра.

Досліджуючи залежності ймовірностей (P) виходів різних фрагментів поділу з зарядовим числом Z_i для урану, видно, що результати не дуже чутливі до ізотопного складу урану (^{233}U , ^{234}U , ^{235}U чи ^{238}U); однак на них дуже впливають параметри збудження розщеплюваного ядра.

Ступінь збудження ^{234}U надає особливий вплив на "врожайність" фрагментів поділу ядра. З переходом від «холодної» ($t = 0,5$ MeV) до «гарячої» ($t = 2,0$ MeV) стадій поділу, збільшується ймовірність кластерів, що утворюються внаслідок розпаду.

Уперше кластерну радіоактивність було передбачено у працях Сандулеску, Поенару, Грейнер 1980 р. [2]. Чотири роки потому Роуз і Джонс з Оксфордського університету повідомили про свій експеримент із кластерної радіоактивності з материнського ядра [3].

Розрахунки систематичного режиму розпаду кластера були показані в [4]. З ASAF (analytical super asymmetric fission – аналітичне супер асиметричне ділення) [5], що моделює період напіврозпаду всіх комбінацій (близько 10^5) пари фрагментів $^{A_e}Z_e$ та $^{A_d}Z_d$ з зарядовим числом кластера $2 < Z_d < 28$ для кожного AZ . Найкоротший період напіврозпаду відповідає α – розпаду, для ^{14}C (для ізотопів Ra) або ^{24}Ne (для ізотопів U) кластерам.

Потрійний поділ є порівняно рідкісним (від 0,2% до 0,4% від загальної кількості подвійних явищ поділу) різновидом ядерного поділу, під час якого утворюються три заряджені продукти [6]. Найменший із заряджених продуктів може варіюватися від такого малого заряду та маси, як один протон ($Z = 1$), до

такого великого фрагмента, як ядро аргону ($Z = 18$), або навіть більше. Найпоширенішим дрібним уламком є гелій-4 (близько 90% від загального виходу).

Отже теорія кластерного розпаду допомагає нам краще осягнути деякі космологічні процеси. Наприклад, його використання можна застосувати для дослідження еволюції зір та формування ядерних елементів у них. Також він може мати важливі наслідки і в контексті ядерної енергетики. Дослідження кластерного розпаду можуть також допомогти в розробці нових методів отримання ядерної енергії за допомогою ядерних реакторів, в основу яких покладено ці процеси.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] A. D. Skorbun, O.A. Kuchmagra, G.I. Odinokin, V.T. Maslyuk, M.I. Romanyuk. “*On the possibility to detect acts of cluster decay of atomic nuclei by the methods of noise diagnostic*”. Problems of atomic science and technology (ISSN 1562-6016). №3 (127). p.143-147. (2020).
- [2] Săndulescu, A., Poenaru, D. N., & Greiner, W. “*New Type of Decay of Heavy Nuclei Intermediate between Fission and Alpha-Decay*”. Soviet Journal Particles and Nuclei, №11, p.528-541. (1980).
- [3] Rose, H. J., & Jones, G. A. “*A New Kind of Natural Radioactivity*”. Nature, vol. 307 (Issue 5948), p.245-247. (1984). doi.org/10.1038/307245a0
- [4] W. Greiner, M. Ivascu, D.N. Poenaru, A. Sandulescu in “*Treatise on Heavy Ion Science*”, vol. 8, editors by D.A. Bromley (Plenum, New York, 1989), p.641 doi.org/10.1007/978-1-4613-0713-6
- [5] D.N. Poenaru (ed.), R.A. Gherghescu. “*Nuclear Decay Modes*”. Journal of Nuclear Physics, Material Sciences, Radiation and Applications, vol.8, №1. p.65-70. (2020) doi.org/10.15415/jnp.2020.81008
- [6] Poenaru, D. N., Greiner, W., & Gherghescu, R. A. “*Energy Released in Ternary Fission*”. Atomic Data and Nuclear Data Tables, vol.68(1), p.91-147. (1998). doi.org/10.1006/adnd.1997.0758

Осадча О.П.¹, Співак О.А.¹, Козленко О.В.²

¹Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ,
пр.Берестейський 37, корпус 7, email: osadchaallo@gmail.com,

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email: ovkozlenko@gmail.com

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАДПРОВІДНИКІВ

Анотація. В роботі розкрито питання щодо властивостей надпровідників, розглянуто їх практичне застосування.. Проведено експеримент, щодо ефективного застосовування методу відкачування для поліпшення використання надпровідності.

Abstract. The paper discusses the topic of the properties of superconductors, their practical application is considered. An experiment was conducted on the effective use of the pumping method to improve the use of superconductivity.

Ключові слова: надпровідники, метод відкачування, магнітні властивості.

Keywords: superconductors, pumping method, magnetic properties.

Нині, коли наукова діяльність розвивається досить стрімко, людство починає знаходити нові матеріали та виявляти невивчені властивості вже, як здавалося, досліджених. Такими стали і надпровідники. Виявили існування надпровідності у 1911 р. Голландський науковець Гейке Камерлінг-Оннес відкрив новий стан у фізиці під час дослідження змін електричного опору від зниження температури. Під час експерименту було виявлено різку втрату електричного опору, пізніше виміряно критичну температуру, 4.1 К (сьогодні 4.2 К) [1]. Заміри фізика на теперішній час не зовсім точні, тобто змінені через неточну шкалу вимірювання. Надпровідність вперше знайшли у ртуті, саме її науковець використовував 1911 р. Пізніше визначили, що надпровідники бувають першого (переважно чисті метали, низькотемпературні) і другого роду (переважно сплави та хімічні сполуки, високотемпературні). Експерименти проводилися не так масштабно через складність досягнення

критичної температури потрібної для входу в надпровідний стан. Для досягнення низьких температур використовували рідкий гелій, сьогодні, з появою високотемпературних надпровідників, використовують рідкий азот. Підсумовуючи, надпровідність – це властивість деяких матеріалів, яка полягає в тому, що їх електричний опір стрибком падає до нуля при охолодженні нижче критичної температури T_c , яка є характерною для даного матеріалу.

Окрім властивості зниження опору до нуля, існують і інші не менш цікаві особливості. Наприклад після досягнення критичної температури з надпровідника починає виштовхуватись не надто сильне магнітне поле. Це називають левітацією або ефектом Мейснера. Надпровідники другого роду можуть виштовхувати сильніше магнітне поле, мають вищу температуру переходу тому використовуються частіше. Також у першого роду надпровідності і другого доволі значна різниця властивостей, адже надпровідники другого роду мають два критичних стани, після проходження першого, ідентичного до першого роду, починається фаза Шубнікова – у надпровідник починає проникати магнітне поле у вигляді вихорів Абрикосова. Кожен вихор має у собі нормальну фазу у серцевині і надпровідну у всіх інших його частинах. Надструм циркулює біля ненадпровідного ядра, створює магнітне поле яке еквівалентне кванту магнітного потоку [2]. Надпровідний стан може руйнуватися з підвищенням температури за критичну, прикладанням сильнішого магнітного поля чи струму.

Враховуючи згадані теоретичні відомості найбільшою проблемою для практичного застосування є питання підтримання низьких температур, тому метою дослідження стало збільшити час перебування у надпровідному стані, не збільшуючи кількість використаного криогенту. У практичній частині використовувався високотемпературний надпровідник другого роду $YBa_2Cu_3O_7$ з температурою переходу 78 К (6 К віддається на перехід), криогентом був рідкий азот (77 К).

У першій частині експерименту було виміряно час перебування у надпровідному стані за умов середовища (18°C / 291 К). Період підтримання температури становив 14 хвилин.

У другій частині експерименту використовувався метод відкачування теплих парів азоту. Після фіксування переходу надпровідник поміщався під ковпак, таким чином ізолювався від зовнішніх чинників впливу. Опісля вмикався насос що відкачував теплі пари азоту. Під час відкачування було

зафіксовано утворення криокристалів додатково охолоджуючих надпровідників і подовжуючих період його перебування у надпровідному стані. Було виміряно 26 хвилин підтримання критичної температури. Тобто використовуючи метод відкачування можливо збільшити час перебування вдвічі, а загалом підтримувати його до 40 хвилин.

Метод відкачування можливо ефективно застосовувати для поліпшення використання надпровідності. Наразі надпровідники вже широко застосовуються у різноманітних сферах нашого життя. Наприклад у Японії працюють потяги на магнітній подушці. Вони є більш екологічними і зручнішими за звичайні. У їх функціонуванні використовується попередньо описаний ефект левітації. Потяг може розвивати швидкість до 580 км/год через відсутність тертя. Також надпровідність використовується для функціонування Великого адронного колайдера задля прискорення заряджених частинок. У квантових комп'ютерах використовують надпровідні котушки для зберігання інформації. Надпровідниковий магнітний акумулятор має ККД у 95 відсотків, тому є оптимальним джерелом збереження енергії. З огляду на те, що суспільство безперервно розвивається, можна сказати, що надпровідники будуть все більше вдосконалюватись і практично застосовуватись. Тому доки не буде винайдено надпровідник кімнатної температури питання низьких температур буде нагальним. Отже запропонований метод відкачування теплих парів азоту є оптимальним для вирішення поставленої задачі.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Локтєв В.М. Лекції з фізики надпровідності. Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України, Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”. Київ: 2011. 276 с.
- [2] Шкловский, А.В., Добровольский В.А. Пининг и динамика вихрей в сверхпроводниках. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна. 2014. 122 с.

Семінський Є. О.¹, Вовкогон О.О.,¹Ігнатова С.С.², Гаврилюк В. В.³

¹Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» м. Київ, бул. В. Гавела, 41а,
email: pl.kpi@ukr.net

²Комунальний заклад позашкільної освіти «Київська Мала академія наук
учнівської молоді», м Київ, вул. Івана Мазепи, 13, email: kman.techniki@gmail.com

³ННЛКТ ФМФ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м.Київ, Берестейський пр-т 37,
email: ovkozlenko@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР НА РОБОТУ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ

Анотація. Досліджено експлуатацію стабілітрону в умовах низьких температур. Показано, що при зниженні температур початок робочого діапазону стабілітрона зміщується в область більш низьких напруг, що може бути застосованим для роботи в умовах низьких температур.

Abstract. The operation of the zener diode at low temperatures was investigated. It is shown that when temperatures decrease, the beginning of the zener diode's operating range shifts to the region of lower voltages, which can be used for operation at low temperatures.

Ключові слова: низькі температури, стабілітрон, вольтамперна характеристика.

Keywords: low temperatures, zener diode, current-voltage characteristic.

Вивчення та дослідження космосу були б неможливі за умови відсутності обладнання, яке може коректно функціонувати в умовах низьких температур. Будь-яке обладнання складається із багатьох електронних компонентів, які потребують вдосконалення у зв'язку із застосуванням їх в екстремальних умовах. Саме експлуатація при низьких температурах ставить проблему співвідношення якості-ціни матеріалів та компонентів. Тому найперше питання, яке потребує перевірки: можливість застосування використання в обладнанні компонентів звичайної “земної” електроніки замість коштовного спеціально створеного обладнання, що адаптовано для зміни тиску та низьких температур. Втілення даного підходу неможливе без знання впливу низьких температур на параметри електронних компонентів. Дослідження цього впливу дозволить прогнозувати поведінку “звичайних” компонентів та використати їх для зниження вартості такого обладнання.

Предметом дослідження було обрано: вплив низьких температур на роботу електронних компонентів. А саме: дослідження параметрів струму напівпровідникового діоду (стабілітрону). Напівпровідниковий стабілітрон (опорний діод; діод Зенера) являє собою напівпровідниковий діод, який працює при зворотному зміщенні у режимі пробію та призначений для стабілізації напруги.

Для дослідження використані: стабілітрони моделі КС515А у кількості п'яти одиниць; рідкий азот; термоізольована посудина; вольтметр (мультиметр UNI-T UT33C); амперметр В7-35; лабораторний блок живлення ТЕС-13 (ЛБЖ); блок електричного навантаження (електрична схема наведена на рис.1).

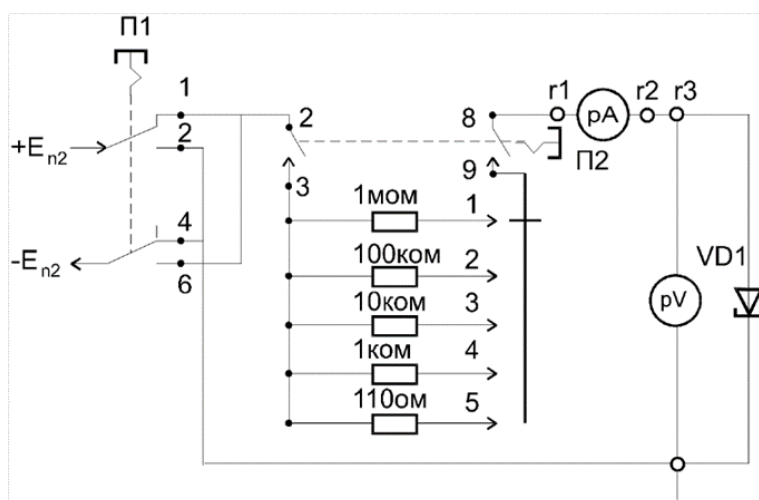


Рис. 1. Електрична схема експериментальної установки

Одержані результати дослідження напівпровідникових діодів свідчать про наявність впливу змін температур на їх ВАХ. Так, для обраних для дослідження стабілітронів як робочої, так і низької температури, залежність сили струму від напруги зберігала характер, наближений до лінійного у початковому діапазоні (0...-13,4 В).

У діапазоні (-13,4...-15,55 В) характеристики стабілітрона суттєво відрізняються. Якщо при робочій температурі залежність сили струму від напруги продовжує зберігати прямолінійний характер, то для низьких температур у цьому діапазоні спостерігається різка зміна значень сили струму при яких стабілітрон може стабілізувати напругу. Встановлено, що пробій істотно залежить від температури. Для низьких температур пробій настав раніше (при -13,4 В), а для робочої температури пізніше (при -15,55 В). Ділянка лавинного пробію більш виразно простежується в умовах низьких

температур. На рис.2 зображено типову ВАХ для діодів, а на рис. 3 – одержані результати в ході вимірювань.

