

**ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА КОЦЮБИНСЬКОГО**

**Факультет педагогіки, психології і професійної освіти
Кафедра цифрових технологій і професійної освіти**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Підготовка майбутніх кваліфікованих робітників з
електротехнічного профілю засобами комп'ютерного моделювання»**

Студента 2 курсу групи МАПО
Ступеня вищої освіти магістра
Галузі знань 01 Освіта/Педагогіка
ООП «Комп'ютерні технології в управлінні та
навчанні»
Спеціальності 015.39 Професійна освіта
(Цифрові технології)
Петренка Володимира Олександровича

Використання чужих ідей,
результатів і текстів мають
посилання на відповідне джерело
_____ В.О. Петренко

Науковий керівник
кандидат педагогічних наук, доцент
Кізім Світлана Степанівна

Розширена шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Голова комісії _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

Члени комісії _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

_____ (підпис) (ініціали, прізвище)

_____ (підпис) (ініціали, прізвище)

м. Вінниця – 2024 рік

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ КВАЛІФІКОВАНИХ РОБІТНИКІВ ЕЛЕКТРОРАДІОТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА	7
1.1. Професійна підготовка майбутніх кваліфікованих робітників у теорії і практиці професійної (професійно-технічної) освіти	7
1.2. Особливості професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю	11
1.3. Комп'ютерне моделювання та класифікація моделей.....	16
Висновки до розділу 1.....	21
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ КВАЛІФІКОВАНИХ РОБІТНИКІВ ЕЛЕКТРОРАДІОТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ	22
2.1. Програмне забезпечення для створення комп'ютерних моделей для професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю	22
2.2. Використання комп'ютерного моделювання у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю на уроках виробничого навчання	27
2.3. Методика впровадження комп'ютерного моделювання у підготовку майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю	36
Висновки до розділу 2.....	39
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ КВАЛІФІКОВАНИХ РОБІТНИКІВ ЕЛЕКТРОРАДІОТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ	41
3.1. Організація та методика проведення педагогічного експерименту	41

	3
3.2. Результати педагогічного експерименту та їх наліз	46
Висновки до розділу 3.....	54
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
ДОДАТКИ	63

ВСТУП

Стрімкий розвиток цифрових технологій та їх активне впровадження у всі сфери сучасного життя зумовлюють необхідність відповідних змін у системі професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та вищої освіти. Підготовка кваліфікованих робітників електротехнічного профілю, здатних ефективно використовувати новітні технологічні розробки, є одним із ключових завдань закладів професійної (професійно-технічної) освіти.

Особливого значення у цьому процесі набуває застосування комп'ютерних технологій, зокрема, комп'ютерного моделювання, що дозволяє забезпечити наочність, інтерактивність та наближеність навчання до реальних умов майбутньої професійної діяльності. Водночас, аналіз педагогічної практики свідчить про недостатній рівень готовності науково-педагогічних працівників до ефективного використання засобів комп'ютерного моделювання у процесі фахової підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю. Отже, обрана тема дослідження є актуальною та своєчасною.

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні та розробці методики використання засобів комп'ютерного моделювання у процесі підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю.

Відповідно до мети визначено такі **завдання** дослідження:

1. Проаналізувати теоретичні підходи до професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників із використанням використання комп'ютерного моделювання у професійній підготовці;
2. Визначити ефективні засоби комп'ютерного моделювання для застосування в процесі підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю;
3. Розробити та експериментально перевірити методику впровадження комп'ютерного моделювання у підготовку майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю.

Об'єктом дослідження є професійна підготовка майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю.

Предметом дослідження є використання засобів комп'ютерного моделювання у процесі підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю

Для вирішення поставлених завдань використано **комплекс методів дослідження:**

- *теоретичні:* системний аналіз та узагальнення педагогічної та методичної літератури, синтез, абстрагування, систематизація теоретичних даних для порівняння, зіставлення різних поглядів на досліджувану проблему, визначення проблеми, мети, завдань, об'єкта, предмета та гіпотези дослідження;
- *емпіричні:* методи збору емпіричного матеріалу (анкетування, тестування, бесіди, інтерв'ювання) з метою вивчення проблеми щодо використання комп'ютерного моделювання у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників, моделювання і педагогічний експеримент із метою апробації ефективності розробленої методики;
- *методи математичної статистики*, що застосовувалися з метою перевірки ефективності впровадження методики використання комп'ютерного моделювання у професійну підготовку майбутніх кваліфікованих робітників у ЗП(ПТ)О та статистичної значущості результатів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

- вперше розроблено та обґрунтовано модель формування професійних компетентностей кваліфікованих робітників електротехнічного профілю на основі використання засобів комп'ютерного моделювання;
- розроблено та експериментально перевірено методику використання засобів комп'ютерного моделювання у процесі підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю;
- визначено критерії, показники та рівні сформованості професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що:

- описані можливості використання комп'ютерного моделювання у професійну підготовку майбутніх кваліфікованих робітників;

- запропоновано та впроваджено в освітній процес методику впровадження методики використання засобів комп'ютерного моделювання у процесі підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю;
- схарактеризовано особливості засобів комп'ютерного моделювання у процесі підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю.

Матеріали роботи можуть використовуватися в роботі викладачів ЗП(ПТ)О, як допоміжний засіб для розробки навчально-методичних комплексів, проведенні уроків загальнотеоретичної та професійно-теоретичної підготовки.

Структура магістерської роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1 ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ КВАЛІФІКОВАНИХ РОБІТНИКІВ ЕЛЕКТРОРАДІОТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА

1.1. Професійна підготовка майбутніх кваліфікованих робітників у теорії і практиці професійної (професійно-технічної) освіти

Підготовка кваліфікованих робітників, зокрема з електротехнічного профілю, є одним із ключових завдань системи професійної (професійно-технічної) освіти в Україні. Швидкий розвиток техніки та технологій, поява нових виробничих процесів та обладнання в електроенергетичній, електротехнічній та суміжних галузях промисловості висувають нові вимоги до рівня підготовки кваліфікованих робітників. Тому аналіз сучасних підходів до професійної підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю є вкрай актуальним.

Нами буде здійснено всебічний аналіз стану професійної підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю в Україні, виявлено основні проблеми та окреслено перспективні напрями її вдосконалення. Особлива увага буде приділена вивченню зарубіжного досвіду підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю та можливостям застосування найкращих практик у вітчизняній системі професійної освіти. Окремо буде розглянуто роль та можливості використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема комп'ютерного моделювання, у процесі професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю.

Професійна підготовка кваліфікованих робітників електротехнічного профілю в Україні регулюється низкою нормативно-правових актів, серед яких Закони України «Про освіту» [1], «Про професійну (професійно-технічну) освіту» [2], Державні стандарти професійної (професійно-технічної) освіти та освітньо-професійні програми підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного спрямування. Зокрема, чинні стандарти передбачають формування у майбутніх кваліфікованих робітників таких компетентностей, як:

здатність виконувати електромонтажні роботи, налагоджувати, обслуговувати та ремонтувати електрообладнання, застосовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології у професійній діяльності тощо [3].

Аналіз освітніх програм підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю свідчить, що вони включають теоретичну й практичну складові, спрямовані на формування необхідних професійних знань, умінь і навичок. Зокрема, до циклу професійної підготовки входять дисципліни «Електротехніка», «Електроматеріалознавство», «Монтаж, обслуговування та ремонт електрообладнання» тощо [4]. Практична підготовка здійснюється переважно на базі навчально-виробничих майстерень та навчальних полігонів ЗП(ПТ)О.

Разом з тим, аналіз наукових праць свідчить, що існує низка проблем у професійній підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю в Україні [5, 6]. Серед основних - недостатня матеріально-технічна база закладів освіти, відставання змісту навчання від сучасних вимог виробництва, невідповідність рівня практичної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників потребам ринку праці. Актуальним є також питання підвищення мотивації та престижу робітничих професій серед молоді.

Аналіз наукових праць свідчить, що в європейських країнах накопичено значний досвід ефективної підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю [7, 8]. Провідні моделі такої підготовки базуються на принципах дуальності, тісної інтеграції теоретичного навчання та практичної підготовки на виробництві.

Зокрема, у Німеччині професійна підготовка кваліфікованих робітників, у тому числі електротехнічного профілю, здійснюється у рамках дуальної системи, яка передбачає паралельне навчання на робочому місці на підприємстві (виробнича практика) та у професійних школах (теоретична підготовка) [9, с. 25]. Така взаємодія закладів освіти та роботодавців дозволяє максимально наблизити зміст і методи навчання до реальних вимог виробництва. При цьому широко застосовуються сучасні інформаційно-комунікаційні технології, у тому числі комп'ютерне моделювання технологічних процесів [10, с. 25].

Схожі моделі дуальної професійної підготовки кваліфікованих робітників функціонують також у Швейцарії, Австрії та інших європейських країнах. Так, у Швейцарії навчання електромонтерів передбачає 3-4 дні практичного навчання на підприємстві на тиждень та 1-2 дні теоретичного навчання у професійній школі [11, с. 115]. При цьому на практичних заняттях широко використовуються комп'ютерні симулятори та віртуальні тренажери, що дозволяє відпрацьовувати виробничі навички без ризику для обладнання.

Важливим аспектом професійної підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю в європейських країнах є також тісна співпраця закладів освіти з роботодавцями та професійними асоціаціями. Роботодавці беруть активну участь у розробці освітніх стандартів і програм, організації виробничої практики, оцінюванні результатів навчання [12, с. 9]. Такий підхід забезпечує високу затребуваність випускників на ринку праці.

Аналіз зарубіжного досвіду свідчить, що сучасні інформаційно-комунікаційні технології, зокрема комп'ютерне моделювання, відіграють важливу роль у професійній підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю [10 - 14].

