

<https://doi.org/10.26565/2074-8922-2025-85-25>
УДК (UDC): 378.147

О. В. СИНЕЛЬНИК,

аспірант кафедри педагогіки, методики та менеджменту освіти
e-mail: sinelnykav@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5045-687X>
Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна,
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

КУРС ФІЗИКИ ЯК СКЛАДНИК ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІТ-ФАХІВЦІВ У ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Мета. Дослідження спрямовано на визначення місця курсу фізики у формуванні професійної компетентності майбутніх фахівців ІТ-галузі на основі аналізу ролі, обсягу та змісту курсу фізики у програмах підготовки фахівців зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» в університетах України та світу, а також виявленню основних суперечностей і проблем, що виникають у процесі навчання цієї дисципліни в сучасних умовах.

Методи. У роботі використано порівняльно-аналітичний метод для зіставлення освітніх програм українських і зарубіжних університетів (США та країн Європи), кількісний аналіз обсягу навчального часу, відведеного на вивчення фізики, а також контент-аналіз навчальних планів і силабусів. Для оцінювання рівня підготовленості абітурієнтів застосовано статистичний аналіз результатів зовнішнього незалежного оцінювання та національного мультипредметного тесту з фізики та математики за останнє десятиліття.

Результати. Установлено, що обсяг курсу фізики у програмах підготовки українських університетів у 4–5 разів менший порівняно з аналогічними програмами провідних університетів світу. Змістовий аналіз показав, що серед закладів вищої освіти України відсутній єдиний підхід до формування навчальної програми: деякі заклади обмежуються вивченням лише базових розділів класичної фізики, тоді як інші закладають повний спектр усіх розділів. У той же час у світовій практиці варіативність менша: увага зосереджена на класичній фізиці; також до програми часто включені розділи сучасної фізики – квантова фізика або фізика твердого тіла. Паралельно в Україні спостерігається тенденція до зниження рівня підготовленості вступників, що ускладнює засвоєння фізико-математичних дисциплін.

Висновки. Скорочення аудиторного навантаження та зниження рівня шкільної підготовленості призводять до зниження якості фундаментальної освіти студентів ІТ-спеціальностей. Для забезпечення належного рівня професійної підготовки необхідно впроваджувати сучасні педагогічні технології, активні методи навчання та інформаційно-комунікаційні засоби, які дозволять компенсувати зменшення навчального часу й підвищити мотивацію студентів до вивчення фізики. Подальші дослідження мають бути спрямовані на пошук ефективних моделей інтеграції фундаментальних і професійно-орієнтованих дисциплін у межах освітніх програм комп'ютерного профілю.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *комп'ютерна інженерія, професійна компетентність, фундаментальна підготовка, навчання фізики, інформаційно-комунікаційні технології.*

Як цитувати: Синельник О. В. Курс фізики як складник професійної підготовки майбутніх іт-фахівців в технічному університеті. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2025. Вип. 85. С.294-309. <https://doi.org/10.26565/2074-8922-2025-85-25>

In cites: Synelnyk O. V. (2025). Physics course as part of professional training for future IT specialists at an engineering university. *Problems of Engineering Pedagogic Education*, (85), 294-309. <https://doi.org/10.26565/2074-8922-2025-85-25> (in Ukrainian)



Вступ

Стрімкий розвиток інформаційних технологій та поява нових галузей, таких як машинне навчання (ML), штучний інтелект (AI), комп'ютерний зір (CV), аналіз великих даних (Big Data) і квантові обчислення (Quantum Computing), зумовлюють потребу у фахівцях, які не лише володіють сучасними ІТ-інструментами, а й мають глибоке розуміння фізичних принципів, що лежать в основі функціонування обчислювальних систем, сенсорних технологій і апаратних засобів. Саме фізика забезпечує фундаментальні знання про закономірності природи, формує системне та аналітичне мислення, здатність аналізу та розуміння технічних процесів, що є необхідними для інноваційної діяльності у сфері інформаційних технологій (ІТ).

Вищі навчальні заклади України мають забезпечити підготовку таких фахівців, проте обсяг годин, відведених на вивчення фізики в більшості освітніх програм ІТ-спеціальностей, поступово скорочується через орієнтацію закладів вищої освіти на включення до освітніх програм нових технологій. Це створює суперечність між зростаючими вимогами до рівня фундаментальної підготовки майбутніх ІТ-фахівців і реальними можливостями освітнього процесу. Додатковим чинником, що ускладнює ситуацію, є зниження якості шкільної фізичної освіти, що призводить до необхідності підвищення рівня базової підготовки в закладах вищої освіти за рахунок скорочення або спрощення змісту університетського курсу фізики.

Таким чином, постає проблема забезпечення належного рівня фізико-математичної підготовки студентів ІТ-спеціальностей як складника їх професійної компетентності в умовах обмеженого навчального часу та неоднорідного рівня базової підготовленості студентів. Її розв'язання є важливим не лише з освітньої, але й з науково-технологічної точки зору, адже фундаментальна підготовка з фізики є необхідною передумовою розвитку сучасних технологій, інноваційного мислення та конкурентоспроможності ІТ-фахівців на глобальному ринку праці.

Аналіз останніх досліджень [1, 2, 3, 4,

5, 6, 17, 19] показує, що проблема забезпечення належного рівня фундаментальної підготовки є актуальною. Зокрема, Галушак та Дем'яненко проаналізували загальний стан фундаментальної підготовки у закладах вищої освіти України, відзначивши тенденцію до скорочення годин на базові природничо-наукові дисципліни [4, 5]. Самарук і Бондаренко досліджували роль математичної підготовки у формуванні професійних компетентностей майбутніх ІТ-фахівців, підкресливши міжпредметні зв'язки між дисциплінами математичного та професійного циклу сфери ІТ [3, 17]. У своїх роботах Аль-Амморі та Іщенко розглядали роль фізики у професійній підготовці спеціалістів з інформаційних технологій, наголошуючи на необхідності інтеграції фізичних знань у технічні курси [1, 2]. Струтинська та Іщенко досліджували проблеми фундаментальної підготовки, зокрема в процесі вивчення фізики в українських університетах, звертаючи увагу на зниження рівня базових знань студентів і скорочення аудиторного часу [6, 19].

Попри наявність зазначених робіт, комплексних досліджень, присвячених визначенню ролі фізики у підготовці фахівців ІТ-галузі, аналізу її змісту, обсягу та проблем викладання, наразі небагато, що визначає актуальність нашого дослідження.

Метою дослідження є виявлення та аналіз проблем, що виникають у процесі навчання фізики у ЗВО в контексті формування професійної компетентності майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язання таких завдань дослідження:

1. Проаналізувати сучасні тенденції розвитку ІТ-галузі та визначити роль фундаментальних фізичних знань у підготовці фахівців у сферах AI, ML, CV, Big Data, Quantum Computing тощо.

2. Проаналізувати обсяг, структуру та зміст курсів фізики у провідних університетах України та світу, визначити основні відмінності у підходах до фундаментальної підготовки ІТ-спеціалістів.

3. Виявити суперечності між

сучасними вимогами до професійної компетентності ІТ-фахівців та освітніми трендами в сфері фундаментальної підготовки і обумовлені ними проблеми навчання фізики в технічних ЗВО.

Об'єкти та методи

Об'єкт дослідження: процес професійної підготовки майбутніх ІТ-спеціалістів.