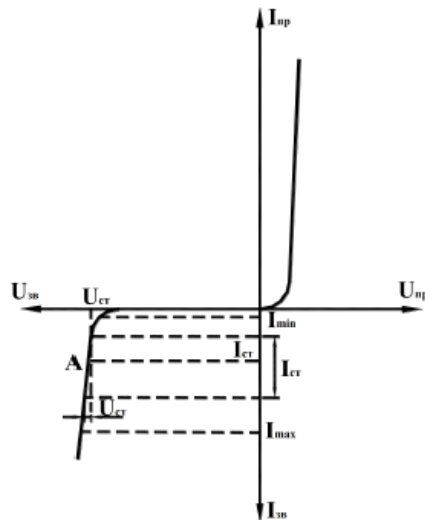


Рис. 2. Вольт-амперна характеристика стабілітрона

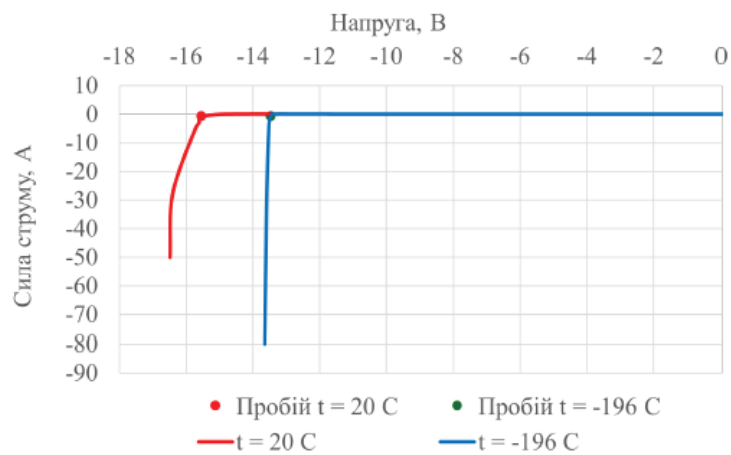


Рис. 3. Вольт-амперна характеристика стабілітрона модель KC515A

З аналізу одержаних результатів встановлено, що пробій діоду суттєво залежить від температури. Стабілітрон та подібні йому елементи зберігають свою функціональність при низьких температурах, водночас їхні характеристики змінюються. Одержаний результат треба враховувати при

проектуванні електронного обладнання, яке може бути застосовано у відкритому космосі.

Результати проведених досліджень свідчать про те, що при зниженні температур початок робочого діапазону стабілітрона зміщується в область більш низьких напруг, що може бути застосованим для роботи в умовах низьких температур. Також результати проведеного дослідження говорять про перспективність подальших робіт за обраною тематикою і в майбутньому можуть стати основою для розширення температурних діапазонів роботи електронних приладів. Робота над такими довготривалими та ґрунтовними дослідженнями, стає запорукою формування наукового світогляду, зацікавленості до технічних наук, а як наслідок розвитку України, як високотехнічної космічної сучасної держави.

ЛІТЕРАТУРА

- [1]. Твердотільна електроніка : навч. посіб. / Бондаренко І.М. , Бородін О.В., Галат О.Б., Карнаушенко В.П. Харків: ХНУРЕ, 2020 р. 237 с.
- [2]. Дрозденко К.С. Фізичні основи електроніки. Курс лекцій : навч. посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 153 с.
- [3]. Основи електроніки : навч. посіб. / Васюра А. С., Дорощенко Г. Д., Кожем'яко В. П., Лисенко Г. Л. Вінниця : ВНТУ, 2018. 197 с.
- [4]. Електрорадіоматеріали: навч. посіб. / В.В. Лишук. Луцьк, 2016. 324 с
- [5]. Фізика процесів у напівпровідниках та елементах електроніки : навч. посіб./ Д. М. Фреїк та ін. Івано-Франківськ : ПНУ імені Василя Стефаника, 2010. 263 с.

Свердліченко Д.Ю., Карлова А.О., Іванова І.М.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email: im_ivan@ukr.net*

НОВІ ДОСЯГНЕННЯ У ФІЗИЦІ ТВЕРДОГО ТІЛА: КВАЗІКРИСТАЛИ ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ

Анотація. *Наведено загальні відомості та характеристики квазікристалів відповідно до даних актуальних досліджень за заданою темою. Проаналізовано перспективи застосування та деякі пов'язані сучасні технології в сферах промисловості.*

Abstract. *This work provides general facts on characteristics of quasicrystals according to the data of the latest research in the field, which includes surface analysis of potential applications and related technological innovations.*

Ключові слова: *квазікристали, квазітрансляція, квазіперіодичність, квазіплощини, мозаїка Пенроуза.*

Keywords: *quasicrystals, quasitranslation, quasiperiodicity, lattice quasilanes, Penrose tiling*

До квазікристалів [1-7] відносять такі тверді тіла, в яких розташування атомів підпорядковується концепції квазіперіодичної трансляції, та в яких відсутня ротаційна симетрія ґратки. Такі матеріали проявляють сукупність унікальних властивостей, притаманних кристалічним металічним і аморфним тілам, та мають широкі перспективи прикладного застосування.

Квазікристали мають ротаційну симетрію 5-го, 8-го, 10-го або 12-го порядку, яка є недопустимою в реальних кристалах. Вперше, такі структури були відкриті Даніелем Шехтманом [2] при вивченні сплаву $Al_{0,86}Mn_{0,14}$, який було отримано за швидкого охолодження із розплавленого стану. Сплав розсіював пучок електронів і рентгенівських променів, які надавали чітку дифракційну картину, що мала точкову симетрію 5-го порядку. За пропозицією Джона Кана ці структури надалі були названі “шехтманітами”.

За ротаційної симетрії 5-го порядку існування періодичної тривимірної ґратки неможливе, але дослід Шехтмана емпірично показував саме таку симетрію. Згодом виявилось, що це є квазіперіодичність з математичної точки зору. Це стало підставою для впровадження терміну “квазікрystalи”.

Для подальшого опису подібних структур, в якості моделі, було запропоновано адаптувати мозаїку Пенроуза, що в місяцях розташування вузлів містила б в собі атоми сплаву (рис.1).

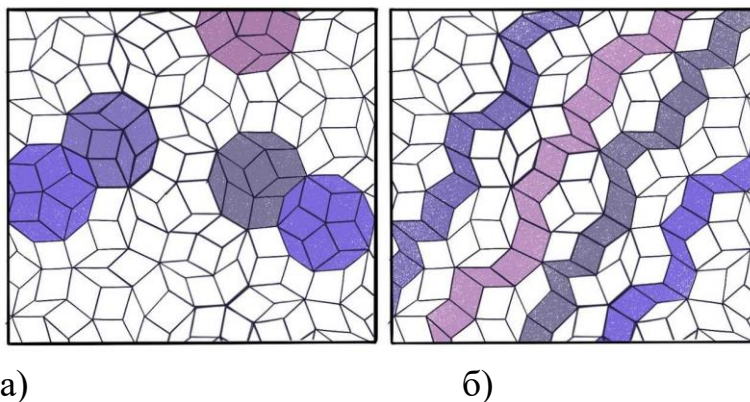


Рис.1. Мозаїка Пенроуза. Збереження орієнтації, утворених ромбами, десятикутників – а), квазіплощини заданої моделі атомної структури – б).

На прикладі такої двомірної мозаїки [1-7], в структурі ґратки можна вирізнити форми правильних десятикутників, просторова орієнтація яких є уніфікованою за всією площиною такої моделі (рис.1а), що свідчить про наявність дальнього орієнтаційного порядку [1-7] та структурних квазіплощин (рис.1б), що (за аналогією до вузлових у кристалічних тілах) надає можливість проводити дифракційний аналіз.

За допомогою дифракційного аналізу таких матеріалів (рис.1) бачимо заштриховані ромби, сторони яких паралельні заданому напрямку, утворюють системи приблизно рівновіддалених паралельних квазіплощин. Таких систем для даної моделі налічується 5, та їх взаємні перетини відбуваються під кутом 72° . В дифракційних картинах, через відсутність обмеженості умовами періодичної трансляції, можуть спостерігатись попередньо заборонені порядки ротаційної симетрії.

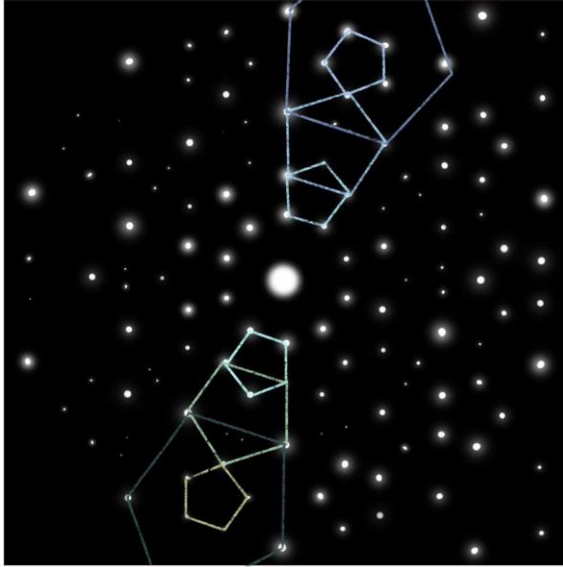


Рис.2. Дифракційна картина Лауе з вираженим, забороненим для кристалічних структур, 5-тим порядком ротаційної симетрії.

За отриманими дифракційними картинами (рис.2) можна побачити, що вони мають певні схожі властивості, але для квазікристалічного тіла розташування сукупності дифракційних піків інтенсивності чітко відповідає поворотній симетрії 5-го порядку. Така дифракційна картина визначається набором систематично розташованих піків інтенсивності, що задовільняють умовам дифракції Бреґґа при відбитті від зазначених квазіплощин зразка. На цьому засновується одна з методик подальшого аналізу просторової структури атомної будови досліджуваного квазікристалічного тіла.

Через переважання ковалентних зв'язків в структурі таких матеріалів, квазікристали мають виражені металічні властивості, які проявляються в наявності електронів провідності та в міцності міжатомних з'єднань. Разом з цим, такі матеріали мають «псевдо щілини» в енергетичному спектрі, що, в сукупності з наявними ковалентними зв'язками, зумовлює зниження їхнього електричного опору при підвищенні температури. Така поведінка, зазвичай, є властивою напівпровідникам, в енергетичних рівнях яких має місце заборонена зона між зонами валентності та провідності.

При дослідженні масивних квазікристалів було виявлено, що за кімнатної температури вони дуже крихкі та нееластичні. Але, суттєва

еластичність за локального навантаження вказує на перспективи для практичного використання (зокрема, для дисперсного зміцнення металів) [7].

За механічної дії на квазікристал природа його деформації має переважно дислокаційний характер. Дислокації квазікристалів [7] мають фононну і фазонну компоненти $\vec{b} = \vec{b}_{\text{фон}} + \vec{b}_{\text{фаз}}$, де фононна компонента зумовлює трансляційну складову дислокації, фазонна компонента – сприяє формуванню фазонних дефектів, які порушують атомну структуру квазікристалу та можуть переміщуватися в межах зазначеної структури за сприяння процесів дифузії.

Наразі однозначно проглядається тенденція до пошуку нових сполук з квазікристалічними властивостями. Так в роботах [3-5] використовуються технології штучного інтелекту для моделювання та пошуку оптимальних сплавів на основі алюмінію та інших металів.

Отже квазікристали, як окремий вид твердих тіл, мають цілий ряд унікальних характеристик, подекуди невластивих речовинам, схожим за структурою на кристалічні. У подальших прогнозах розвитку за даною темою вбачаємо поглиблені дослідження нових структур сплавів квазікристалів та використання таких для виробництва функціональних самозбірних і самовідновлюваних матеріалів [6], які можуть застосовуватися в оптиці та електроніці.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] D. Levine and P. J. Steinhardt, Quasicrystals. I. Definition and Structure, Phys. Rev. B 34, 596 (1986).
- [2] D. Shechtman, I. Blech, D. Gratias, and J. W. Cahn, Metallic Phase with Long-Range Orientational Order and No Translational Symmetry, Phys. Rev. Lett. 53, 1951 (1984).
- [3] C. Liu, E. Fujita, Y. Katsura, Y. Inada, A. Ishikawa, R. Tamura, K. Kimura, and R. Yoshida, Machine Learning to Predict Quasicrystals from Chemical Compositions, Adv. Mater. 33, 2102507 (2021).
- [4] Y. Iwasaki, K. Kimura, and K. Kitahara, Three-Center Bonds in an Al–Pd–Co Quasicrystalline Approximant: Wannier Function-Based Chemical Bonding Analysis, J. Phys. Chem. C 127, 20945 (2023).

- [5] C. Liu et al., Quasicrystals Predicted and Discovered by Machine Learning, Phys. Rev. Mater. 7, 093805 (2023).
- [6] X. Zeng, B. Glettner, U. Baumeister, B. Chen, G. Ungar, F. Liu, and C. Tschierske, A Columnar Liquid Quasicrystal with a Honeycomb Structure That Consists of Triangular, Square and Trapezoidal Cells, Nat. Chem. 15, 625 (2023).
- [7] Ю.В. Мільман, М.О. Єфімов, Квазікристали — нова атомна структура твердого тіла і матеріали з комплексом незвичайних властивостей, Вісн. НАН України. — № 1. — С. 41-48. — 2012.

