

УДК 535.2

DOI 10.47049/2226-1893-2024-1-158-174

**КОМПЛЕКСНА МЕТОДИКА РОЗВИТКУ  
ФАХОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МОРСЬКИХ ІНЖЕНЕРІВ  
З ВИКОРИСТАННЯМ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ  
ОСВІТНІХ ЦИФРОВИХ СЕРВІСІВ ТА CHATGPT**

**С.О. Яремчук**

к.т.н., доцент,

доцент кафедри «Управління в транспортній галузі»

*yaremchuck@dinuoma.com.ua*

ORCID: 0000-0002-6736-1471

**І.З. Маслов**

к.т.н., доцент,

завідувач кафедри «Судових енергетичних установок і систем»

*maslov@dinuoma.com.ua*

ORCID: 0000-0003-1759-6077

*Дунайський інститут Національного університету  
«Одеська морська академія», Ізмаїл, Одеська область, Україна*

**Анотація.** В роботі розроблена комплексна методика розвитку фахових компетентностей морських інженерів з використанням інформаційно-комунікаційних технологій GoogleMeet, GoogleClassroom, PowerPoint, GoogleSlides, Canva, GoogleSheets, GoogleForms, MyTestStudent та системи штучного інтелекту ChatGPT.

Методика описує активності викладача та здобувачів під час проведення лекційних, лабораторних та практичних занять, що забезпечило підвищення рівня якості навчального процесу, повноцінне засвоєння та наближення знань здобувачів до їх практичного застосування у сфері морської інженерії.

Методика апробована в Дунайському інституті Національного університету «Одеська морська академія» з досягненням суттєвого позитивного результату. За результатами іспитів встановлено підвищення абсолютної успішності та якості навчання.

**Ключові слова:** температурна залежність, електричний опір, опір металів, опір напівпровідників, суднові прилади, суднові системи.

УДК 535.2

DOI 10.47049/2226-1893-2024-1-158-174

**COMPREHENSIVE DEVELOPMENT METHODOLOGY  
PROFESSIONAL COMPETENCIES OF MARINE ENGINEERS  
USING A PHYSICAL EXPERIMENT,  
EDUCATIONAL DIGITAL SERVICES AND CHATGPT**

**S.O. Yaremchuk**

Ph.D. in Technical Science,  
Associate Professor of the department «Transport Sector Management»  
yaremchuck@dinuoma.com.ua  
ORCID ID: 0000-0002-6736-1471

**I. Z. Maslov**

Ph.D. in Technical Science,  
Head of the department «Ship Power Plants and Systems»  
maslov@dinuoma.com.ua, ORCID ID: 0000-0003-1759-6077

*Danube Institute of National University «Odesa Maritime Academy»,  
Izmail, Odesa region, Ukraine*

**Abstract.** *The comprehensive methodology for developing professional competencies of marine engineers has been developed in the work, utilizing information and communication technologies such as GoogleMeet, GoogleClassroom, PowerPoint, GoogleSlides, Canva, GoogleSheets, GoogleForms, MyTestStudent, and the artificial intelligence system ChatGPT.*

*The methodology describes the activities of both the instructor and the learners during lectures, laboratory sessions, and practical exercises.*

*The methodology aims to improve the quality of the learning process, facilitate the assimilation of knowledge, and enhance its practical application in the field of marine engineering.*

*The methodology has been successfully tested at the Danube Institute of the National University «Odesa Maritime Academy» with a significant positive outcome. The examination results have indicated an increase in overall success rate and learning quality.*

**Keywords:** *Temperature dependence, electrical resistance, resistance of metals, resistance of semiconductors, marine instruments, ship systems.*

**Вступ.** Знання фізичних законів, явищ та закономірностей, які лежать в основі роботи суднових систем, машин та механізмів, вкрай необхідні для розвитку фахових компетентностей морських інженерів.

Знання щодо застосування фізичних законів у суднових системах, та практичні навички проведення експериментів є важливими складовими освітньої підготовки здобувачів вищої освіти (надалі здобувачів) у галузі морського транспорту. Фізика – дуже значуща за обсягом знань, давня та нетривіальна наука. Давньогрецький математик, фізик, інженер, винахідник та астроном Архімед досліджував фізичні явища та закони ще у III столітті до Р.Х.

Сучасна загальна фізика для морських інженерів містить значну кількість об'ємних розділів. Це механіка, молекулярна фізика, термодинаміка, електростатика, електричний струм, магнітні взаємодії, коливання та хвилі, акустика, оптика, квантова фізика, які детально викладені в об'ємному навчальному посібнику [1]. Освітній процес з фізики передбачає проведення лекційних, практичних та лабораторних занять. Підвищення рівня якості навчального процесу та повноцінне засвоєння знань здобувачами вимагає розробки комплексної методики викладання, яка поєднує лекційні, практичні та лабораторні методи навчання з інформаційно-комунікаційними технологіями (ІКТ), різноманітними цифровими сервісами (ЦС) та програмними засобами (ПЗ).

**Постановка проблеми.** Перша проблема полягає у відсутності повноцінної участі здобувача у проведенні лекційних, практичних та лабораторних занять під час навчання за допомогою дистанційних технологій (НДДТ). Зазвичай здобувачі є власниками потужних смартфонів з різноманітною функціональністю, що відволікає їх від процесу засвоєння знань. Якщо заняття проводиться в аудиторії, викладач має певні важелі впливу на здобувача для його залучення в навчальний процес. Однак при НДДТ вплив викладача значно зменшується. Здобувачі посилаються на несправність або відсутність обладнання, недоступність мережі Інтернет, відсутність світла тощо (що неможливо перевірити), і в повній мірі не засвоюють знання. Друга проблема пов'язана з недостатнім розумінням здобувачами зв'язку фізичних явищ та законів, які вони вивчають, з їх застосуванням у побудові та роботі суднових приладів та систем. Вирішення описаних проблем є актуальною крос-дисциплінарною задачею та можливе шляхом розробки та апробації комплексної методики, яка поєднує лекційні, практичні та лабораторні методи навчання з використанням ІКТ, ЦС і ПЗ для здобувачів вищої освіти у галузі морської інженерії, що і обумовлює мету роботи.