У провідних країнах Європи широко використовуються комп'ютерні симулятори та віртуальні тренажери, які дозволяють майбутнім робітникам безпечно відпрацьовувати практичні навички роботи з електрообладнанням без ризику для реального обладнання. Такі технології сприяють кращому засвоєнню теоретичних знань, формуванню міцних професійних умінь і навичок, розвитку критичного мислення та самостійності [13].

Крім того, комп'ютерне моделювання виробничих процесів застосовується для оптимізації технологій, аналізу енергоспоживання, прогнозування поломок обладнання тощо. Ці навички, набуті під час навчання, стають у нагоді майбутнім кваліфікованим робітникам електротехнічного профілю в їхній подальшій професійній діяльності [14, с. 11].

Можливості імплементації зарубіжного досвіду в систему професійної підготовки в Україні.

Досвід європейських країн у використанні сучасних інформаційно-

комунікаційних технологій, зокрема комп'ютерного моделювання, у професійній підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю, може бути імплементований у вітчизняну систему професійної (професійно-технічної) освіти [15, 16].

Для цього необхідно:

- оновити матеріально-технічну базу ЗП(ПТ)О, забезпечивши їх сучасними комп'ютерними програмними продуктами, симуляторами та віртуальними тренажерами;
- підвищити кваліфікацію педагогічних працівників у сфері використання інформаційно-комунікаційних технологій у освітньому процесі в закладах ЗП(ПТ)О;
- розробити навчально-методичне забезпечення для впровадження комп'ютерного моделювання у практику професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю;
- посилити взаємодію ЗП(ПТ)О з роботодавцями щодо узгодження освітніх програм, організації виробничої практики та працевлаштування випускників.

Аналіз сучасного стану професійної підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю в Україні та вивчення зарубіжного досвіду дозволяють визначити перспективні напрями її вдосконалення [17, 18].

Одним із ключових напрямів є посилення інтеграції теоретичного навчання та практичної підготовки на виробництві, тобто впровадження дуальної форми здобуття освіти [19, с. 27]. Така модель передбачає паралельне навчання майбутніх кваліфікованих робітників в ЗП(ПТ)О та на робочих місцях підприємств. Це дозволить максимально наблизити зміст і методи навчання до реальних потреб роботодавців, забезпечити формування в здобувачів освіти міцних професійних компетентностей.

Ще одним важливим напрямом є широке впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема комп'ютерного моделювання технологічних процесів, у навчальний процес [20, с. 185]. Використання віртуальних тренажерів та симуляторів дасть змогу майбутнім кваліфікованим

робітникам електротехнічного профілю безпечно відпрацьовувати практичні навички, аналізувати та оптимізувати виробничі процеси без ризику для реального обладнання.

Важливим також є посилення співпраці ЗП(ПТ)О з роботодавцями та професійними асоціаціями [21, с. 9]. Така взаємодія дозволить узгоджувати освітні стандарти та програми підготовки майбутніх кваліфікованих робітників з актуальними вимогами ринку праці, а також забезпечувати їх високу затребуваність.

Проведений аналіз сучасних підходів до професійної підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю в Україні та за кордоном дозволяє зробити ряд узагальнень. Вітчизняна система професійної (професійно-технічної) освіти потребує модернізації відповідно до вимог ринку праці та кращих світових практик. Перспективними напрямками вдосконалення є впровадження дуальної форми навчання, широке застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема комп'ютерного моделювання, а також посилення співпраці закладів освіти з роботодавцями. Реалізація цих напрямів дозволить підвищити якість практичної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю, сформувати у них міцні професійні компетентності та забезпечити високу затребуваність на ринку праці.

1.2. Особливості професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю

У сучасних умовах стрімкого науково-технічного прогресу та діджиталізації всіх сфер життя, застосування комп'ютерного моделювання стає невід'ємною складовою освітнього процесу, зокрема у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників. Комп'ютерне моделювання дозволяє не лише пришвидшити та підвищити ефективність навчання, а й забезпечити міцне поєднання теоретичних знань та практичних умінь здобувачів освіти.

Значення комп'ютерного моделювання в сучасній освіті та професійній підготовці полягає в тому, що воно створює умови для наближення освітнього

процесу до реальних виробничих ситуацій, дозволяє відпрацьовувати практичні навички та компетентності в безпечному віртуальному середовищі, сприяє розвитку критичного мислення та дослідницьких здібностей учнів. Використання комп'ютерних моделей надає можливість змодельовати та відтворити складні технологічні процеси, роботу обладнання, спостерігати за їх функціонуванням у різних умовах, що є особливо важливим для майбутніх кваліфікованих робітників.

Актуальність застосування комп'ютерного моделювання у професійній освіті майбутніх кваліфікованих робітників зумовлена необхідністю підвищення якості підготовки фахівців, здатних ефективно діяти в умовах сучасного високотехнологічного виробництва. Комп'ютерні моделі дозволяють створити безпечне середовище для апробації практичних навичок, зменшити витрати матеріальних, часових та людських ресурсів, а також забезпечити індивідуалізацію навчання відповідно до особистісних особливостей та навчальних потреб здобувачів освіти. Таким чином, застосування комп'ютерного моделювання у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників набуває все більшої актуальності та стає одним із ключових чинників модернізації вітчизняної системи професійної освіти.

Важливим аспектом у розкритті ролі та можливостей комп'ютерного моделювання у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників є визначення його сутності та змісту. Комп'ютерне моделювання являє собою процес створення й дослідження моделей реальних об'єктів, процесів або явищ за допомогою обчислювальної техніки та відповідного програмного забезпечення.

Під комп'ютерною моделлю, вчений Гуревич Р. С. розглядає «комплекс взаємопов'язаних алгоритмів і програм, що імітують поведінку реального об'єкта або процесу в певних умовах» [15]. Такі моделі допомагають ґрунтовно вивчити структуру, функції та закономірності функціонування досліджуваного явища без безпосереднього впливу на оригінал. Комп'ютерні моделі можуть бути статичними (наочні схеми, діаграми, графіки) або динамічними (імітаційні моделі, які відображають зміну параметрів об'єкта у часі).

Комп'ютерне моделювання включає в себе такі основні етапи, як: постановка задачі, концептуальне моделювання, формалізація та алгоритмізація, програмна реалізація, верифікація та валідація моделі, проведення експериментів та аналіз отриманих результатів. На кожному з цих етапів використовуються різні методи та інструменти комп'ютерного моделювання, зокрема математичне моделювання, імітаційне моделювання, 3D-моделювання, віртуальна реальність тощо [16].

Застосування комп'ютерного моделювання дає змогу досліджувати складні технічні, технологічні та виробничі системи, оцінювати їхній стан, прогнозувати поведінку в різних умовах, оптимізувати параметри, проводити апробацію нових ідей та розробок без завдання шкоди реальним об'єктам (рис. 1). Водночас, комп'ютерне моделювання також має певні обмеження та недоліки, пов'язані із спрощенням реальних процесів, необхідністю наявності достовірних вхідних даних, складністю моделювання людського фактору.

Важливим аспектом у розкритті ролі та можливостей комп'ютерного моделювання у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників є визначення його сутності, змісту, основних видів та типів, а також переваг і обмежень.

Водночас, професійна діяльність кваліфікованих робітників електротехнічного профілю характеризується підвищеною відповідальністю та вимогами до рівня теоретичних знань і практичних умінь. Від правильності виконання робіт, точності розрахунків, дотримання правил техніки безпеки може залежати функціонування складних електротехнічних систем, а отже й безпека людей. Тому формування глибоких знань та розвиток практичних навичок є ключовими завданнями у підготовці таких фахівців [24, с. 70].

Комп'ютерне моделювання має значний потенціал для підвищення ефективності підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю [25, с. 20]. Віртуальні моделі дозволяють майбутнім фахівцям глибше зрозуміти принципи функціонування складних електротехнічних процесів, пристроїв і систем.

Зокрема, комп'ютерне моделювання надає можливості для [26, с. 47]:

- наочного відображення принципів роботи електротехнічного обладнання та пристроїв;
- безпечного відпрацювання практичних навичок монтажу, налагодження та ремонту електричних систем;
- оптимізації конструктивних параметрів електротехнічних об'єктів та імітації різних режимів їх роботи;
- проведення експериментів та апробації інноваційних технічних рішень у віртуальному середовищі.

Такі можливості комп'ютерного моделювання сприяють формуванню глибоких теоретичних знань і стійких практичних умінь майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю. Віртуальна візуалізація принципів функціонування електротехнічних систем допомагає здобувачам освіти зокрема майбутнім кваліфікованим робітникам електротехнічного профілю краще зрозуміти їх фізичні основи, а можливість проведення експериментів у безпечному середовищі посилює практичну спрямованість навчання [27, с. 60].

Таким чином, застосування комп'ютерного моделювання в освітньому процесі дозволяє значно підвищити ефективність підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю шляхом поглиблення їхніх теоретичних знань, формування стійких практичних умінь та розвитку здатності до творчого пошуку інноваційних технічних рішень.

