



Надія Павловська – кандидат фізико-математичних наук, вчитель фізики та астрономії вищої кваліфікаційної категорії ліцею № 4 імені Лесі Українки м. Дрогобич.

Коло наукових інтересів: методика викладання фізики в закладах загальної середньої освіти.

✉ ntpavlovska@gmail.com

id <https://orcid.org/0000-0002-1226-5191>



Юрій Павловський –

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри технологічної та професійної освіти Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, м. Дрогобич, Україна.

Коло наукових інтересів: електротехнічне матеріалознавство, педагогіка вищої школи.

✉ yu_pavlovskyy@ukr.net

id <https://orcid.org/0000-0002-8194-6820>

УДК 378

<https://doi.org/10.32405/2411-1317-2023-1-133-140>

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ОСНОВ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ НА ЗАНЯТТЯХ З ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Анотація. У статті розглянуто особливості вивчення основ електротехніки в гімназіях і ліцеях на заняттях з трудового навчання та технологій в умовах дистанційного навчання. Обґрунтовано необхідність оновлення змісту електротехнічних робіт у контексті переходу від навчального предмету «Трудове навчання» до предмету «Технології» у проєкті Нової української школи та з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки та соціально-економічних відносин в Україні. Проблему засвоєння учнями нових знань, умінь і навичок з основ електротехніки в умовах дистанційного навчання запропоновано вирішувати за допомогою програмно-апаратних комплексів: дистанційних або віртуальних лабораторій типу Multisim, Phet, Electronics Workbench, LabVIEW тощо.

Ключові слова: технології; основи електротехніка; віртуальна лабораторія; симулятори; моделювання.

Постановка проблеми. При вивченні технологій у закладах освіти особливою популярністю користується електротехнічний напрямок. Розвиток сучасних соціально-економічних відносин в Україні вимагає нової якості освіти. Він передбачає готовність і здатність випускників загаль-

ноосвітніх закладів нести особисту відповідальність як за власний добробут, так і за добробут суспільства. Важливу роль у досягненні цієї мети має відіграти технологічна освіта школярів. Трудова підготовка учнів, яка існувала довгі роки в українських школах мала і позитивні, і негативні сторони. Інтерес до трудового навчання був невисокий, тому що не був пов'язаний із потребами та нахилами учнів. Вони не бачили соціальної та особистісної значущості своєї праці. Традиційні форми та методи організації трудового навчання не залучали учнів у дослідницьку діяльність.

Виходячи з цього, у контексті переходу від навчальної дисципліни «Трудове навчання» до предмету «Технології» у проєкті Нової української школи, методика вивчення останнього потребує розробки відповідного навчально-методичного забезпечення, яке враховує широку потребу оновлення змісту, практико-орієнтовану спрямованість, поєднання продуктивної та репродуктивної діяльності учнів. Не останню роль тут відіграє технологія електротехнічних робіт. Хоч для учнів вона є досить складною, однак надзвичайно цікавою частиною технологій. Її основними завданнями є: ознайомлення з такими напрямками, як «електротехніка», «радіоелектроніка», «електронна автоматика», «енергетика» та їх технічними додатками; розширення знань у галузі даних наук; ознайомлення з тенденціями розвитку електротехніки, радіоелектроніки, мікроелектроніки та їх практичним застосуванням; формування та розвиток творчих здібностей, потреби у творчому підході до будь-якої справи, раціоналізації та винахідництва; підготовка до усвідомленого вибору професії.

Раннє ознайомлення учнів з елементами електротехніки зумовлено умовами життя. Відбулися глибокі зміни у побуті, діти надзвичайно рано, особливо в умовах сьогодення, стикаються з електричними явищами та електротехнічними пристроями: освітлювальними та нагрівальними приладами, приладами для приготування їжі, накопичувачами електричної енергії, з електронними забавками тощо. Усе це, а також стрімкий розвиток електротехніки та електроніки, мають відобразитися у змісті розділу «Електротехнічні роботи» при вивченні навчального предмету «Технології».