**Мета та завдання роботи.** Мета роботи – забезпечити підвищення рівня якості навчального процесу, повноцінне засвоєння та наближення знань здобувачів до їх практичного застосування шляхом розробки та апробації комплексної методики розвитку фахових компетентностей здобувачів, яка поєднує лекційні, практичні та лабораторні методи навчання з використанням ІКТ, ЦС і ПЗ.

Серед різноманітного суднового устаткування важливе місце посідають прилади, які використовують залежність електричного опору твердих тіл – діелектриків, провідників та напівпровідників – від температури. Це терморезистори, інфрачервоні термометри, термістори. Ці прилади дозволяють вимірювати температуру води, масла, повітря та інших середовищ у різних частинах судна, контролювати температурний режим роботи двигунів, трубопроводів, систем охолодження, систем контролю вантажних трюмів, плавучих платформ, систем вихлопних газів тощо. Тому для прикладу апробації методики було обрано тему «Елементи зонної теорії кристалів» з розділу «Фізика твердого тіла» з виконанням завдань:

1. Проведення лекційного заняття на тему «Елементи зонної теорії кристалів»;

2. Проведення лабораторного заняття на тему «Дослідження температурної залежності опору металу, сплаву та напівпровідника»;

3. Проведення практичного заняття на тему «Застосування температурної залежності опору металу, сплаву та напівпровідника в приладах суднових систем».

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретичні засади зонної теорії кристалів детально описані у навчальному посібнику [1]. Внаслідок взаємодії атомів їх енергетичні рівні розщеплюються на певну кількість підрівнів, яку названо дозволеною зоною енергії. Розподіл електронів за енергетичними підрівнями у межах дозволеної зони визначається принципом мінімуму енергії (згідно з яким спочатку заповнюються підрівні з меншими значеннями енергії) і принципом Паулі [1, с. 357]. Зони в кристалі можуть бути не заповненими електронами, заповненими повністю або частково. Результат заповнення залежить від того, яким рівнем енергії атома породжена зона. Валентною зоною (ВЗ) називається найвища з повністю заповнених електронами зон (рис. 1). Наступна зона після валентної називається зоною провідності (ЗП). Зона провідності може бути або частково заповненою електронами (рис. 1, а), або незаповненою (рис. 1, б).

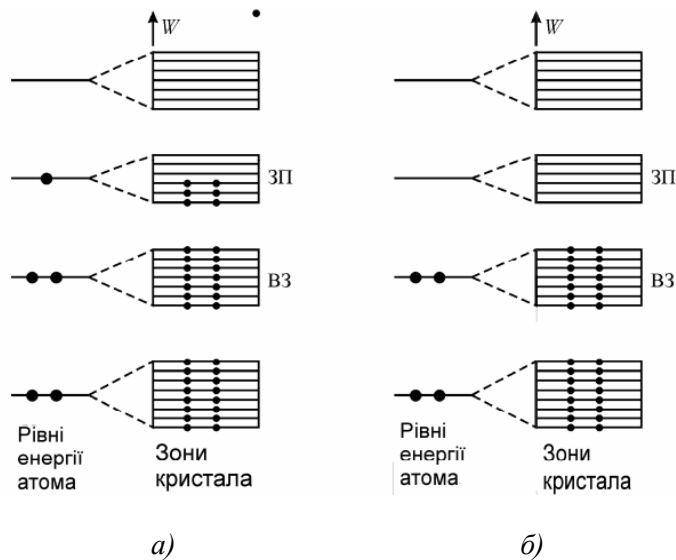


Рис. 1. Наповненість електронами ВЗ та ЗП

Електричні властивості твердих тіл визначаються взаємним розміщенням заповнених, частково заповнених і порожніх зон. Залежно від конкретної ситуації тверде тіло має різні електричні властивості. На основі зонної теорії всі тверді тіла за їх електричними властивостями можна розбити на три основні групи: метали, діелектрики та напівпровідники. Тверде тіло можна віднести до однієї із цих груп залежно від розташування ВЗ та ЗП. Між ВЗ та ЗП існує так звана заборонена зона (ЗЗ). Якщо ЗП частково заповнена електронами, то такі тверді тіла є металами, що добре проводять електричний струм. У такому разі ширина забороненої зони не впливає на електричні властивості металів.

У тому випадку, коли ЗП порожня, електрони перебувають у ВЗ, яка відокремлена від ЗП забороненою зоною. Залежно від ширини ЗЗ розрізняють діелектрики та напівпровідники. Чіткої границі в такій класифікації немає. Прийнято вважати, що тверде тіло є діелектриком, якщо ширина ЗЗ складає  $\Delta W > 4 \text{ eV}$ ; тверде тіло є напівпровідником, якщо ширина ЗЗ складає  $\Delta W < 4 \text{ eV}$  (рис. 2)~.

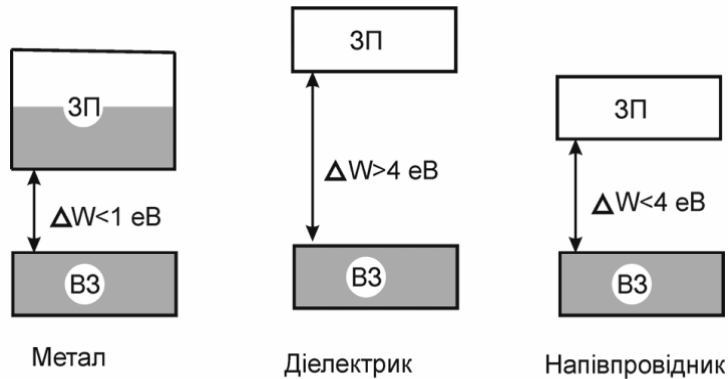


Рис. 2. Взаємне розташування ВЗ та ЗП для твердих тіл

У рамках класичної теорії електропровідності металів у навчальному посібнику [2, с. 133] є припущення, що  $V \sim T$ , і питомий опір  $\rho \sim$ , що суперечить експерименту, де спостерігається лінійна залежність опору металів від температури. У квантовій теорії металів енергія електронів  $W = W_F + kT = WF(1 + kT/W_F)$ , де  $W_F$  – енергія Фермі. Оскільки  $kT/W_F \ll 1$ , то енергія електронів і швидкість їх теплового руху практично не залежить від температури. Залежність же питомого опору металів від температури пояснюється зменшенням середньої довжини Вільного пробігу електронів від температури  $\lambda \sim 1/T$ , що пов'язано з більш ефективним розсіюванням електронів на теплових коливаннях іонів кристалічної ґратки при більш високих температурах [1, с. 363].

