Korostylov, H. L., Petrova, L. O., Bilozorov, O. S., & Tsemma, O. V. (2024). Electrical engineering as a modern fundamental discipline and the logic of its teaching in military higher education institutions. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal, 32*, __-__. Ostrava: Tuculart Edition, European Institute for Innovation Development. (In Ukrainian)

DOI: 10.47451/hum2024-08-01

The paper is published in Crossref, ICI Copernicus, BASE, Zenodo, OpenAIRE, LORY, Academic Resource Index ResearchBib, J-Gate, ISI International Scientific Indexing, ADL, JournalsPedia, Scilit, EBSCO, Mendeley, and WebArchive databases.

Hennadii L. Korostylov, Ph.D. in Humanities, Lecturer, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University. Kharkiv, Ukraine.
ORCID: 0000-0001-5736-0507
Liudmyla O. Petrova, Candidate of Philosophical Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University. Kharkiv, Ukraine.
ORCID: 0000-0002-9341-1030
Oleksii S. Bilozorov, Research Assistant, Ivan Kozhedub Kharkiv National AirForce University. Kharkiv, Ukraine.
ORCID: 0000-0003-4244-9108
Oleksandr V. Tsemma, Senior Lecturer, Ivan Kozhedub Kharkiv National AirForce University. Kharkiv, Ukraine.
ORCID: 0000-0002-6287-8404

Electrical engineering as a modern fundamental discipline and the logic of its teaching in military higher education institutions

Abstract: Understanding the processes that relate to the formation and transformation of the modern army and as a consequence of the modernization of the education system of the Military University, the article pays special attention to the formation of a modern officer as a specialist not only in military affairs, but also in military engineering. Military leaders must have electrical knowledge and the ability to choose and use appropriate modern military management technologies and information and technical means, the element base of which is electrical engineering, and the scientific and technical basis of Electrical Engineering is the synthesis of such fundamental sciences as mathematics, physics and chemistry. The aim of the study is scientific and methodological conclusions on updating the teaching methodology and mathematical tools of electrical education. In the Russian literature, a discourse on this issue has already been formed. Examples include the monograph "Methodological System for Forming Integrated Knowledge in Physics in the Process of Training Technology Teachers", the article "Integration of Physics and Electrical Engineering in the System of Training Technology Teachers" and others. A. Didyk, L. Pavlyuk, and I. Petritsina describe intersubject relations and the role of physics as the basis of technical disciplines in more detail. These works deal with the scientific and methodological problems of electrotechnical education in modern universities. The authors point to the growing demand for professional training of Higher Education graduates, which entails the need to move from traditional teaching styles to innovative ones. The article emphasizes that in modern society, engineering education is of great significance, and as for military affairs, it has become its necessary component. Military personnel who have received a high-quality modern electrical engineering education usually have developed technical skills, understand the technological features of modern weapons, and have a common scientific base for innovations.

Keywords: military university, education, modernization of education, information technologies, simulation models, computer modeling languages.

Геннадій Леонідович Коростильов, доктор філософії (PhD), викладач, Харківський національний університет Повітряних сил ім. Івана Кожедуба. Харків, Україна.
ORCID: 0000-0001-5736-0507
Людмила Олександрівна Петрова, кандидат філософських наук, доцент, Харківський національний університет Повітряних сил ім. Івана Кожедуба. Харків, Україна.
ORCID: 0000-0002-9341-1030
Олексій Сергійович Білозьоров, молодший науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних сил ім. Івана Кожедуба. Харків, Україна.
ORCID: 0000-0003-4244-9108
Олександр Володимирович Цемма, старший викладач, Харківський національний університет Повітряних сил ім. Івана Кожедуба. Харків, Україна.
ORCID: 0000-0002-6287-8404

Електротехніка як сучасна фундаментальна дисципліна та логіка її викладання у військових вищах