У складних умовах сьогодення (карантинні заходи щодо протидії COVID-19, воєнний стан) виникла проблема організації змішаного навчання. У цих умовах провідну роль відіграють засоби дистанційного навчання. При вивченні основ електротехніки на заняттях з технологій можна ефективно застосувати так звані віртуальні лабораторії типу Multisim, Phet, Electronics Workbench, LabVIEW тощо. Використання віртуального лабораторного практикуму при правильній постановці завдань сприяє ефективнішій роботі під час лабораторно-практичного заняття, що значно розширює можливості реального експерименту. Віртуальні роботи можна також використовувати як аналог демонстраційного експерименту при самостійному вивченні теоретичного матеріалу.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Досліджуваній тематиці у вітчизняній літературі присвячено досить мало наукових праць. Історія вивчення електротехнічних робіт на уроках у школі простежується з 1947–1948 навчального року, коли до навчальних планів з трудового навчання було введено практикум з електротехніки. З розвитком електротехнічної галузі, в наступні роки, зростала кількість годин на вивчення основ електротехніки (Капустянський Р.А., 1970). До предмету «Трудове навчання» було введено розділ «Електротехнічні роботи» і суттєво зросла кількість відведених годин (Тхоржевський, 1978). Після реформування загальноосвітньої школи у 1985 році, обсяг електротехнічної підготовки учнів було значно обмежено (Тхоржевський, 1986; Делова, 1988) і лише з вересня 2001 року, коли всі загальноосвітні заклади України перейшли на 12-річний термін навчання, до програм з трудового навчання у 5–9 класах було знову включено розділ «Електротехнічні роботи». У наступні роки вивченню основ електротехніки у школі приділялося дедалі менше уваги. У діючій програмі з трудового навчання вивчення електротехнічних робіт передбачено лише у варіативних модулях.

Сучасний стан, проблеми та перспективи становлення профільного навчання у загальноосвітніх навчальних закладах розглядаються у монографії «Проблеми профільного навчання з електротехніки в загальноосвітніх навчальних закладах» (Пригодій, 2009). Автором визначені передумови поширення професій електротехнічної галузі виробництва, проаналізовано та визначено методику ефективного використання міжпредметних зв'язків, проблемності, наочності та техніч-

них задач при формуванні знань з електротехніки в учнів загальноосвітніх закладів. Визначено місце лабораторно-практичних робіт у системі формування умінь за електротехнічним профілем.

Частіше зустрічаються окремі статті присвячені проблемі підготовки майбутніх педагогів професійної освіти із курсу «Електротехніка та електроніка» (Шишкін, 2014; Дідик, 2017; Петрицин, 2017; Павловський, 2022). У них досліджуються основні компоненти теорії та методики викладання електротехніки під час навчання майбутніх педагогів професійної освіти, вчителів трудового навчання та технологій. Авторами пропонується системний підхід, направлений на професійну орієнтацію теоретичного матеріалу електротехніки та електроніки, обґрунтовується необхідність вдосконалення та оновлення як змісту навчальної дисципліни «Електротехніка та електроніка», так і методики її викладання. Намічені перспективи подальшої професіоналізації дисципліни, наближення теоретичних положень до предметної галузі, наповнення ідеалізованих визначень реальним фізичним змістом.

Метою статті є аналіз особливостей та можливостей вивчення основ електротехніки у закладах загальної середньої освіти на заняттях з трудового навчання та технологій в умовах дистанційного навчання за допомогою програмно-апаратних комплексів.

Виклад основного матеріалу. Цифрова трансформація освіти веде до її якісної перебудови і полягає у досягненні необхідного навчального результату кожним учнем шляхом персоналізації навчального процесу на основі використання засобів віртуальної реальності, які створюють можливість застосування цифрових тренажерів, не прив'язаних до одного робочого місця, що розширює коло технологій, які вивчаються (Гриневич, 2020; Дущенко, 2021).

Ключовим у розвитку процесів цифровізації сучасної освіти є її ресурс, який найбільш динамічно розвивається – дистанційне навчання, яке сьогодні використовується в ході реалізації освітніх програм практично всіх ступенів освіти і спрямоване на збільшення доступності та індивідуалізації освітнього процесу за рахунок телекомунікаційних та віртуально-мережевих технологій. У зв'язку з цим за відсутності можливості працювати в лабораторіях навчального закладу в практичній підготовці учнів використовуються віддалені віртуальні лабораторії, що дозволяють без прямої взаємодії з викладачем моделювати поведінку реальних об'єктів у комп'ютерному середовищі (Загіряк, 2012).