Застосування комп'ютерного моделювання у освітньому процесі в закладах ЗП(ПТ)О для підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю має ряд важливих переваг, які можна узагальнити у вигляді таблиці 1.1

Таблиця 1.1

Переваги застосування комп'ютерного моделювання у підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю

Перевага	Опис
Наочність	Відображення принципів функціонування складних

Перевага	Опис
	електротехнічних систем
Безпечність	Безпечна практика роботи з обладнанням, тестування нових рішень
Оптимізація	Параметрична оптимізація електротехнічних об'єктів, імітація режимів
Практичні уміння	Формування стійких навичок монтажу, налагодження, ремонту обладнання
Творче мислення	Експериментування, апробація інноваційних рішень у віртуальному середовищі
Індивідуалізація	Можливість роботи у власному темпі, самоконтроль

Водночас, комп'ютерне моделювання також має певні обмеження та недоліки, пов'язані із спрощенням реальних процесів, необхідністю наявності достовірних вхідних даних, складністю моделювання людського фактору, неможливістю повністю відтворити всі фізичні, хімічні, біологічні та інші процеси [18, с. 185]. Таким чином, комп'ютерні моделі є лише наближеним відображенням реальності і мають використовуватися у поєднанні з іншими методами пізнання.

Комп'ютерне моделювання відіграє важливу роль у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників, забезпечуючи формування професійних компетентностей, підвищення рівня практичної підготовки та розвиток навичок критичного мислення.

Формування професійних компетентностей засобами комп'ютерного моделювання передбачає створення віртуальних моделей реальних об'єктів, процесів та явищ, які дозволяють майбутнім кваліфікованим робітникам досконало вивчати їх структуру, функції та закономірності функціонування [19,

с. 22]. Це сприяє глибшому розумінню професійних завдань та підвищенню рівня знань і вмінь у певній галузі.

Підвищення рівня практичної підготовки за допомогою комп'ютерного моделювання дає можливість майбутнім фахівцям набувати практичних навичок і досвіду в безпечному віртуальному середовищі, без ризику пошкодження реальних об'єктів [20, с. 185]. Інтерактивні симуляції та імітаційні моделі дозволяють відпрацьовувати дії у різноманітних виробничих ситуаціях, розвиваючи професійні вміння та підвищуючи рівень готовності до самостійної роботи.

Використання комп'ютерного моделювання також сприяє розвитку навичок критичного мислення майбутніх кваліфікованих робітників. Аналіз та оцінка ефективності віртуальних моделей, внесення коректив і оптимізація параметрів вимагають від учнів застосування навичок аналізу, синтезу, інтерпретації та аргументованого прийняття рішень [21, с. 12]. Це забезпечує формування важливих професійно-орієнтованих компетентностей.

Комп'ютерне моделювання є ефективним засобом професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників, що дозволяє сформувати необхідні професійні компетентності, підвищити рівень практичної готовності та розвинути навички критичного мислення.

1.3. Комп'ютерне моделювання та класифікація моделей

Сучасний етап розвитку професійної освіти характеризується пошуком ефективних методів і засобів, які б забезпечували високу якість підготовки кваліфікованих робітників, здатних компетентно вирішувати складні виробничі завдання. Особливого значення це набуває в підготовці фахівців електротехнічного профілю, робота яких пов'язана із складними технологічними процесами, технікою високого рівня складності та підвищеними вимогами до рівня знань і практичних умінь.

Застосування комп'ютерного моделювання у підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю має значний потенціал для підвищення ефективності освітнього процесу та якості професійної підготовки. Віртуальні

моделі електротехнічних пристроїв, систем і процесів дають можливість майбутнім фахівцям глибше зрозуміти принципи їх функціонування, відпрацювати важливі практичні навички у безпечному середовищі, оптимізувати конструктивні параметри обладнання. Така інтерактивна візуалізація складних електротехнічних об'єктів сприяє формуванню ключових професійних компетентностей та підвищенню рівня готовності до самостійної практичної діяльності.

Професійна діяльність кваліфікованих робітників електротехнічного профілю характеризується високим рівнем складності та технологічності виробничих процесів, що вимагає від фахівців глибоких теоретичних знань і розвинених практичних умінь.

Складність виробничих процесів у сфері електротехніки зумовлена необхідністю розуміння принципів роботи складних електричних та електронних систем, пристроїв і обладнання. Кваліфіковані робітники мають володіти знаннями фізичних основ функціонування електротехнічних компонентів, вміннями аналізувати електричні кола, діагностувати стан обладнання, виконувати монтаж, налагодження та ремонт електротехнічних систем [22].

Технологічність виробничих процесів у електротехнічній галузі визначається необхідністю застосовувати сучасні технології, методи і прийоми роботи з високотехнологічним обладнанням. Кваліфіковані робітники повинні бути компетентними у питаннях експлуатації, обслуговування та ремонту складного електротехнічного обладнання, вміти використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для моделювання, проектування та налагодження електричних систем [23, с. 86].

Комп'ютерне моделювання являє собою «процес створення й дослідження моделей реальних об'єктів, процесів або явищ за допомогою обчислювальної техніки та відповідного програмного забезпечення» [17, с. 17]. Під комп'ютерною моделлю розуміють «комплекс взаємопов'язаних алгоритмів і програм, що імітують поведінку реального об'єкта або процесу в певних умовах» [17, с. 18]. Такі моделі допомагають ґрунтовно вивчити структуру, функції та

закономірності функціонування досліджуваного явища без безпосереднього впливу на оригінал.

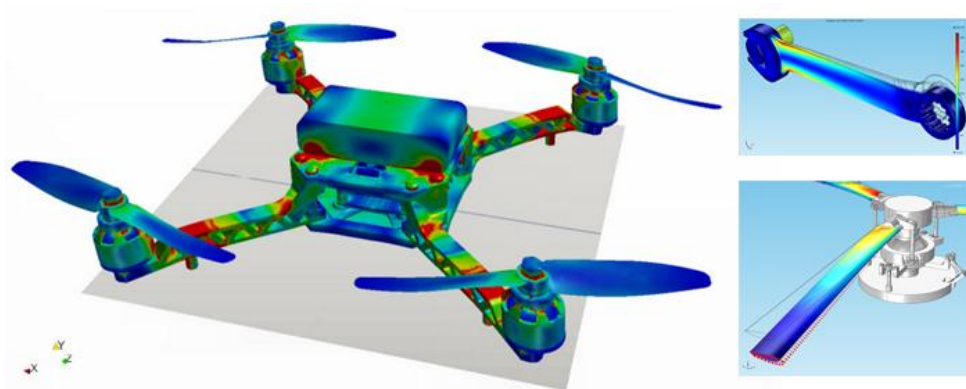


Рис. 1.2.1 Комп'ютерна модель квадрокоптера

Комп'ютерні моделі можуть бути різних видів і типів. За ступенем деталізації виділяють абстрактні, спрощені та дуже деталізовані моделі. За характером відображення процесів – статичні (наочні схеми, діаграми, графіки) та динамічні (імітаційні моделі, які відображають зміну параметрів об'єкта у часі) [17]. Серед інших типів комп'ютерних моделей також виокремлюють математичні, імітаційні, віртуальної реальності, 3D-моделі тощо.

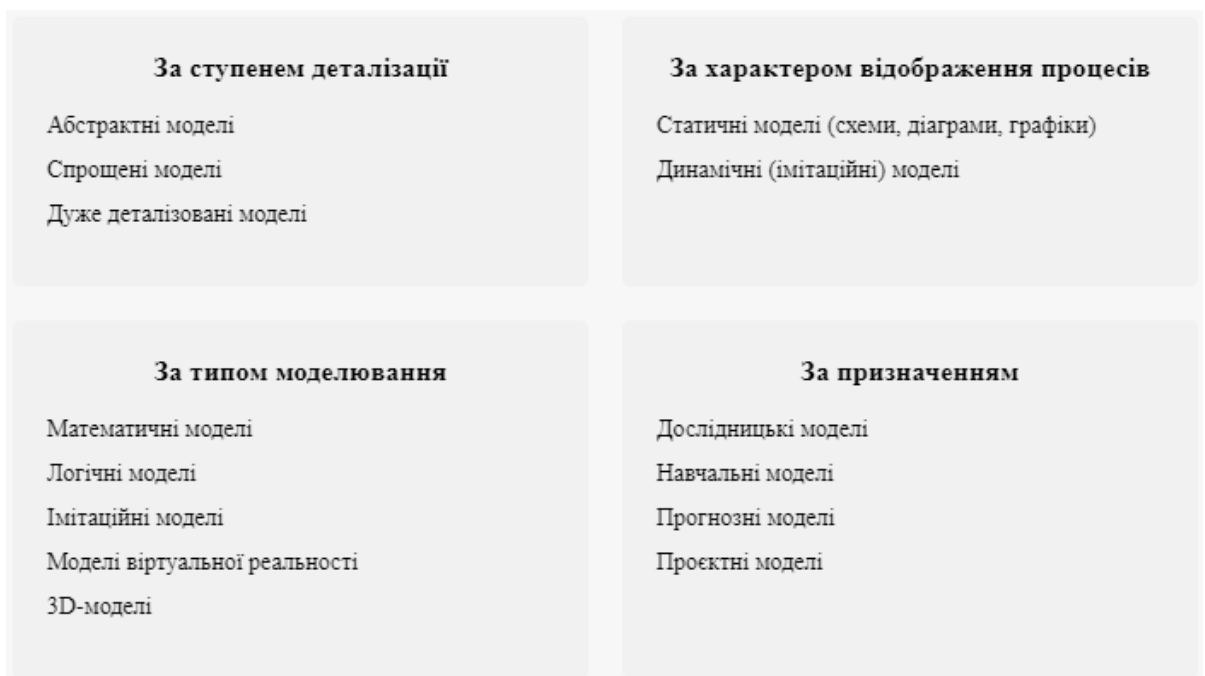


Рис. 1.1 Класифікація комп'ютерних моделей

Застосування комп'ютерного моделювання має низку переваг, а саме: можливість вивчення складних технічних, технологічних та виробничих систем, оцінювання їхнього стану, прогнозування поведінки в різних умовах, оптимізація параметрів, апробація нових ідей та розробок без завдання шкоди реальним об'єктам [18, с. 183]. Крім того, комп'ютерні моделі дозволяють пришвидшити, здешевити та підвищити ефективність освітнього процесу, забезпечити індивідуалізацію навчання.