Анотація: Розуміючи процеси, які відносяться до становлення та трансформації сучасного війська і як слідство модернізації системи освіти військового університету, в статті особливу увагу звернуто на формування сучасного офіцера як фахівця не тільки у військовій справі, але і у військово-інженерній. Військові лідери повинні володіти електротехнічним знанням і вмінням вибирати та використовувати відповідні сучасні військові управлінські технології та інформаційно-технічні засоби, елементною базою яких є електротехніка, а науково-технічним базисом електротехніки є синтез таких фундаментальних наук як математика, фізика і хімія. Метою дослідження є науково-методичні висновки щодо оновлення методлогії викладання і математичного інструментарію електротехнічної освіти. У вітчизняній літературі вже оформився дискурс, присвячених даній проблематиці. Прикладами можуть стати монографія «Методична система формування інтегрованих знань з фізики в процесі підготовки вчителів технологій», стаття «Інтеграція фізики та електротехніки в системі підготовки вчителів технологій» та інші. Більш детально описують міжпредметні зв'язки та роль фізики як основи технічних дисциплін А. Дідик, Л. Павлюк, І. Петрицина. В цих роботах розглядаються науково-методологічні проблеми електротехнічної освіти в сучасних університетах. Автори вказують на зростаючий попит на професійну підготовку випускників вищих навчальних закладів, що тягне за собою питання необхідності переходу від традиційних стилів викладання до інноваційних. В статті підкреслено, що у сучасному суспільстві інженерна освіта має величезне значення, а щодо військової справи, то вона стала її необхідною складовою. Військові, які отримали якісну сучасну електротехнічну інженерну освіту, зазвичай мають розвинуті навички технічного характеру, розуміються на технологічних особливостях сучасної зброї, мають загальну наукову базу для новацій.

Ключові слова: військовий університет, освіта, модернізація освіти, інформаційні технології, імітаційні моделі, мови комп'ютерного моделювання.

Вступ

Розуміючи процеси, які відносяться до становлення та трансформації сучасного війська і як слідство модернізації системи освіти військового університету, в статті особливу увагу звернуто на формування сучасного офіцера як фахівця не тільки у військовій справі, але і у військово-інженерній. Військові лідери повинні володіти електротехнічним знанням і вмінням вибирати та використовувати відповідні сучасні військові управлінські технології та інформаційно-технічні засоби, елементною базою яких є електротехніка, а науково-технічним базисом електротехніки є синтез таких фундаментальних наук як математика, фізика і хімія.

Питання професійної підготовки майбутніх офіцерів-інженерів з електротехнічного напрямку є одним із ключових у сучасній педагогічній теорії та практиці має давню педагогічну традицію. «Дослідниками напрацьовано достатньо великий фонд наукових знань, що розкриває різні напрямки університетської електротехнічної освіти» (*Фінін, 2020*). Це пов'язано, з одного боку, зі зростаючим попитом на сучасних офіцерів-електротехніків, у зв'язку з ускладненням інформаційно-комп'ютерних технологій сучасних зразків військової техніки, а, з іншого, стрімким розвитком інформаційних технологій всебічної підготовки. «Професіоналізм сучасного офіцера-електротехніка – це не лише його компетентності в різних областях інформаційних технологій, комп'ютерних мов математичного моделювання, а і його висока кваліфікація, що є запорукою успішного виконання бойових завдань» (*Фінін, 2020*).

Наголошуємо, що «сьогодні у висвітленні трансформацій освітньої реальності треба спиратися не тільки на методологію педагогіки, але і брати до уваги концептуальні положення філософії освіти і філософії розвитку сучасного суспільства. Бо саме вони й посилюють теоретичну базу наукових студій» (*Коростильов і Дольська, с. 12*). Автори спираються на праці М. Кастельса (*2013*), Кременя В. М. (*2021*) та ін., які звертають увагу на необхідність «постійної модифікації освітньої практики в умовах розвитку інформаційного суспільства» (*Кремень, 2021, с. 11-20*). При розробці теоретико-методологічних засад освіти з метою використання нових технологій, що враховують віртуальний простір, слід спиратися на праці дослідників, які безпосередньо та опосередковано працювали над цією проблематикою: Е. Гідденс, Е. Дюркгейм, П. Бурдье, К. Майнгейм, Е Масуда, Р. Мертон, Т. Парсонс, Е. Тоффлер та ін.