Віртуальна лабораторія – це програмно-апаратний комплекс, що дозволяє проводити експерименти без прямого контакту з реальною установкою або за її відсутності. У першому випадку ми маємо справу з так званою Лабораторною установкою з віддаленим доступом, яка має справжнє обладнання, програмне та апаратне забезпечення для управління установкою та оцифрування отриманих даних, а також засоби зв'язку. У другому випадку, всі процеси моделюються на комп'ютері, це інтерактивний симулятор (Гуревич, 2002).

Можна виділити два типи таких програмно-апаратних комплексів:

1. Дистанційна лабораторія – лабораторна установка із віддаленим доступом.
2. Віртуальні лабораторії – програмне забезпечення, що дозволяє моделювати лабораторні дослідження.

Існує ще кілька класифікацій: За способом доставки контенту: На компакт-дисках; онлайн (що розміщуються в інтернеті). За способом візуалізації: двовимірна графіка; тривимірна графіка; анімація; відео. За ступенем обмеженості експериментів, які проводяться: предметна область представлена з обмеженим набором заздалегідь запрограмованих дослідів; застосування математичних моделей без обмеження можливих підготовлених результатів дослідів.

Як і всі електронні освітні ресурси віртуальні лабораторії мають ряд переваг та недоліків.

Для зручності використання у навчальному процесі віртуальна лабораторна робота має відповідати низці критеріїв: відсутність необхідності встановлення додаткового спеціалізованого програмного забезпечення; дружній інтерфейс; інтерактивність, варіативність та динамічність; відповідність отриманого результату поставленій у роботі меті; безпека; можливість проведення експерименту, що у звичайних умовах неможливий; спрощення контролю за підготовкою учня до цієї лабораторної роботи; можливість диференціювати процес навчання.

Поряд із плюсами є й негативні сторони: відсутність практичних навичок роботи з обладнанням; відсутність предметної наочності.

Серед основних віртуальних середовищ можна виділити PhET, Multisim, Electronics Workbench, LabVIEW тощо.

Особливо уваги заслуговує PhET – безкоштовний сайт для створення інтерактивних симуляцій з природничих наук та математики, заснований лауреатом Нобелівської премії Карлом Віманом (проект університету Колорадо Боулдер). Учні можуть запускати ці симуляції, маніпулюючи різними аспектами конструкції, щоб зрозуміти науково-математичні концепції. Залежно від симуляції учні також можуть збирати, графічно та аналізувати дані, щоб зробити власні висновки.

Симуляції PhET особливо корисні для створення візуальних представлень важкозрозумілих понять у науці, водночас роблячи їх захоплюючими через доступні маніпуляції учнів. Симуляції PhET легкодоступні та безкоштовні для будь-кого, хто має пристрій і підключення до інтернету. Для користування не потрібен обліковий запис або вхід, з безкоштовним обліковим записом учителі також можуть мати доступ до вправ і відео-курсів. Загалом, це чудовий ресурс для оживлення концепцій STEM. Учителі можуть дуже легко переглядати відео, вибираючи предметну область, рівень класу та/або мову. Є розділ порад для вчителів та неймовірно корисний довідковий центр. Симуляції інтуїтивно зрозумілі та майже не потребують пояснень, що дає учням змогу легко досліджувати концепції науки та математики. Щоправда окремі з цих симуляцій PhET старіші, тому можуть виникнути певні труднощі з початковим налаштуванням, наприклад, встановлення Java та налаштування сумісності пристроїв учнів із конкретною симуляцією, яка обирається.

Симуляції PhET дозволяють вивчати елементи електричного кола: провідники, джерела живлення, споживачі електричної енергії, елементарні запобіжні пристрої; складати схеми електричних кіл та візуалізувати їх фактичним виглядом складових елементів; змінювати електричні параметри компонентів кола; вмикати вимірювальні прилади, тощо.