Застосування комп'ютерного моделювання у підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю забезпечує високу наочність, безпечність, оптимізацію освітнього процесу, формування практичних умінь та розвиток творчого мислення майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю.

Застосування комп'ютерного моделювання у освітньому процесі в закладах ЗП(ПТ)О для підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю є доцільним і обґрунтованим рядом важливих факторів.

По-перше, комп'ютерне моделювання надає можливості для наочної візуалізації принципів функціонування складних електротехнічних систем і процесів, що значно полегшує їх розуміння та засвоєння здобувачами освіти [28, с. 94]. Наочне відображення фізичних процесів сприяє формуванню міцних теоретичних знань.

По-друге, віртуальні моделі дозволяють безпечно відпрацьовувати практичні навички роботи з електротехнічним обладнанням, проводити експерименти та тестувати нові технічні рішення у штучно створеному середовищі [29, с. 71]. Це забезпечує формування стійких практичних умінь майбутніх фахівців.

По-третє, комп'ютерні моделі дають змогу оптимізувати конструктивні параметри електротехнічних об'єктів, імітувати різні режими їх роботи та вносити необхідні корективи [30, с. 85]. Такі можливості сприяють розвитку інженерного мислення і дослідницьких навичок майбутніх кваліфікованих

робітників електрорадіотехнічного профілю.

Застосування комп'ютерного моделювання у підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю є доцільним та обґрунтованим, оскільки воно забезпечує наочність навчання, безпечну практику, оптимізацію конструктивних параметрів, що в сукупності дозволяє ефективно формувати теоретичні знання та практичні уміння.

Підсумовуючи, можна зазначити, що застосування комп'ютерного моделювання у підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю є доцільним та обґрунтованим з кількох важливих позицій:

1. Наочність та візуалізація. Комп'ютерні моделі дозволяють наочно відображати принципи функціонування складних електротехнічних систем, що значно полегшує їх розуміння та засвоєння здобувачами освіти зокрема майбутніми кваліфікованими робітниками електротехнічного профілю.

2. Безпечність практичної підготовки. Віртуальне середовище надає можливість безпечно відпрацьовувати практичні навички роботи з обладнанням, проводити експерименти та тестувати нові технічні рішення.

3. Оптимізація конструктивних параметрів. Комп'ютерне моделювання дає змогу оптимізувати характеристики електротехнічних об'єктів, імітувати різні режими їхньої роботи та вносити необхідні корективи.

4. Формування практичних умінь. Віртуальні моделі сприяють ефективному формуванню стійких практичних навичок монтажу, налагодження та ремонту складного електротехнічного обладнання.

5. Розвиток творчого мислення. Можливість експериментування з віртуальними моделями, апробація інноваційних рішень у безпечному середовищі стимулює творчий пошук і дослідницькі навички кваліфікованих робітників.

Таким чином, комплексне застосування комп'ютерного моделювання у освітньому процесі в закладах ЗП(ПТ)О для підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю є доцільним та обґрунтованим, оскільки

воно дозволяє ефективно формувати як теоретичні знання, так і практичні уміння майбутніх фахівців.

Висновки до розділу 1

У першому розділі, на основі аналіз науково-педагогічних джерел визначено, що використання комп'ютерного моделювання у підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу, якості професійної підготовки майбутніх фахівців та їх конкурентоспроможності на ринку праці.

Встановлено, що підготовка кваліфікованих робітників електротехнічного профілю є важливим завданням професійної (професійно-технічної) освіти, спрямованим на формування у майбутніх фахівців необхідних професійних компетентностей.

Виявлено, що ключовими вимогами до підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю є: відповідність спеціалізованим технічним стандартам, забезпечення високої ефективності освітнього процесу, а також розвиток у кваліфікованих робітників практичних умінь та інноваційного мислення.

Обґрунтовано, що застосування комп'ютерного моделювання у освітньому процесі в закладах ЗП(ПТ)О для підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю є доцільним та обґрунтованим, оскільки воно дозволяє забезпечити наочність, безпечність, оптимізацію, формування практичних умінь і розвиток творчого мислення кваліфікованих робітників.

Отже, проведені дослідження теоретичних основ професійної підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю підтверджує доцільність та ефективність застосування комп'ютерного моделювання у освітньому процесі в закладах ЗП(ПТ)О, що дозволяє забезпечити високу якість підготовки майбутніх фахівців електротехнічної галузі.

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ КВАЛІФІКОВАНИХ РОБІТНИКІВ ЕЛЕКТРОРАДІОТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ

2.1. Програмне забезпечення для створення комп'ютерних моделей для професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю

Підготовка висококваліфікованих фахівців електрорадіотехнічного профілю вимагає застосування сучасних засобів і технологій навчання, здатних забезпечити ефективне формування необхідних професійних компетентностей. Одним із таких дієвих інструментів є використання комп'ютерного моделювання у освітньому процесі в закладах ЗП(ПТ)О.

Комп'ютерні моделі дозволяють наочно відобразити складні електротехнічні та радіотехнічні процеси, явища й системи, дослідити їх характеристики та поведінку в різноманітних умовах. Це, своєю чергою, сприяє глибшому розумінню майбутніми фахівцями принципів функціонування відповідного обладнання, розвитку їхніх технічного мислення, пізнавальної активності та дослідницьких навичок. Ефективне використання комп'ютерного моделювання у професійній підготовці кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю потребує відповідного програмного забезпечення, що й визначає актуальність розгляду цього питання.

Комп'ютерне моделювання у контексті підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю являє собою процес створення віртуальних моделей електричних та електронних систем, їх аналізу й оптимізації за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Як зазначає Кривцун Л. В., «комп'ютерне моделювання надає можливість швидко та ефективно проектувати, аналізувати та оптимізувати електричні кола, схеми та системи» [35, с. 82].

Застосування комп'ютерного моделювання у навчанні кваліфікованих робітників електротехнічного профілю дозволяє, на думку Лур'є З.Я. та

Соколова Б.А., «забезпечити належну теоретичну та практичну підготовку майбутніх фахівців, сформувати в них необхідні професійні компетентності, зокрема проектно-конструкторські навички» [36, с. 56].

Впровадження комп'ютерного моделювання в освітній процес підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю сприяє, за твердженням Колісника О.П., «поглибленню знань кваліфікованих робітників щодо будови, принципів функціонування та характеристик електротехнічних пристроїв, а також розвитку їхніх творчих і дослідницьких здібностей» [37, с. 104].

Вирішення окреслених завдань дозволить сформувати цілісну методику використання комп'ютерного моделювання, спрямовану на підвищення якості професійної підготовки кваліфікованих робітників електротехнічної галузі.

Розробка ефективної методики використання комп'ютерного моделювання у підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю має ґрунтуватися на певних принципах, підходах та вимогах.

Серед загальнодидактичних принципів навчання, які слід враховувати, виділяють принципи науковості, доступності, систематичності та послідовності, наочності, міцності знань і умінь, свідомості й активності, зв'язку теорії з практикою [31]. Дотримання цих принципів забезпечує ефективність освітнього процесу в цілому.

Однак, специфіка застосування комп'ютерного моделювання у професійній підготовці висуває також низку додаткових принципів, а саме: принцип інтерактивності, принцип моделювання професійних ситуацій, принцип варіативності навчальних моделей, принцип зворотного зв'язку та моніторингу навчальних досягнень [32, с. 138]. Дотримання цих принципів сприяє активізації пізнавальної діяльності кваліфікованих робітників, наближенню навчання до реальної професійної практики та зворотному зв'язку щодо ефективності застосування комп'ютерних моделей.

У методологічному плані при розробці методики використання комп'ютерного моделювання доцільно спиратися на компетентнісний, діяльнісний та особистісно-орієнтований підходи [33]. Це дозволяє орієнтувати навчальний процес на формування ключових професійних компетентностей,

активну практичну діяльність кваліфікованих робітників та врахування їхніх індивідуальних особливостей.

Для ефективного впровадження комп'ютерного моделювання у підготовку кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю важливим є добір відповідного програмного забезпечення. Дослідники виділяють три основні групи таких програмних засобів: програми для створення структурно-функціональних моделей, програми для створення імітаційних моделей, а також інтегровані середовища моделювання [34].

Структурно-функціональні моделі, як зазначалось раніше, являють собою умовні образи об'єктів чи систем, представлені за допомогою взаємопов'язаних комп'ютерних таблиць, схем, діаграм, графіків тощо. Для створення такого типу моделей широко використовуються такі програмні засоби, як Microsoft Visio, Dia, ConceptDraw PRO, Edraw Max та ін. [35]. Ці програми дозволяють будувати різноманітні блок-схеми, структурно-функціональні діаграми, сітьові графіки та інші візуальні моделі, які ефективно ілюструють будову й взаємозв'язки компонентів досліджуваних систем.

На відміну від структурно-функціональних, імітаційні моделі являють собою спеціально розроблені програмні комплекси, що дозволяють шляхом обчислень та графічного подання результатів імітувати процеси функціонування певних об'єктів чи систем. Для створення таких моделей широко використовуються об'єктно-орієнтовані мови програмування (C++, Java, Python тощо), а також спеціалізовані пакети імітаційного моделювання, такі як GPSS World, AnyLogic, Simulink, MATLAB тощо [36]. Ці програмні засоби надають можливість детально відтворювати динаміку модельованих процесів, досліджувати їхню поведінку в різноманітних умовах та оцінювати ефективність функціонування модельованих систем.