Також треба звернути увагу на зауваження класиків з методології викладання математики. Як зазначає М. Клайн, є декілька можливих підходів до її викладання. Серед них – «теоретико-множинний, аксіоматичний, також засновані на логікі, на інтуїції» (*Kline, 1980*; *Kline, 1984*). Вибір однієї з логік викладання багато в чому визначається історико-культурними факторами і особистісною орієнтацією викладача. Особливості математичного методу дозволяють йому орієнтуватися на певні поняття, а це вже дає можливість говорити про новий поштовх у викладанні математики. «Дж. Пойа також підкреслював важливість «методології як способу вивчення математики, пропонуючи

студентам не просто зосереджуватися на розв'язуванні задач, але задуматися над методами і засобами, які він при цьому застосовує» (*Polya, 1991, p. 448*).

Аналіз публікацій українських науковців у галузі електротехнічної освіти показує, що практичний і теоретичний характер рефлексії над поставленими проблемами пов'язані між собою. Тому є природним «загальний напрямок усіх праць, а саме – теоретико-методологічний» (*Коростильов і Дольська, с. 12*). Важливо підкреслити роль праць фахівців з електротехнічної галузі в контексті історичного розвитку електротехніки, в яких акцентується увага на змінах методики її викладання В. Савченко, Ю. Лаврененко (*2016*), Н. Швагер (*2014, с. 15-18*). Це питання стає все більш актуальним, бо сучасні інформаційні технології прямо і побічно впливають на організацію і методологію викладання. «Для того, щоб сучасна військова система освіти відповідала існуючим потребам, необхідні певні перетворення системи навчання з використанням сучасних інформаційних технологій. Основні ідеї покладаються на створення і супровід інформаційно-освітніх середовищ відкритого, дистанційного навчання, на розвиток нових технологій створення баз навчальних матеріалів поряд з розвитком традиційних технологій розробки електронних підручників і освітніх порталів. Можна сказати, що зараз починає формуватися нова перспективна предметна галузь – «Інформаційні технології в освіті». До цієї області належить проблематика інтелектуальних навчальних систем, відкритої освіти, дистанційного навчання, інформаційних освітніх середовищ. Методики і засоби навчання, які застосовуються в інформаційних технологіях в освіті, сприяють виконанню підвищених вимог до рівня підготовки випускників вищої військової школи» (*Коростильов і Дольська, с. 13*).

У вітчизняній літературі вже оформився дискурс, присвячених даній проблематиці. Прикладами можуть стати монографія «Методична система формування інтегрованих знань з фізики в процесі підготовки вчителів технологій» (*Шишкін, 2012*), стаття «Інтеграція фізики та електротехніки в системі підготовки вчителів технологій» (*Шишкін, 2014*) та інші. Більш детально описують міжпредметні зв'язки та роль фізики як основи технічних дисциплін А. Дідик (*2018*), Л. Павлюк (*2020*), І. Петрицина (*2013*). В цих роботах розглядаються науково-методологічні проблеми електротехнічної освіти в сучасних університетах. Автори вказують на зростаючий попит на професійну підготовку випускників вищих навчальних закладів, що тягне за собою питання необхідності переходу від традиційних стилів викладання до інноваційних.

Матеріали дослідження

Загалом, електротехніка це і наука, а і галузь техніки, що займається перетворенням різних видів енергії в електричну, яка потім використовується для зміни складу речовини, виробництва та обробки матеріалів, передачі інформації тощо. Сучасні ефективні технології так чи інакше ґрунтуються на використанні електричної енергії. Поєднуючи курс електротехніки з іншими предметами підготовки, теми сучасної електротехніки можуть зайняти належне місце у професійній підготовці майбутніх військових управлінців і забезпечити необхідну базу для успішної підготовки курсантів у військових університетах.

Електротехніка – одна із перших сучасних технологій. Як ніщо інше електрика передусім вплинула на розвиток сучасної техногенної цивілізації та змінила життя людини. Коли ми говорим про електрику в цілому, слід розуміти, що електрика – це все, що нас оточує. Зміни наукового, техніко-технологічного та інформаційно-технологічного характеру ведення війни, які ведуть до якісних техніко-технологічних змін у технологіях виробництва і технічних характеристиках сучасних видів озброєння: дронів, БПЛА, високоточних артилерійських систем, GPS-навігації, локаційних системи виявлення цілей, систем космічного зв'язку Starling тощо. Необхідно відмітити, що ці всі військові технології з'явилися завдяки розвитку такої прикладної науки як електротехніка та її трансформованої сучасної елементної бази. Ці якісні зміни складу та технологічної структури техніки висувають нові сучасні вимоги до підготовки військових інженерів-електротехніків, як основних фахівців з експлуатації та ремонту цієї техніки.