У напівпровідників ширина заборонної зони менша, ніж у діелектриків і становить від 0,1 до 3-4 eV. У зв'язку з цим енергії теплового руху при кімнатній температурі достатньо для переведення частини електронів з ВЗ на нижні підрівні ЗП.

Під впливом зовнішнього електричного поля енергія електронів у ЗП може збільшуватися, оскільки вони можуть переходити на більш високі вакантні підрівні енергії. У результаті виникає електронна провідність (провідність *n*-типу). При переході частини електронів з ВЗ в ЗП у ВЗ утворюються незайняті підрівні («вакансії»), і в разі накладання зовнішнього електричного поля електрони ВЗ можуть набувати упорядкованого руху, займаючи ці вакансії. Такий механізм провідності описують як рух позитивних зарядів («дірок»), а провідність називається провідністю *p*-типу. Таким чином, у чистому напівпровіднику провідність має змішаний електронно-дірковий характер [1, с. 364].

Концентрація електронів у зоні провідності пропорційна ймовірності знаходження їх у цій зоні, тобто функції розподілу Фермі-Дірака

$$n \sim f(W) = \quad (1)$$

Оскільки електропровідність  $\gamma$  пропорційна концентрації електронів  $n$ , то

$$\gamma \sim \frac{1}{e^{\frac{W-W_F}{kT}} + 1} = \frac{1}{e^{\frac{\Delta W}{kT}} + 1} \quad (2)$$

В області низьких температур ( $T \rightarrow 0$ )  $e^{\frac{\Delta W}{2kT}} \rightarrow \infty$ , тому  $\gamma \simeq 0$ , тобто при низьких температурах напівпровідник поводить як діелектрик. В області кімнатних температур значення експоненти  $e^{\frac{\Delta W}{kT}}$  скінченне і значно більше за одиницю. Знехтуючи одиницю в знаменнику (2), дістанемо

$$\gamma = \gamma_0 e^{-\frac{\Delta W}{2kT}} \quad (3)$$

Тобто зі зростанням температури електропровідність напівпровідників зростає. Механізм зростання пов'язаний зі збільшенням концентрації вільних електронів у ЗП при зростанні температури.

У навчальному посібнику [3, с. 348] детально описані рівняння Шредінгера для електрона у кристалі, функцію розподілу Фермі-Дірака, модель вільних електронів та її застосування до металів [3, с. 361], квантові явища при низьких температурах, надпровідність та надплинність [3, с. 377]. Сучасні методи вимірювання дозволяють встановити, що при  $T \leq 4,2\text{K}$  питомий опір провідника (ртуті) менший від  $10^{-25}\text{Ом}\cdot\text{м}$ . Таке явище переходу в нуль опору деяких металів при низьких температурах описується як надпровідність. Температура, при якій відбувається фазовий перехід з нормальної електропровідності в надпровідний стан, має назву критичної  $T_k$ . Окрім металів, надпровідність властива їх сплавам та сполукам. Однак відсутність електричного опору руйнується магнітним полем, коли магнітна індукція перевищує деяке критичне значення  $B_k$ . Існує критичне значення струму  $I_k$ , при якому надпровідність зникає. У книзі описано експериментальне підтвердження того, що надпровідний струм зумовлений рухом так званих куперівських *пар електронів*, а не окремих носіїв електричного заряду. Куперівські пари електронів утворюють так звану «рідину», яка здатна здійснювати надплинний рух між іонами кристалічної ґратки, і призводити до надпровідності [3, с. 381].

У навчальному посібнику [4] описані квазічастинки у твердих тілах, особливі електронні стани в металах, класифікація, елементи зонної теорії та оптичні явища напівпровідників, напівпровідники у магнітних полях, та особливості фазових переходів. В цьому посібнику присутні інформативні графіки температурної залежності електропровідності твердих тіл (рис. 3).

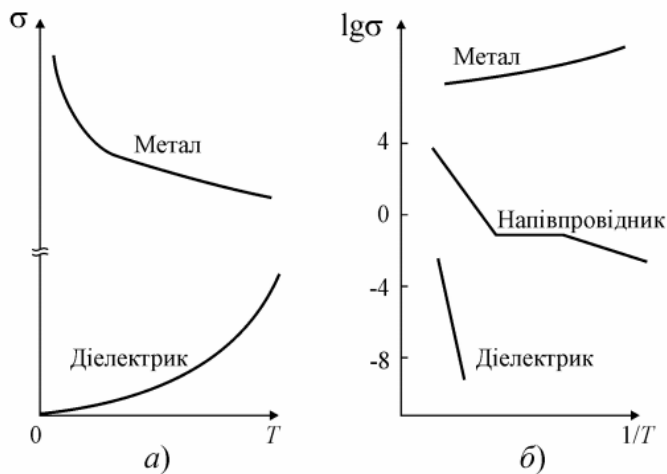


Рис. 3. Температурна залежність провідності твердих тіл:  
а – звичайний масштаб; б – логарифмічний масштаб для провідності  $\sigma$   
і оберненої температури  $1/T$

Розглянуті джерела [1-4] містять достатньо інформації за темою, однак для якісної, інформативної та послідовної подачі лекційного матеріалу необхідно презентувати його у мультимедійному вигляді. Для побудови структурованої презентації лекції пропонуються до використання наступні ЦС: офісний додаток PowerPoint, онлайн-редактор слайд-шоу GoogleSlides, онлайнвий сервіс Canva [5]. Короткі навчальні відеофільми з дослідями за темою було знайдено на ресурсах [6; 7]. Презентації та відео продемонстровані протягом лекції. Для зосередження фокусу уваги здобувачів в кінці лекційного заняття пропонується коротке тестування за розглянутою темою, доступне з мобільного телефону, за допомогою ЦС-тестування GoogleForms [8]. Результати тестування автоматично фіксують присутність здобувачів на занятті та рівень їх знань.