Предмет дослідження: процес навчання фізики майбутніх фахівців з комп'ютерної інженерії в контексті формування їх професійної компетентності.

Джерела емпіричних даних: стандарт вищої освіти та освітньо-професійні програми зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія»; навчальні плани та силабуси

Результати дослідження

Сфера інформаційних технологій сьогодні є однією з найдинамічніших і найвпливовіших галузей сучасної економіки. Вона охоплює широкий спектр напрямів – комп'ютерна інженерія (Computer Engineering), комп'ютерні науки (Computer Science), кібербезпека (Cybersecurity), інформаційні системи (Information Systems), інформаційні технології (Information Technology), інженерія програмного забезпечення (Software Engineering), наука про дані (Data Science) [31]. Ці напрями поступово інтегруються між собою та іншими галузями, утворюючи складні міждисциплінарні системи, що вимагають від фахівців не лише володіння прикладними інструментами, але й глибокого розуміння фізичних і математичних принципів, на яких базується сучасна технологічна інфраструктура [27].

Однією зі спеціальностей, що найбільш яскраво поєднує ІТ-знання з інженерно-фізичними аспектами, є комп'ютерна інженерія. Її змістова структура охоплює вивчення апаратного забезпечення, мікропроцесорних систем, архітектури комп'ютерів, вбудованих систем, схемотехніки, цифрової електроніки та системного програмування [24]. На відміну від інших ІТ-спеціальностей, де основний акцент робиться на програмуванні та розробленні ПЗ, комп'ютерна інженерія передбачає ґрунтовну підготовку з фізики, електрики, електромагнетизму, оптики,

4. Обґрунтувати перспективи/ щодо змісту, методів, засобів та форм навчання фізики з урахуванням потреб сучасної ІТ-освіти.

для дисципліни «Фізика» університетів України та провідних університетів світу; статистичні звіти щодо результатів ЗНО/НМТ з фізики та математики за останні 10 років.

Методи дослідження: порівняльний аналіз навчальних планів; кількісний аналіз статистичних показників результатів ЗНО/НМТ; аналіз змісту освітніх програм; узагальнення та систематизація отриманих даних.

напівпровідникових явищ і теорії сигналів [27]. Фундаментальна підготовка, яка включає фізичну підготовку, відіграє ключову роль у формуванні професійної компетентності майбутнього ІТ-фахівця.

Попри це, як виявляється, у вищій освіті України спостерігається стійка тенденція до зниження рівня фундаментальної підготовки, зокрема фізики, у програмах ІТ-спеціальностей. Це відображається не лише у зменшенні кількості кредитів і тривалості курсу, а й у спрощенні його змісту [6]. Представляє інтерес розглянути і порівняти освітні програми не тільки університетів України, а й університетів світу. Як критерії вибірки ВНЗ ми взяли рейтинг (за даними сайтів osvita.ua, www.topuniversities.com); наявність спеціальності «Комп'ютерна інженерія» або «Комп'ютерні науки»; географічний признак (Україна/США/Європа); доступність необхідної інформації. Перелік університетів, освітньо-професійні програми яких були досліджені в нашій роботі, наведено в таблиці 1.

У всіх навчальних планах з комп'ютерної інженерії, які були досліджені, фізика є обов'язковою наявною, або її знання на відповідному рівні передбачається в умовах до вступу. Це обумовлено її фундаментальним значенням як для теоретичного розуміння, так і для практичного застосування в інженерній діяльності.

В українських університетах, згідно з

освітньо-професійними програмами (ОПП) зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія», фізика зазначена як обов'язкова дисципліна [7–15]. Вона не є факультативною, а становить частину основного навчального плану, причому обсяг фізичної підготовки може бути розширений за рахунок вибіркових компонентів, таких як «Електродинаміка», «Квантовий комп'ютинг» [7, 14].

В університетах США і Європи обсяг і зміст курсу фізики можуть варіюватися в більших межах, ніж в Україні [21, 23, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 37]. Після невеликої кількості обов'язкових базових курсів студенти мають можливість обрати спеціалізовані «треки» з таких напрямів, як штучний інтелект, обчислювальна біологія,

комп'ютерна інженерія, теорія обчислень, візуальні обчислення або людино-машинна взаємодія [21].

У таблиці 1 подано дані про обсяг і тривалість курсу фізики в університетах України, США та Європи за даними освітньо-професійних програм та навчальних планів зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія». Обсяг курсу для університетів США, які не входять до Болонської системи, було перераховано в еквівалентне значення, виражене в кредитах ЄКТС. Для цього використовувалися дані навчальних планів, силабусів і розкладів занять з метою визначення загальної кількості годин, відведених на вивчення курсу; отримане значення далі конвертувалося в кредити ЄКТС [20].

Таблиця 1

Обсяг і тривалість курсу фізики у програмах підготовки зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» в університетах України, США та Європи

Table 1

Physics course volume and duration in Computer Engineering programs at universities in Ukraine, the USA, and Europe

Університет / University	Обсяг курсу, еквівалентний кредитам ЄКТС / Course volume (equivalent ECTS credits)	Тривалість курсу, семестрів
Західноукраїнський національний університет, Україна (ЗУНУ) / West Ukrainian National University, Ukraine (WUNU)	5	1
Київський національний університет ім. Т. Шевченка, Україна (КНУТШ) / Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine (TSNUK)	11	3
Київський політехнічний інститут ім. Сікорського, Україна (КПІ) / National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine (KPI)	6	1
Національний університет «Львівська політехніка», Україна (ЛПІ) / Lviv Polytechnic National University, Ukraine (LNPU)	9	2
Одеський національний політехнічний університет, Україна (ОНПУ) / Odesa Polytechnic National University, Ukraine (ONPU)	6	2
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», Україна (ХАІ) / National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Ukraine (KhAI)	5	1
Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Україна (ХНУ) / V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine (KhNU)	4	1

Продовж. табл. 1
Table continuation 1

Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна (ХНУРЕ) / Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine (KhNURE)	6	1
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна (ХПІ) / National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine (KhPI)	5	1
University of California, Berkeley, USA (Berkeley)	16,8	2
California Institute of Technology, USA (CalTech)	20	6
Harvard University, USA (Harvard)	18,6	2
University of Illinois Urbana-Champaign, USA (UIUC)	18	3
Massachusetts Institute of Technology, USA (MIT)	24	2
Stanford University, USA (Stanford)	19	3
Technical University of Munich, Germany (TUM)	24	2
École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland (EPFL)	20	2

З наведених даних видно, що університети США зазвичай виділяють на фізику від 17 до 24 одиниць, еквівалентних кредитам ЄКТС, що відповідає двом або більше семестрам інтенсивного навчання. Так, у Масачусетському технологічному інституті (MIT) курс складається з двох частин – «Physics I» та «Physics II» – загальним обсягом у 24 одиниці, еквівалентних кредитам ЄКТС [28]. У Європі, зокрема у Технічному університеті Мюнхена та Федеральній політехнічній школі Лозанни, курс фізики охоплює відповідно 24 та 20 кредитів ЄКТС [34, 23]. Для порівняння, в українських університетах курс для спеціальності «Комп'ютерна інженерія» зазвичай обмежується 4–11 кредитами ЄКТС, тобто приблизно вдвічі менше, ніж у більшості західних закладів [12, 7].