Сливка Д.Р., Подласов С.О.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email:slyvkad610@gmail.com*

ТЕХНОЛОГІЇ УТРИМАННЯ ПЛАЗМИ

Анотація. *Термоядерна енергетика – енергетика майбутнього. Вона обіцяє практично чисту, невичерпну енергію, але для реалізації цього джерела енергії потрібно далі розвивати технології утримання плазми. Пропонована робота має на меті пояснити принципи ядерного синтезу, магнітного й інерційного утримання плазми та розглянути перспективні дизайни термоядерних проєктів.*

Abstract. *Fusion power is the power of the future. It promises nearly clean, inexhaustible energy. But to get this power it is necessary to develop plasma confinement technologies further. This article aims to explain the principles of nuclear fusion, magnetic, inertial confinement and to overview promising designs of fusion projects.*

Ключові слова: *утримання плазми, ядерний синтез, магнітне утримання, інерційне утримання, токамак, стеларатор.*

Keywords: *plasma confinement, nuclear fusion, magnetic confinement, inertial confinement, tokamak, stellarator.*

Технології утримання плазми – це те, що може дозволити в майбутньому отримати нове джерело сталої невичерпної енергії. Мова йде про отримання енергії шляхом ядерного синтезу – процесу поєднання легших ядер у важчі.

Метою роботи є пояснення принципів дії ядерного синтезу, утримання плазми, розгляд основних дизайнів утримання плазми.

Термоядерна енергетика обіцяє практично невичерпну, чисту та безпечну енергію, яка не залежить від природних умов [[1]], що робить це джерело енергії перспективним для розвитку.

Ядерний синтез – це процес утворення ядра, маса якого менша за масу ядер, які вступають у реакцію. Втрачена в реакції маса перетворюється на енергію. Проблема полягає в тому, що змусити ядра до об'єднання не так просто. Щоб ядра злилися, потрібно наблизити їх достатньо близько. Для цього треба подолати кулонівський бар'єр, що виникає через силу кулонівського відштовхування між зарядами одного знаку, а для цього ядрам треба надати достатньо енергії. Це можна зробити при підвищенні температури до 10-100 мільйонів кельвінів. За таких умов ми отримуємо плазму [[2]].

Плазма (точніше, газова плазма) – це квазінейтральна суміш електронів, іонів та нейтральних частинок (атомів і молекул). Поняття квазінейтральності вказує на електронейтральність цієї суміші в середньому [[3], с. 24]. Плазма є надзвичайно складною. Це гаряча неоднорідна суміш частинок різного характеру, які постійно взаємодіють між собою [[3], с. 94].

Для отримання енергії з ядерного синтезу потрібно виконати наступні умови: достатня температура, достатня густина частинок, достатній час їх утримання. Дві останні умови можна записати як критерій Лоусона [[7]]: добуток густини плазми на час утримання плазми має перевищувати певне значення, аби термоядерний синтез став джерелом енергії. Можливість досягнути цей критерій різними шляхами є передумовою співіснування двох підходів утримання плазми: магнітне утримання та інерційне утримання [[2]].

Магнітне утримання плазми – утримання здійснено завдяки магнітним полям. Є багато різних підходів до цього виду утримання, проте найбільш дослідженим є тороїдалне утримання. З назви зрозуміло, що йдеться про тороїд (геометричне тіло, форма якого нагадує бублик). Застосування такого дизайну зумовлено необхідністю не втрачати плазму на кінцях пристрою, яких тороїд не має [[4]].

Найбільш дослідженим дизайном у свою чергу серед тороїдних камер є токамаки. Токамак був ще розроблений у середині 1960-тих радянськими фізиками. Магнітне поле токамаків має два компоненти для утримання заряджених частинок: тороїдальний компонент, який напрямлений по довгому обходу навколо тороїда, та полоїдальний компонент, який йде по короткому обходу (рис. 1). Разом вони утворюють гвинтове магнітне поле. На комбінування двох цих компонентів є своя причина: сам по собі жоден із цих компонентів не здатний утримати заряджені частинки усередині камери. Якщо

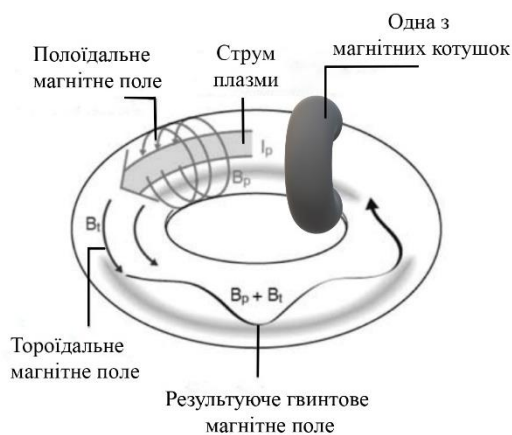


Рис. 1 Зображення тороїдального, полоїдального та гвинтового полів токамака. Джерело: [[1]]

коротко, то заряджені частинки чітко не слідували б лініям магнітного поля

одного компонента без присутності іншого, що би призводило б до їх дрейфу до стінок [[4]].

Отримання тороїдального поля не є такою складною задачею. Потрібно розмістити магнітні котушки по всьому периметру, одну з них показано на рис. 1. Однак, з полоїдальним компонентом ситуація дещо складніша. Полоїдальне поле зазвичай створюється струмом, що протікає в плазмі, а в деяких випадках використовуються ще й зовнішні котушки. Струм, що протікає в плазмі,

створюється під дією вихрового електричного поля, створеного трансформатором [[3], с. 108-109]. Іншим популярним дизайном тороїдального утримання є стеларатор. Він був запропонований американським фізиком Л.Спітцером. Цей дизайн не потребує струму в плазмі, адже полоїдальний і тороїдальний компоненти створюється завдяки спеціальній формі та розміщенню котушок. Формою ж

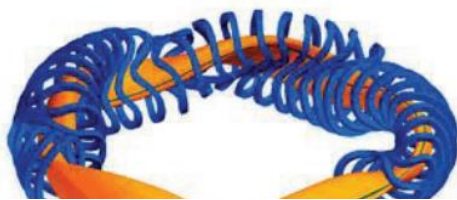


Рис. 2 Схематичне зображення стеларатора. Джерело: [3, с. 109]

більшості сучасних стелараторів є тор із хвилястою поверхнею (рис. 2) [[3], с. 109-110]. Основний недолік цього дизайну це те, що система котушок має набагато складнішу форму, аніж токамаки, проте з розвитком

технологій 3D візуалізацій та інженерних технологій інтерес до стелараторів зріс [[5]].

Принцип дії інерційного утримання такий: у центр камери кладуться гранули (розміром порядку міліметра), усередині яких знаходиться паливо (зазвичай дейтерій та тритій), ці гранули випромінюють інтенсивними пучками фотонів із лазерів або ж пучками електронів із прискорювачів. Поверхня гранули швидко випаровується, тобто потік частинок направлений назовні гранули, що призводить до реактивної сили та ударної хвилі всередину гранули. Це може підняти температуру всередині палива вище 100 мільйонів кельвінів та збільшити густину частинок до потрібної величини для протікання термоядерної реакції. Через високу густину частинок досягнення критерію Лоусона не потребує довгого утримання (час утримання набагато менший, ніж при магнітному утриманні) [[6], с. 467-468].

Отже, розвиток технологій утримання плазми може дозволити отримати нове корисне джерело енергії в майбутньому. Є два основних підходи до утримання плазми, кожен із яких має свої переваги й недоліки, свої унікальні дизайни.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Ongena J. Nuclear fusion and its large potential for the future world energy supply. *Nukleonika*. 2016. Vol. 61, no. 4. P. 425–432. Режим доступу: <https://doi.org/10.1515/nuka-2016-0070>
- [2] Kirk A. Nuclear fusion: bringing a star down to Earth. *Contemporary physics*. 2015. Vol. 57, no. 1. P. 1–18. Режим доступу: <https://doi.org/10.1080/00107514.2015.1037076>
- [3] Анісімов І. О. Фізика плазми. Конспект лекцій. 2018. Режим доступу: <http://phys-el.univ.kiev.ua/resources/PlasmaPhys.pdf>
- [4] Principles of magnetic confinement. Режим доступу: <https://www.britannica.com/technology/fusion-reactor/Principles-of-magnetic-confinement>
- [5] Tekant M. Magnetic fusion machines. 2013. Режим доступу: <http://large.stanford.edu/courses/2013/ph241/tekant2/>
- [6] Choppin G. R., Liljenzin J.-O., Rydberg J. Thermonuclear reactions: the beginning and the future. *Radiochemistry and nuclear chemistry*. 2002. P. 440–473. Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/b978-075067463-8/50017-0>

[7] Lawson J. D. Some criteria for a power producing thermonuclear reactor. *Proceedings of the physical society. section B*. 1957. Vol. 70, no. 1. P. 6–10.
Режим доступу: <https://doi.org/10.1088/0370-1301/70/1/303>

Snarskii A. A., Sverdlichenko D. Yu, Podlasov S. O.
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, 37 Beresteyskyi ave., email: asnarskii@gmail.com

THE CLASSICAL ANALOG OF THE AHARONOV-BOHM EFFECT

Abstract. *This article is dedicated to the classical analogue of the Aharonov-Bohm effect, which consists in the fact that a charged particle moving near a current-carrying solenoid experiences a force dependent on the vector potential of the magnetic field. The authors demonstrate that this effect can be explained through classical electrodynamics, taking into account that the vector potential induces an additional force.*

Анотація. *Ця стаття присвячена класичному аналогу ефекту Ааронова-Бома, який полягає в тому, що на заряджену частинку, що рухається поблизу соленоїда зі струмом, діє сила, яка залежить від векторного потенціалу магнітного поля. Автори демонструють, що цей ефект можна пояснити за допомогою класичної електродинаміки, враховуючи, що векторний потенціал індукує додаткову силу.*

Keywords: *Aharonov-Bohm effect, vector potential, classical electrodynamics, solenoid, charged particle.*

Ключові слова: *ефект Ааронова-Бома, векторний потенціал, класична електродинаміка, соленоїд, заряджена частинка.*

According to classical electrodynamics, on an electric charged q particle exert force that is determined by the electric \vec{E} and magnetic \vec{B} fields at the point where the charge is located $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$. Note that since the text contains expressions related to quantum mechanics, we here and further use the Gaussian system of units. Consequently, these fields are included in Newton's equation and determine the movement of the charge.

On the other hand, in quantum mechanics, the Schrödinger equation, which describes the behavior of a charge in electromagnetic fields, includes not the electric and magnetic fields themselves, but their potentials - the scalar potential - φ and the vector potential - \mathbf{A}

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \left(\hat{\mathbf{p}} - \frac{e}{c} \mathbf{A} \right)^2 + e\varphi.$$

Let's now consider the behavior of an electron when passing near an infinitely long solenoid with a current (see Fig. 1). The magnetic \mathbf{B} field exists only inside the solenoid, outside the solenoid there is no magnetic field. In the case of a direct current flowing in a solenoid, the electric field is absent too.

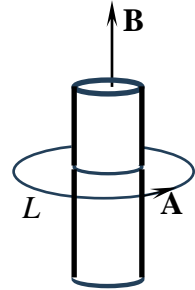


Fig.1

In quantum mechanics, it is necessary to consider that both inside and outside (beyond the solenoid), there exists a vector potential \mathbf{A} created by the current-carrying turns. In an interference experiment, when an electron passes near a coil, there is a phase accumulation in the electron's wave, and the interference pattern changes compared to the case when there is no current in the solenoid consequently there is no magnetic field (see for example [1]). This is the Aharonov-Bohm effect - the influence of an electromagnetic field on a charged particle even in those regions where the electric and magnetic fields are zero, but the vector potentials are not zero [2, 3].

In the classical case, we consider a solenoid with a current increasing linearly in time and a correspondingly increasing magnetic field inside the solenoid. Outside the solenoid, there is still no magnetic field. In this case, a time-dependent magnetic flux $\Phi(t) = \int_S \mathbf{B} ds$ flows through the surface S stretched on the contour L (see Fig. 1), and consequently an electric field exists along the contour.

Let the magnetic field of the solenoid depend on time as $B(t) = B_0 t/\tau$, (where τ is a certain time constant). Then according to Maxwell's equation written in integral form $\oint \mathbf{E} d\mathbf{r} = -4\pi/c d\Phi(t)/dt$ the electric field outside the solenoid will be equal to $E(r > R) = -\frac{1}{2c} \frac{B_0}{\tau} \frac{R^2}{r}$, where R is the radius of the solenoid.

Recall that the electromagnetic theory is local, i.e., there is no magnetic field outside the solenoid and the coil is not charged. The question arises, what is the cause of the electric field, and thus the force acting on the charge, at any point outside the

solenoid? Just like in the Aharonov-Bohm effect, the answer lies in the fact that outside the solenoid, there exists a vector potential, more precisely, its component tangential to the contour $A = BR^2/2r$. At the same time, there is no magnetic field outside the solenoid – $\mathbf{B} = \text{rot}\mathbf{A} = \mathbf{0}$. However, in the case of time-dependent magnetic fields, there is an electric field, and according to $\mathbf{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial\mathbf{A}}{\partial t}$, it precisely

corresponds to what is derived from the integral form of Maxwell's equation

$$E(r > R) = -\frac{1}{2c} \frac{B_0}{\tau} \frac{R^2}{r}.$$

Thus, within a local approach (Maxwell's equations in the form of partial differential equations), it is possible to find the force acting on a charge by using the vector potential.

REFERENCES

[1] R. Feynman, B. Leighton, M. Sands. *The Feynman Lectures on Physics*, Volume II MAINLY ELECTROMAGNETISM AND MATTER.

https://www.feynmanlectures.caltech.edu/II_toc.html

[2] Y. Aharonov & D. Bohm. *Phys Rev. Vol. 115*, Nb. 3 august 1, 1959.

[3] Keith J. Kasunic. Magnetic Aharonov-Bohm effects and the quantum phase shift: A heuristic interpretation. *Am. J. Phys.* 87, 745–751 (2019)

<https://doi.org/10.1119/1.5115499>

Снарський А.О., Іванова І.М., Федотов В.В., Карлова А.О.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,

email: asnarskii@gmail.com

СПІВВІДНОШЕННЯ ВЗАЄМНОСТІ У ВИПАДКОВО-НЕОДНОРІДНИХ СЕРЕДОВИЩАХ У ПРИСУТНОСТІ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ЯВИЩ

Анотація. Розглянуто ефективні кінетичні коефіцієнти у макронеоднорідних середовищах, їхня поведінка при зміні концентрації фаз компонентів. Знайдено комбінації ефективних кінетичних коефіцієнтів, за яких виконуються співвідношення взаємності.