Окрім зазначених вище категорій програмного забезпечення, у практиці використання комп'ютерного моделювання широко застосовуються інтегровані середовища, які поєднують у собі інструменти для створення як структурно-функціональних, так і імітаційних моделей. Прикладами таких універсальних програмних комплексів є MATLAB/Simulink, LabVIEW, ModelSim тощо [37]. Ці

середовища надають користувачам широкий набір засобів для візуального конструювання моделей, проведення чисельних розрахунків, графічної обробки даних, а також реалізації імітаційних алгоритмів. Це дозволяє комплексно моделювати різноманітні технічні системи та процеси, характерні для галузі електрорадіотехніки.

Ефективне використання комп'ютерних моделей у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю передбачає врахування низки методичних аспектів, пов'язаних з інтеграцією цих засобів на різних етапах освітнього процесу та їх застосуванням у практичній підготовці [38].

Застосування комп'ютерного моделювання в підготовці кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю може здійснюватись на різних етапах освітнього процесу. На етапі вивчення теоретичного матеріалу комп'ютерні моделі можуть використовуватись для наочної ілюстрації будови й функціонування технічних об'єктів, поглиблення розуміння суті складних процесів та явищ [39]. На лабораторно-практичних заняттях комп'ютерні моделі дозволяють проводити експерименти, які неможливо або небезпечно здійснювати в реальних умовах, а також імітувати ситуації, наближені до виробничих [40]. Під час курсового та дипломного проєктування комп'ютерне моделювання може застосовуватись для створення пропозицій з модернізації й оптимізації технічних систем, оцінки ефективності й надійності їх функціонування [41].

Вагому роль комп'ютерне моделювання відіграє також у практичній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю. Використання комп'ютерних моделей дозволяє відпрацьовувати окремі операції, налагоджувати й налаштовувати обладнання, прогнозувати його поведінку в різних режимах роботи, виявляти й усувати неполадки в безпечних умовах навчальних лабораторій [42]. Це сприяє формуванню в майбутніх фахівців практичних вмінь і навичок, необхідних для ефективної трудової діяльності на виробництві. Окрім того, комп'ютерні моделі можна використовувати для організації самостійної роботи кваліфікованих робітників,

зокрема для проведення віртуальних лабораторних робіт та навчальних досліджень [43].

Методично виважене впровадження комп'ютерного моделювання в професійну підготовку майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю сприяє розвитку їхніх професійних знань, умінь і навичок, а також формуванню дослідницьких та інноваційних компетентностей, необхідних для успішної майбутньої трудової діяльності.

Вибір та використання відповідного програмного забезпечення є важливою умовою ефективного застосування комп'ютерного моделювання у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю. Це потребує врахування низки критеріїв під час добору програмних засобів, а також обізнаності з основними прикладами програм для моделювання електротехнічних та радіотехнічних систем.

Під час добору програмного забезпечення для моделювання електрорадіотехнічних об'єктів та процесів варто враховувати такі основні критерії:

- Відповідність навчальним цілям та змісту професійної підготовки. Програмний засіб має забезпечувати моделювання об'єктів та явищ, характерних для галузі електрорадіотехніки [44].

- Функціональні можливості. Програма має надавати широкий спектр інструментів для створення структурно-функціональних та імітаційних моделей, здійснення обчислень, аналізу отриманих результатів тощо [45].

- Доступність та зручність використання. Обране програмне забезпечення має бути адаптованим до рівня підготовки майбутніх кваліфікованих робітників, мати зрозумілий інтерфейс та бібліотеки компонентів [46].

- Технічні характеристики. Важливим є врахування технічних характеристик комп'ютерної техніки, наявної в навчальних закладах, забезпечення сумісності програмного продукту з операційними системами тощо [47].

- Вартість ліцензії та можливість використання вільно поширюваних

версій. Цей критерій є особливо важливим для професійно-технічних навчальних закладів з обмеженим фінансуванням [48].

Серед найбільш поширених програмних засобів, що застосовуються для моделювання електротехнічних та радіотехнічних систем, можна виокремити такі:

- Circuit Simulation (LTspice, Multisim, Proteus) - для моделювання електричних та електронних схем [49];
- RF & Microwave Design (AWR Design Environment, HFSS, CST Studio Suite) - для проектування й аналізу СВЧ-пристроїв та антен [50];
- Power System Analysis (ETAP, DlgSILENT PowerFactory, PSCAD) - для дослідження процесів у системах електропостачання [51];
- Програмні середовища загального призначення (MATLAB/Simulink, LabVIEW, MapleSim) - для комплексного моделювання широкого спектру електрорадіотехнічних систем [52].

Ефективне використання зазначених програмних продуктів у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю сприяє поглибленню їхніх знань, формуванню практичних умінь та навичок, розвитку дослідницьких і проєктних компетентностей, необхідних для успішного виконання професійних завдань.

2.2. Використання комп'ютерного моделювання у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю на уроках виробничого навчання

Ефективна професійна підготовка майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю невід'ємно пов'язана з формуванням у них стійких практичних умінь та навичок, необхідних для успішного виконання виробничих завдань. Значну роль у цьому процесі відіграє використання комп'ютерного моделювання на уроках виробничого навчання.

Застосування комп'ютерних моделей дозволяє поєднувати теоретичні знання учнів з практичними діями, сприяє розвитку їхніх дослідницьких та проєктних компетентностей. Моделювання дає можливість безпечно та

ефективно відпрацьовувати окремі технологічні операції, відтворювати складні технічні процеси, які важко або неможливо організувати в реальних виробничих умовах. Віртуальні лабораторні роботи та підготовка до виробничих практик також стають можливими завдяки використанню комп'ютерних симуляцій.

Сучасні тенденції в освіті характеризуються переходом від вузькоспеціалізованої підготовки фахівців до фундаментальної технічної освіти. Це передбачає практичне оволодіння навичками роботи з великою кількістю окремих об'єктів. Проста «віртуалізація» лабораторних робіт вже не є достатньою. На думку розробників та викладачів-практиків, лише об'єднання компонентів автоматизованого лабораторного практикуму, сформованих на єдиних організаційних, технічних і методичних принципах, дозволить досягти основної мети - підготовки висококваліфікованих фахівців. Сучасні тенденції в освіті характеризуються переходом від вузькоспеціалізованої підготовки фахівців до фундаментальної технічної освіти. Це зумовлює необхідність практичного оволодіння навичками роботи з великою кількістю окремих об'єктів. У зв'язку з цим, проста «віртуалізація» лабораторних робіт вже не є достатньою. На думку розробників та викладачів-практиків, лише об'єднання компонентів автоматизованого лабораторного практикуму, сформованих на єдиних організаційних, технічних і методичних принципах, дозволить досягти основної мети - підготовки висококваліфікованих фахівців.

Водночас, сучасні тенденції в галузі професійної освіти вказують на необхідність значно ширшого використання комп'ютерного моделювання на уроках виробничого навчання. Віртуальні симуляції дозволяють не лише безпечно відпрацьовувати окремі технологічні операції, а й відтворювати складні технічні процеси, наближені до реальних виробничих умов. Такий підхід сприяє формуванню в майбутніх кваліфікованих робітників глибших практичних умінь та навичок, необхідних для успішного виконання професійних завдань.

Нами було ґрунтовно вивчено специфіку навчальних дисциплін електротехнічного профілю та визначено можливості застосування комп'ютерних моделей для їх ефективного опанування. На основі цього ми

розробили покрокову методику, що включала ознайомлення здобувачів з основами моделювання, дослідження готових навчальних моделей і завершувалась створенням власних віртуальних моделей електротехнічних об'єктів.

Для реалізації методики нами було застосовано різноманітні форми і методи навчання, зокрема лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, ділові ігри тощо. Особливу увагу приділяли мотивації кваліфікованих робітників, розкриваючи переваги використання комп'ютерного моделювання для їхньої майбутньої професійної діяльності.

Так, при вивченні дисципліни «Основи електротехніки» ми застосовували навчальні моделі електричних кіл, трансформаторів, генераторів. Це дозволило глибше зрозуміти принцип роботи даних пристроїв, провести віртуальні експерименти та сформувати стійкі практичні навички.

У процесі впровадження методики ми постійно відстежували досягнуті результати, коригували її реалізацію на основі зворотного зв'язку від викладачів та кваліфікованих робітників. Загалом нам вдалося створити ефективну систему використання комп'ютерного моделювання, що сприяло підвищенню рівня професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю.

При вивченні дисципліни «Основи електротехніки» ми застосовували різноманітні навчальні комп'ютерні моделі електротехнічних кіл, приладів та процесів. Зокрема, було використано віртуальні моделі резистивних, ємнісних та індуктивних кіл, моделі трансформаторів, генераторів, двигунів тощо (рис. 2.2.1). Ці моделі дозволяли наочно продемонструвати принцип роботи та основні характеристики електротехнічних пристроїв, а також провести експериментальні дослідження в безпечному віртуальному середовищі.

Під час вивчення дисципліни «Основи електротехніки» ми поєднували різні форми та методи організації освітнього процесу із застосуванням комп'ютерного моделювання. Зокрема, на лекціях здійснювалось теоретичне ознайомлення кваліфікованих робітників з основами побудови та принципом дії електротехнічних пристроїв, а на практичних заняттях та лабораторних роботах

вони мали змогу самостійно досліджувати відповідні комп'ютерні моделі, експериментувати з ними, спостерігати за реакцією моделей на зміну параметрів. Також було впроваджено групові проєктні завдання, де здобувачі освіти розробляли власні комп'ютерні моделі електричних кіл чи пристроїв. Така різноманітність форм і методів навчання сприяла ефективному засвоєнню матеріалу та розвитку практичних умінь і навичок майбутніх фахівців.