На рисунку 1 подано графічне відображення даних, наведених у таблиці 1. Діаграма наочно демонструє суттєву різницю в обсязі вивчення курсу фізики між університетами України та провідними закладами вищої освіти світу. Як видно, у більшості зарубіжних університетів загальний обсяг курсу перевищує українські показники в середньому в 3 рази,

що свідчить про значно більшу увагу до фундаментальної підготовки в освітніх програмах технічного та інженерного спрямування. Така різниця зумовлює не лише ширше охоплення тематичних розділів фізики, але й більшу глибину їх опрацювання, що забезпечує формування у студентів стійких базових знань, необхідних для опанування складних інженерних і комп'ютерно-технологічних дисциплін.

Слід також відзначити, що в університетах України простежується тенденція до зменшення кредитного навантаження з курсу фізики на спеціальності «Комп'ютерна інженерія». За даними про динаміку зміни обсягу навчального навантаження з курсу фізики в університетах України, було визначено середнє навантаження за останні роки; результати представлені на рис. 2. Як видно із наведеної діаграми, середній обсяг курсу фізики монотонно знижується: якщо у 2022 р. він становив 7,4 кредити ЄКТС, то у 2025 р. це значення складає 6,2 кредити ЄКТС; ця різниця у 1,2 кредити відповідає зменшенню на 16%. Однак це зниження не є рівномірним серед університетів. У деяких університетах, наприклад, у Львівській політехніці або Київському

політехнічному інституті ім. Ігоря Сікорського, обсяг курсу фізики не змінювався як мінімум 5 років і становить 9 кредитів. В інших університетах обсяг курсу фізики у 2025 році скорочено до 5 кредитів ЄКТС (Київський політехнічний інститут, Харківський політехнічний інститут), і навіть 4 кредитів ЄКТС

(Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна), хоча раніше він становив 9 кредитів (Київський політехнічний інститут, Харківський політехнічний інститут), 6 кредитів (Харківський політехнічний інститут), 8 кредитів (Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна).

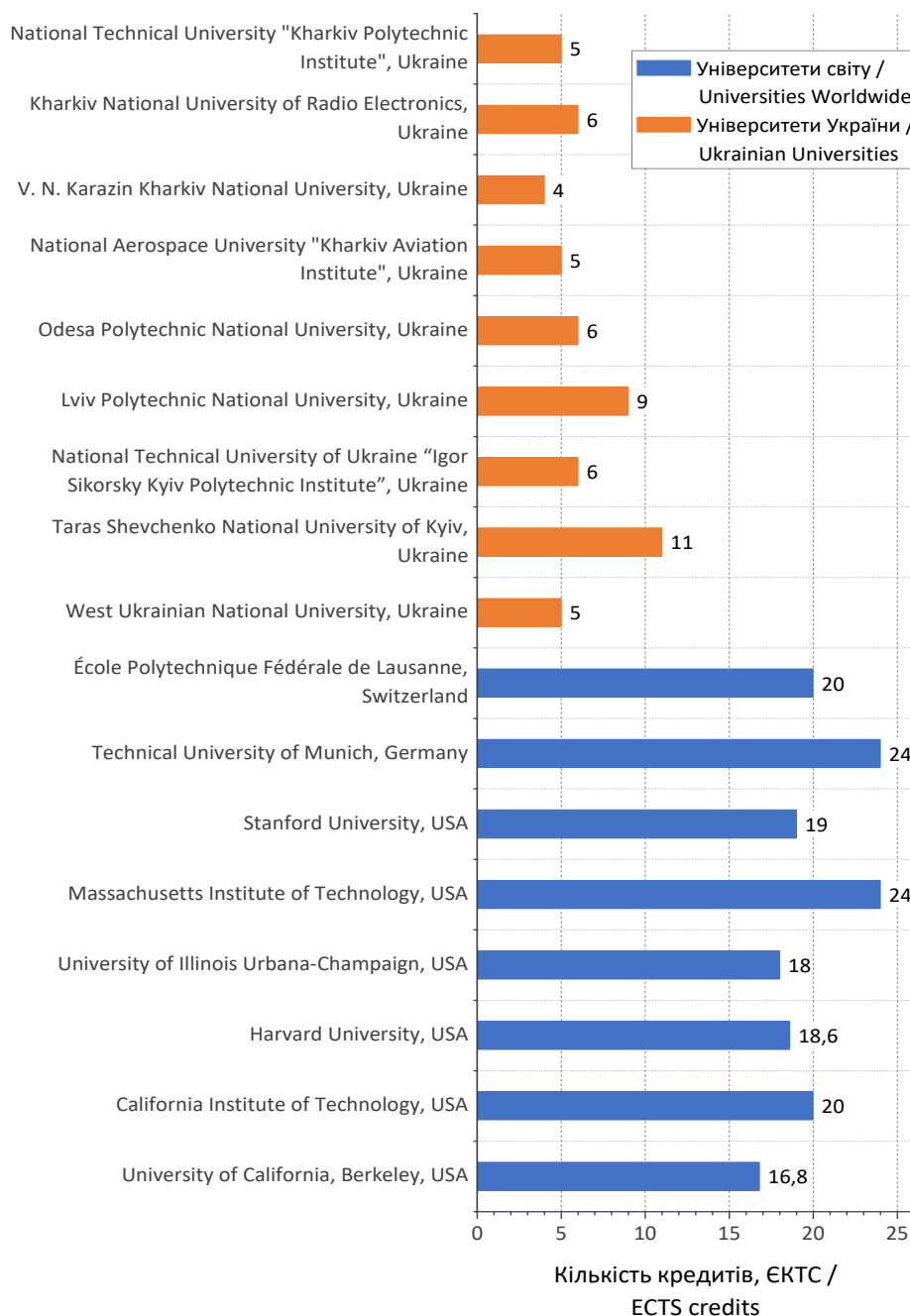


Рис 1 – Обсяг вивчення курсу фізики у програмах підготовки зі спеціальності «Комп’ютерна інженерія» в університетах України, США та Європи

Fig. 1 – Physics course workload in Computer Engineering programs at universities in Ukraine, the USA, and Europe

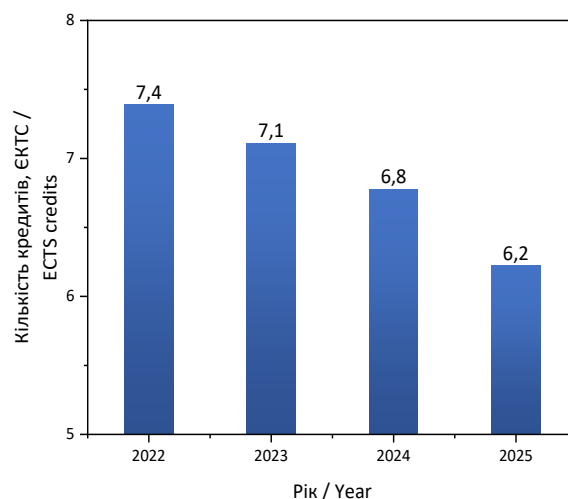


Рис 2 – Середній обсяг вивчення фізики у межах освітніх програм зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» в університетах України, включених до вибірки дослідження

Fig. 2 – The average workload of Physics course in Computer Engineering programs at universities in Ukraine included in the research sample

У таблиці 2 наведено порівняльні дані щодо змістового наповнення курсу фізики у програмах спеціальності «Комп'ютерна інженерія» в університетах України та світу. Для аналізу було виокремлено дві групи розділів: класичну фізику (механіка, термодинаміка, електрика і магнетизм, коливання і хвилі, оптика) та сучасну фізику (квантова механіка, фізика твердого тіла, атомна та ядерна фізика).