Abstract. Effective kinetic coefficients in micrononuniform medium, their behavior in a changing phase components concentration are considered. The ratios of effective kinetic coefficients for the fulfillments of reciprocity relation are obtained.

Ключові слова: термоелектричні явища, метод ізоморфізму, кінетичні коефіцієнти.

Keywords: thermoelectric effects, isomorphism, kinetic coefficients

Запишемо рівняння, що зв'язують між собою густину електричного струму $-\mathbf{j}$, потоку тепла $-\mathbf{q}$ та напруженості електричного поля $-\mathbf{E}$, а також градієнт температур $\mathbf{g} = -gradT$ наступним чином:

$$\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E} + \gamma \mathbf{g}, \quad \mathbf{s} = \gamma \mathbf{E} + \chi \mathbf{g},$$

де $\gamma = \sigma \alpha$, α - коефіцієнт термоерс, $\chi = \kappa / T$, κ - коефіцієнт теплопровідності та для зручності введений потік $\mathbf{s} = \mathbf{q} / T$.

Ефективні кінетичні коефіцієнти термоелектричної системи матимуть вигляд:

$$\langle \mathbf{j} \rangle = \sigma_e \langle \mathbf{E} \rangle + \gamma_e \langle \mathbf{g} \rangle, \quad \langle \mathbf{s} \rangle = \gamma_e \langle \mathbf{E} \rangle + \chi_e \langle \mathbf{g} \rangle,$$

За відсутності термоелектричних явищ в двовимірному випадку, коли у випадково-неоднорідних двофазних середовищах концентрація фаз $p = 1/2$, має місце співвідношення взаємності [1,2]

$$\sigma_e(p) \cdot \sigma_e(1-p) = \sigma_1 \sigma_2,$$

тобто добуток двох функцій, що залежать від концентрації $\sigma_e(p) \cdot \sigma_e(1-p)$ від концентрації не залежить.

У випадку ж присутності термоелектричних явищ такі співвідношення взаємності не виконуються. Нормований добуток ефективних провідностей та коефіцієнтів термоерс вже не є постійними при зміні концентрації:

$$\Lambda \sigma(p) = \frac{\sigma_e(p) \sigma_e(1-p)}{[\sigma_e(p_c = 1/2)]^2}, \quad \Lambda \alpha(p) = \frac{\alpha_e(p) \alpha_e(1-p)}{[\alpha_e(p_c = 1/2)]^2}$$

Однак, як стверджує метод ізоморфізму [3,4], двопотокова завдача зводиться до однопотокової, з одним ефективним кінетичним коефіцієнтом для якого, природно, повинно мати місце співвідношення взаємності. Це означає, що є можливість використовуючи ізоморфізм «у зворотний бік»

(переходячи від однопотокової системи до двопотокової) знайти ті комбінації ефективних кінетичних коефіцієнтів, для яких у двопотоковій системі буде мати місце співвідношення взаємності.

Використовуючи метод ізоморфізму можемо записати співвідношення взаємності для ефективних кінетичних коефіцієнтів термоелектричної системи

$$\sigma_e(p)[1 + K_1\alpha_e(p)] \cdot \sigma_e(1-p)[1 + K_1\alpha_e(1-p)] = const,$$

$$\sigma_e(p)[1 + K_2\alpha_e(p)] \cdot \sigma_e(1-p)[1 + K_2\alpha_e(1-p)] = const,$$

де K_1, K_2 є коренями рівняння

$$\frac{\gamma_1 + K\chi_1}{\sigma_1 + K\gamma_1} = \frac{\gamma_2 + K\chi_2}{\sigma_2 + K\gamma_2},$$

нижній індекс у термоелектричних коефіцієнтів задає номер фаз.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Keller, J. V. (1964). A theorem on the conductivity of a composite medium. *Journal of Mathematical Physics*, 5(4), 548-549.
- [2] Dykhne, A. M. (1971). Conductivity of a two-dimensional two-phase system. *Sov. Phys. JETP*, 32(1), 63-65.
- [3] Straley, J. P. (1981). Thermoelectric properties of inhomogeneous materials. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 14(11), 2101.
- [4] Balagurov B. Ya. *Electrophysical Properties in composites*. Leland 2015, 752 p.

Танцюра Н.Д.¹, Співак О.А.¹, Козленко О.В.²

¹Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ,
пр.Берестейський 37, email: Nazar.Tantsiura@gmail.com,
uis_oksspivak@ukr.net

Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email: ovkozlenko@gmail.com

ВИВЧЕННЯ ВІДКАЧУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ У ВАКУУМНІЙ СИСТЕМІ

Анотація. В роботі досліджено принципи відкачування та приклади застосування, а також спроектовано наближені до справжніх значення

відкачування елементів для вакуумного потягу, що буде актуальним через деякий час у зв'язку з необхідністю екологізації транспорту, та поліпшення якості громадського транспорту.

Abstract. *The paper examines the principles of pumping and examples of application, as well as projected near-to-real values of pumping elements for a vacuum train, which will be relevant after some time in connection with the need to green transport and improve the quality of public transport.*

Ключові слова: вакуум, відкачування, вакуумний потяг, екологія.

Keywords: vacuum, pumping, vacuum train, ecology.

Одним із ключових аспектів роботи вакуумних систем є ефективне відкачування та утримання заданого рівня вакууму. Вплив цього процесу на загальну продуктивність та надійність вакуумних систем важко переоцінити.

Тому вивчення процесу відкачування елементів із вакуумної системи, аналіз технічних вимог та викликів, що виникають у вакуумних системах, та вирішення, які можуть бути запропоновані для підвищення продуктивності та надійності цих систем є актуальними в сучасному світі, що дасть можливість у майбутньому спроектувати вакуумний потяг. Це дозволить потягам пересуватись набагато швидше, рухаючись у тунелях, із яких попередньо викачано всі елементи, що суттєво зменшить силу опору повітря. [1]

Винахід ламп розжарювання та електровакуумних ламп на початку ХХ ст. сприяв широкому застосуванню часткового вакууму в промисловості. Відсутність повітря та атмосфер різного складу нейтралізує небажані зовнішні впливи на об'єкт дослідження. Інтерес до вивчення вакууму значно зріс після польоту людини в космос. Систематичне вивчення вакууму почалося в середині XVII ст., коли італійський фізик Еванджеліста Торрічеллі створив порожнину Торрічеллі. Принцип, запропонований Торрічеллі, використовується в ртутних барометрах, де рівень ртуті в трубці підтримується на рівні, збалансованому з атмосферним тиском. Перший вакуумний насос був винайдений Отто фон Геріке в 1654 р. Цей насос полегшив видалення повітря із герметичних контейнерів і дозволив проводити експерименти з використанням вакууму. Цей насос був далекий від досконалості проте Геріке зміг продемонструвати фундаментальні властивості вакууму за його допомогою. Знамениті Магдебурзькі експерименти з півкулями також були

проведені з використанням цього насоса. Він також побудував ртутний барометр, подібний до ртутного барометра Торрічеллі, але завдяки меншій густині води порівняно зі ртуттю висота водяного стовпа, врівноваженого атмосферним тиском, була в 13,6 разів вищою (приблизно на 10 м). Уперше було встановлено, що у вакуумі звук не може передаватися, а горіння припиняється.

Прикладом застосування може бути проєкт вакуумного потяга, який у недалекому майбутньому вчені-інженери, на мою думку, зможуть реалізувати. Щоб зробити користування метрополітемом такого типу можливим, треба розрахувати, яку кількість повітря треба закачувати у вагони. [2]

Кількість повітря для людини може бути розрахованою за формулою:

$$Q_{\text{повлюд}} = V * f * t$$

де V – об'єм легень дорослої людини, f – частота вдихів на хвилину, t – час поїздки.

У середньому $V = 0.5$ літрів = 0.0005см^3 , а $f = 16$ повторів, тож на 1 хвилину подорожі $\Rightarrow Q_{\text{людини}} = 0.0005 * 16 * 60 = 8$ л.

Звідси випливає, що саме стільки треба буде 1 людині на 1 хвилину.

Також експериментальним способом визначено, що для утворення вакууму у бочці, об'єм якої складає 105 м^3 , використовуючи трубки радіусом 5 см і 2 см, було одержано наступні результати (Таб.1):

Таблиця 1. Швидкість відкачування повітря

Номер експерименту	Радіус трубки	Час відкачування, с	Швидкість відкачування, $\text{см}^3/\text{с}$	Об'єм бочки, см^3
1	5	90	1.16	105
2	2	270	0.39	
3	2+ 5	85	1.2	

Проведений експеримент показує, що ефективніше всього відкачувати одразу обома трубочками.

Якщо прокладати тунель, яким буде рухатись потяг, від Києва до Одеси, вимірявши його довжину за допомогою Deepstate, одержимо 450 км. Якщо

брати розміри звичайного потягу інтерситі, отримаємо такі значення: довжина вагону – 20 м, ширина вагону – 2,8 м, висота вагону – 3,8 м. Але, зважаючи на те, що треба передбачити місце для розміщення відкачувачів повітря, до ширини та висоти тунелю додаємо по 0.5 м. Тоді отримаємо наступні параметри тунелю: довжина – 450000 м, ширина – 3,3 м, висота – 4,3 м.

Тоді об'єм тунелю (якщо він буде у формі паралелепіпеда):

$$V = 450000 * 3.3 * 4.3 = 6385500\text{м}^3.$$

Розрахунок час відкачування повітря із тунелю:

$$V_{\text{тун}} / V_{\text{бочки}} * t3 = 6385500\text{м}^3 / 0,000105\text{м}^3 * 85\text{с} = 5.176 \times 10^8\text{с}.$$

Це достатньо велике значення. Тому для його зменшення можна запропонувати збільшити кількість апаратів та змінювати радіус трубки відкачування. Залежність часу відкачування від кількості апаратів та радіуса трубки наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Час відкачування залежно від кількості пристроїв та радіуса

Радіус, см	Об'єм, м ³	Кількість пристроїв	Швидкість відкачування, м ³ /с	Час відкачування, с
7	6385500	75	1800.0	35473.5
10	6385500	100	2400.0	26514.25
25	6385500	1000	3000.0	21282.5
50	6385500	10000	3600.0	17731.75

Ретельний аналіз параметрів відкачування, таких як швидкість насосу, розмір вакуумної камери та характеристики газу, підтвердив важливість їхньої оптимізації для досягнення максимальної ефективності системи. Встановлено, що правильний підбір цих параметрів значно збільшити продуктивність вакуумної техніки.

Дослідження також розкрило різні вимоги та виклики вакуумних систем у різних галузях, починаючи від електроніки та закінчуючи металургією та фармацевтикою. Адаптація вакуумних технологій до специфічних потреб кожної галузі є ключовим аспектом подальшого розвитку.

Вакуум може бути використаний для створення тягового зусилля для транспортних засобів, таких як потяги чи автобуси. Вакуумна транспортна

система може бути особливо ефективною для швидкого та енергоефективного переміщення великої кількості пасажирів. Отже вивчення відкачування елементів із вакуумної системи для підвищення ефективності технологічних процесів та розвитку промисловості є актуальним завданням.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Лобода В. Б. - Фізичні основи вакуумної техніки. К.:Університетська книга. 2023. 296с.
- [2] Гірка І. О., Кононенко С. І., Юнаков М. М Х: Теоретичні основи вакуумної техніки. 2009.
- [3] Шеремета Р. М. - Техніка створення вакууму. Львів: Львівська політехніка. 2012. 188с.

Тунік О.І., Якуніна Н.О.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
e-mail: tunik.oleksandr@iill.kpi.ua*

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРЯМОТОЧНИХ ПОВІТРЯНО- РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ

Анотація. Розкрито переваги безклапанних пульсуючих повітряно-реактивних двигунів над клапанними системами. На основі відкритих джерел представлено інформацію про перший український гіперзвуковий двигун – повітряно-реактивний двигун, який дає можливість літальним апаратам досягти значних швидкостей.

Abstract. *The advantages of valveless pulsating air-jet engines over valve systems are revealed. Based on open sources, information is presented about the first Ukrainian hypersonic engine - an air-jet engine that enables aircraft to reach high speeds.*

Ключові слова: *Прямоточний, пульсуючий повітряно-реактивний двигун, безпілотний літальний апарат, найпростіший двигун.*

Key Words: *Direct current, pulsating jet engine, unmanned aerial vehicle, the simplest engine.*

Зацікавленість прямоточними пульсуючими повітряно-реактивними двигунами (ПуПРД) виникла у нас після самостійного виготовлення такої моделі. Результати цього експерименту наведені у роботі «Дослідження принципу роботи пульсуючого повітряно-реактивного двигуна на основі саморобної моделі» [1]. Самостійне виготовлення та експериментальне дослідження допомогло більше дізнатися про ПуПРД, краще зрозуміти його роботу, усвідомити потенціал цього двигуна і врахувати його особливості.

Перші патенти на ПуПРД були отримані у 1860-х роках, що само по собі на той час вже було технічної революцією, однак практична реалізація та застосування такого двигуна почалось тільки 1942 р. Це був безпілотний літак-снаряд ФАУ-1. Тип двигуна було обрано через простоту конструкції та малі затрати праці на його виготовлення, що було виправдано при масовому виробництві одноразових снарядів в умовах військового часу.

Але дослідження вчених у різних країнах довели, що безклапанні ПуВРД мають низку переваг над клапанними системами, а саме: простота конструкції, малі внутрішні затрати енергії, велика швидкість реакції на зміну режиму роботи, висока пропускна здатність паливно-повітряної суміші, оптимальне співвідношення вага-тяга завдяки легкій та компактній конструкції.