Предмет електротехніки в сучасній освітній структурі викладання відіграє важливу роль у формуванні особливої фізичної реальності, в якій поєднуються знання із фізики, математики, хімії. Завдяки такому поєднанню дидактика, методологія викладання електротехніки націлені на міжпредметні зв'язки: «Електротехнічні знання широко застосовуються в багатьох технологічних процесах сучасної бойової техніки та технічних засобах управління військами. З огляду на той факт, що фізика і математика є фундаментальною базою електротехніки, то взаємозв'язок викладання цих дисциплін набуває особливого значення в військових університетах. Реалізація міжпредметних зав'язків у навчанні фізики, математики і електротехніки створює сприятливі умови творчого застосування загальних принципів дидактики в навчанні» (*Коростильов, 2020*).

Оскільки вивчення електротехніки впливає на сприйняття та розуміння сучасного технологічного світу, вкажимо деякі ключові аспекти, які підтверджують фундаментальність цього предмету:

- вивчення електротехніки допомагає курсантам розуміти роль технологій у сучасному світі;
- вивчення електротехнічних технологій допомагає курсантам розвивати критичне мислення стосовно технічних рішень, ефективності техно-технологічних систем, можливих дій з ними та їх наслідків.

Виходячи з предмету електротехніки та його основного завдання – створення особливої реальності, що займає проміжне положення між природою і людиною, в сучасній освітній структурі виникає проблема вузькості її методологічних засад і практичного інструментарію. На прикладі електротехнічної освіти в сучасних військових університетах автори намагалися показати характер змін в освітньому просторі, проаналізувати і систематизувати фактичний матеріал.

Обґрунтування змін у методології викладання електротехніки.

Оскільки одне із центральних завдань військової освіти перш – це набуття, перш за все, технічної, інженерної освіти, необхідно окреслити складові технічної науки. «Технічна наука формується на ґрунті складних процесів, які пов'язанні із становленням інженерної діяльності і яка є наслідком поєднання природничо-наукових і технологічних знань. Перша складова розвитку та формування технічних наук – це етап отримання природничо-наукових знань, що веде до онтологізації техніки» (*Коростильов і Дольська,*

2022, с. 12). За Д. Віллісом, ми маємо процес створення механізмів які він сам будував, від простих до складних. За принципом «від простого до складного» формуються об'єкти та знання класичних технічних наук (*Коростильов і Дольська, 2022, с. 13*). Крім цього, інженери-дослідники прагнули досліджувати все поле інженерних можливостей, тобто намагалися зрозуміти, які ще можливо отримати характеристики і розрахунки інженерного об'єкту. В ході аналізу «інженер-дослідник прагнув отримати знання про об'єкти, описавши їх побудову, функціонування, окремі процеси, залежні та незалежні параметри, зв'язки між ними тощо» (*Коростильов і Дольська, 2022, с. 13*).

Не менш важливим етапом розвитку технічних наук – є процес їх математизації. «З певної стадії розвитку технічної науки дослідники переходять від використання окремих математичних знань або фрагментів математичних теорій до використання у технічній науці цілих математичних апаратів (мов). К цьому їх підштовхувала необхідність здійснювати в ході конструювання не тільки аналіз, але і синтез окремих процесів та їх конструктивних елементів» (*Коростильов і Дольська, 2022, с. 13*).