Отримані результати показують, що майже всі університети включають до своїх навчальних планів перші чотири розділи класичної фізики, які становлять основу фундаментальної підготовки. Оптика найчастіше представлена саме в українських університетах.

Серед розділів сучасної фізики квантову механіку вивчають близько половини університетів, причому як українських, так і зарубіжних. Фізика твердого тіла представлена приблизно у 30% програм, переважно українських, а атомна та ядерна фізика – у 40% випадків, виключно в українських університетах.

Таким чином, зарубіжні університети зазвичай охоплюють 3–5 основних розділів фізики, іноді до шести, тоді як українські програми демонструють значну варіативність – від двох до повного переліку розділів. Це свідчить про відсутність єдиних підходів до формування курсу фізики навіть у межах однієї спеціальності, що впливає на узгодженість

фундаментальної підготовки студентів.

Важливим чинником, що визначає ефективність засвоєння університетського курсу фізики, є рівень підготовленості абітурієнтів. Для його оцінювання було проаналізовано статистичні дані Українського центру оцінювання якості освіти щодо результатів зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) та національного мультипредметного тесту (НМТ) з фізики та математики за останні десять років (рис. 3) [36]. Пік у 2022 році пов'язаний зі встановленням в цьому році нульового прохідного балу; в інші роки прохідний бал мав значення 100. Отримані дані свідчать про сталу тенденцію до зниження рівня шкільної підготовки: зменшується середній бал тесту, а також зростає частка учасників, які не подолали пороговий рівень. Це означає, що значна частина вступників не володіє необхідними базовими знаннями, що ускладнює вивчення фундаментальних дисциплін, зокрема фізики, у вищій школі.

Аналіз навчальних планів вітчизняних та зарубіжних університетів свідчить, що курс фізики у підготовці фахівців спеціальності «Комп'ютерна інженерія» має суттєві відмінності як за обсягом, так і за змістовим наповненням. Зібрані дані дозволяють простежити загальні тенденції в організації цього курсу та визначити ключові розбіжності між національною та міжнародною практикою.

Таблиця 2

Змістовне наповнення курсу фізики

Table 2

Content of the Physics course

Тема / Topic Університет / University	Класична фізика / Classical Physics						Сучасна фізика / Modern Physics	
	Механіка / Mechanics	Статистична фізика та термодинаміка / Statistical physics and thermodynamics	Електрика та магнетизм / Electricity and magnetism	Коливання та хвилі / Oscillations and waves	Оптика / Optics	Квантова фізика / Quantum physics	Фізика твердого тіла / Solid state physics	Атомна та ядерна фізика / Atomic and nuclear physics
ЗУНУ / WUNU	+		+					
КНУТШ / TSNUK	+	+	+	+	+			+
КПІ / KPI	+	+	+	+	+			+
ЛПІ / LNPU	+	+	+	+	+	+	+	+
ОНПУ / ONPU	+	+	+	+	+	+	+	+
ХАІ / KhAI	+	+	+	+	+	+	+	+
ХНУ / KhNU	+	+	+	+		+		
ХНУРЕ / KhNURE	+	+	+	+	+	+	+	+
ХПІ / KhPI	+	+	+	+	+			+
Berkeley	+	+	+	+	+	+		
CalTech	+	+	+	+	+	+		
Harvard	+	+	+					
UIUC	+	+	+	+		+		
MIT	+	+	+	+				
Stanford	+	+	+	+		+		
TUM	+	+	+	+			+	
EPFL	+		+			+		

Обговорення

Насамперед варто відзначити змістове наповнення навчальних курсів. У більшості випадків ядро складають класична механіка, статистична фізика та термодинаміка, електрика та магнетизм, а також коливання і хвилі. Хоча в українських університетах спостерігається значно ширший спектр тематик, який включає оптику та розділи сучасної фізики, але, з урахуванням малої кількості відведених на курс фізики годин, глибина вивчення матеріалу залишається малою. У той же час в зарубіжних університетах вивчають невеликий набір тем і, зважаючи на більшу кількість відведених на вивчення курсу годин, це свідчить про орієнтацію на

глибоке вивчення, що формує міцний фундамент для подальшого вивчення більш спеціалізованих предметів.

Отже, українські освітні програми з фізики демонструють традиційний, структурований підхід, який базується на визначеному переліку обов'язкових розділів. Ця модель передбачає послідовне охоплення всіх розділів від класичної до сучасної фізики, які формують всебічну, але менш гнучку освітню траєкторію. Слід також відмітити наявність в навчальних програмах розділу квантової фізики, що пов'язано, насамперед, зі швидким розвитком в нинішній час галузі квантових обчислень.

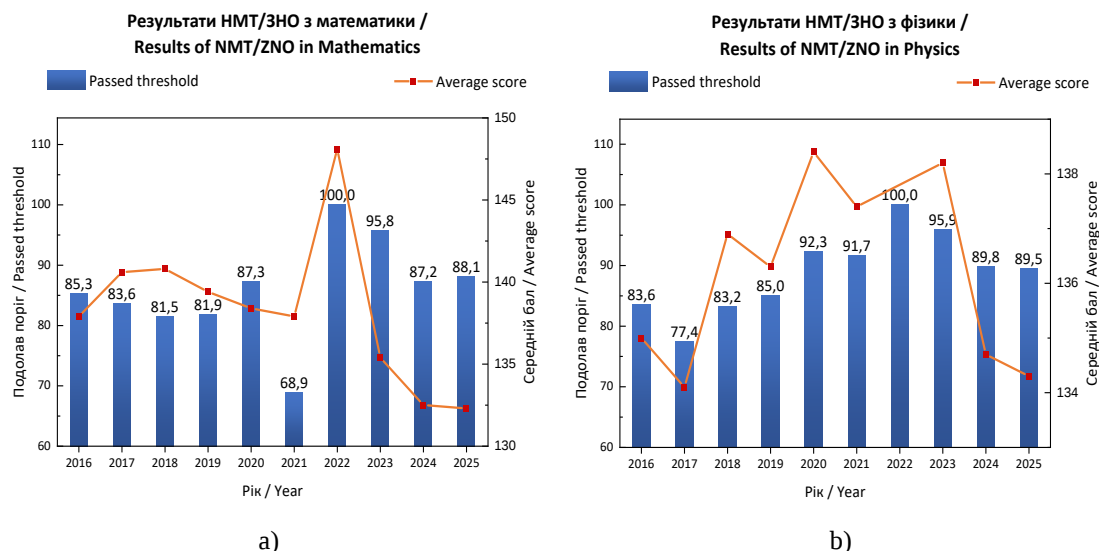


Рис. 3 – Динаміка результатів НМТ/ЗНО в Україні з фізики (а) та математики (б)
Fig. 3 – Dynamics of National Multi-Subject Test (NMT)/External Independent Assessment (ZNO) results in Ukraine in Physics (a) and Mathematics (b)

Якщо розглядати методи викладання курсу фізики, то можна відмітити, що багато університетів застосовують поряд з традиційними також комп'ютерне моделювання, візуалізації, часто інтерактивні або з використанням студентами мов програмування. У цьому сенсі цікавою є методологія TEAL (Technology-Enabled Active Learning), розроблена та впроваджена в Массачусетському технологічному інституті (MIT), в першу чергу для викладання вступних курсів з фізики (наприклад, 8.01 та 8.02). TEAL поєднує в собі три ключові компоненти:

- технології, використання комп'ютерів, мультимедійного обладнання, симуляцій та візуалізацій для кращого розуміння складних наукових концепцій;
- активне навчання – зміна традиційної пасивної ролі студента (слухач лекції) на активну (учасник, розв'язувач проблем);
- удосконалене навчальне середовище – спеціально спроектовані аудиторії з круглими столами та інтерактивними екранами, що полегшують групову роботу [32].