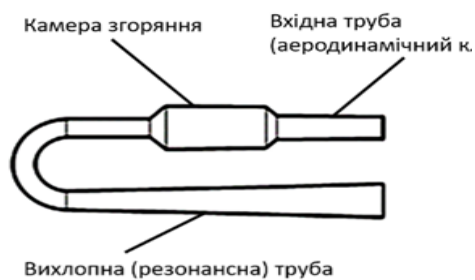


Рис.1. Конструкція безклапанного ПуВРД Р. Локвуда.



Рис.2. Нагрів корпусу безклапанного ПуВРД під час роботи.

Найбільшого поширення набула найпростіша і найефективніша конструкція безклапанного ПуВРД – схема Р. Локвуда (Рис.1.), запатентована ним 1969 р. [2], в якій резонансна труба має U-подібний вигин. Особливістю таких двигунів є дуже сильний нагрів корпусу під час роботи (Рис.2.).

Імпульсно-реактивні двигуни характеризуються надзвичайною простотою і є порожнистими трубами без рухомих частин. Принцип дії таких двигунів не є складним. У камеру згоряння впорскується порція пального і запалюється. Продукти горіння витікають через обидві труби-сопла, спрямовані до хвоста літального апарату і створюють тягу. При цьому певний момент часу тяга у нижній трубі більшого діаметру (резонансній) перевищує тягу в верхній, і остання починає затягувати атмосферне повітря в камеру згоряння. Потім здійснюється новий крок упорскування палива, і цикл повторюється. Через відсутність постійного горіння та використання послідовних спалахів, такий ВРД називається пульсуючим.

Пульсуючий двигун також називають резонансними, оскільки цей тип двигуна працює на основі резонансу, який виникає через взаємодії газових потоків всередині нього. Пульсуючий потік повітря та палива забезпечує ефективне спалювання палива та високий рівень тяги. Резонанс газових потоків може бути досягнутий шляхом коректного підбору геометрії та параметрів двигуна. Частота пульсацій має збігатися з резонансною частотою системи. Резонанс збільшує ефективність роботи двигуна і дозволяє досягти більш високої тяги при однаковому рівні енергії.

Саме резонансний безклапанний ПуВРД і був застосований на БПЛА SKITOR-D, що випускається компанією Wave Engine Corp. (США). Випробувальні польоти цього БПЛА показали, що зараз такі двигуни можуть конкурувати з турбінними двигунами щодо ефективності та продуктивності [3]. Відео реальних польотів SKITOR-D є тут: [4].

Прямоточний повітряно-реактивний двигун такої самої схеми застосували й українські інженери для малої крилатої ракети «Трембіта», яка може стати важливим елементом сучасної української армії. Унікальність цієї ракети полягає в її простоті, що дозволить диверсифікувати її масове виробництво та виготовляти майже в кожному гаражі [5].



Рис.3. БПЛА «SKITOR-D»



Рис.4. БПЛА «Трембіта»

Основними тактичними перевагами нової ракети є її велика ефективна площа розсіювання та помітний тепловий слід, що дозволяє їй бути виявленою противником та ідентифікуватися ним як пріоритетна мета. Залпові пуски (20 ракет і більше) зможуть перевантажити і прорвати протиповітряну оборону, а звук двигуна, який чути за кілька кілометрів, є для ворога психологічним фактором страху.

Запорізьке КБ «Прогрес» імені Івченка наразі розробляє перший український гіперзвуковий прямоточний повітряно-реактивний двигун (ПВРД) для ракети «Блискавка» розробки КБ «Південне» (м. Дніпро). Саме ПВРД завдяки високій пропускну здатності паливоповітряної суміші дозволяє досягати літальними апаратами високих швидкостей. Вже зроблено розрахунки основних конструктивних вузлів по досягненню гіперзвукової швидкості понад шість Махів та будується зменшена модель ПВРД для відпрацювання його взаємодії з вхідним пристроєм літального апарату [6].

Отже можна стверджувати, що потенціал двохсотрічного винаходу найпростішого двигуна внутрішнього згоряння ще не вичерпано. Ми впевнені, що незабаром дізнаємося про ще дивовижніші досягнення конструкторської думки.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Дослідження принципу роботи пульсуючого повітряно-реактивного двигуна на основі саморобної моделі. – Режим доступу: <https://kman.kyiv.ua/ua/Konkurs-Zakhist>
- [2] Lockwood, R. M. Pulse jet engine R. M. Lockwood// US patent 3462955. 1969.
- [3] Powering A New Era In Jet Solutions – Режим доступу: <https://wave-engine.com/products/>

[4] Wave Engine Corp. Flight Video– Режим доступу:

<https://youtu.be/ijrTTAZP1zg>

[5] Українці створили ракету "Трембіта", яка привела французів у захват. –

Режим доступу: <https://www.unian.net/economics/finance/ukraincy-nachali-proizvodstvo-rakety-sposobnoy-obmanut-rossiyskuyu-pvo-12349413.html>

[6] Коли ЗСУ чекає на блискавку. – Режим доступу:

https://defenceua.com/news/koli_zsu_chekati_na_bliskavku_stalo_vidomo_pro_ost_anni_napratsjuvannja_u_stvorenni_ukrajinskih_raket-3434.html

Турич В. В.¹, Співак О.А.¹, Козленко О.В.²

*Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ,
пр.Берестейський 37, email: uis_oksspivak@ukr.net*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email: ovkozlenko@gmail.com*

ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСТАРІЛОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ОБОРОННИХ ПОТРЕБ

***Анотація.** В роботі досліджено способи та шляхи повторного використання комп'ютерів для актуальних військових потреб.*

***Abstract.** The work examines ways and means of reusing computers for actual military needs.*

***Ключові слова:** комп'ютер, повторне використання, оборона країни.*

***Keywords:** computer, reuse, defense of the country.*

Роботу присвячено вивченню проблеми повторного використання комп'ютерів для актуальних військових потреб. Було досліджено теперішні шляхи її застосування волонтерами та майбутні перспективи.

Під час виконання роботи було розібрано ПК згідно зі знайденими рекомендаціями без значних затрат часу в домашніх умовах, що є сприятливим чинником для подальшого поширення цієї добродійності серед значної кількості людей. Прикладами цього є: впровадження за підтримки Черкаського

державного технічного університету та частини закладів середньої загальної освіти Черкас ініціативи “Москалевбивчий мотлох” із розбору на деталі та ремонту комп’ютерної техніки; ініціатива ІТ-кластеру у м. Чернігові спільно з Національним університетом «Чернігівська політехніка» зі збору старих ноутбуків, які студенти та викладачі університету ремонтують і передають військовослужбовцям; проведення Вінницьким технічним фаховим коледжем безстрокової акції «Підзаряджаємо ЗСУ» зі збору павербанків та портативних сонячних підстанцій «ВТФК-Power», для чого використовують комп’ютерні деталі. Такі деталі ще застосовують волинські волонтери для виготовлення інверторів. Також у Києві та різних місцях Черкаської та Кіровоградської областей існують ще інші пункти прийому комп’ютерної техніки.

Додатково було досліджено способи використання малопотужних комп’ютерів для виконання простих завдань військовими. Це ведення документообігу у штабах за допомогою програм Microsoft 365 (Word, Excel, PowerPoint, Access); відеоспостереження, робота з різноманітними датчиками, що можна було б використовувати на військових спостережних пунктах. Відповідно до технічних вимог програм, які виконуватимуть ці задачі, для їх достатніми є комп’ютери з деталями середини 2000-х років, або більш ранні моделі. Прикладами є наступні серії процесорів та відеокарт: Intel Pentium III (1999), AMD Athlon (2000), NVIDIA GeForce 6000 (2004), Intel Pentium D (2005), Athlon 64 X2 (2005), NVIDIA GeForce 9000 (2008). Можливість використання зовнішньої та оперативної пам’яті комп’ютера залежить від того, чи наявні відповідні інтерфейси підключення в розглянутій техніці. Чим відповідних портів підключення більше, тим більшу кількість таких деталей можна буде під’єднати до комп’ютера, що дозволить отримати необхідний ресурс для роботи з програмою шляхом підключення декількох деталей малого об’єму. Якщо розглядаємо застосування 32 розрядної версії ОС для використання меншої кількості пам’яті, то в проаналізованих програмах найвищими серед мінімальних вимог були 16 Гб дискового простору і 2 Гб оперативної пам’яті. Для порівняння, ще у 2007 р. з’явився перший HDD на 1 Тб, а у 2008 р. Samsung вже розпочала виробництво оперативної пам’яті на 8 Гб, що вже значно перевищує необхідні.

Для обґрунтування актуальності зазначених заходів та їх довгострокової перспективи, було проаналізовано наступні переваги:

- Збереження екології: щороку у світі викидаються від 20 до 50 мільйонів тонн електронних відходів, які класифікуються як небезпечні через вміст ртуті, кадмію, свинцю, олова, нікелю та інших хімічних елементів і сполук, що шкодять довкіллю; з них утилізуються лише 12,5%, але поява ініціатив із повторного використання старих комп'ютерів є кроком до розвитку раціонального використання електронних пристроїв в Україні. Окрім уникнення забруднення, можливе повторне використання металів (мідь, срібло, золото, паладій та ін.), пластику, з яких складаються корпуси техніки, заощадження електроенергії, яка витрачається в меншій кількості при переробці комп'ютерів порівняно з виготовлення нових.

- Удосконалене навчання: викладачі відзначають користь від таких волонтерських ініціатив у тому, що учні та студенти отримують практичні навички роботи з технікою, що є важливим доповненням до теоретичного вивчення матеріалу.

- Економія: застаріла техніка хоч і відповідно гірша нової за технічними характеристиками, проте переважно компенсує це низькою вартістю і наявністю таких задач, які не вимагають високих параметрів.

ЛІТЕРАТУРА

[1] 10 Фактів про електронні відходи. Режим доступу: <https://recycle.com.ua/10-faktiv-pro-electronni-vidhody/>

[2] Вінницький технічний фаховий коледж. Режим доступу: <https://www.facebook.com/vtc1964>

[3] Волинські волонтери виготовили для військових більше сотні інверторів. Режим доступу: <https://suspilne.media/238130-volinski-volonteri-vigotovili-dla-vijskovih-bilse-sotni-invertoriv/>

[4] Кожен на своєму фронті: студенти Чернігівської політехніки збирають та ремонтують ноутбуки для ЗСУ. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/news/kozhen-na-svoyemu-fronti-studenti-chernigivskoyi-politehniky-zbirayut-ta-remontuyut-noutbuki-dlya-zsu>

[5] Москалевбивчий мотлох. Режим доступу: <https://www.facebook.com/groups/8921222727952989>

РОЗДІЛ IV. РОЗВИТОК ОСВІТИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ. МЕТОДОЛОГІЯ НАВЧАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ НАУК

Ватолкін Д.П., Гарєєва Ф. М.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський, 37,
e-mail: vatolkin.dmytro@lil.kpi.ua*

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

***Анотація.** Представлено базову інформацію про чисельні моделювання на прикладі методу Ейлера, наведено практичні варіанти використання цього методу у навчальних цілях для забезпечення більшої наочності і достовірності пройденого теоретичного матеріалу.*

***Abstract.** Basic information about numerical simulations using the Euler method as an example is presented, and practical options for using this method for educational purposes are given to ensure greater visibility and reliability of the theoretical material covered.*

***Ключові слова:** чисельне моделювання, метод Ейлера, наочні наукові демонстрації*

***Keywords:** numerical modeling, Euler's method, visual scientific demonstrations*

Ефективне використання сучасних інформаційних технологій – актуальна проблема навчання фізики.

Наочність, як відомо краще спостерігати через реальний експеримент. Проте у часи ковіду, а також під час розосередженості студентів за різними географічними місцями через бойові дії проводити реальний фізичний експеримент, наприклад, лабораторні роботи дуже складно. Отже викладачі шукають засоби, завдяки яким можна вирішити цю проблему: показують відео з виконання лабораторної роботи; демонструють фізичне явище у вигляді анімації тощо.

Але, якщо весь навчальний матеріал подавати для студентів у максимально комфортній для них формі, то учню навіть нічого не доводиться

робити самостійно. І він буде виконувати роль “пасивного спостерігача”. Отже важливо знайти такий підхід до навчання фізики, щоб студент мав можливість зробити щось власними руками і потім продемонстрував результат як власне досягнення. В умовах дистанційного навчання одним із можливих рішень цього питання є чисельне моделювання.

Коротко зупинимося на суті чисельного моделювання. Тут використовується потужність сучасних комп'ютерів та методи наближених обчислень.

Наприклад, кінетична енергія дорівнює:

$$K = \frac{mv^2}{2}$$

Чому саме кінетична енергія має ділитися навпіл?

Як ми зазначили вище важливо, щоб студенти виконували завдання власноруч. Отже розглянемо приклад використання чисельного моделювання для перевірки справедливості формули кінетичної енергії.

Розглянемо задачу, в якій кінетична енергія буде перетворюватись у потенціальну енергію. Для спрощення використаємо лише одну координату. Припустимо, що тіло почало рухатися вертикально вгору із початку координат. До якої максимальної висоти може долетіти це тіло, якщо відома його початкова швидкість? З курсу фізики відомо, що формула для кінетичної енергії $K = mv^2/2$, а для потенціальної енергії $P = mgh$. Так як на початку віртуального досліду тіло не мало потенціальної енергії, а наприкінці не мало кінетичної, то за законом збереження енергії:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh$$

Звідки максимальна висота:

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

Нехай початкова швидкість становила 100 м/с, прискорення вільного падіння 10 м/с². Отже отримаємо, що максимальна висота підйому буде 500 метрів. Тепер використаємо чисельне моделювання.

Нагадаємо, що наша мета – перевірити формулу $K = \frac{mv^2}{2}$.

Для цього ми маємо зробити розрахунки без використання цієї формули і перевірити, чи отримаємо той самий результат.