Використання математичного апарату впливає на процес конструювання будь-якої моделі технічного об'єкту. Як правило, ідеальні об'єкти технічної науки (це креслення, структуровані схеми, математичні моделі тощо) «починають» довгий процес розроблення та конструювання, щоб надалі отримати статус інженерних об'єктів. Тобто розгортається процес онтологізації об'єктів технічного характеру. «З цього моменту інженер отримує можливість: а). успішно вирішувати завдання синтезу-аналізу; б). досліджувати всю область інженерних об'єктів на предмет теоретично можливих випадків; в). вийти до теорії ідеальних інженерних пристроїв. Кожен механізм починає розглядатися як математичний ланцюг, який складається з одного або кількох замкнутих контурів та кількох замкнутих ланцюгів, які використовуються для приєднання ланки контуру до основних ланок механізму. У теорії механізмів з'являється можливість отримувати нові конструктивні схеми механізмів дедуктивним методом» (*Коростильов і Дольська, 2022, с. 13*).

Викладання електротехніки в сучасних військових університетах не могло не відчути на собі певні зміни. «З середні XX – до початку XXI ст. викладачі електротехніки зосереджувалися на двох напрямках: інженерній діяльності та прикладному математичному забезпеченні електротехнічних процесів. Для того, щоб сучасна система військової освіти відповідала існуючим потребам, необхідні певні зміни в системі навчання з використанням сучасних інформаційних технологій» (*Фінін, 2020*; *Nikitenko та ін., 2023*). Сьогодні використовується безліч понять, пов'язаних з віртуальною реальністю, а комп'ютерна математика стає необхідною складовою у викладанні електротехніки. Мови комп'ютерного програмування представлені найкращими авторами світу: «Нова військова освіта продовжує змінюватися разом із зміною загальної інженерною картиною світу. Основні наголоси в ній ставляться на використанні продуктів віртуального характеру, на створенні так званих імітаційних моделей існуючих військових засобів озброєння» (*Коростильов, 2022*).

Комп'ютерна математика в цьому процесі відіграє особливу роль. Мову комп'ютерної програмування представлені їх найкращими авторами світу: С. Макконнелл (*2006*), Е. Томас та Д. Хант (*1999*), М. Фаулер (*2018*), Р. Мартін (*2019*), Д. Кнут (*2020*). Комп'ютерну математику потрібно визначити як сукупність теоретичних, алгоритмічних, апаратних та

програмних засобів, призначених для ефективного вирішення на комп'ютерах усіх видів математичних завдань із високим ступенем візуалізації етапів обчислювання (*Тютюнник і Михалевич, 2013*). Останнє відіграє вирішальну роль у впровадження систем комп'ютерної математики (СКМ) в освіту. Сучасні СКМ – це потужні електроні довідники та бази даних з усіх розділів сучасної математики, ефективні інструменти для розв'язування більшості математичних задач, а також засоби для створення високоякісних електронних уроків, статей та книг. Коли ми говоримо про комп'ютерну математику, ми маємо на увазі мови комп'ютерного програмування.

Як не згадати найбільш відомі імена тих, хто присвятив свої роздуми винаходам віртуальної реальності і відкрив шлях до інноваційних змін у технічному світі. «З огляду на поставлені питання нам будуть потрібні праці, в яких мова йде про огляди технічних засобів систем віртуальної реальності. Це роботи Лінус Торвальдс (розробив операційну систему Linux), Тім Бернес (розробив програму гіпертекстових документів та гіперпосилань), Джеймс Гослінг (автор мови програмування Java), Андерс Хейлсберг розробив програмне забезпечення Borland Delphi, C#, TypeScript, Turbo Pascal), Марк Цукерберг (засновник Facebook), Брем Коен (автор протоколу Bit Torrent) [71], Брендан Айк (засновник мови програмування JavaScript, був головним інженером Mozila Firefox), Б'ярн Страуструп (засновник мови програмування C++)» (*Коростильов і Дольська, 2022, с. 12*).

На основі таких програм створюються нові дівайси, які використовуються у навчальних процесах. Серед основних віртуальних середовищ можна виділити PhET, Multisim, Electronics Workbench, LabVIEW тощо. Особливої уваги заслуговує PhET– безкоштовний сайт для створення інтерактивних симуляцій з природничих наук та математики; програма Electronics Workbench сумісна з програмою P-SPICE, тобто надає можливість експорту та імпорту схем та результатів вимірювань у різні її версії; Grapher та Postprocessor – програми пакету Multisim, які дозволяють відображати результати моделювання в графічному вигляді та ін. Усі програми дають можливість працювати у віртуальних лабораторіях, а це вже реалізація можливості проводити експерименти без прямого контакту з реальною установкою або за її відсутності» (*Коростильов і Дольська, 2022, с. 13*).