Під час підготовки до лабораторного заняття здобувачам необхідно розглянути теоретичні відомості, опис лабораторної установки та план роботи. Протягом заняття здобувачі виконують фізичний експеримент, отримують експериментальні дані та записують їх в електронний табличний звіт в GoogleSheets. Головні переваги цього безкоштовного табличного онлайн-редактора з потужними обчислювальними можливостями наступні: таблиці зберігаються в хмарі, синхронізуються автоматично, до них можна отримати доступ з будь-якого місця з будь-якого пристрою і в будь-який час [9]. Наступним кроком здобувачі виконують розрахунки, будують графіки, та формулюють висновок щодо отриманих результатів. Звіт з лабораторної роботи надається безпосередньо викладачу або завантажується в GoogleClassroom. Це цифровий інструмент від GoogleApps for Education, за допомогою якого викладачі можуть швидко створювати, упорядковувати та оцінювати завдання, а здобувачі можуть виконувати завдання та спілкуватися з виклада-

чами [10]. Для контролю знань в кінці лабораторного заняття здобувачам пропонується коротке тестування за допомогою ЦС GoogleForms.

Під час практичного заняття здобувачі розв'язують задачі, попередньо завантажені викладачем в GoogleClassroom. Окрім того, для подолання розриву між знаннями температурної залежності опору та її застосуванням в суднових приладах здобувачам пропонується визначити перелік функційних приладів у суднових системах. Пошук відповідної інформації пропонується виконати за допомогою ChatGPT – системи штучного інтелекту (ШІ) для генерації унікальних текстів, яка базується на алгоритмах глибокого навчання [11]. На наш погляд, використання ChatGPT – це простий та швидкий спосіб пошуку потрібної інформації. ChatGPT генерує інформативні унікальні тексти за запитом. Ця система ШІ здатна стати дієвим, швидким та ефективним асистентом здобувача та викладача, генерувати плани, ідеї, питання, тести, презентації тощо. При цьому існує застереження – використання ChatGPT як єдиного джерела інформації в академічних умовах не рекомендується, оскільки система не здатна відокремити правду від вигадки, тому отриману інформацію слід перевіряти на основі більш достовірних джерел [12].

**Результати досліджень.** Розроблена методика складається з трьох етапів, кожний з яких включає низку активностей викладача та здобувачів:

Етап I. Активності проведення лекційного заняття:

- 1.1. Пошук/актуалізація викладачем інформації за темою лекційного заняття в підручниках та навчальних посібниках;
- 1.2. Пошук викладачем коротких навчальних відео за темою в мережі Інтернет;
- 1.3. Структурування та узагальнення інформації для логічного послідовного викладення здобувачам, побудова лекційної презентації за допомогою PowerPoint, GoogleSlides, або Canva;
- 1.4. Демонстрація презентацій та відео під час лекційного заняття очно або за допомогою GoogleMeet при НДДТ;
- 1.5. Проведення тестування здобувачів за розглянутою темою за допомогою GoogleForms або MyTestStudent[13] в кінці заняття;
- 1.6. Фіксація викладачем присутності та рівня знань здобувачів за результатами тестування.

Етап II. Активності проведення лабораторного заняття:

- 2.1. Пошук/актуалізація викладачем навчального матеріалу за темою лабораторного заняття, використання методичних вказівок;
- 2.2. Завантаження вказівок, відеоексперименту, шаблону звіту та варіантів завдання в GoogleClassroom;
- 2.3. Проведення викладачем інструктажу з техніки безпеки при роботі з лабораторною установкою на початку заняття очно, або за допомогою GoogleMeet при НДДТ;
- 2.4. Виконання здобувачами фізичного експерименту за методичними вказівками власноруч у фізичній лабораторії, або перегляд відеоексперименту в GoogleClassroom при НДДТ;



- 2.5. Запис експериментальних даних здобувачами в електронний табличний звіт в GoogleSheets, розрахунки, побудова графіків, написання висновку;
  - 2.6. Виконання здобувачами тестування за темою лабораторної роботи за допомогою GoogleForms або MyTestStudent;
  - 2.7. Завантаження здобувачами табличного звіту та результатів тестування в GoogleClassroom;
  - 2.8. Перевірка та оцінювання викладачем результатів роботи здобувачів.
- Етап III. Активності проведення практичного заняття:
- 3.1. Пошук/актуалізація викладачем навчальних матеріалів та задач за темою практичного заняття, завантаження задач в GoogleClassroom;
  - 3.2. Генерація викладачем за допомогою ChatGPT питань та тестових завдань щодо застосування розглянутих фізичних явищ у судових приладах та системах;
  - 3.3. Робота зі здобувачами з розв'язання задач очно або за допомогою GoogleMeet при НДДТ;
  - 3.4. Пошук здобувачами відповідей на питання за допомогою ChatGPT;
  - 3.5. Загальне обговорення та аналіз отриманих від ChatGPT відповідей;
  - 3.6. Самостійне виконання здобувачами тестових завдань з допомогою GoogleForms або MyTestStudent;
  - 3.7. Завантаження здобувачами розв'язаних задач, відповідей на питання та результатів тестування в GoogleClassroom;
  - 3.8. Оцінювання викладачем результатів роботи здобувачів.

Запропонована методика була апробована в Дунайському інституті Національного університету «Одеська морська академія» протягом кількох семестрів у кількох навчальних групах загальною чисельністю 185 здобувачів з досягненням суттєвого позитивного результату. Апробація комплексної методики за темою «Елементи зонної теорії кристалів» з розділу «Фізика твердого тіла» відбувалась наступним чином.