Нагадаємо, нам відомо: початкова швидкість (100 м/с) і прискорення вільного падіння (10 м/с²). Швидкість через секунду буде дорівнювати 90 м/с. Ця швидкість змінюється лінійно, отже на певному проміжку часу його середня швидкість буде $(100 + 90) / 2 = 95$ м/с.

Отже за першу секунду тіло підніметься на 95 метрів. За другу секунду швидкість змінюється від 90 м/с до 80 м/с. Середня швидкість буде дорівнювати 85 м/с, отже за другу секунду тіло пройде 85 метрів.

Аналогічно за наступні секунди тіло пройде 75, 65, 55, 45, 35, 25, 15 метрів і наостанок 5 метрів. На останньому проміжку швидкість зменшиться від 10 м/с до 0 м/с. Отже цей проміжок і буде для нас останнім для розрахунків.

Тепер складемо всі наші проміжки і можливо із здивуванням отримуємо результат – тіло підніметься на 500 метрів. Тобто аналітичні розрахунки і чисельне моделювання дали нам однаковий результат, а тому формулу кінетичної енергії ми можемо вважати вірною.

Для даного випадку обчислень, початкові числа були підібрані таким чином, щоб було легко рахувати. Але доведено, що результат виходить аналогічним і для інших стартових значень. Тому найліпше буде такі обчислення виконати за допомогою комп'ютерної програми, або ж навіть у вигляді таблиці в Excel. Тут ми будемо мати деякі проблеми, тому що на відміну від живої людини комп'ютер не лінується робити зайві розрахунки і робить їх дійсно швидко. Тому, якщо зменшити крок із однієї секунди до, наприклад, однієї тисячної, то комп'ютеру доведеться рахувати в тисячу разів більше, проте його швидкодія дозволяє рахувати значно швидше людини.

Отже якщо розбити час симуляції на маленькі кроки, то відкидання останнього кроку буде приносити дуже маленькі похибки. І тоді, запустивши програму обчислень для різних випадкових значеннях, можна буде дійсно впевнитись, що обчислення дадуть той же результат, що й аналітичний розв'язок.

Навіть можна не обчислювати на кожному кроці середню швидкість. Якщо крок малий, то для швидкості руху на цьому кроці можна використати швидкість руху на початку відрізка. Точність від цього зменшиться, проте для практичного використання її все ж буде достатньо.

Цим підходом ми фактично винайшли ще раз метод Ейлера, що історично використовувався для чисельних розрахунків. Проте у подальшому вчені перейшли до використання більш точних схем.

Все ж, не дивлячись на недосконалість методу Ейлера, саме з нього краще починати перші кроки у комп'ютерному моделюванні фізичних процесів, адже такий метод є не тільки найбільш простим у розумінні. Він так само є і найбільш простим і у програмній реалізації, і може використовуватись для дуже широкого кола фізичних задач.

Зробивши таку роботу самостійно, студент отримає не лише практичні навички у використанні методу Ейлера, але й удосконалив розуміння тих законів фізики, які він перевіряв симуляцією.

Отже за рахунок запропонованого підходу у навчанні з фізики, студенти отримують не лише можливість проявити себе активно під час навчання, але ж одночасно з цим отримують інструмент, що може бути використаний у їх подальшій самостійній науковій роботі.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Numerical methods: Euler's method by Jiří Lebl. Original source: <https://www.jirka.org/diffyqs>
- [2] Копченова Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах / Н. В. Копченова, И. А. Марон. – М. : Наука, 1972. – 368 с
- [3] Демидович Б. П. Основы вычислительной математики / Б. П. Демидович. – М. : Наука, 1994. – 664 с.

Грицай Т. О., Гарєєва Ф. М.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський, 37,
e-mail: tegri-fmf23@lil.kpi.ua*

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Анотація. Розглянуто переваги та недоліки інформаційних технологій у навчанні фізики.

Abstract. Advantages and disadvantages of information technologies in teaching physics are considered.

Ключові слова: інформаційні технології, навчання, фізика

Keywords: information technology, education, physics

Сучасні інформаційні технології (ІТ) активно застосовуються студентами і викладачами в процесі навчання. Аналіз сучасного навчання фізики у закладах вищої освіти (ЗВО) дозволив визначити переваги та недоліки використання ІТ. Перелічимо **переваги**:

- **Широкі можливості візуалізації.** ІТ дозволяють проводити комп'ютерні симуляції фізичних процесів і створювати відповідні анімації, а також дають можливість будувати графіки як у статичному так і у динамічному вигляді (в тому числі, дво- та тривимірні). Така візуалізація поліпшує якість засвоєння матеріалу та дає студентам можливість наочно побачити як і за якими принципами протікають фізичні явища та процеси.

- **Спрощення громіздких обчислень.** ІТ дозволяють обчислювати складні математичні вирази, які вміщують в собі не тільки обчислення значень виразів, але й обчислення інтегралів, похідних, розв'язок рівнянь та систем рівнянь, спрощення математичних виразів, виконання операцій над векторами та матрицями тощо. Причому сучасні технології дозволяють виконувати зазначені вище операції не тільки чисельно, але й навіть в загальному, аналітичному вигляді.

- **Автоматичне написання або редагування тексту.** Великі мовні моделі (ВММ), такі як ChatGPT, дозволяють генерувати текст на основі відносно короткого запиту. Хоча на даний момент студентам не рекомендується використовувати ВММ для написання кваліфікаційних робіт, або щоб отримувати відповіді на складні (особливо технічні) запитання, проте студенти їх використовують. В найближчому майбутньому цілком ймовірно значне покращення якості ВММ, тому для студентів наступних поколінь вони дійсно можуть стати надійними засобами, яким можна довіряти. На даний момент ВММ можуть бути дуже корисними лише для аналізу, редагування та перекладу тексту на інші мови. Це може бути доречним при написанні доповідей або наукових робіт (але при цьому рекомендується ретельно перевіряти текст, що був відредагований ВММ).

- **Проведення занять онлайн.** Це зручно для студентів, оскільки позбавляє їх необхідності витратити зайвий час на шлях до навчального закладу та назад, дозволяє робити більш гнучкий план роботи та навчання.

- **Асинхронний доступ до занять та широкі можливості пошуку інформації онлайн.** Викладач може записувати свої лекції у відео-форматі, надавати онлайн письмові конспекти для асинхронного доступу. Це надає

можливість повторити матеріал. Студенти можуть самостійно знайти необхідну інформацію з фізики в мережі: відеозаписи або конспекти лекцій, підручники, наукові статті, онлайн-енциклопедії, навчальні онлайн-платформи. Отже, студенти набувають одну з головних навичок навчання – швидко знаходити необхідну інформацію в інтернеті.

- **Сучасність.** Студенти звикли до використання ІТ в повсякденному житті, тому використання застарілих методів або технологій навчання може негативно вплинути на їх ставлення до навчального предмету.

Розглянемо можливі **недоліки** використання ІТ під час навчання фізики у ЗВО. Спробуємо надати певні логічні контраргументи кожному недоліку, щоб не залишити відчуття того, що ІТ несуть в собі погані тенденції. Отже серед недоліків зазначимо такі:

- **Можливості для несумлінного ставлення до навчання.** Студенти можуть не виконувати роботи самостійно, списувати їх з інтернет-джерел, або запитувати ВММ, проводити обчислення на онлайн-калькуляторах не вміючи робити їх самостійно, впродовж онлайн лекцій займатися чимось іншим. Зрозуміло, що це залежить від студента: його вмотивованості до навчання, виконання правил доброчесності.

- **Звичка до того, що все можна знайти в інтернеті.** Тоді власний багаж знань з фізики зменшується, бо будь-яку інформацію можна в будь-який момент подивитися в інтернеті. Проте це скоріше пов'язано з більш глобальною тенденцією, що пам'ять людей в сучасності перевантажена зайвою і неважливою інформацією і не здатна в повній мірі запам'ятовувати корисну.

- **Довіра до ВММ в наукових питаннях.** Можна прогнозувати що сучасне та наступні покоління студентів звикнуть довіряти ВММ, оскільки вони зараз подаються під гучною назвою «штучного інтелекту», хоча насправді ці системи не вміють мислити, не здатні розуміти те, про що пишуть, та ще й можуть «галюцинувати» (видавати невірну інформацію, подаючи її як факт). Це може призвести до погіршення якості знань, та якості самостійних робіт студентів. Проте є сподівання на покращення в майбутньому якості генерації тексту, в тому числі, пов'язаного з науковими питаннями.

Загалом ІТ є лише інструментом, користь якого складно заперечувати. Їх використання при навчанні може викликати певні проблеми, але ці проблеми, звісно, можна пробувати вирішувати. В будь-якому разі взаємодії з ІТ вже не можна уникнути – вони міцно увійшли як в наше життя, так і в

навчання. Отже, треба створювати нові підходи до організації навчання, враховуючи можливості та особливості використання ІТ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Habibi, Z., & Habibi, A. (2014). THE EFFECT OF INFORMATION TECHNOLOGY IN TEACHING PHYSICS COURSES.
2. Толочко, С., Хомич, В., & Колесник, Т. (2023). Великі мовні моделі в освітній і науковій діяльності. Scientific Collection «InterConf», (166), 92–100. Режим доступу: <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/article/view/4205>
3. Spolnik , O., Gaidus , A., & Kaliberda , L. (2021). Modern methods of teaching physics in universities. New Collegium, 1(103), 77–83. Режим доступу: <https://doi.org/10.30837/nc.2021.1.77>
4. Спольнік О. І., Волчок І. В., Каліберда Л. М. Особливості методології викладання загальної фізики при дистанційному навчанні. STUDIA SLOBOZHANICA. Матеріали міжнародної науково-методичної конференції «Слобожанський гуманітарій – 2014», вісник виставково-музейного центру, вип. 1., 31 жовтня. Харків: ХНТУСГ, 2014. С. 213-216.

Кравченко Я.Є., Носачов Ю. Ф.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, пр. Берестейський 37,
email: kravchenoyeeg@gmail.com*

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК СКЛАДОВА СУЧАСНОЇ МЕТОДОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Анотація: *Сьогодні активно створюються штучні генеративні нейронні мережі, а це в свою чергу вимагає нових підходів до методик навчання, як дисциплін фізико–математичного спрямування, так і методики викладання в цілому. Активний розвиток інформаційні технології вимагає переосмислення процесу навчання, враховуючи зміни на ринку праці щодо кваліфікаційних вимог до фахівців. Тому актуальною проблематикою для дослідження є аналіз переваг та викликів використання ШІ у навчальному процесі і можливостей застосування ШІ у навчанні.*

Abstract: *Today, artificial generative neural networks are being actively created, which in turn requires new approaches to teaching methods, both in physical and mathematical disciplines and teaching methods in general; active development of information technology requires a rethinking of the learning process, taking into account changes in the labour market regarding qualification requirements for specialists. Therefore, the actual problem for the study is to analyse the advantages and challenges of using AI in the educational process and the possibilities of using AI in the educational process.*

Ключові слова: *штучний інтелект, навчання, фізико-математичні дисципліни, методологія.*

Keywords: *artificial intelligence, learning, physical and mathematical disciplines, methodology.*

Штучний інтелект (ШІ) – це галузь науки, що досліджує розробку комп'ютерних систем, які виконують завдання, які раніше вимагають людського розуміння. В останні роки ШІ став необхідною складовою сучасної методики викладання фізико-математичних дисциплін, він дозволяє впроваджувати нові методи навчання та проводити більш ефективну підготовку здобувачів. Метою дослідження є аналіз можливостей використання штучного інтелекту як складової сучасної методології викладання, вивчення впливу використання ШІ на ефективність освітнього процесу та якість засвоєння матеріалу здобувачами освіти.

Методика викладання – опис конкретних прийомів, способів, технік педагогічної діяльності в окремих освітніх процесах[1].

Слід відмітити і те, що всі методи викладання можна розділити на три великі групи: пасивні активні та інтерактивні. Під пасивними методами розуміємо – викладач викладає матеріал, а здобувачі виступають у ролі пасивних слухачів. [2] Наведемо приклади класичних методів викладання та методів з використанням ШІ: *Класичні методи:* пасивні – лекції, читання підручників, перегляд відео, прослуховування аудіозаписів. Активні: дослідницькі проєкти, рольові ігри, дискусії, вирішення проблем, мозковий штурм. Інтерактивні: обговорення в групах, презентації, вікторини, симуляції. Методи з використанням ШІ: пасивні – персоналізовані навчальні ресурси, адаптивні лекції, інтерактивні підручники. Активні: адаптивні навчальні платформи, інтерактивні вправи, візуалізація даних, віртуальні лабораторії,

чат-боти. Інтерактивні: інтерактивні симуляції, віртуальні світи, чат-боти для підтримки, адаптивні системи оцінювання.

Відмітимо, що більшість класичних методів навчання використовує сучасні інформаційні технології мінімально, тоді як на всесвітньому економічному форумі у The Future of Jobs Report 2023, було відзначено, що найважливішими у майбутньому на ринку праці будуть такі навички, як цифрова грамотність: знання сучасних технологій і вміння працювати з цифровими інструментами та гнучкість і адаптивність: здатність швидко адаптуватися до змін у робочому середовищі та гнучко реагувати на нові вимоги і технології. [3] Відповідно, враховуючи кон'юнктуру ринку праці, при підготовці сучасних фахівців слід віддати перевагу саме тим методам, які базуються на опануванні інформаційних технологій.

Для всебічного аналізу можливостей використання ІІІ в освітньому процесі та його впливу на навчальний процес наведемо таблицю з порівнянням класичних методів викладання та методів з використанням ІІІ.

Серед критеріїв оцінки для порівняння методик навчання було обрано, такі критерії, які б дозволили охарактеризувати всі складові педагогічної системи. [4] Аналізуючи отримані результати, можна побачити що всі критерії крім доступності у методів викладання з використанням ІІІ вищі, проблемою лишається поки лише доступність, оскільки більшість ІІІ платні, а безкоштовні версії мають обмежений функціонал. Використання ІІІ в навчанні фізико-математичних дисциплін є і кращим із причини наочності, можливості використання 3D моделей та VR, AR технологій.