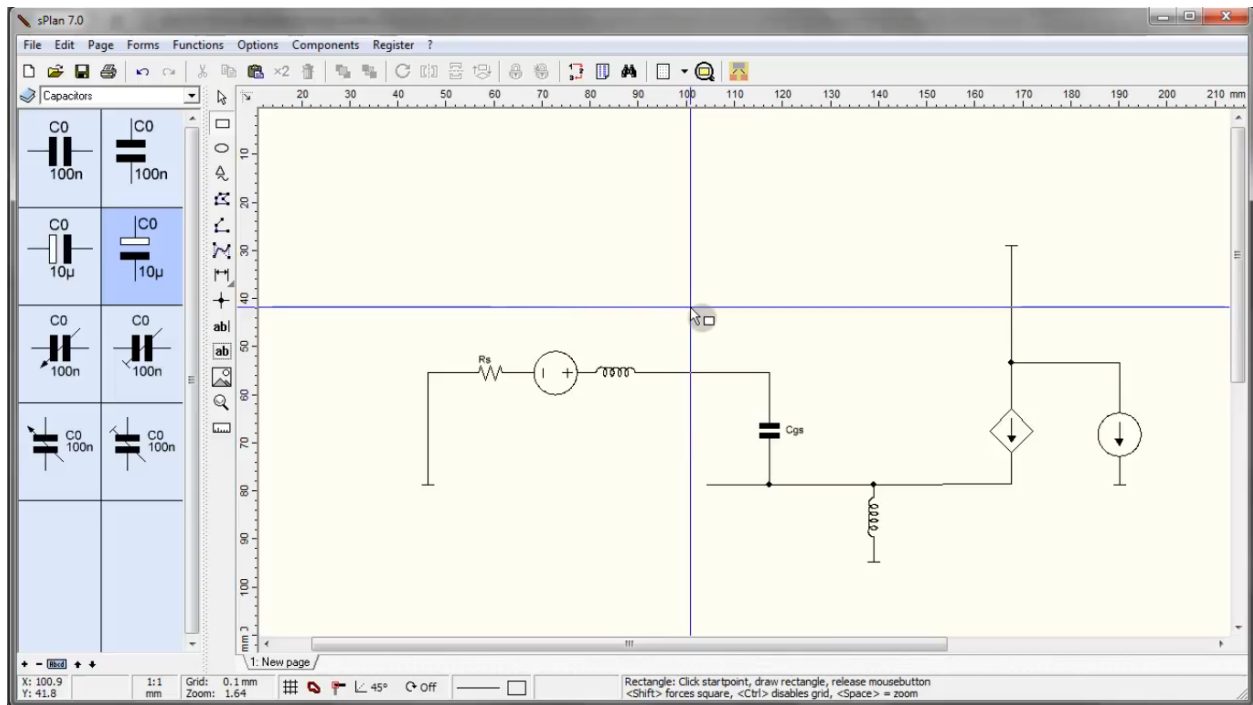


Рис. 2.1. Приклад створення комп'ютерної моделі електротехнічного кола за допомогою sPlan

Застосування комп'ютерного моделювання у вивченні дисципліни «Основи електротехніки» продемонструвало низку позитивних результатів. Зокрема, здобувачі освіти демонстрували вищий рівень розуміння принципів роботи електричних кіл і приладів, більш свідоме застосування теоретичних знань на практиці. Вони також виявляли підвищену мотивацію до навчання, зростав їхній інтерес до електротехнічних дисциплін. Під час опитувань та анкетування здобувачі освіти відзначали зручність використання комп'ютерних моделей, їхню наочність і можливість проведення експериментів у безпечному середовищі. Викладачі також позитивно оцінювали впровадження розробленої методики, вказуючи на поліпшення якості засвоєння матеріалу та розвиток

практичних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників.

Для вивчення дисципліни «Електропривод» ми застосовували різноманітні комп'ютерні моделі елементів електричних приводів: двигунів постійного і змінного струму, перетворювачів частоти, регуляторів, датчиків та інших компонентів. Ці моделі дозволяли здобувачам освіти зокрема майбутнім кваліфікованим робітникам електротехнічного профілю детально вивчити принципи роботи окремих вузлів електроприводів, їхні характеристики та параметри. Крім того, були розроблені інтегровані моделі електроприводів для різних механізмів, що імітували реальні виробничі процеси.

У процесі вивчення дисципліни «Електропривод» ми активно використовували лабораторні роботи, в ході яких здобувачі освіти досліджували комп'ютерні моделі окремих елементів і вузлів електроприводів. Вони мали можливість змінювати конструктивні параметри, режими роботи, встановлювати різні види навантажень і спостерігати за реакцією моделей. Це дозволяло глибше зрозуміти взаємозв'язок між конструкцією, принципом дії та експлуатаційними характеристиками електроприводів.

Крім того, ми застосовували проєктний метод, коли здобувачі освіти в малих групах розробляли власні комп'ютерні моделі електроприводів для типових виробничих механізмів. Це сприяло розвитку їхніх навичок аналізу, моделювання, проєктування та програмування систем електроприводів.

Впровадження комп'ютерного моделювання у вивченні дисципліни «Електропривод» дало відчутні позитивні результати. здобувачі освіти зокрема майбутні кваліфіковані робітники електротехнічного профілю продемонстрували значно вищий рівень розуміння принципів побудови та функціонування електроприводів, вільно оперували технічною термінологією, могли обґрунтовано підбирати необхідні елементи систем електроприводів. Під час лабораторних робіт та проєктних завдань вони виявляли творчий підхід, активно експериментували з комп'ютерними моделями, пропонували

нестандартні інженерні рішення.

Викладачі також високо оцінили ефективність застосування комп'ютерного моделювання, відзначивши, що воно значно полегшує засвоєння складного теоретичного матеріалу, розвиває практичні навички та інженерне мислення кваліфікованих робітників. За результатами анкетування, більшість здобувачів освіти висловили задоволення використанням комп'ютерних моделей, вказавши на їхню наочність, інтерактивність та зручність у застосуванні.

Одним із ключових засобів комп'ютерного моделювання в електротехнічній підготовці є програмні пакети автоматизованого проєктування електричних і електронних схем (САПР) [50]. Серед найбільш поширених САПР-програм виділяються OrCAD, Altium Designer, Multisim та інші. Ці програми надають широкі функціональні можливості для створення, аналізу, оптимізації та моделювання роботи електричних кіл, пристроїв і систем.

Зокрема, OrCAD характеризується розвинутим інструментарієм, що дозволяє здобувачам освіти зокрема майбутнім кваліфікованим робітникам електротехнічного профілю проєктувати, симулювати та відлагоджувати електронні схеми різної складності. Можливості програми уможливають формування проєктних, конструкторських і дослідницьких компетентностей здобувачів освіти.

У освітньому процесі в закладах ЗП(ПТ)О для використання САПР-програм, як-от OrCAD, реалізується через організацію лабораторних робіт, виконання проєктних завдань, інтеграцію віртуальних моделей з іншими засобами комп'ютерного моделювання (рис. 2.2.2). Це сприяє глибшому засвоєнню теоретичного матеріалу, розвитку практичних умінь та навичок роботи з електротехнічним обладнанням.

Загалом, впровадження в освітній процес САПР-технологій, зокрема застосування програмних пакетів на кшталт OrCAD, демонструє високу

ефективність у підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю. Воно дозволяє підвищити якість засвоєння теоретичних знань, сформувані необхідні проєктні й конструкторські компетенції та забезпечити належний рівень практичної готовності майбутніх фахівців до роботи в електротехнічній галузі.

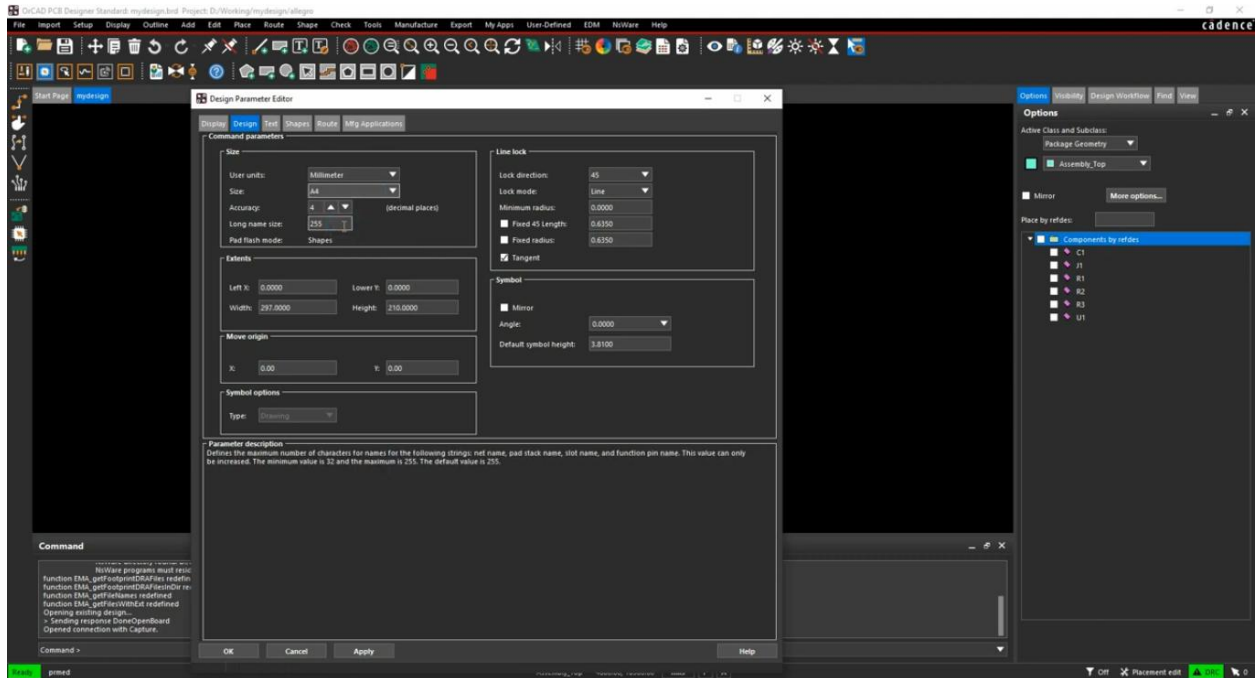


Рис. 2.2.2 Процес налаштування інтерфейсу OrCAD

Важливим етапом реалізації методики є правильний вибір форм і методів організації навчальної діяльності здобувачів освіти. Доцільно поєднувати лабораторні роботи, на яких здобувачі освіти безпосередньо взаємодіють із комп'ютерними моделями, та проєктні завдання, які дозволяють розвивати їхні конструкторські та дослідницькі компетентності.