Інтерактивні моделі та симуляції PhET забезпечують ефективну та безкоштовну природничу та математичну освіту в інтуїтивному ігровому середовищі, де учні навчаються за допомогою досліджень та відкриттів. Симулятори дозволяють провести віртуальну лабораторну роботу та взаємодіють з інтерактивними дошками. Також є мобільні програми.

Для вивчення електричних кіл змінного струму можна скористатися системою схематехнічного моделювання Electronics Workbench, яка призначена для моделювання та аналізу електричних схем. Програма Electronics Workbench дозволяє моделювати аналогові, цифрові та цифро-аналогові схеми середнього та великого ступеня складності. Наявні в програмі бібліотеки мають великий набір доволі поширених електронних компонентів. Є можливість підключення та створення нових бібліотек компонентів. Параметри компонентів можна змінювати у широкому діапазоні значень. Прості компоненти описуються набором параметрів, значення яких можна змінювати безпосередньо з клавіатури, активні елементи – це моделі, які є сукупністю параметрів і описують конкретний елемент або його ідеальне уявлення. Модель вибирається зі списку бібліотек компонентів, параметри моделі можуть бути змінені користувачем (Кучеренко, Щерба, 2005). Широкий набір приладів дозволяє проводити вимірювання різних величин, задавати вхідні дії, будувати графіки. Усі прилади зображуються у вигляді максимально наближеному до реального, тому працювати з ними просто і зручно. Результати моделювання можна вивести на принтер або імпортувати у текстовий або графічний редактор для подальшої обробки. Програма Electronics Workbench сумісна з програмою P-SPICE, тобто надає можливість експорту та імпорту схем та результатів вимірювань у різні її версії.

При вивченні електротехнічних робіт на заняттях з технологій для виконання моделювання та аналізу електричних схем, електротехнічних та електронних пристроїв та установок незамінною є система Multisim (у перекладі multi – «багато», simulation – «моделювання»), розроблена на основі віртуальної електронно-інструментальної лабораторії Electronics Workbench (Маланчук, 2018). Цей програмний продукт є віртуальною лабораторією, у бібліотеках якої у вигляді умовних графічних символів розміщені практично всі елементи, необхідні для креслення та

складання сучасних електричних схем: джерела напруги і струму, резистори, котушки індуктивності, напівпровідникові прилади тощо. Для вивчення найпростіших кіл, а також виконання лабораторних та контрольних завдань знадобиться набір віртуальної вимірювальної техніки: амперметр, вольтметр, мультиметр, осцилограф тощо. При цьому здобувач освіти проводить самоделювання електричного кола на рівні, близькому до професійного, може за своїм бажанням редагувати параметри всіх без винятку елементів і приладів у максимально широкому діапазоні (Медведенко, 2015).

Основні властивості віртуальних компонентів Multisim можна порівняти з характеристиками справжніх фізичних елементів. Така функціональна можливість програмного продукту призводить до того, що електричне коло, зібране в робочому вікні програми Multisim, після його активації вимикачем живлення оживляється: його вітками протікає струм, а на елементах кола з'являються спади напруги. Приєднавши до схеми віртуальні прилади, можна виміряти значення струму, напруги, опору, задавати та досліджувати сигнали.

Grapher та Postprocessor – програми пакету Multisim, які дозволяють відображати результати моделювання у графічному вигляді.

Показово, що правила збирання віртуальної електричної схеми, вимірювання та інші дослідження виконуються практично за тими ж правилами, що й для справжньої схеми. Кількість і тип електричних і електронних схем для різних цілей, які можуть бути зібрані і досліджені на звичайному сучасному комп'ютері, безмежні. Після збирання на «робочому полі» електричної схеми, згідно із завданням лабораторного практикуму, її можна дослідити в перехідних режимах, а також провести повний аналіз.

Варто наголосити, що при якісному проведенні віртуального експерименту його результати будуть ідентичні до результатів дослідження у цій схемі, а за точністю навіть перевищать їх, що є безперечною перевагою моделювання електричних схем у рамках віртуальної лабораторії.

Ще одна важлива перевага програми Multisim полягає в тому, що час, необхідний для складання та перевірки схем, суттєво менший, ніж для складання та дослідження реальних електричних кіл, та існує набагато більше варіантів і можливостей для досліджень, ніж на фізичному стенді в лабораторії.