Головною проблемою при використанні ІІІ в навчанні стає вміння правильно та чітко формувати промт-запит до ІІІ. Саме цим інструментом ми користуємось при наданні завдань ІІІ. Наведемо конкретний приклад можливостей використання ІІІ в навчальному процесі та наскільки важливо чітко і вдумливо створювати промт-запити. Для цього скористаємось найбільш відомим ІІІ – CHAT GPT 3.5.[5] Можемо записати такий промт-запит: «напиш, хто з учених - фізиків досліджував "Вимушені гармонічні коливання в контурі", хто з них був Нобелівським лауреатом. Відповідь ІІІ наведено на рис.1

Таблиця 1 Порівняння характеристик класичних методик викладання фізики і методик із застосуванням ШІ

Критерій	Класичні методики	Методики із застосуванням ШІ
Персоналізація	Низька: матеріали та завдання однакові для всіх	Висока: адаптація до потреб, стилю та темпу кожного здобувача
Інтерактивність	Низька: лекції, демонстрації, практичні роботи	Висока: ігрові середовища, візуалізації, дослідницькі завдання
Візуалізація	Обмежена: використання таблиць, графіків, діаграм	Широка: 3D-моделі, симуляції, віртуальні лабораторії
Автоматизація	Низька: перевірка завдань, оцінювання знань	Висока: автоматизована перевірка, персоналізований зворотний зв'язок
Аналіз даних	Обмежений: відстеження успішності	Поглиблений: аналіз результатів, виявлення проблем, прогнозування успішності
Мотивація	Низька: пасивне навчання	Висока: інтерактивність, ігрофікація, персоналізований досвід
Розвиток критичного мислення	Низька: акцент на запам'ятовуванні	Висока: дослідницькі завдання, аналіз даних, вирішення проблем
Практичні навички	Низька: обмежені можливості для практики	Висока: віртуальні лабораторії, симуляції, проектування
Ефективність	Низька: не завжди відповідає потребам здобувачів середньої освіти	Висока: кращий засвоєння знань, глибше розуміння
Вартість	Низька: традиційні ресурси	Висока: розробка та впровадження ШІ-технологій
Кваліфікація вчителів	Низька: знання предмету	Висока: знання предмету + знання ШІ-технологій
Доступність	Висока: доступні всім	Низька: не всі мають доступ до ШІ-технологій

Джерело: розроблено автором на основі [2], [4].



ChatGPT

Одним з вчених фізиків, який досліджував вимушені гармонічні коливання в контурі, був Ервін Шрєдінгер. Він отримав Нобелівську премію з фізики у 1933 році за розробку нової продуктивної формулювання квантової механіки. Його внесок в розвиток квантової теорії був значним, і Шрєдінгер активно досліджував різні аспекти коливальних систем, включаючи вимушені гармонічні коливання в контурі.

Рис. 1 Відповідь CHAT GPT 3.5 на промт-запит [5].

При чому слід відмітити, що кожного разу ШІ на один і той самий промт може надавати іншу відповідь. На рис 2. наведено відповідь ще одну відповідь на вище згаданий промт-запит.

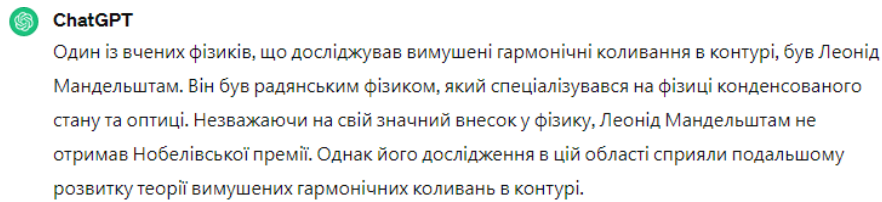


Рис. 2 Відповідь CHAT GPT 3.5 на промт-запит [5].

Підбиваючи підсумки, зазначимо, що штучний інтелект є необхідною складовою навчальної методології викладання фізико-математичних дисциплін, тому що він дозволяє удосконалити процес навчання та підвищити його ефективність. Використання ШІ в освіті сприяє поліпшенню рівня знань здобувачі, розвитку їх навичок та підготовки до викликів сучасного світу. Штучний інтелект може бути використаний для розв'язання завдань у викладанні фізико-математичних дисциплін. Наприклад, системи штучного інтелекту, які допомагають здобувачам у процесі самостійного навчання, розробці індивідуалізованих навчальних програм, оцінці знань та навичок здобувачів.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Малімон Л.К., Гончарук С.В. Основи педмайстерності глосарій: метод. рекомендації для студ. ф-ту іноз філол. –Луцьк : Вежа-Друк, 2022. –28 с. Режим доступу: <https://evnuir.vnu.edu.ua>
- [2] Цимбаленко, А. А. Пасивні, активні та інтерактивні методи навчання / Цимбаленко А. А., Гарєєва Ф. М. // Людина у світі високих технологій : збірник праць XVIII Міжнародної молодіжної науково-практичної конференції «Історія розвитку науки, техніки та освіти» (23 квітня 2020 р., Київ). – Київ, 2020. – С. 201-204.
- [3] Офіційний сайт Всесвітній економічний форум. – Режим доступу: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf
- [4] Каньковський І.Є. Генезис розвитку поняття «педагогічна система» / І.Є. Каньковський // Проблеми інженерно-педагогічної освіти: зб. праць. – Харків: УПА, 2009. – Вип. 24–25. – С. 25–35.
- [5] ChatGPT 3.5– Режим доступу: <https://chat.openai.com/>

Нікітін А. В., Листопадова В. В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський, 37,
e-mail: sairusgold@gmail.com

НОВА ЕПОХА ЕКСПЕРИМЕНТІВ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Анотація. Зроблено огляд нових засобів для проведення лабораторних робіт у вищих навчальних закладах. Досліджено використання, переваги та недоліки цих інструментів. Наведено приклад сучасних рішень в сфері експериментів у КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Abstract. An overview of new tools for conducting laboratory exercises in higher education institutions is presented. The uses, advantages, and disadvantages of these tools are explored. Examples of state-of-the-art solutions in the field of experimentation at Igor Sikorsky Kiev Technical University are presented.

Ключові слова: сучасні технології, штучний інтелект у навчанні, співпраця з приватним сектором.

Keywords: Modern technology, artificial intelligence in education, and cooperation with the private sector.

Сучасний світ динамічно розвивається і наукові дослідження відіграють дедалі важливішу роль у цьому процесі. Незважаючи на важкий стан в Україні, викликаний військовою агресією, освітній процес продовжується і лише змінив деякі форми і аспекти своїх напрямків. Як центри знань та інновацій, вищі навчальні заклади повинні відповідати вимогам реального часу та пропонувати нові підходи до досліджень. Метою роботи є аналіз сучасних технологій в університетах, які б могли удосконалити освітній процес, збільшивши кількість досвідчених спеціалістів та науковців у різних сферах України.

Інтенсивне зростання обсягів науково-технічної інформації та оновлення систем наукових знань вимагають якісно нової теоретичної підготовки вузькоспеціалізованих фахівців, здатних працювати самостійно і творчо, комерціалізувати науку, впроваджувати наукомісткі технології у виробництво та надійно адаптуватися до сучасних ринкових відносин.

Суть вищої освіти полягає не лише в підготовці фахівців у певній галузі знань, а й у постійному набутті навичок самоосвіти та вмінні аналізувати процеси і явища, чи то в науці, чи то на виробництві. Також у реаліях нашого життя необхідним є навчання спеціалістів, які будуть розвивати сфери промисловості і захисту нашої держави, просуваючи її на світовій арені та приймати участь у відбудові існуючих секторів життя після настання мирного часу.

Нині сучасні технології швидко розвиваються, створюючи нові можливості для досліджень та експериментів. Розглянемо деякі з нових технологій, які вже використовуються або мають потенціал для широкого впровадження.[2]

Штучний інтелект стає революційним інструментом у лабораторних дослідженнях, автоматизуючи рутинні завдання, прискорюючи аналіз даних і генеруючи нові гіпотези. Ось кілька прикладів використання штучного інтелекту:

- Роботизовані платформи: роботи, керовані штучним інтелектом, виконують повторювані завдання, такі як дозування, змішування та вимірювання, точніше і швидше, ніж люди.

- Машинне навчання: ШІ-алгоритми роблять прогнози на основі даних, генерують нові гіпотези та допомагають дослідникам формулювати нові дослідницькі питання.

Але разом з тим використання штучного інтелекту має свої недоліки та проблеми, а саме використання ШІ в дослідженнях може викликати етичні проблеми, такі як упередженість і зловживання та неправильна інтерпретація наданих та отриманих даних.

Незважаючи на труднощі, використання ШІ в лабораторних дослідженнях стрімко зростає; ШІ має потенціал для революції в наукових дослідженнях, роблячи їх більш ефективними, швидкими і точними.

Університети активно співпрацюють з приватним сектором і реалізують спільні дослідницькі проекти та програми. Це сприяє інноваціям та комерціалізації наукових розробок, а також забезпечує стабільність і зростання наукового сектору країни. Особливого значення набуває необхідність розробки та впровадження освітніх програм підготовки майбутніх кваліфікованих фахівців, які б точно і гнучко відображали поточні та перспективні вимоги регіонального ринку праці до кваліфікації та професійної компетентності працівників.

Приватний сектор може надати дослідникам доступ до капіталу, обладнання та даних, допомогти студентам отримати практичний досвід роботи над реальними проектами, розробити нові продукти та послуги, які принесуть користь суспільству, а вищим навчальним закладам - краще підготувати студентів до потреб ринку праці.

Співпраця з приватним сектором відкриває можливості для нових експериментів в освіті та дослідженнях. Ці експерименти можуть призвести до нових методів викладання, нових форм співпраці та нових інновацій, це може стати рушійною силою змін у вищій освіті та наукових дослідженнях.[1]

Розглянемо як вище вказані технології застосовуються в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського». ВНЗ пишається своїми сучасними лабораторіями, які дають студентам можливість здобувати практичні навички та знання з використанням сучасного обладнання. Представимо деякі з найсучасніших лабораторій КПІ на різних факультетах.

- Лабораторія КПІ - GlobalLogic Ukraine: створена за підтримки ІТ-компанії GlobalLogic Ukraine для забезпечення студентів новітнім програмним та апаратним забезпеченням для розробки програмного забезпечення, вбудованих систем, пристроїв Інтернету речей та інших інноваційних проєктів. Така співпраця показує необхідність залучення приватних компаній до навчального процесу, щоб здобувачі освіти могли набувати навички безпосередньо в необхідному напрямку.[3]

- Лабораторія штучного інтелекту: створена за підтримки «Intel», щоб надати студентам можливість досліджувати та впроваджувати алгоритми в галузі штучного інтелекту, машинного навчання та комп'ютерного зору.

- Лабораторія електроніки та прототипування «Lamp»: інноваційна лабораторія, де студенти можуть реалізовувати електронні проєкти за допомогою 3D-принтерів та лазерного різання. Користуючись сучасним обладнанням можна пізнавати величезний обсяг нових напрямків в науках.[4]

Сучасні лабораторії КПІ є невід'ємною частиною навчального процесу, і студенти мають можливість здобувати практичні навички та знання на сучасному обладнанні. Їхні приклади ілюструють застосування сучасних технологій, таких як штучний інтелект та сучасне обладнання і допомагають у просуванні нових спеціалістів до приватних компаній, які дають доступ до більших можливостей.

Таким чином, дослідження є важливою складовою вищої освіти і надає численні переваги студентам і суспільству в цілому. Інтеграція нових технологій, таких як штучний інтелект, в освітній процес може допомогти полегшити проведення експериментів і надати студентам доступ до ширшого кола досліджень, а залучення приватного сектору може допомогти їм навчитися застосовувати нові навички на робочому місці. Однак реалізація дослідницьких проектів пов'язана з такими проблемами, як обмеженість фінансування і ресурсів, неетичні питання, пов'язані зі штучним інтелектом, і обмежений доступ до розробки передових технологій. Вирішення цих проблем має важливе значення для подальшого розвитку досліджень у вищій освіті.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Ринок праці: практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 051 «Економіка», спеціалізації «Економіка праці та управління персоналом» КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 68с. Режим доступу: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/968982df-8a42-413c-acd6-5552c843943a/content>
- [2] Методологія наукових досліджень: навчальний посібник для підготовки докторів філософії спеціальностей 161 Хімічні технологія та біоінженерія; уклад.: Астрелін І. М., Косогіна І.В., Кирій С.О. Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 121 с. Режим доступу: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/889e6ada-9c5f-4404-837f-62c7171645e0/content>
- [3] Інноваційна лабораторія на ФЕЛ Режим доступу: <https://kpi.ua/2024-kp1-fel>
- [4] Відкрита лабораторія електроніки «Лампа» Режим доступу: <https://lampa.kpi.ua/>

Селезньова Н. П., Левицький О. Т.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський, 37,
e-mail: nadijasel@gmail.com

ДЕЯКІ ЗАУВАЖЕННЯ ЩОДО ВИКЛАДАННЯ КУРСУ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ

***Анотація.** В роботі відмічено роль відомих українських математиків В.Я. Буняковського та В. П. Єрмакова у розвитку теорії ймовірностей та її викладання в Київській політехніці. Розібрано розв'язання прикладу з теорії ймовірностей студентами, як правильні варіанти, так і неправильні. Вказано типові помилки студентів, при розв'язуванні прикладу.*

***Abstract.** The role of famous Ukrainian mathematicians V.Y. Bunyakovsky and V.P. Yermakov in the development of probability theory and its teaching at Kyiv Polytechnic is noted in the paper. The solution of the probability theory problem by students is analyzed, both correct and incorrect variants. Typical mistakes made by students in solving the problem are indicated.*

***Ключові слова:** імовірність події, протилежна подія, математики Буняковський, Єрмаков.*

***Keywords:** probability of an event, opposite event, mathematician Buniakovsky, mathematician Yermakov.*

Першим підручником із теорії ймовірностей на теренах Російської імперії була книга «Основи математичної теорії ймовірностей» В.Я. Буняковського (1804-1889), академіка Петербурзької АН, почесного члена багатьох російських університетів і вчених товариств, Віктор Якович був українцем за походженням, уродженцем містечка Бар Подільської губернії.