Сучасні викладачі-науковці підкреслюють необхідність використання в навчанні інтерактивних технологій (про це ми знаходимо у роботах А. Дідика (*2018*), Г. Шишкіна (*2012*), І. Петрицина (*2013*). «На думку військових аналітиків, необхідність використання віртуальних моделей у навчальних цілях та науковій діяльності є актуальною потребою» (*Коростильов і Дольська, 2022, с. 13*).

Виходячи із власного досвіду викладання навчальних предметів електротехнічного напрямку, необхідно підкреслити наступне: для вдосконалення теоретичних знань курсантів велике значення має практична підготовка – проведення лабораторних занять. Методичною базою проведення лабораторних занять є не тільки розробка методичних посібників для проведення лабораторних занять, а і розробка візуалізованих програм комп'ютерного інтерактивного навчання. За допомогою зручного інтерфейсу курсанти мають можливість у вільний час складати, імітувати, вивчати електричні схеми.

Програми схематичного моделювання аналогових, цифрових і аналогово-цифрових ланцюгів дають змогу під час лабораторного практикуму скласти еквівалентну схему пристрою з використанням бібліотечних компонентів, провести моделювання практично будь-якої електричної або електронної схеми, зміну номіналів її елементів з перевіркою працездатності, показати на моніторі реальні осцилограми сигналів в будь-якій точці схеми. З'являється можливість демонстрації змодельованих схемних помилок і їх вплив на ті чи інші параметри електричної схеми.

Є і недоліки у роботі із віртуальним світом. Наприклад, одним із них є неможливість проводити реальні дослідження електричних схем і радіокомпонентів, що впливає на вміння курсантів дотримуватися правил техніки безпеки при роботі з електротехнічним обладнанням під напругою. Одночасно звичайний комп'ютер у комплексі з допоміжними приладами можна використовувати як потужну дослідницьку лабораторію. Використовуючи комп'ютерні програми осцилографа, генератора імпульсів, мілівольтметра, аналізаторів спектра та мікрофонний вхід звукової карти можна провести багато реальних лабораторних робіт, не витрачаючи при цьому значні матеріальні кошти.

Таким чином, в сучасній освіті, зокрема у викладанні електротехніки ми спостерігаємо використання комп'ютерної математики, яка і виступає свого роду детермінантною змін у викладанні природничих наук. «На сьогоднішній час ці зміни прив'язані до активного використання віртуальної реальності з мовою комп'ютерної математики» (*Коростильов і Дольська, 2022, с. 16*).

Висновки

В статті підкреслено, що у сучасному суспільстві інженерна освіта має величезне значення, а щодо військової справи, то вона стала її необхідною складовою. Військові, які отримали якісну сучасну електротехнічну інженерну освіту, зазвичай мають розвинуті навички технічного характеру, розуміються на технологічних особливостях сучасної зброї, мають загальну наукову базу для новацій тощо. Не можна не підкреслити і того факту, що сучасна інноваційна інженерна освіта електротехнічного напрямку сприяє системному баченню проблемних питань суто військового характеру.

Освіта майбутнього офіцера ускладняється за рахунок інтегрованого характеру викладання природничих, техніко-технологічних наук, методології яких пов'язані з інноваційними процесами і потребують використання все більш складного інструментарію комп'ютерної математики.

Необхідно підкреслити, що сьогодні усе частіше доводиться звертатися до комп'ютерної математики, тому що функціонування технічних об'єктів прямо і побічно зв'язуються із зверненням до можливостей віртуальної реальності. Мови комп'ютерного програмування стали активним інструментарієм в організації теоретичних і практичних завдань електротехніки, тому введення в освітні програми комп'ютерної математики стає об'єктивною необхідністю.

А також використання програмних продуктів PhET, Electronics Workbench, Multisim та цілого ряду інших альтернативних симуляторів електричних та електронних схем зі схожим функціоналом дозволяє майбутнім військовим фахівцям значно розширити можливості та покращити розуміння навчальних тем у процесі виконання лабораторного

практикуму та контрольних завдань, а також стимулює до більш глибокого вивчення віртуального об'єкту з метою створення, розрахунку та тестування електричних схем на всіх етапах їх експлуатації.