Отже, пакет Multisim, по суті, є сучасною віртуальною електротехнічною лабораторією, розміщеною в персональному комп'ютері, і сьогодні вона стає незамінним помічником у рамках дистанційного здійснення навчального процесу. Це означає, що після проходження певної теоретичної підготовки та отримання мінімальних навичок роботи з програмним продуктом учень має можливість провести віртуальне моделювання та вивчити широкий спектр електричних схем, що відповідають конкретній реальній установці. При цьому методологічно важливо, щоб учень був ознайомлений з основами роботи на персональному комп'ютері; знав, принаймні, основи електротехніки та електроніки в рамках освітньої програми; чітко уявляв собі завдання дослідження, схему, що моделюється, і можливі результати, які будуть отримані. Для цього він повинен попередньо скласти принципову схему дослідження та розрахувати основні параметри його елементів з урахуванням меж зміни основних фізичних величин (напруги, струму, потужності тощо).

З точки зору практичної значущості використання системи схемотехнічного моделювання, полягає в тому, що, розрахувавши і спроектувавши електротехнічний пристрій, учень може зібрати його віртуальну схему, ретельно дослідити її, провести необхідні вимірювання і тільки після цього доопрацювати схему, переконавшись, що вона відповідає всім заданим параметрам. Це початкове призначення та головна перевага програми Multisim, яка зумовила її постійне вдосконалення та все більше поширення з дослідницькою та освітньою метою.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Участь у навчальному процесі, що реалізується з використанням дистанційних технологій та електронного навчання, більш наочна та зрозуміла учням, ніж практична підготовка на сучасних багатоцільових установках, представлених у вигляді функціональних блоків або мнемонічних схем у рамі лабораторного столу з елементами та приладами, які розміщені на стенді, що, як правило, ускладнює розу-

міння зовнішнього вигляду схеми, її структури та поведінки. У процесі виконання віртуального лабораторного експерименту можна послідовно і осмислено витягувати необхідні елементи з електронної бібліотеки компонентів та вимірювальних приладів, самостійно збирати і вивчати електричну або електронну схему на моніторі комп'ютера. При цьому дослідницькі можливості будь-якого сучасного стенду незрівнянно менші, ніж у програмного забезпечення віддаленої лабораторії.

У цілому, використання програмних продуктів PhET, Electronics Workbench, Multisim та цілого ряду інших альтернативних симуляторів електричних та електронних схем зі схожим функціоналом дозволяє майбутнім фахівцям значно розширити можливості та покращити розуміння навчальних тем у процесі виконання лабораторного практикуму та контрольних завдань, а також стимулює до більш глибокого вивчення аналізованого віртуального інструменту з метою створення, розрахунку та тестування електричних схем об'єктів на етапах проєктування, виробництва та експлуатації. У цілому ж складання електричних схем і ознайомлення з реальними приладами необхідні майбутнім технікам та інженерам.

Водночас потрібно зазначити, що виконання робіт у віртуальній електротехнічній лабораторії зручне як для учнів, так і для викладачів, проте необхідне раціональне поєднання комп'ютерного моделювання та занять у фізичній лабораторії.