Особливістю TEAL є те, що заняття розділені на короткі, сфокусовані блоки (близько 15-20 хвилин), які чергуються з активностями. Семінари вбудовані в лекційний час. Студенти працюють над

задачами та експериментами безпосередньо за своїми столами в невеликих групах. Студенти використовують технології для проведення швидких “hands-on” настільних експериментів, візуалізацій та симуляцій, щоб побачити фізичні явища в дії [22].

Особливу увагу слід звернути на обсяг навчальних курсів. Як показали результати аналізу освітніх програм університетів, загальний обсяг курсу фізики може суттєво варіюватися – від 4 до 24 кредитів ЄКТС. При цьому спостерігаються значні відмінності у співвідношенні між кількістю тем і кількістю годин: в окремих університетах на більший обсяг годин припадає менше розділів для вивчення, тоді як в інших – при меншому обсязі годин охоплюються майже всі основні розділи фізики.

Це свідчить про відсутність єдиних підходів до визначення оптимального змісту та обсягу курсу, а також про необхідність узгодження навчальних результатів із реальними часовими ресурсами.

У межах компетентнісного підходу, який сьогодні є основоположним у вищій освіті, метою навчання є формування професійних компетентностей майбутніх фахівців, тобто здатності ефективно застосовувати знання, уміння, навички, особистісні якості та цінності для розв'язання професійних завдань. Однак для досягнення цієї мети потрібен певний

мінімальний обсяг часу, необхідний для глибокого засвоєння теоретичного матеріалу, формування практичних умінь і розвитку аналітичного мислення.

Цей показник може бути визначений експертним шляхом (на основі нормативних документів і навчальних стандартів) або емпірично – через педагогічний експеримент чи опитування студентів.

У 2024 році в НТУ «ХП» було проведено опитування студентів, які вивчають курс фізики. В опитуванні взяли участь 63 студента чотирьох інститутів (комп'ютерних наук; енергетики, електроніки та електромеханіки; механічної інженерії і транспорту; хімічних технологій). Згідно з результатами опитування, більшість респондентів зазначають, що кількість часу, передбачена навчальним планом, є недостатньою. Зокрема студенти повідомили, що на самостійну роботу вони витрачають у середньому 10 годин на тиждень, що становить близько 80% загального часу на курс (6 кредитів). При цьому в робочій програмі цей показник становить приблизно 60%, що свідчить про невідповідність між плановими і фактичними трудовими витратами студентів та про необхідність перегляду структури навчального навантаження.

Одним із можливих шляхів вирішення проблеми є збільшення кількості годин, відведених на курс фізики, однак це не завжди можливо через обмеження навчального плану, міждисциплінарну конкуренцію за кредити та необхідність збереження балансу між фундаментальною і професійною підготовкою.

Альтернативний шлях полягає в підвищенні ефективності навчального процесу шляхом упровадження сучасних педагогічних технологій і засобів ІКТ, які забезпечують вищу інтенсивність та якість навчання при незмінному часовому обсязі.

Такі інноваційні підходи можуть реалізовуватися за кількома напрямками:

1. Засоби навчання.

Використання інформаційно-комунікаційних технологій для підтримки всіх етапів навчального процесу – від подання матеріалу до контролю, моніторингу та зворотного зв'язку.

До таких засобів належать комп'ютерне моделювання, симуляції,

мультимедійні візуалізації, а також інтеграція цифрових технологій у лабораторні експерименти. Їхнє застосування ефективно як під час аудиторних занять (лекцій, лабораторних, практичних), так і під час самостійної роботи студентів.

2. Змістовне наповнення.

Підбір професійно-орієнтованих завдань і прикладів, безпосередньо пов'язаних зі спеціальністю студентів. Це підвищує мотивацію, демонструє практичну значущість фізики та сприяє формуванню міждисциплінарних зв'язків.

3. Організаційні форми навчання.

Впровадження інтерактивних методів роботи в аудиторії – онлайн-опитувань, миттєвого голосування, вікторин, обговорень у малих групах – сприяє активізації пізнавальної діяльності студентів і підвищує залученість у навчальний процес.

4. Навчальне середовище.

Створення технологічно насиченого та гнучкого освітнього простору, який сприяє груповій роботі, експериментуванню та інтеграції ІКТ. Це охоплює як використання мультимедійного обладнання (інтерактивні дошки, проектори, графічні планшети), так і оптимальне просторове розташування робочих місць студентів.

У НТУ «ХП» ці підходи реалізовано через розроблення та впровадження програмного комплексу для навчання фізики [18], який поєднує в собі:

- широкий набір програмних модулів для моделювання та візуалізації фізичних процесів;
- модульну, адаптивну, мультимедійну систему комп'ютерного тестування, що охоплює всі розділи курсу;
- комп'ютерні лабораторні роботи, які включають як моделювання, так і експерименти з зі сполученням з комп'ютерним обладнанням, а також засоби для обробки експериментальних даних;
- систему моніторингу навчальної діяльності студентів та аналітичний модуль для оцінки динаміки засвоєння матеріалу.

Використання цього комплексу в поєднанні з іншими інформаційно-комунікаційними технологіями, адаптованим змістовим наповненням і сучасними формами організації навчального процесу продемонструвало

помітне підвищення ефективності навчання, зростання мотивації студентів і

покращення результатів контролю знань.

Висновки

Курс фізики в підготовці фахівців з інформаційних технологій в українських університетах зберігає важливу роль як фундаментальна дисципліна, що формує наукове мислення, інженерний підхід до розв'язання задач і розуміння фізичних основ функціонування комп'ютерних систем. Водночас обсяг курсу останніми роками суттєво скоротився порівняно з закордонними університетами, що призвело до обмеження можливостей формування цілісних знань про фізичні процеси, важливі для ІТ-галузі. Структура та зміст навчальних програм виявляють значну варіативність між університетами, нерідко спрощуються або звужуються до базових понять механіки й електрики, без належного розгляду сучасних розділів – оптики, фізики напівпровідників, квантової механіки тощо.

Виявлено, що серед ключових суперечностей – невідповідність між скороченням аудиторного навантаження та

потребою у високому рівні фундаментальної підготовки для сучасних ІТ-фахівців, а також між традиційними підходами до викладання фізики й запитам студентів, орієнтованих на практичне застосування знань у комп'ютерній інженерії. Основними проблемами залишаються недостатній рівень попередньої (шкільної) підготовленості студентів, обмеженість часу та відсутність адаптованих до ІТ-спеціальностей навчальних матеріалів.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на пошук ефективних педагогічних стратегій і технологій, зокрема із застосуванням інформаційно-комунікаційних засобів, орієнтованими на активну діяльність студентів, які дозволяють компенсувати скорочення аудиторного навантаження та зниження рівня підготовленості студентів з базових фізико-математичних дисциплін без втрати якості підготовки.