Лабораторні заняття мають забезпечувати можливість експериментувати з віртуальними моделями електричних кіл, пристроїв та систем. Це дає здобувачам освіти зокрема майбутнім кваліфікованим робітникам електротехнічного профілю змогу досліджувати характеристики, поведінку та взаємодію елементів у різноманітних режимах роботи, безпечно моделюючи аварійні ситуації тощо.

Залучення кваліфікованих робітників до виконання проєктних завдань,

пов'язаних із розробкою, аналізом і оптимізацією власних комп'ютерних моделей електротехнічних об'єктів, сприяє розвитку їхніх творчих, дослідницьких та інженерних компетентностей (рис. 2.2.3). Це дозволяє поглибити розуміння принципів функціонування електричних і електронних систем.

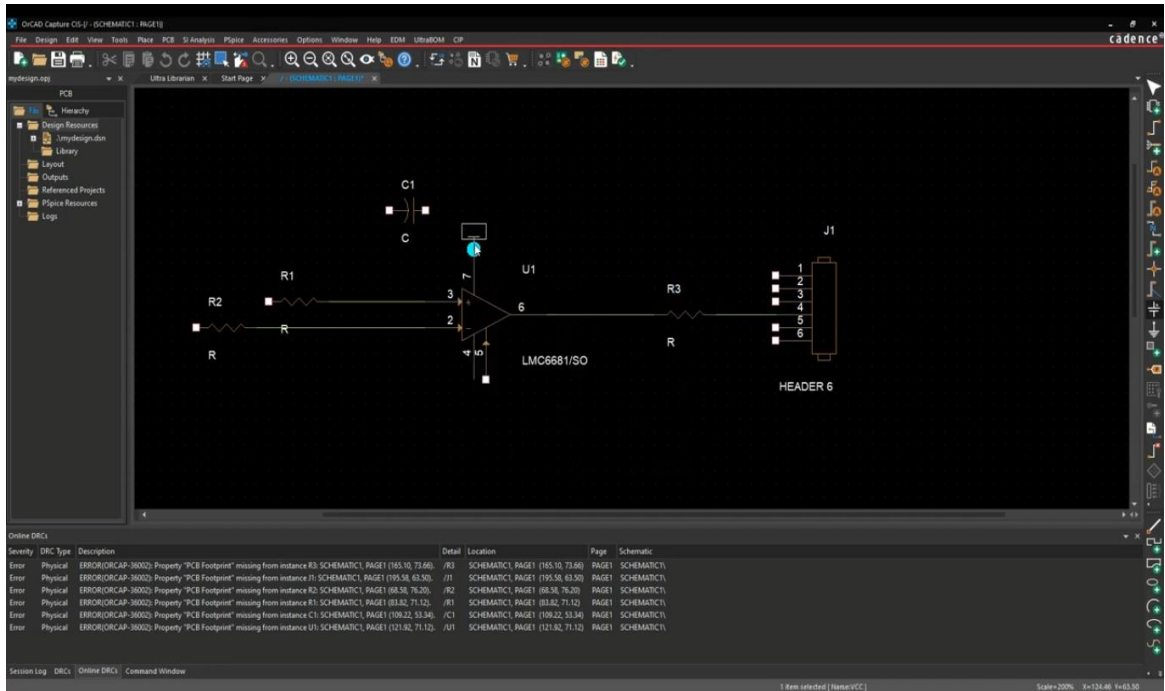


Рис. 2.2.3. Приклад створення комп'ютерної моделі в OrCAD

Поєднання різноманітних форм і методів організації навчальної діяльності на основі комп'ютерного моделювання забезпечує формування міцних теоретичних знань, практичних умінь і навичок у здобувачів освіти, спрямованих на ефективне виконання майбутніх професійних обов'язків.

На основі аналізу характеристик різних САПР-програм було створено порівняльну таблицю, яка демонструє доцільність використання цих інструментів у освітньому процесі в закладах ЗП(ПТ)О для підготовки кваліфікованих робітників-електриків.

У таблиці відображено ключові характеристики трьох найпоширеніших САПР-програм: OrCAD, Altium Designer та Multisim. Для кожної з них наведено інформацію щодо функціональних можливостей, складності у вивченні, наявності бібліотек компонентів, рівня інтеграції з іншими САПР, а також загальну оцінку доцільності застосування у освітньому процесі в закладах

ЗП(ПТ)О.

Проведений аналіз показав, що найбільш оптимальним вибором для підготовки кваліфікованих робітників-електриків є використання САПР-програми OrCAD (таблиця 2.1). Вона поєднує широкий функціонал з помірною складністю, що дозволяє ефективно організовувати навчальний процес і формувати у кваліфікованих робітників необхідні професійні компетентності.

Таблиця 2.1

Порівняльна характеристика САПР-програм

Характеристи ка	OrCAD	Altium Designer	Multisim
Функціональні сть	Широкі можливості для моделювання, аналізу та проєктування електричних/елек тронних схем	Акцент на розробку друкованих плат, потужні засоби 3D- проєктування	Фокус на аналіз і симуляцію роботи електричних/елек тронних кіл
Складність	Помірна, інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс	Складніша у вивченні порівняно з OrCAD	Простий і зрозумілий інтерфейс, орієнтований на навчальні цілі
Бібліотеки компонентів	Велика бібліотека, дозволяє створювати детальні моделі	Широкий набір бібліотек для проєктування друкованих плат	Достатній набір компонентів для моделювання електричних/елек тронних кіл

Аналізі ефективності використання САПР-програм, зокрема OrCAD, у

освітньому процесі в закладах ЗП(ПТ)О для підготовки кваліфікованих робітників-електриків, можна сформулювати низку рекомендацій щодо подальшого вдосконалення методики.

Доцільно забезпечити більш глибоку інтеграцію САПР-програм, таких як OrCAD, у зміст навчальних дисциплін електротехнічного спрямування. Це дозволить поступово нарощувати обсяг практичних занять із комп'ютерного моделювання, починаючи з ознайомлення з інтерфейсом та базовими інструментами і поступово переходячи до більш складних завдань з проєктування, аналізу та оптимізації електричних і електронних систем.

Необхідно розробити комплексне навчально-методичне забезпечення, яке б включало методичні вказівки, завдання для самостійної роботи, лабораторні практикуми та навчальні проєкти, орієнтовані на використання САПР-програм. Це сприятиме системному опануванню здобувачами освіти навичок комп'ютерного моделювання в межах освітнього процесу.

Важливим аспектом є забезпечення відповідної кваліфікації викладачів у сфері застосування САПР-технологій. Необхідно організовувати курси підвищення кваліфікації, майстер-класи та тренінги, спрямовані на вдосконалення їхніх компетентностей у моделюванні, проєктуванні та аналізі електротехнічних об'єктів за допомогою САПР-програм.

Для ефективного впровадження методики комп'ютерного моделювання з використанням САПР-програм важливо забезпечити достатню кількість комп'ютерної техніки, ліцензійного програмного забезпечення та спеціалізованих лабораторій. Це створить необхідні умови для проведення лабораторних робіт і виконання проєктних завдань здобувачами освіти.

2.3 Методика впровадження комп'ютерного моделювання у підготовку майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю

Ефективне впровадження комп'ютерного моделювання у процес професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю передбачає дотримання певної методики. Розглянемо основні етапи цієї

методики.

На першому етапі здійснюється аналіз навчальних планів і програм підготовки за спеціальностями електротехнічного профілю з метою визначення доцільних тем і розділів навчальних дисциплін, під час вивчення яких можливе застосування комп'ютерного моделювання. Особливу увагу слід приділити практико-орієнтованим дисциплінам, де моделювання дозволить імітувати реальні професійні ситуації.

На наступному етапі проводиться відбір та оцінювання наявних комп'ютерних моделей, придатних для використання у навчальному процесі. Критеріями відбору виступають: відповідність навчальним цілям, достовірність моделювання, інтуїтивна зрозумілість для студентів, можливість внесення коректив та доповнень, а також технічна доступність моделей.

Третій етап передбачає розроблення навчально-методичного супроводу впровадження комп'ютерного моделювання. Це включає підготовку методичних рекомендацій для викладачів, розробку інструкцій для студентів, завдань та контрольних запитань для самостійної роботи тощо. Важливо, щоб навчально-методичні матеріали забезпечували поетапність та системність застосування комп'ютерного моделювання.

На заключному етапі здійснюється апробація розробленої методики у навчальному процесі закладів професійної (професійно-технічної) освіти. Під час апробації проводиться моніторинг ефективності застосування комп'ютерного моделювання, визначаються його переваги та недоліки, вносяться необхідні корективи. За результатами апробації розробляються рекомендації щодо впровадження комп'ютерного моделювання у практику підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю.

Дотримання зазначеної методики сприятиме ефективному застосуванню комп'ютерного моделювання у процесі професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю.