1. Для пошуку/актуалізації інформації були використані: навчальні посібники [1-4], навчальні відео [6; 7], для побудови презентації безкоштовний онлайн-ресурс [5]. Після демонстрації презентації та відео в кінці заняття було проведено тестування здобувачів за розглянутою темою за допомогою Google Forms [8]. Результати тестування показані на рис. 4. За результатами тестування були автоматично зафіксовані відсутні на лекційному занятті та рівень знань здобувачів.

2. Для проведення лабораторного заняття на тему «Дослідження температурної залежності опору металу, сплаву та напівпровідника» викладачем були використані методичні вказівки з описом приладів, порядком проведення дослідів та обробки експериментальних даних, проведено інструктаж з техніки безпеки.

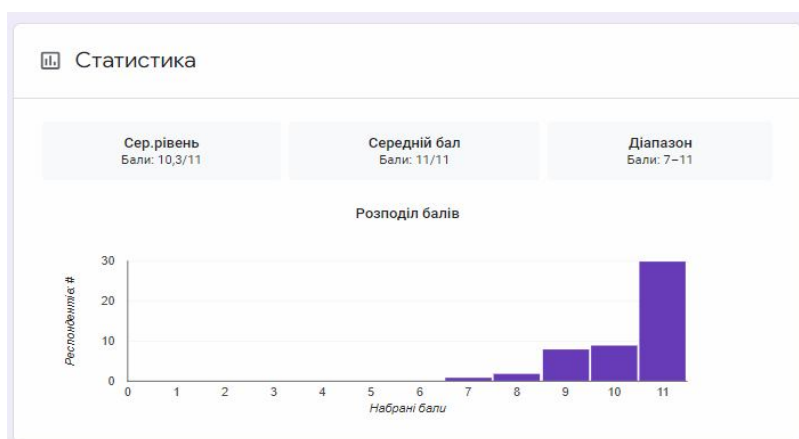


Рис. 4. Результати тестування здобувачів за темою «Елементи зонної теорії кристалів» за допомогою GoogleForms

У процесі виконання експерименту курсанти Дунайського інституту НУ «Одеська морська академія» (рис. 5) отримали дані (зображені на рис. 6), виконали розрахунки та побудували графіки в GoogleSheets. Наступним кроком було тестування з теми лабораторного заняття за допомогою безкоштовної програми онлайн тестування MyTestStudent. Звіт з лабораторної роботи та результати тестування, завантажені здобувачем в GoogleClassroom, зображено на рис. 7. Після оцінювання результатів лабораторної роботи було встановлено підвищення якості навчання (відношення кількості здобувачів з оцінкою «добре» та «відмінно» до загальної кількості здобувачів) на 13 %.

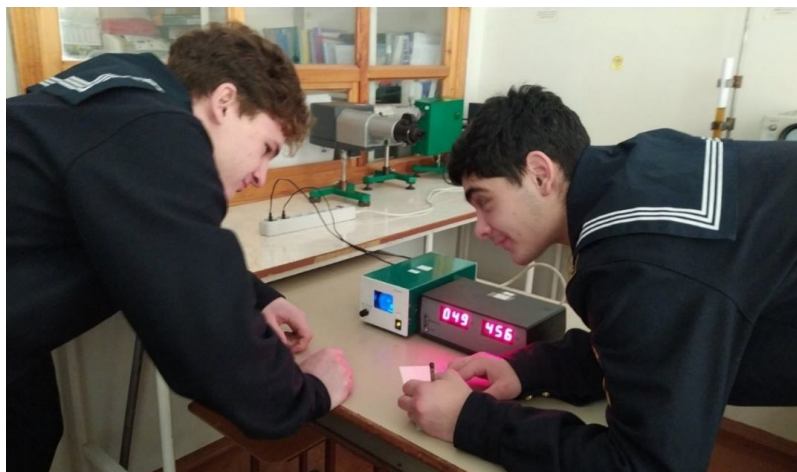


Рис. 5. Курсанти Дунайського інституту НУ «Одеська морська академія» в процесі проведення експерименту в лабораторії фізики

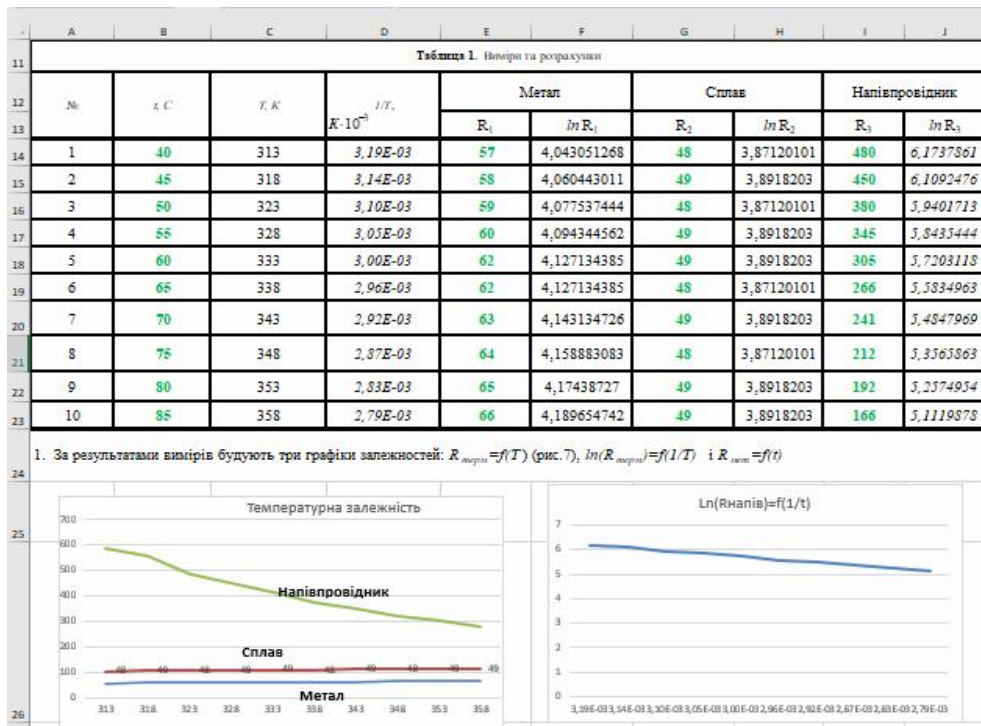


Рис. 6. Дані експерименту, розрахунки та моделювання температурної залежності опору металу, сплаву та напівпровідника у GoogleSheets