У цій праці розказано про виникнення та розвиток теорії ймовірностей науки, наведено приклади її застосування в страхуванні, демографії.

Перший український підручник з теорії ймовірностей з'явився у 1878 р. завдяки заслуженому професору Київського політехнічного інституту Василю Петровичу Єрмакову (1845-1922) – фундатору математичної підготовки

Київського політехнічного інституту [1]. Він був запрошений до КПІ для проведення лекцій з математики в 1898 р.

Отже, викладання теорії ймовірностей в Київській політехніці має давню історію.

До уваги пропонується невеличкий фрагмент із курсу теорії ймовірностей [2, 3] для студентів Київської політехніки факультету соціології і права. В одній із тестових робіт студентам було запропоновано розв'язати таку задачу:

«При підготовці до іспиту один із студентів підготував лише 70 % необхідного матеріалу, а інший – 80 %. Яка ймовірність того що лише один з них відповість на всі питання екзаменаційного білету?». В даній задачі не йдеться про кількість завдань, розв'язаних студентом з білету. Такого типу задача розглядається на наступному етапі вивчення теорії ймовірностей. На жаль, не всі студенти розв'язали цю задачу вірно. Тому при аналізі виконаної тестової роботи на практичному занятті було проаналізовано варіанти правильного та неправильного розв'язання цієї задачі.

Для початку розглянемо вірне розв'язання.

Нехай подія A_1 полягає в тому, що перший студент відповість правильно на всі питання екзаменаційного білету. Подія A_2 – другий студент відповість правильно на всі питання екзаменаційного білету. Тоді, згідно умови задачі,

$$P(A_1) = 0,7; P(A_2) = 0,8; P(\bar{A}_1) = 1 - P(A_1) = 0,3; P(\bar{A}_2) = 1 - P(A_2) = 0,2,$$

де \bar{A}_1 та \bar{A}_2 – події протилежні до подій A_1, A_2 , відповідно і полягають у тому, що студент не відповість правильно, принаймні, на одне із питань білету.

Нехай подія B полягає в тому, що лише один із студентів відповість на всі питання екзаменаційного білету. Подія B може настати у одному з двох випадків: або перший студент відповів правильно, а другий ні (позначимо таку подію B_1), або ж навпаки, перший студент помилився, а другий відповів правильно (позначимо B_2). Зрозуміло, що ці дві події не мають відбуватись одночасно, бо в умові задачі йде мова тільки про одного студента, тому $B = B_1 + B_2$.

Для того, щоб відбулась подія B_1 , потрібно щоб одночасно відбулись A_1 і \bar{A}_2 , отже, $B_1 = A_1 \cdot \bar{A}_2$. Аналогічно $B_2 = A_2 \cdot \bar{A}_1$.

$$\text{Тоді } B = A_1 \cdot \bar{A}_2 + A_2 \cdot \bar{A}_1 \text{ і } P(B) = P(A_1 \cdot \bar{A}_2) + P(A_2 \cdot \bar{A}_1) = 0,7 \cdot 0,2 + 0,8 \cdot 0,3 = 0,38.$$

Розглянемо також інший варіант правильного розв'язку. Звернемо увагу на подію, протилежну до потрібної нам, подію \bar{B} , що полягає у тому, що або обидва студенти дали правильні відповіді, або обидва помилились. В результаті маємо:

$$P(B) = 1 - P(\bar{B}) = 1 - (P(A_1) \cdot P(A_2) + P(\bar{A}_1) \cdot P(\bar{A}_2)) = 1 - (0,7 \times 0,8 + 0,3 \times 0,2) = 0,38.$$

Тепер розглянемо неправильні варіанти розв'язання цієї задачі. Ось, до прикладу, один зі студентів описав цю задачу так:

A – перший студент відповів на всі питання правильно;

B – другий студент відповів на всі питання правильно;

C – один із студентів відповів правильно, а інший ні.

Тоді $P(C) = P(A+B) = P(A) + P(B) - P(AB) = 0,7 + 0,8 - 0,7 \times 0,8 = 0,94$. Тут студент неправильно зрозумів умову задачі, фактично обчислюючи ймовірність того, що, принаймні, один студент відповів на питання правильно. За умовою задачі подія «обидва студенти відповіли правильно» нам не підходить і її ймовірність слід було відняти, тоді в нас був би третій варіант розв'язання.

Також був інший метод неправильного розв'язання. Подія A_1 – перший студент відповів на всі питання правильно, подія A_2 – другий студент відповів на всі питання білета правильно, подія A – один студент відповів на всі питання правильно.

$$P(A) = 1 - (1 - P(A_1)) \times (1 - P(A_2)) = 1 - (1 - 0,7)(1 - 0,8) = 1 - 0,06 = 0,94.$$

Фактично, тут та сама помилка, що й у попередньому варіанті. Обчислення проведені вірно, але обчислена ймовірність не тої події, про яку питали.

Розглянуті приклади наводять на думку, що з самою теорією ймовірності у тих студентів, що послужили ілюстрацією для даних тез, все гаразд. Вони можуть обчислити ймовірність складної події, спираючись на відомі ймовірності простих подій, комбінацією яких вона є. Ще одним варіантом правильного розв'язання запропонованої задачі, є опис всього простору елементарних подій в контексті задачі.

Проблема ж у таких студентів із логікою: вони не можуть коректно перекласти задачу, подану у текстовому вигляді, на мову елементарних подій, пов'язаних між собою логічними зв'язками.

Насамкінець зауважимо, що на противагу широко застосовуваному «рецептурному методу» викладання математики слід робити наголос на

розумінні предмету студентами. Розбирати не тільки правильні розв'язання, а і аналізувати помилки студентів. Прикладом такого підходу є [4]. Також слід зауважити, що виконання тестів, яке полягає в обранні правильних варіантів відповідей до завдань, при цьому без обґрунтування такого вибору, і призводить до помилок при розв'язуванні широкого класу задач.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Добровольський В. О. Єрмаков Василь Петрович. Енциклопедія Сучасної України: НАН України, НТШ. – К.: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2009. –Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-19986>

[2] Спеціальні питання вищої математики. Елементи теорії ймовірностей. Теорія і практикум. [Електронний ресурс] навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Н.П. Селезньова, Т.О. Рудик, О.В. Суліма, Ю.В. Киричук, Н.М. Назаренко та інш.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 78 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42309>

[3] Кушлик-Дивульська О. І., Селезньова Н. П. Вища математика: Елементи теорії ймовірності: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 105 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46693>

[4] Селезньова Н.П., Вітюк С.(2021). Особливості застосування формули Байєса. ХІХ міжнародна молодіжна науково-практичної конференція «Історія розвитку науки, техніки та освіти» за темою «фізика та формування нової світової реальності»: зб. пр. Київ, 15 квітня 2021 р. Київ, 2021. С. 158-160.

Шляховер Р.С., Гарєєва Ф.М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр. Берестейський, 37,
e-mail: shliyakhover@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ

Анотація. У роботі розглядаються сучасні комп'ютерні технології, які можуть бути ефективно використані для підвищення якості навчання студентів фізиці в умовах пандемії та воєнного часу. Аналізуються переваги та недоліки таких технологій, як онлайн-конференції, віртуальні дошки, презентації, віртуальні лабораторні роботи та робочі простори. Підкреслюється важливість належного педагогічного та методичного забезпечення при впровадженні інформаційних технологій у навчальний процес.

Abstract. The paper examines modern computer technologies that can be effectively used to improve the quality of teaching physics to students during the pandemic and wartime conditions. It analyzes the advantages and disadvantages of such technologies as online conferences, virtual whiteboards, presentations, virtual laboratory works, and workspaces. The importance of proper pedagogical and methodological support in introducing information technologies into the educational process is emphasized.

Ключові слова: комп'ютерні технології, онлайн-навчання, віртуальні лабораторії, презентації, робочі простори.

Keywords: computer technologies, online learning, virtual laboratories, presentations, workspaces.

Наразі через війну та пандемію, актуальним є питання підвищення ефективності навчання студентів під час вивчення фізики шляхом використання сучасних комп'ютерних технологій.

В умовах змін в освітньому процесі, коли зростає відповідальність студентів за власне навчання, застосування комп'ютерних технологій може суттєво полегшити засвоєння складного матеріалу з фізики та підвищити ефективність роботи студентів.

Розглянемо деякі типи програм, що широко використовуються для навчання фізики:

- **Онлайн-конференції** (Zoom, Google Meet та ін.) дозволяють проводити заняття віддалено, що надає студентам можливість отримувати освіту без фізичної присутності в аудиторії. Вони також забезпечують можливість взаємодії з викладачами у реальному часі та обговорення навчальних матеріалів. Перевагою онлайн – конференцій є можливість записувати сесії для подальшого перегляду, що дозволяє студентам повторно переглядати матеріали та закріплювати знання. Однак, недоліками онлайн-конференцій, на наш погляд є більш обмежений контроль за якістю засвоєнням знань, неможливість спостерігати емоційну реакцію студентів на розуміння нового матеріалу, а також неможливість належним чином контролювати увагу та активність студентів під час сесії. Також, може виникнути проблема зі збереженням стабільного з'єднання та технічними неполадками, які можуть перешкоджати ефективності навчання.

- **Віртуальні дошки** (iDroo, Jamboard та інші) надають змогу візуалізувати складні концепції та працювати викладачу зі студентами над навчальним матеріалом у реальному часі. Віртуальні дошки дозволяють створювати високий рівень інтерактивності, так як викладачі не лише ведуть записи на дошці, а можуть також ставити запитання студентам, що сприяє підвищенню ефективності процесу навчання. Однак, складність введення інформації на віртуальну дошку за допомогою комп'ютерної миші може бути не таким зручним, як використання звичайної аудиторної дошки та маркера (крейди) і може вимагати від викладачів додаткового часу для створення записів. Крім того, технічні проблеми, такі як низька швидкість Інтернету або проблеми з програмним забезпеченням, можуть обмежувати ефективність використання віртуальних дошок.

- **Презентації** – надають можливість подавати навчальний матеріал більш наочно та цікаво, що полегшує рівень засвоєння і запам'ятовування. Такий вид технічного забезпечення допомагає візуалізувати складні для засвоєння концепції навчальної дисципліни. Крім того, використання різноманітних мультимедійних елементів, таких як зображення, діаграми та відео, може полегшити засвоєння та запам'ятовування навчального матеріалу. Однак, презентації можуть бути перевагою лише в тому випадку, якщо вони підготовлені якісно. Якщо презентація не відповідає основним вимогам створення такого виду подання учбового матеріалу, вона може викликати

втому та втрату уваги студентів. Крім того, під час презентації ускладнюється можливість викладача спостерігати за реакціями студентів та оцінювати їх рівень розуміння та зацікавленості у представленому матеріалі.

- **Віртуальні лабораторні роботи** дозволяють студентам отримати практичний досвід та виконувати експерименти без необхідності фізично бути присутніми в лабораторії. Однак, недоліком віртуальних лабораторних робіт може бути відсутність можливості реального сприйняття та взаємодії з навчальними матеріалами та обладнанням. Спостереження за реальними фізичними процесами дуже важливі для навчання, отже віртуальні лабораторні роботи не завжди можуть передати цю аутентичну досвідченість. Крім того, технічні обмеження або проблеми з програмним забезпеченням лабораторних робіт можуть ускладнити або обмежити доступ до віртуальних лабораторних робіт.

- **Робочі простори** – поєднують всі навчальні інструменти в одному місці, дають змогу систематизувати весь процес навчання. Для цього можна використовувати програми, що дають змогу створювати свої окремі сервера, такі як Moodle, Discord та інші. Недоліком робочого простору є складний інтерфейс програм із яким доведеться працювати при створенні окремих серверів для груп, потоків тощо.

Слід розуміти, що використання інформаційних технологій має супроводжуватися належним педагогічним та методичним забезпеченням. Це вимагає від викладачів використовувати інформаційні технології у навчальному процесі, розробляти відповідну навчальну та методичну літературу.

Отже впровадження комп'ютерних технологій у навчальний процес може суттєво підвищити ефективність навчання студентів. Але використання інформаційних технологій має ґрунтуватися на розумінні, що комп'ютери – це лише інструмент, а не повне вирішення проблеми сучасних умов навчання. Тому потрібні подальші дослідження для визначення оптимальних шляхів поєднання інформаційних технологій та традиційних методів навчання.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Кисла І.І. Використання електронних засобів на уроках фізики / Кисла І.І. // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2007. – № 3. – С. 49-53.

- [2] Левченко О.М. Основи створення комп'ютерних презентацій: [Навч. Посіб.] / Левченко О.М., Завадський І.О. Прокопенко Н.С. – К.: Вид.група ВНМ, 2009. – 368 с.
- [3] Інформатика: Підручник для 10-11 кл. загальноосвіт.навч.закл./ І.Т.Зарецька, А.М. Гуржій, О.Ю. Соколов. У 2-х част. – К.: Форум, 2004.
- [4] Пометун О.І. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: Наук. метод. посібн. / Пометун О.І., Л.В. Пироженко. За ред.. О.І. Пометун.-К.: А.С.К.; 2005. -192 с.
- [5] Воротнікова І.П Електронні засоби навчального призначення: каталог, методичні рекомендації та конспекти уроків (природничо-наукові дисципліни, математика, інформатика, управління навчальним закладом) / І.П. Воротнікова, О.А. Геращенко. - Луганськ: СПД Резників В.С., 2008. – 252 с.
- [6] Савош В.О. Як організувати самостійну діяльність учнів на уроках фізики / Савош В.О. –Х.: Вид. група «Основа». 2009. – 112 с.