Список джерел інформації:

Дідик, Д. А. Використання інтерактивних методів при викладанні курсу «Електротехніка та електроніка» для майбутніх педагогів професійної освіти // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. Сер. Педагогічна. – 2018. – №24. – С. 100-102. [Didyk, D. A. (2018). The use of interactive methods in teaching the course "Electrical Engineering and Electronics" for future teachers of Professional Education. *Collection of Scientific Works of Kamianets-Podilsky National University named after I. Ogienko. Pedagogical Series*, *24*, 100-102. (In Ukrainian)]

Кастельс, М. Інформаційна доба. Економіка, суспільство та культура. lr–24131802 Електронна книга. 01.05.2013. [Castels, M. (2013, May 1). Information Age. Economy, society and culture. lr-24131802 e-book. (In Ukrainian)]. https://osvita.ua/vnz/reports/econom_history/25179/

Кнут, Д. Мистецтво програмування. Київ: Діалектика, 2020. [Knut, D. (2020). *The art of programming*. Kiev: Dialectics. (In Ukrainian)]

Коростильов, Г. Л. Використання комп'ютерних імітаційних моделей в начальному процесі курсантів електротехнічних спеціальностей під час пандемії та військового конфлікту в Україні // Освіта і доля нації. Освіта та екзистенційні виклики сучасності: війна та нові різновиди пандемії: матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної конференції. (Харків, 10 вересня 2022). – 2022. – С. 57-58. Харків: Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди. [Korostylev, G. L. (2022). The use of computer simulation models in the educational process of cadets of electrotechnical specialties during the pandemic and military conflict in Ukraine. *Education and the Fate of the Nation. Education and Existential Challenges of Our Time: War and New Types of Pandemics*. *Proceedings of the 23rd International Scientific and Practical Conference*, pp. 57-58. (In Ukrainian)]

Коростильов, Г. Л. Зміни у філософії викладання електротехніки // Матеріали І міжнародної науково-практичної конференції: «Зміни у філософії викладання дисципліни Енергетика для військових фахівців» (20-21 листопада 2020, Харків). – 2020. – С. 110-112. Харків: НТУ «ХПІ». [Korostylev, G. L. (2020). Changes in the philosophy of teaching electrical engineering. *Proceedings of the First International Scientific and Practical Conference "Changes in the Philosophy of Teaching the Discipline Energy for Military Specialists"*, 110-112. (In Ukrainian)]

Коростильов, Г. Л., Дольська, О. О. Трансформації математичного інструментарію при викладанні електротехніки (філософсько-методологічні зауваження) // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Актуальні проблеми розвитку українського суспільства (Харків, 2022). – 2022. – С. 11-17. Харків: Харківський політехнічний інститут. [Korostylev, G. L., & Dolskaya, A. A. (2022). Transformations of

mathematical tools in teaching electrical engineering (philosophical and methodological comments). *Bulletin of the National Technical University "KHPI". Actual Problems of Development of Ukrainian Society*, 11-17. (In Ukrainian)]

Кремень, В. Г. Сучасна філософія освіти і педагогічна наука // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2021. – Вип. 12. – № 14. Київ: Академія педагогічних наук. [Kremen, V. G. (2021). Modern philosophy of education and pedagogical science. Pedagogy and Psychology of Professional Education, 12(14). (In Ukrainian)]

Любас, А. А. Педагогічні умови формування міжкультурної компетентності майбутніх фахівців бойового та оперативного забезпечення авторства: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Львів, 2021. [Lyubas, A. A. (2021). *Pedagogical conditions for the formation of intercultural competence of future specialists in combat and operational support authorship* [Doctoral dissertation, Lviv]. (In Ukrainian)]

Макконнелл, С. Досконалий код. Київ: Русская Редакция, 2006. [McConnell, S. (2006). *Thorough code*. Kiev: Russian Edition. (In Ukrainian)]. http://library.kpi.kharkov.ua/files/Vestniki/current_development_problems_1_22_0. pdf