Використані джерела

- Гриневич Л. М., Морзе Н. В., Бойко М. А., (2020). Наукова освіта як основа формування інноваційної компетентності в умовах цифрової трансформації суспільства. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 77 (3). 1–26.
- Гуревич Р. С., Кадемія М. Ю., (2002). Інформаційно-комунікативні технології в навчальному процесі: посібник [для пед. працівників і студ. пед. навч. закл.]. Вінниця: ДОВ «Вінниця».
- Дідик, А., (2018). 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*. 24. 100–102.
- Дущенко О. С., (2021) Сучасний стан цифрової трансформації освіти. *Фізико-математична освіта*. 2 (28). 40–45.
- Загиряк С. К., (2012). Використання комп'ютерних технологій на уроках трудового навчання. *Актуальні проблеми сучасної науки та наукових досліджень: збірник наукових праць*. 3. 44–47.
- Капустянский Р. А., (1970). Формування елементарних знань та умінь з електротехніки в учнів 5-го класу. *Методика трудового навчання*. 5. С. 70–84.
- Кучеренко М. Є., Щерба А. А., (2005). Комп'ютерні технології в електротехніці та електроніці: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Електротехніка та основи електроніки» з використанням програми схемотехнічного моделювання Electronics Workbench. Київ: НТУУ «КПІ».
- Маланчук, Є.З. та ін. (2018). Моделювання та аналіз цифрових схем. Підручник. Рівне: НУВГП.
- Медведенко Б. І., (2015). Основи електроніки. Навчальний посібник на базі програми схемотехнічного моделювання «MULTISIM». Київ: Національний політехнічний університет України «КПІ».
- Павловський Ю. В., (2022). Проблеми викладання курсу електротехніки в педагогічному виші для майбутніх фахівців з технологій. *Український педагогічний журнал*. 2. 125–130.
- Петрицин, І.О., (2017). Застосування комп'ютерного моделювання у процесі електротехнічної підготовки майбутнього вчителя технологій. *Молодь і ринок*. 1 (144). 60–64.
- Пригодій М. А., (2009). Проблеми профільного навчання з електротехніки в загальноосвітніх навчальних закладах: монографія. Чернівці: ЧДПУ імені Т. Г. Шевченка.
- Тхоржевський Д. О., (1978). Уроки технічної праці в 5 класі. Київ: Радянська школа.
- Тхоржевський Д. О., (1986). Актуальні проблеми підготовки вчителя загальнотехнічних дисциплін. Київ: Вища школа.
- Шишкін, Г.О., (2014). Методична система формування інтегрованих знань з фізики в процесі підготовки вчителів технологій. Донецьк: ЛАНДОН-XXI.

References

- Gry`nevych L.M., Morze N. V., Bojko M.A., (2020). Naukova osvita yak osnova formuvannya innovacijnoyi kompetentnosti v umovax cy`frovyi transformaciji suspil`stva. Informacijni tehnologiyi i zasoby` navchannya. 77 (3). 1–26. (in Ukrainian).
- Gurevy`ch R.S., Kademiya M. Yu., (2002). Informacijno-kumunikaty`vni tehnologiyi v navchal`nomu procesi: posibny`k [dlya ped. pracivny`kiv i stud. ped. navch. zakl.]. Vinny`cya: DOV «Vinny`cya». (in Ukrainian).
- Didy`k, A., (2018). Vy`kory`stannya interakty`vny`x metodiv pry`vy`kladanni kursu «Elektrotexnika ta elektronika» dlya majbutnix pedagogiv profesijnoyi osvity`. Zbirny`k naukovy`x prac` Kam`yanecz`-Podil`s`kogo nacional`nogo universy`tetu im. I. Ogiyenka. Ser. Pedagogichna. 24. 100–102. (in Ukrainian).
- Dushhenko O. S., (2021) Suchasny`j stan cy`frovyi transformaciji osvity`. Fyzy`ko-matematy`chna osvita. 2 (28). 40–45. (in Ukrainian).
- Zagy`ryak S.K., (2012). Vy`kory`stannya komp`yutemy`x tehnologij na urokax trudovogo navchannya. Aktual`ni problemy` suchasnoyi nauky` ta naukovy`x doslidzen`: zbirny`k naukovy`x prac`. 3. 44–47. (in Ukrainian).
- Kapustyansky`j R.A., (1970). Formuvannya elementarny`x znan` ta umin` z elektrotexniky` v uchniv` 5-go klasu. Metody`ka trudovogo navchannya. 5. S. 70–84. (in Ukrainian).
- Kucherenko M. Ye., Shherba A.A., (2005). Komp`yuterni tehnologiyi v elektrotexnici ta elektronici: metody`chni rekomendaciji do vy`konannya laboratorny`x robit z dy`scy`pliny` «Elektrotexnika ta osnovy` elektroniky`» z vy`kory`stannyam programy` sxemotexnichnogo modelyuvannya Electronics Workbench. Ky`yiv: NTUU «KPI». (in Ukrainian).
- Malanchuk, Ye.Z. ta in. (2018). Modelyuvannya ta analiz cy`frovy`x sxem. Pidruchny`k. Rivne: NUVGP. (in Ukrainian).
- Medvedenko B. I., (2015). Osnovy` elektroniky`. Navchal`ny`j posibny`k na bazi programy` sxemotexnichnogo modelyuvannya «MULTISIM». Ky`yiv: Nacional`ny`j politexnichny`j universy`tet Ukrayiny` «KPI». (in Ukrainian).
- Pavlovs`ky`j Yu.V., (2022). Problemy` vy`kladannya kursu elektrotexniky` v pedagogichnomu vy`shi dlya majbutnix faxivciv z tehnologij. Ukrayins`ky`j pedagogichny`j zhurnal. 2. 125–130. (in Ukrainian).
- Petry`cy`n, I.O., (2017). Zastosuvannya komp`yuternogo modelyuvannya u procesi elektrotexnichnoyi pidgotovky` majbutn`ogo vchy`telya tehnologij. Molod` i ry`nok. 1 (144). 60–64. (in Ukrainian).
- Pry`godij M.A., (2009). Problemy` profil`nogo navchannya z elektrotexniky` v zagal`noosvitnix navchal`ny`x zakladax: monografiya. Chernigiv: ChDPU imeni T. G. Shevchenka. (in Ukrainian).
- Txorzhivs`ky`j D.O., (1978). Uroky` texnichnoyi prac`i v 5 klasi. Ky`yiv: Radyans`ka shkola. (in Ukrainian).
- Txorzhivs`ky`j D.O., (1986). Aktual`ni problemy` pidgotovky` vchy`telya zagal`notexnichny`x dy`scy`plin. Ky`yiv: Vy`shha shkola. (in Ukrainian).
- Shy`shkin, G.O., (2014). Metody`chna sy`stema formuvannya integrovany`x znan` z fyzy`ky` v procesi pidgotovky` vchy`teliv tehnologij. Donecz`k: LANDON-XXI. (in Ukrainian).