Конфлікт інтересів

Автор заявляє, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автор повністю дотримувався етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Аль-Амморі, А., Іщенко, Р., Мозговий, О., Олійник, В., Туманова, І. Міжпредметні зв'язки фізики з електротехнікою й електронікою під час підготовки майбутніх фахівців з інформаційної безпеки. *Slovak international scientific journal*. 2025. Т. 92. С. 53–57. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14870017> (дата звернення: 13.10.2025).
2. Аль-Амморі, А., Іщенко, Р. Міжпредметні зв'язки фізики з дисциплінами циклу професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційної безпеки. *Фізико-математична освіта*. 2021. Т. 28, №2. С. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-028-2-004> (дата звернення: 13.10.2025).
3. Бондаренко, З., Кирилашук, С., Черноволик, Г. Базова роль вищої математики в підготовці майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2021. № 3(107). С. 80–90. URL: <https://pedscience.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/11/10.pdf> (дата звернення: 13.10.2025).
4. Галушак, М. О. Вища освіта в Україні та шляхи її вдосконалення: фундаментальна підготовка в технічному університеті. *Theory and methods of learning fundamental disciplines in high school*. 2014. Т. 1. С. 86–91. DOI: <https://doi.org/10.55056/fund.v1i1.408> (дата звернення: 13.10.2025).
5. Дем'яненко, А. Г. Вища інженерна освіта в Україні – стан, деякі тенденції, проблеми та шляхи удосконалення. *Стратегії і трансформації педагогіки в умовах сталого розвитку суспільства* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., Дніпро, 15-17 травня 2023. Дніпро : НТУ «ДП», 2023. С. 89–93. DOI: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/11738> (дата звернення: 13.10.2025).
6. Іщенко, Р. М. Викладання фізики в технічних університетах України на сучасному

- етапі. *Вісник Національного транспортного університету*. 2017. Вип. 1. С. 147–153. URL: <http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/37/147.pdf> (дата звернення: 12.10.2025)
7. Освітньо-професійна програма «Інженерія комп'ютерних систем і мереж» : Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*. Київ, 2025. URL: <https://rex.knu.ua/osvitni-programy/> (дата звернення: 13.10.2025).
 8. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»: Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. *Харківський національний університет радіоелектроніки*. Харків, 2025. URL: <https://nure.ua/abituriyentam/spetsialnosti-ta-spetsializatsiyi/spetsialnosti-ta-osvitni-prohramy-2018-2024-rokiv-pryjomu/spetsialnist-123-komp-yuterna-inzheneriya/bakalavr-123-komp-yuterna-inzheneriya/osvitnja-programa-komp-yuterna-inzheneriya> (дата звернення: 13.10.2025).
 9. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»: Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. *Національний університет «Львівська політехніка»*. Львів, 2025. URL: <https://lpnu.ua/osvita/pro-osvitni-programy/pershyi-riven-vyshchoi-osvity> (дата звернення: 13.10.2025).
 10. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»: Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. *Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*. Київ, 2025. URL: <https://osvita.kpi.ua/F7> (дата звернення: 13.10.2025).
 11. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»: Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. *Західноукраїнський національний університет*. Тернопіль, 2025. URL: https://www.wunu.edu.ua/public_information/educational-programs/fcit_op/bachelor_fcit_op/16175-kompjuterna-nzhenerja.html (дата звернення: 13.10.2025).
 12. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»: Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. *Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна*. Харків, 2025. URL: <https://start.karazin.ua/programs/5/7/F7/30> (дата звернення: 13.10.2025).
 13. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні системи та мережі»: Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. *Національний університет «Одеська політехніка»*. Одеса, 2025. URL: <https://op.edu.ua/education/programs/bac-f7-2> (дата звернення: 13.10.2025).
 14. Освітньо-професійна програма «Прикладна комп'ютерна інженерія»: Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. *Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*. Харків, 2025. URL: <https://mits-khpi.kharkov.ua/education/> (дата звернення: 13.10.2025).
 15. Освітньо-професійна програма «Системне програмування»: Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. *Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»*. Харків, 2025. URL: <https://studgorodok.khai.edu.ua/education/osvitni-programi-i-komponenti/osvitni-programi-bakalavriv/sistemne-programuvannya/> (дата звернення: 13.10.2025).
 16. Положення про реалізацію права на вільний вибір навчальних дисциплін. *Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*. Київ, 2023. URL: <https://osvita.kpi.ua/node/185> (дата звернення: 13.10.2025).
 17. Самарук, Н. М., Поплавська, О. А. Математика як основа професійної підготовки фахівців сфери ІТ: міждисциплінарні аспекти. *Шкловські читання «Проблеми сучасних природничо-математичних наук та методик їх викладання»* : матеріали III всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., Глухів, 30-31 жовтня 2024. С. 169–170. URL: <https://elar.khmnua.edu.ua/items/721f78e7-a5a3-4b83-9b04-c7e5ea414c27> (дата звернення: 13.10.2025).
 18. Синельник, І. В., Синельник, О. В. Інформаційно-комунікаційні технології забезпечення навчання фізики в технічному університеті. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ-2024)* : тези доповідей VII міжнар. наук.-практ. конф., м. Черкаси, 23-24 травня 2024 р. Черкаси : ЧДТУ, 2024. С. 323–325. URL: <https://knsa.chdtu.edu.ua/itont-2024> (Дата звернення: 13.10.2025).
 19. Струтинська, Л. Проблеми засвоєння базових дисциплін студентами ВНЗ технічних напрямів підготовки в умовах військового стану України. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*. 2024. Т. 333, № 2. С. 251–259.

- DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-333-2-39> (дата звернення: 13.10.2025).
20. An Analytical Framework of Global Credit Requirements for Software Engineering Degrees. *Erudite Roots*. 2025. URL: <https://eruditeroots.com/credits-needed-to-get-a-a-degree-in-software-engineering/> (дата звернення: 12.10.2025).
 21. Available Tracks. *Stanford University. Computer Science*. URL: <https://www.cs.stanford.edu/bachelors-compsci-tracks-overview> (дата звернення: 12.10.2025).
 22. Breslow, L. Wrestling with Pedagogical Change: The TEAL Initiative at MIT. *Change: The Magazine of Higher Learning*. 2010. Vol. 42, Iss. 5. C. 23–29. DOI: <https://doi.org/10.1080/00091383.2010.503173> (дата звернення: 13.10.2025).
 23. Communication Systems 2025-26. *Ecole Polytechnique Federale de Lausanne*. URL: <https://edu.epfl.ch/studyplan/en/bachelor/communication-systems/> (дата звернення: 13.10.2025).
 24. Computer Engineering Curricula 2016. 2016. URL: <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/ce2016-final-report.pdf> (дата звернення: 13.10.2025).
 25. Computer engineering curriculum in the new millennium / A. McGettrick etc. *IEEE Transactions on Education*. 2003. Vol. 46, Iss. 4. C. 456–462. DOI: <https://doi.org/10.1109/te.2003.818755> (дата звернення: 13.10.2025).
 26. Computer Engineering Curriculum Starting Fall 2023. *University of Illinois Urbana-Champaign*. URL: <https://ece.illinois.edu/academics/ugrad/curriculum/ce> (дата звернення: 13.10.2025).
 27. Computer Engineering. *ACM CCECC*. URL: <http://ccecc.acm.org/guidance/computer-engineering> (дата звернення: 13.10.2025).
 28. Computer science and engineering (Course 6-3). *Degree charts. Bulletin 2025-2026. Massachusetts Institute of Technology*. URL: <https://catalog.mit.edu/degree-charts/computer-science-engineering-course-6-3/> (дата звернення: 13.10.2025).
 29. Computer Science Option and Minor (CS). *Caltech. 2025-2026 Catalog. California Institute of Technology*. URL: <https://catalog.caltech.edu/current/information-for-undergraduate-students/graduation-requirements-all-options/computer-science-option-and-minor-cs/> (дата звернення: 13.10.2025).
 30. Computer Science, BA (Hons) and MEng. Undergraduate Study. *University of Cambridge*. URL: <https://www.undergraduate.study.cam.ac.uk/courses/computer-science-ba-hons-meng> (дата звернення: 12.10.2025).
 31. Computing Curricula 2020. CC2020. Paradigms for Global Computing Education. 2020. URL: <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2020.pdf> (дата звернення: 13.10.2025).
 32. Dourmashkin, P., Tomasik, M., Rayyan, S. The TEAL Physics Project at MIT. *Active Learning in College Science: The Case for Evidence-Based Practice* / eds. J. J. Mintzes, E. M. Walter. Cham : Springer, 2020. C. 499–520. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-33600-4> (дата звернення: 13.10.2025).
 33. Electrical & Computer Engineering. *University of California Berkeley*. URL: <https://engineering.berkeley.edu/students/undergraduate-guide/degree-requirements/major-programs/electrical-computer-engineering/> (дата звернення: 13.10.2025).
 34. Elektrotechnik und Informationstechnik. Bachelor of Science (B. Sc.). *Technische Universität München*. URL: <https://www.cit.tum.de/cit/studium/studiengaenge/bachelor-elektrotechnik-informationstechnik/> (дата звернення: 13.10.2025).
 35. Engineering Sciences (A.B.) - Electrical and Computer Engineering Track. Concentration Requirements. Electrical Engineering. Bachelor's Degree in Electrical Engineering. *Harvard University*. URL: <https://seas.harvard.edu/electrical-engineering/undergraduate-programs/concentration-information/concentration-requirements> (дата звернення: 13.10.2025).
 36. OPENDATA. Статистичні дані НМТ/Основної сесії ЗНО. *Український центр оцінювання якості освіти*. URL: <https://zno.testportal.com.ua/opendata> (дата звернення: 13.10.2025).
 37. Program Sheets. *SoE Undergrad Handbook, Stanford University*. URL: <https://ughb.stanford.edu/plans-program-sheets/program-sheets/program-sheets/program-sheets/program-sheets/program-sheets> (дата звернення: 12.10.2025).

Стаття надійшла до редакції 07.11.2025

Стаття рекомендована до друку 08.12.2025

Опубліковано 30.12.2025

O. V. SYNELNYK,

PhD student of the Department of Pedagogy, Methods and Management of Education

e-mail: [sinelnikav@gmail.com](mailto:sinelnykav@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5045-687X>

V.N. Karazin Kharkiv National University,

4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine

PHYSICS COURSE AS PART OF PROFESSIONAL TRAINING FOR FUTURE IT SPECIALISTS AT AN ENGINEERING UNIVERSITY

Purpose. The study analyses the role, workload and content of the physics course in the training programs of specialists in the specialty "Computer Engineering" at universities of Ukraine, as well as to the identification of the main contradictions and problems that arise in the process of teaching this discipline under the conditions of reducing the classroom hours and reducing the level of previous preparedness of students.

Methods. The work uses a comparative-analytical method to compare educational programs of Ukrainian and foreign universities (USA and European countries), quantitative analysis of the amount of study time allocated to the study of physics, as well as content analysis of curricula and syllabi. To assess the level of preparedness of applicants, a statistical analysis of the results of external independent assessment and the national multi-subject test in physics and mathematics over the past decade was used.

Results. It was established that the volume of the physics course in the training programs of Ukrainian universities is 4–5 times smaller compared to similar programs of leading universities in the world. The content analysis showed that among higher education institutions in Ukraine there is no unified approach to the formation of the curriculum: some institutions are limited to studying only the basic sections of classical physics, while others provide a full range of all sections. At the same time, in world practice, the variability is less: attention is focused on classical physics; sections of modern physics - quantum physics or solid-state physics - are also often included in the program. At the same time, in Ukraine, there is a tendency to reduce the level of preparedness of entrants, which complicates the mastery of physical and mathematical disciplines.

Conclusions. Reducing the classroom hours and reducing the level of school preparedness lead to a decrease in the quality of fundamental education of students studying IT. To ensure the proper level of professional training, it is necessary to introduce modern pedagogical technologies, active learning methods and information and communication tools that will compensate for the reduction in study time and increase students' motivation to study physics. Further research should be aimed at finding effective models for integrating fundamental and professionally oriented disciplines within educational programs in the computer field.

KEY WORDS: *computer engineering, professional competence, fundamental training, physics education, information and communication technologies.*

Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this manuscript. Furthermore, the author has fully adhered to ethical standards, including those related to plagiarism, data falsification, and duplicate publication.

References

1. Al-Ammouri, A., Ishchenko, R., Mozghovyi, O., Oliinyk, V., & Tumanova, I. (2025). Intersubject connections of physics with electrical engineering and electronics during the training of future information security specialists. *Slovak international scientific journal*, 92, 53–57. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14870017> (In Ukrainian).
2. Al-Ammouri, A., Ischenko, R. (2021). Intersubject connections of physics with disciplines of the cycle of professional training of future informational security specialists. *Physical and Mathematical Education*, 28(2), 22–28. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-028-2-004> (In Ukrainian).
3. Bondarenko, Z., Kyrylashchuk, S., Chernovolyk, H. (2021). Basic role of higher mathematics in the training of future specialists in the field of information technologies. *Pedagogical Sciences: Theory, History, Innovative Technologies*, (3(107)), 80–90. <https://pedscience.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/11/10.pdf> (In Ukrainian).