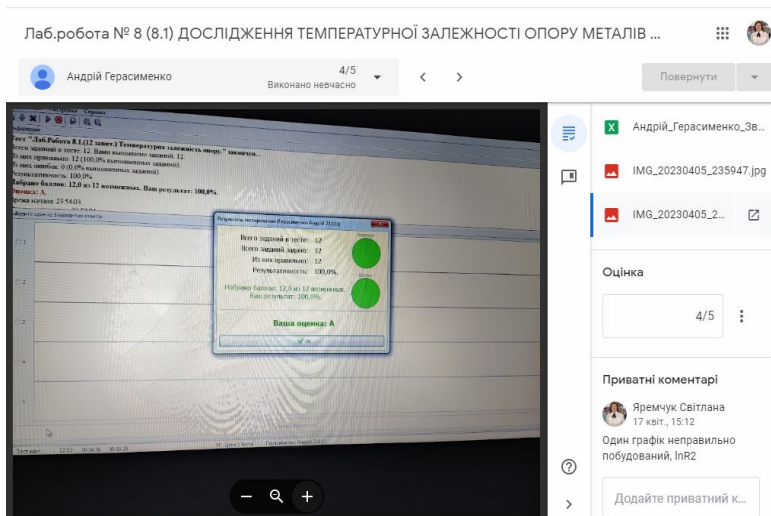


Рис. 7. Звіт з лабораторної роботи та результати тестування, завантажені здобувачем у GoogleClassroom

3. На практичному занятті з теми «Застосування температурної залежності опору металу, сплаву та напівпровідника в приладах суднових систем» здобувачі розв'язували задачі зі збірника задач [14]. За запитом викладача ChatGPT згенерував наступні питання за цією темою:

- Які методи компенсації температурної залежності опору використовуються для досягнення більш точних вимірювань на судах?
- В яких системах судна використовуються прилади з термічною компенсацією опору?
- В яких суднових системах використовуються термопари?
- Як температурна залежність опору сплаву використовується в системах керування двигуном на судні?
- Яким чином температурна залежність опору напівпровідників застосовується в системах керування освітленням на судах?
- Які системи на судні використовують температурну залежність опору для забезпечення безпеки?
- Які можливості мають сучасні технології для вирішення проблем, пов'язаних з температурною залежністю опору в суднових системах?

Інтерфейс роботи з ChatGPT зображено на рис. 8.

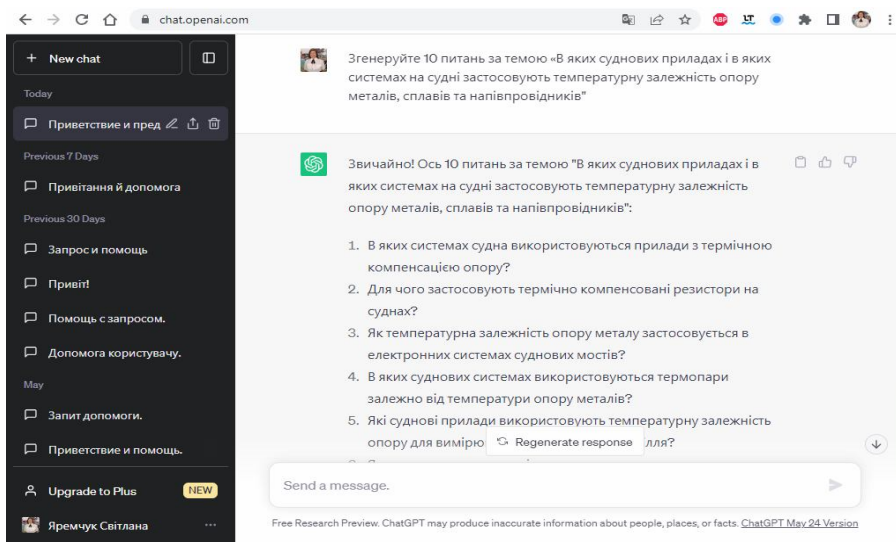


Рис. 8. Інтерфейс роботи з ChatGPT у процесі генерації питань

Наступним кроком здобувачі зареєструвались на ресурсі [11] та в процесі спілкування з ШІ отримували відповіді на питання, після чого відбулось загальне обговорення та аналіз отриманих від ChatGPT відповідей. Інформація, надана ChatGPT, була перевірена методом співставлення з матеріалами навчальних посібників [1-4], і визнана достовірною. За запитом викладача ChatGPT згенерував тестові завдання:

• В якій системі на судні використовують термічно компенсовані резистори?

- a) система керування освітленням;
- b) система керування двигуном;
- c) система вимірювання температури довкілля.

Правильна відповідь: a) система керування освітленням.

• Для чого застосовують термопари залежно від температури опору металів на суднах?

- a) вимірювання температури двигунів;
- b) контроль температури вантажу;
- c) моніторинг температури морської води.

Правильна відповідь: a) вимірювання температури двигунів.

• В якому судновому приладі використовується температурна залежність опору сплаву?

- a) гіроскоп;
- b) магнітний компас;
- c) електромагнітний лог.

Правильна відповідь: c) електромагнітний лог.

• В якій системі на судні використовують температурну компенсацію опору металів для стабільного режиму роботи?

- a) система електропостачання;
- b) система радіозв'язку;
- c) система пожежогасіння.

Правильна відповідь: a) система електропостачання.

• Які можуть бути наслідки неправильного врахування температурної залежності опору в суднових системах?