Nadiia Pavlovska – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, teacher of physics and astronomy of the highest qualification category at Lyceum No. 4 named after Lesia Ukrainka, Drohobych
Research interests: methodology of teaching physics in institutions of general secondary education.

Yuriy Pavlovskyy, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Technological and Vocational Education of Ivan Franko Drohobych State Pedagogical University, Drohobych, Ukraine
Research interests: electrical materials science, higher school pedagogy.

FEATURES OF STUDYING THE FUNDAMENTALS OF ELECTRICAL ENGINEERING IN TECHNOLOGY CLASSES IN THE CONDITIONS OF DISTANCE EDUCATION

The article examines the peculiarities of studying the basics of electrical engineering in institutions of general secondary education in labor training and technology lessons in the conditions of distance learning. The need to update the content of electrical engineering works in the context of the transition from the subject «Labor Training» to «Technology» and taking into account modern achievements of

science and technology and socio-economic relations in Ukraine is substantiated. The problem of students' acquisition of new knowledge, abilities and skills from the basics of electrical engineering in the conditions of distance learning is proposed to be solved with the help of software and hardware complexes: remote or virtual laboratories such as Multisim, PhET, Electronics Workbench, LabVIEW, etc. You should use the PhET program to study DC electric circuits. PhET simulations are readily available and free to anyone with a device and an internet connection. No account or login is required to use, teachers can also access exercises and video courses with a free account. For modeling and analysis of electrical circuits, it is recommended to use the Electronics Workbench circuit modeling system or the Multisim system. In the process of performing a virtual laboratory experiment, you can consistently and meaningfully extract the necessary elements from the electronic library of components and measuring devices, independently assemble and study an electrical or electronic circuit on a computer monitor. At the same time, the research capabilities of any modern stand are incomparably smaller than those of remote laboratory software. At the same time, it was noted that, despite the fact that work in the virtual electrical engineering laboratory is convenient for both students and teachers, a rational combination of computer modeling and classes in the physical laboratory is necessary, since drawing up electrical circuits and getting acquainted with real devices necessary for future technicians and engineers.

Keywords: technologies; basics of electrical engineering; virtual laboratory; simulators; modeling.