4. Halushchak, M. O. (2014). Higher education in Ukraine and ways of its improvement: fundamental training in a technical university. *Theory and Methods of Learning Fundamental Disciplines in High School*, 1(1), 86–91. <https://doi.org/10.55056/fund.v1i1.408> (In Ukrainian).
5. Demianenko, A. H. (2023). Higher engineering education in Ukraine – status, some trends, problems and ways of improvement. In *Strategies and transformations of pedagogy in conditions of sustainable development of society: Proceedings of the All-Ukrainian scientific and practical conference, Dnipro, May 15-17, 2023* (pp. 89–93). Dnipro State Agrarian and Economic University. <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/11738> (In Ukrainian).
6. Ischenko, R. M. (2017). Teaching physics in technical universities of Ukraine at the present stage. *Bulletin of the National Transport University*, (1), 147–153. <http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/37/147.pdf> (In Ukrainian).
7. Taras Shevchenko National University of Kyiv. (2025). *Educational and professional program "Engineering of computer systems and networks"* [First (Bachelor's) Level of Higher Education]. <https://rex.knu.ua/osvitni-programy/> (In Ukrainian).
8. Kharkiv National University of Radio Electronics. (2025). *Educational and professional program "Computer engineering"* [First (Bachelor's) Level of Higher Education]. <https://nure.ua/abituriyentam/spetsialnosti-ta-spetsializatsiyi/spetsialnosti-ta-osvitni-prohramy-2018-2024-rokiv-pryjomu/spetsialnist-123-komp-yuterna-inzheneriya/bakalavr-123-komp-yuterna-inzhenerija/osvitnja-programa-komp-yuterna-inzhenerija> (In Ukrainian).
9. Lviv Polytechnic National University. (2025). *Educational and professional program "Computer engineering"* [First (Bachelor's) Level of Higher Education]. <https://lpnu.ua/osvita/pro-osvitni-programy/pershyi-riven-vyshchoi-osvity> (In Ukrainian).
10. National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". (2025). *Educational and professional program "Computer engineering"* [First (Bachelor's) Level of Higher Education]. <https://osvita.kpi.ua/F7> (In Ukrainian).
11. West Ukrainian National University. (2025). *Educational and professional program "Computer engineering"* [First (Bachelor's) Level of Higher Education]. https://www.wunu.edu.ua/public_information/educational-programs/fcit_op/bachelor_fcit_op/16175-kompjuterna-nzhenerija.html (In Ukrainian).
12. V. N. Karazin Kharkiv National University. (2025). *Educational and professional program "Computer engineering"* [First (Bachelor's) Level of Higher Education]. <https://start.karazin.ua/programs/5/7/F7/30> (In Ukrainian).
13. Odesa Polytechnic National University. (2025). *Educational and professional program "Computer systems and networks"* [First (Bachelor's) Level of Higher Education]. <https://op.edu.ua/education/programs/bac-f7-2> (In Ukrainian).
14. National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute". (2025). *Educational and professional program "Applied computer engineering"* [First (Bachelor's) Level of Higher Education]. <https://mits-khpi.kharkov.ua/education/> (In Ukrainian).
15. National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute". (2025). *Educational and professional program "System programming"* [First (Bachelor's) Level of Higher Education]. <https://studgorodok.khai.edu.ua/education/osvitni-programi-i-komponenti/osvitni-programi-bakalavriv/sistemne-programuvannya/> (In Ukrainian).
16. National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". (2023). *Regulations on the right to free choice of disciplines by applicants for higher education at the Igor Sikorsky KPI*. <https://osvita.kpi.ua/node/185> (In Ukrainian).
17. Samaruk, N. M., Poplavska, O. A. (2024). Mathematics as the basis for professional training of IT specialists: interdisciplinary aspects. In *Shklov Readings "Problems of Modern Natural and Mathematical Sciences and Methods of Their Teaching": Proceedings of the III All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference, Hlukhiv, October 30-31, 2024* (pp. 169–170). Khmelnytskyi National University. <https://elar.khmnmu.edu.ua/items/721f78e7-a5a3-4b83-9b04-c7e5ea414c27> (In Ukrainian).
18. Synelnyk, I. V., Synelnyk, O. V. (2024). Information and communication technologies to provide physics studying in technical university. In *Information Technologies in Education, Science and Technology (ITONT-2024): Conference proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference, Cherkasy, May 23-24, 2024* (pp. 323–325). Cherkasy: Cherkasy State

- Technological University. <https://knsa.chdtu.edu.ua/itont-2024> (In Ukrainian).
19. Strutyńska, L. (2024). Problems of mastering basic disciplines by students of technical fields of training in the conditions of military status in Ukraine. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 333(2), 251–259. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-333-2-39> (In Ukrainian).
20. An Analytical Framework of Global Credit Requirements for Software Engineering Degrees.(2025). *Erudite Roots*. <https://eruditeroots.com/credits-needed-to-get-a-a-degree-in-software-engineering/>
21. Available Tracks. (n.d.). *Stanford University. Computer Science*. <https://www.cs.stanford.edu/bachelors-compsci-tracks-overview>
22. Breslow, L. (2010). Wrestling with Pedagogical Change: The TEAL Initiative at MIT. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 42(5), 23–29. <https://doi.org/10.1080/00091383.2010.503173>
23. Communication Systems 2025-26. (n.d.). *Ecole Polytechnique Federale de Lausanne*. <https://edu.epfl.ch/studyplan/en/bachelor/communication-systems/>
24. Computer Engineering Curricula 2016. (2016). <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/ce2016-final-report.pdf>
25. McGettrick, A. etc. (2003). Computer engineering curriculum in the new millennium. (2003). *IEEE Transactions on Education*, 46(4), 456–462. <https://doi.org/10.1109/te.2003.818755>
26. Computer Engineering Curriculum Starting Fall 2023. (n.d.). *University of Illinois Urbana-Champaign*. <https://ece.illinois.edu/academics/ugrad/curriculum/ce>
27. Computer Engineering. (n.d.). *ACM CCECC*. <http://ccecc.acm.org/guidance/computer-engineering>.
28. Computer science and engineering (Course 6-3). (n.d.). *Degree charts. Bulletin 2025-2026. Massachusetts Institute of Technology*. <https://catalog.mit.edu/degree-charts/computer-science-engineering-course-6-3/>
29. Computer Science Option and Minor. (n.d.). *Caltech. 2025-2026 Catalog. California Institute of Technology*. <https://catalog.caltech.edu/current/information-for-undergraduate-students/graduation-requirements-all-options/computer-science-option-and-minor-cs/>
30. Computer Science, BA (Hons) and MEng. Undergraduate Study. (n.d.). *University of Cambridge*. <https://www.undergraduate.study.cam.ac.uk/courses/computer-science-ba-hons-meng>
31. Computing Curricula 2020. CC2020. Paradigms for Global Computing Education. (2020). <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2020.pdf>
32. Dourmachin, P., Tomasik, M., Rayyan, S. (2020). The TEAL Physics Project at MIT. In J. J. Mintzes & E. M. Walter (Eds.), *Active Learning in College Science: The Case for Evidence-Based Practice* (pp. 499–520). Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-33600-4>
33. Electrical & Computer Engineering. (n.d.). *University of California Berkeley*. <https://engineering.berkeley.edu/students/undergraduate-guide/degree-requirements/major-programs/electrical-computer-engineering/>
34. Elektrotechnik und Informationstechnik. Bachelor of Science (B. Sc.). (n.d.). *Technische Universität München*. <https://www.cit.tum.de/cit/studium/studiengaenge/bachelor-elektrotechnik-informationstechnik/>
35. Engineering Sciences (A.B.) - Electrical and Computer Engineering Track. Concentration Requirements. Electrical Engineering. Bachelor's Degree in Electrical Engineering. (n.d.). *Harvard University*. <https://seas.harvard.edu/electrical-engineering/undergraduate-programs/concentration-information/concentration-requirements>
36. Ukrainian Center for Educational Quality Assessment. (n.d.). *OPENDATA. Statistical data of NMT/Main ZNO session*. <https://zno.testportal.com.ua/opendata>
37. Program Sheets. (n.d.) *SoE Undergrad Handbook, Stanford University*. <https://ughb.stanford.edu/plans-program-sheets/program-sheets/program-sheets/program-sheets/program-sheets/program-sheets/>

The article was received by the editors 07.11.2025

The article is recommended for printing 08.12.2025

Published 30.12.2025