- a) перегрів електричних компонентів;
- b) перепади напруги;
- c) загасання сигналів.

Правильна відповідь: a) перегрів електричних компонентів.

• Які методи компенсації температурної залежності опору використовуються в суднових системах?

- a) використання вентиляції;
- b) застосування компенсуючих схем;
- c) зниження робочої температури суднової системи.

Правильна відповідь: b) застосування компенсуючих схем.

Здобувачі самостійно виконали тестові завдання, та завантажили результати в GoogleClassroom для оцінювання викладачем. Оцінювання результатів практичної роботи показало підвищення якості навчання на 15 %.

Таким чином, комплексна методика, яка поєднує лекційні, практичні та лабораторні методи навчання з використанням ІКТ, ЦС і ПЗ GoogleMeet, Google Classroom, PowerPoint, GoogleSlides, Canva, GoogleSheets, GoogleForms, MyTest Student та системи штучного інтелекту ChatGPT, була розроблена та апробована з суттєвим позитивним результатом.

**Висновки.** В роботі описані проблема відсутності повноцінної участі здобувачів у проведенні лекційного та практичного заняття з фізики в умовах НДДТ та проблема недостатнього розуміння здобувачами зв'язку фізичних явищ та законів з їх застосуванням у побудові та роботі суднових приладів та систем.

Проведений аналіз літературних джерел дозволив визначити теоретичні засади зонної теорії кристалів та закономірності температурної залежності опору твердих тіл, які використовуються в термопарах, терморезисторах, термісторах для вимірювання температури води, масла, повітря та інших середовищ суднових систем та дозволяють контролювати температурний режим роботи двигунів, трубопроводів, систем охолодження, контролю вантажних трюмів, плавучих платформ, вихлопних газів тощо.

Розроблена комплексна методика розвитку фахових компетентностей здобувачів з використанням ІКТ, ЦС і ПЗ GoogleMeet, GoogleClassroom, Power Point, GoogleSlides, Canva, GoogleSheets, GoogleForms, MyTestStudent та системи ШІ ChatGPT. Методика описує активності викладача та здобувачів під час проведення лекційних, лабораторних та практичних занять та апробована у кількох навчальних групах загальною чисельністю 185 здобувачів з досягненням суттєвого позитивного результату. Результати контролю теоретичних знань за допомогою GoogleForms та MyTestStudent показали середній бал 4,68 за п'ятибальною шкалою, що засвідчує високий рівень знань здобувачів.

Широке залучення мультимедійних компонентів до проведення лекційних занять, проведення курсантами власноруч або перегляд відео наочних фізичних експериментів, автоматизація розрахунків в GoogleSheets, залучення мовної моделі ШІ ChatGPT до генерації запитань, тестів, пошук, загальне обговорення та аналіз інформації, використання тестів від ChatGPT для контролю знань курсантів в GoogleForms та MyTestStudent – всі ці активності загалом забезпечили підвищення рівня якості навчального процесу, повноцінне засвоєння та наближення знань здобувачів до їх практичного застосування у сфері морської інженерії. За результатами іспитів встановлено підвищення:

1) абсолютної успішності (відношення кількості здобувачів, що склали іспит з фізики, до загальної кількості здобувачів у групі) на 17,3 %;

2) якості навчання (відношення кількості здобувачів з оцінкою «добре» та «відмінно» до загальної кількості здобувачів на іспиті) на 12,8 %.

Під час обговорення зі здобувачами визначені переваги ChatGPT: простота в користуванні, незалежність від мови спілкування, висока швидкість генерації унікальної інформації, суттєва допомога у виконанні завдань. В той же час курсантами відмічена неможливість використання ШІ без участі людини в складних системах управління через неможливість прогнозування та навчання системи на усіх можливих комбінаціях ситуацій та подій.

У роботі застосований крос-дисциплінарний підхід, який поєднує теоретичні знання та практичні навички в області фізики, інформаційних технологій та системного аналізу. Подальша робота буде спрямована на дослідження та апробацію напрямів трансформації освітніх методик під впливом подальшого розвитку систем ШІ.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Михайленко В.І., Білоус В.М., Поповський Ю.М. *Загальна фізика: Навчальний посібник. Друге видання, перероблене та доповнене.* Одеса: ВидавІнформ ОНМА, 2012. 475 с.
2. Петченко О.М., Сисоєв А.С., Назаренко Є.І., Безуглий А.В. *Загальні основи фізики. Навчальний посібник з курсу «Фізика».* Харків: ХНАМГ, 2007. 224 с.
3. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. *Загальний курс фізики: У 3 т.: навч. посіб. для студ. вищ. техн. і пед. закл. освіти. Т. 3. Оптика. Квантова фізика / За ред. І.М. Кучерука.* К.: Техніка, 1999. 520 с.
4. Поплавко Ю.М., Воронов С.О. *Фізичне матеріалознавство: Навчальний посібник.* Інтернет – видавництво НТТУ «КПІ», 2015. 699 с. [https://te.kpi.ua/downloads/Poplavko\\_Voronov\\_Phys\\_material\\_\(2015\).pdf](https://te.kpi.ua/downloads/Poplavko_Voronov_Phys_material_(2015).pdf)
5. Canva. *Ідеальне рішення для всіх.* URL: [https://www.canva.com/uk\\_ua/](https://www.canva.com/uk_ua/) (дата звернення 01.05.2023)
6. *Залежність опору металу від температури.* URL: <https://www.youtube.com/watch?v=NL1vjrwQNX8> (дата звернення 01.05.2023)
7. *Залежність опору напівпровідника від температури.* URL: <https://www.youtube.com/watch?v=lvZpe9CC7c8> (дата звернення 01.05.2023)
8. GoogleForms – від простого до найпростішого. URL: <https://elit-web.ua/ua/blog/google-forms> (дата звернення 01.05.2023)
9. *Як працювати з GoogleSheets.* URL: <https://netpeak.net/uk/blog/povniy-gayd-iz-roboti-z-google-spreadsheets> (дата звернення 01.05.2023)
10. *GoogleClassroom: функціонал і коротка інструкція зі створення онлайн-курсу.* URL: <https://phys.ippo.kubg.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/Google-Classroom.pdf> (дата звернення 01.05.2023)
11. *WelcometoChatGPT.* URL: <https://chat.openai.com>. (дата звернення 01.05.2023)
12. *Як використовувати ChatGPT для навчання. П'ять етичних способів, які будуть для вас корисними.* <https://techno.nv.ua/ukr/it-industry/chatgpt-dlya-navchannya-50316103.html> (дата звернення 01.05.2023)
13. Iowin. *Освіта і наука. Myteststudent.* URL: <https://iowin.net/ru/myteststudent> (дата звернення 01.05.2023)
14. *Загальний курс фізики: Зб. задач / І.П. Гаркуша, І.Т. Горбачук, В.П. Курінний та ін.; За ред. І.П. Гаркуші. 2-ге вид. К.:Техніка, 2004. 560 с.*