Мартін, Р. Чистий код. Київ: Фабула. 2019. [Martin, R. *Pure code*. Kiev: Fabula. (In Ukrainian)]

Павлюк, Л. Застосування інтерактивних методів навчання електротехніки у процесі підготовці майбутніх учителів трудового навчання і технологій // Професійна педагогіка. – 2020. – №1(21). – С. 92-99. [Pavlyuk, L. (2020). Application of interactive methods of teaching electrical engineering in the process of training future teachers of labor training and technologies. *Professional Pedagogy*, *1*(21), 92-99. (In Ukrainian)]

Петрицин, І. О. Електротехнічна підготовка майбутнього вчителя технологій із використанням віртуального лабораторного практикуму // Молодь і ринок. – 2013. – 12 (107). – С. 70-75. [Petritsin, I. A. (2013). Electrotechnical training of the future technology teacher using a virtual laboratory workshop. *Youth and Market*, *12*(107), 70-75. (In Ukrainian)]

Савченко, В., Лаврененко, Ю. Основи електропривода. Київ: Ліра, 2016. [Savchenko, V., & Lavrinenko, Yu. (2016). *Fundamentals of electric drive*. Kiev: Lira. (In Ukrainian)]

Тютюнник, О. І., Михалевич, В. М. Використання систем комп'ютерної математики для створення програмних засобів навчального призначення // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – №6. – С. 111-116. [Tyutyunnik, O. I., & Mikhalevich, V. M. (2013). Use of computer mathematics systems for creating software tools for educational purposes. *Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute*, *6*, 111-116. (In Ukrainian)]

Фінін, Г. І. Специфіка становлення національної системи військової освіти: модернізація або реформування // Вісник Національного юридичного університету імені Ярослава Мудрого. Серія: Філософія, філософія права, політологія, соціологія. – 2020. – № 1(44). – С. 38-46. Харків. [Finin, G. I. (2020). Specific features of the formation of the national system of military education: modernization or reformation. *Bulletin of the Yaroslav the Wise National Law University. Series: Philosophy, Philosophy of Law, Political Science, Sociology*, *1*(44), 38-46. (In Ukrainian)]

Швагер, Н. Ю. Форми та методи організації самостійної роботи студентів при викладанні технічних дисциплін // Гірничий вісник: науково-технічний збірник. – 2014. – № 97. [Shvager, N. Yu. (2014). Forms and methods of organizing independent work of students

in teaching technical disciplines. *Gorny Vestnik: Scientific and Technical Collection*, *97*. (In Ukrainian)]

Шишкін, Г. О Інтеграція фізики та електротехніки в системі підготовки вчителів технологій // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – 2012. – №34. – С. 207-212. [Shishkin, G. O. (2012). Integration of physics and electrical engineering in the system of training teachers of technologies. *Scientific Journal of the National Research University Named after M. P. Dragomanov. Series 5. Pedagogical Sciences: Realities and Prospects*, *34*, 207-212. (In Ukrainian)]

Шишкін, Г. О. Методична система формування інтегрованих знань з фізики в процесі підготовки вчителів технологій: моногр. Донецьк, 2014. [Shishkin, G. A. (2014). *Methodical system of formation of integrated knowledge in Physics in the process of training technology teachers: Monograph*. Donetsk. (In Ukrainian)]

Fowler, M. (2018) *Refactoring: Improving the Design of Existing Code* (2nd ed.) (Addison–Wesley Signature Series (Fowler)). Boston: Addison-Wesley Professional.

Hunt, A., & Thomas, D. (1999). *The pragmatic programmer*. Massachusetts: Addison-Wesley Professional.

Kline, M. (1980). *Mathematics: The loss of certainty*. Oxford: Oxford University Press.

Kline, M. (1984). *Mathematics. Search for truth*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Nikitenko, V., Voronkova, V., Oleksenko, R., Andriukaitiene, R., Kharchenko, J., & Kliuienko, E. (2023). Digital technology evolution of the industrial revolution from 4G to 5G in the context of the challenges of digital globalization. *TEM Journal*, *12*(2), 732-742. https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58305016400

Polya, G. (1991). *Mathematical Discovery on Understanding, Learning and Teaching Problem Solving* (vols. I-II). Hoboken: Wiley.