## REFERENCES

1. Mihajlenko, V.I., Bilous, V.M., Popovskij, Yu.M. (2012). *General Physics: Tutorial [Zagalna fizyka: Navchalnyj posibnyk]*. – Second edition, revised and supplemented – Odesa: VydavInform ONMA, 475 p. [in Ukrainian].
2. Petchenko O.M., Sysoiev A.S., Nazarenko Ye.I., Bezuhlyi A.V. (2007) *General fundamentals of physics. Textbook on the course «Physics» [Zahalni osnovy fizyky. Navchalnyi posibnyk z kursu «Fizyka»]*. – Kharkiv: Kharkiv National University of Urban Economy, 224 p.
3. Kucheruk I.M., Horbachuk I.T. (1999) *General physics course: In 3 volumes: a textbook for students of higher technical institutions of education. Volume 3. Optics. Quantum physics [Zahalnyi kurs fizyky: U 3 tomakh: navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchyykh tekhnichnykh zakladiv osvity. T.3. Optyka. Kvantova fizyka]*. / Edited by I.M. Kucheruk. Kyiv: Tekhnika, 520 p. [in Ukrainian].
4. Poplavko Yu.M., Voronov S.O. (2015) *Physical materials science: a textbook [Fizychno materialoznavstvo: navchalnyi posibnyk]*. Internet – publishing house NTTU «KPI», 699 p. Retrieved from: [https://me.kpi.ua/downloads/Poplavko\\_Voronov\\_Phys\\_material\\_\(2015\).pdf](https://me.kpi.ua/downloads/Poplavko_Voronov_Phys_material_(2015).pdf) [in Ukrainian].
5. Canva (2023). *The perfect solution for everyone [Idealne rishennia dlia vsikh]*. Retrieved from: [https://www.canva.com/uk\\_ua](https://www.canva.com/uk_ua). [in Ukrainian].
6. Youtube. (2023) *Dependence of metal resistance on temperature [Zavysymost soprotyvleniia metalla ot temperatury]*. Retrieved from: <https://www.youtube.com/watch?v=NL1vjrwQNX8> [in Russian].
7. Youtube. (2023) *Dependence of semiconductor resistance on temperature [Zavysymost soprotyvleniia poluprovodnyka ot temperatury]*. Retrieved from: <https://www.youtube.com/watch?v=lvZpe9CC7c8> [in Russian].
8. ELIT-WEB (2023). *Google Forms – from simple to simple [Google Forms vid prostoho do naiprostishoho]*. Retrieved from: <https://elit-web.ua/ua/blog/google-forms> (in Ukrainian).
9. NETPEAK JOURNAL (2023). *How to work with Google Spreadsheets [Iak pratsiuvaty z Google Spreadsheets]*. Retrieved from: <https://netpeak.net/uk/blog/povniy-gayd-iz-roboti-z-google-spreadsheets> (in Ukrainian).
10. *Site for physics teachers [Site for physics teachers]* (2023) *Google Classroom: functionality and short instructions for creating an online course [Google Classroom: funktsionali korotka instruktsiia zi stvorennia onlainkursu]*. Retrieved from: <https://phys.ippo.kubg.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/Google-Classroom.pdf> (in Ukrainian).
11. *Welcome to ChatGPT* (2023). *New chat*. Retrieved from: <https://chat.openai.com/> (in English).



12. *NEW VOICE TECHNO* (2023). *How to use Chat GPT for training. Five ethical ways that will be useful for you [Jak vykorystovuvaty Chat GPT dlia navchannia. Piat etychnykh sposobiv, yaki budut dlia vas korysnymy]. Retrieved from: <https://techno.nv.ua/ukr/it-industry/chatgpt-dlya-navchannya-50316103.html> (in Ukrainian).*
13. *IOWIN* (2023). *Education and Science. Myteststudent [IOWIN. Освіта і наука. Myteststudent]. Retrieved from: <https://iowin.net/ru/myteststudent> (in Russian).*
14. *Harkusha I.P., Horbachuk I.T., Kurinnyi V.P. (2004). General course of physics: Collection of tasks [Zahalnyi kurs fizyky: Zbirnyk zadach]/ – According to the editorial I.P. Harkushi. – second edition – Kyiv: Tekhnika, 560 p. (in Ukrainian)*

*Стаття надійшла до редакції 20.12.2023*

**Посилання на статтю: Яремчук С.О., Маслов І.З.** Комплексна методика розвитку фахових компетентностей морських інженерів з використанням фізичного експерименту освітніх цифрових сервісів та CHATGPT: *Вісник Одеського національного морського університету*: Зб. наук. праць, 2024. № 1 (72). С. 158-174. DOI 10.47049/2226-1893-2024-1-158-174.

*Article received 20.12.2023*

**Reference a journalartic: Yaremchuk S.O., Maslov I.Z.** Comprehensive development methodology professional competencies of marine engineers using a physical experiment, educational digital services and CHATGPT: *Herald of the Odesa national maritime university: Coll. scient. works*, 2024. № 1 (72). 158-174. DOI 10.47049/2226-1893-2024-1-158-174.