Відповідно до вище сказано ми можемо побудувати урок з такою структурою. Для прикладу ми візьмемо ДПТНЗ «Вінницьке міжрегіональне вище професійне училище» та професію «Електромеханік з ремонту та

обслуговування лічильно-обчислювальних машин».

Для проведення практичних занять потрібно спочатку визначити які саме моделі будуть створюватись та в якому середовищі, враховуючи що у нас професія «Електромеханік з ремонту та обслуговування лічильно-обчислювальних машин» їм будуть корисними моделі електричних схем, тому в якості ПЗ будемо використовувати програму OrCAD.

В якості завдання на урок виберемо легку схему(Рис.2.3.1) яка складається з діода, конденсатора, резистора, джерела синусоїдного сигналу а також заземлення.

Наступним етапом буде актуалізація знань здобувачів освіти, що собою являє моделювання, які бувають моделі, та їх класифікація. Після цього можемо перейти безпосередньо до етапу моделювання нашої схеми.

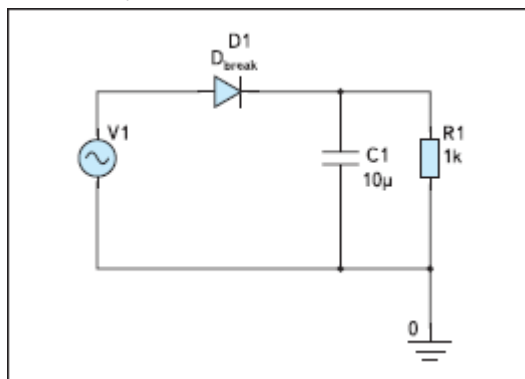


Рис. 2.3.1 Приклад електричної схеми розроблений в програмі OrCAD

Для початку необхідно створити новий проект для цього в головному меню потрібно виконати команду **File** → **New** → **Project** і далі у спливаючому вікні вибрати тип проекту а саме **Schematic**, після цього ми називаємо наш проект та обираємо місце де саме він буде зберігатись.

Наступним етапом буде додавання бібліотек компонентів які саме ми будемо розміщувати на нашій схемі, для цього перейти на вкладку **Place** → **Part** і у вікні що з'явиться натиснути **Add Library**, потім з доступних бібліотек нам потрібно обрати ту яка містить саме необхідні нам компоненти в нашому випадку це **74LS**, після чого нам відкриється список де ми можемо обрати які саме компоненти будемо використовувати, знаходимо необхідний компонент,

наприклад резистор, він позначений літерою R, обираємо його і натискаємо **Place** щоб розмістити його на робочій області. Повторимо цю схему для решти компонентів.

Далі нам потрібно з'єднати наші компоненти, для цього використаємо інструмент **Place Wire** обираємо його на панелі інструментів після чого натискаємо спочатку на вивід одного компоненту, а потім на іншого, після чого в нас буде прокладено дріт який їх з'єднує. Щоб приєднати дріт не напругу до компоненту а до іншого дроту повторюємо процедуру натиснувши на вивід одного компоненту, після чого натискаємо не на вивід іншого, а на сам дріт.

Після того як схему буде створення потрібно додати заземлення для виводу надмірної напруги, для цього переходимо **Place** → **Ground** після чого під'єднаємо його як на схему. Коли це буде зроблено налаштуємо наші компоненти двічі клацнувши на необхідний компонент, це необхідно щоб задати наприклад опір резистора.

Передостаннім етапом буде перевірка схеми, для цього потрібно перейти на вкладку **Tools** та обрати **Design Rules Check (DRC)**, після діагностики нашої схеми буде показано чи присутні в ній помилки.

Заключним етапом буде збереження змін в нашому проекті, для цього потрібно перейти **File** → **Save**.

По завершенню викладачем перевіряється результат роботи учнів і здійснюється виставлення оцінок відповідно до виконаної роботи.

Висновки до розділу 2

Нами було розроблено цілісну методику, яка ґрунтується на інтеграції комп'ютерного моделювання з традиційними формами та методами навчання. Ця методика передбачає застосування спеціалізованих САПР-програм, зокрема OrCAD, для моделювання, аналізу та проєктування електричних і електронних систем на уроках виробничого навчання. Розроблені етапи методики охоплюють ознайомлення кваліфікованих робітників з інтерфейсом програмного забезпечення, формування навичок створення віртуальних моделей, проведення аналізу їх характеристик, а також виконання навчальних проєктів із

використанням САПР-технологій.

Також було здійснено впровадження розробленої методики в освітній процес підготовки кваліфікованих робітників електротехнічного профілю. На конкретних прикладах продемонстровано, як упровадження комп'ютерного моделювання сприяє поглибленню теоретичних знань кваліфікованих робітників, формуванню їхніх практичних умінь і навичок, а також розвитку проєктно-конструкторських компетентностей. Аналіз результатів упровадження засвідчив позитивний вплив методики на якість підготовки майбутніх фахівців.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ КВАЛІФІКОВАНИХ РОБІТНИКІВ ЕЛЕКТРОРАДІОТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ

3.1. Організація та методика проведення педагогічного експерименту

Перевірка ефективності будь-якої педагогічної інновації чи методики неможлива без проведення ретельно організованого педагогічного експерименту. Педагогічний експеримент розглядається як один із найважливіших методів наукового дослідження в освітній сфері, оскільки дозволяє отримати емпіричні дані щодо впливу досліджуваних чинників на результати навчання та розвитку учнів [1].

За визначенням Р.С. Гуревича, педагогічний експеримент - це «спеціально організоване дослідження педагогічних явищ і процесів у природних умовах або в спеціально створених умовах з метою виявлення їхньої ефективності» [2, с. 91]. Він передбачає цілеспрямовану зміну педагогічної ситуації з подальшим відстеженням результатів такої зміни. Організація та проведення педагогічного експерименту в межах дослідження здійснювалися відповідно до рекомендацій Р.С. Гуревича щодо структури та змісту експериментальної роботи в педагогічних дослідженнях. Зокрема, було визначено мету, завдання та гіпотезу експерименту, розроблено критерії оцінювання, сформовано вибірку учасників, а також реалізовано основні етапи експериментального дослідження.

Метою педагогічного експерименту є перевірка ефективності використання засобів комп'ютерного моделювання у формуванні професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників з електротехнічного профілю.

Для досягнення мети педагогічного експерименту необхідно вирішити такі основні завдання:

1. Розробити систему критеріїв і показників для оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих

робітників з електротехнічного профілю.

2. Сформувати експериментальну та контрольну групи учасників дослідження, забезпечивши їх еквівалентність за основними характеристиками.

3. На констатувальному етапі діагностувати вихідний рівень сформованості професійних компетентностей кваліфікованих робітників обох груп за розробленою системою критеріїв.

4. Розробити та впровадити в освітній процес експериментальної групи методику використання засобів комп'ютерного моделювання на уроках виробничого навчання.

5. На контрольному етапі провести повторну діагностику рівнів сформованості професійних компетентностей кваліфікованих робітників контрольної та експериментальної груп.

6. Провести статистичну обробку та порівняльний аналіз результатів експериментального дослідження в контрольній та експериментальній групах.

7. Сформулювати висновки щодо ефективності розробленої методики використання засобів комп'ютерного моделювання у формуванні професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників.

Гіпотеза полягає в тому, що цілеспрямоване застосування засобів комп'ютерного моделювання в процесі підготовки майбутніх кваліфікованих робітників з електротехнічного профілю сприятиме підвищенню рівня сформованості їх професійних компетентностей.

Для проведення педагогічного експерименту були сформовані експериментальна та контрольна групи учасників. До експериментальної групи увійшло 32 здобувачі освіти ЗП(ПТ)О, які проходили педагогічну практику. Контрольна група налічувала 30 учнів, рівноцінних за основними характеристиками (успішність, вік, мотивація тощо).

Загальна кількість учасників експерименту становила 62 особи. Такий обсяг вибірки дозволяє забезпечити репрезентативність результатів та можливість їх достовірної статистичної обробки. Співвідношення експериментальної та контрольної груп 32:30 вважається оптимальним для порівняльного аналізу ефективності впровадженої методики.

Середній вік учасників експерименту становив 17,5 років. За успішністю навчання на констатувальному етапі показники в експериментальній та контрольній групах були практично ідентичними (середній бал 7,8 та 7,9 відповідно). Гендерний склад вибірки: 58% юнаків, 42% дівчат.

Таким чином, сформовані експериментальна та контрольна групи є репрезентативними і забезпечують можливість об'єктивного оцінювання ефективності впровадженої методики формування професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників з електротехнічного профілю.

Для оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю була розроблена система критеріїв та показників. Ця система включала три основні критерії:

1. Когнітивний критерій, що відображає рівень теоретичних знань учнів за фаховими дисциплінами. Показники: успішність з профільних предметів, результати тестування.
2. Операційно-діяльнісний критерій, який характеризує сформованість практичних умінь та навичок професійної діяльності. Показники: якість виконання лабораторних та практичних робіт, ефективність роботи з комп'ютерними симуляторами.
3. Мотиваційно-ціннісний критерій, що визначає рівень професійної спрямованості, інтересу та ціннісного ставлення до майбутньої кваліфікованої праці. Показники: участь у фахових гуртках, волонтерська діяльність, самооцінка.

Для кожного показника були розроблені чіткі критерії оцінювання за 12-бальною шкалою. Це забезпечило об'єктивність діагностики рівнів сформованості професійних компетентностей кваліфікованих робітників на констатувальному та контрольному етапах експерименту.

Наведена вище система критеріїв та їх показників була ретельно апробована та скоригована за результатами експертного оцінювання провідними фахівцями у галузі професійної освіти. Це дозволило забезпечити змістову

валідність та надійність використовуваних діагностичних методик.

На основі розробленої системи критеріїв і показників було визначено чотири рівні сформованості професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників: низький, середній, достатній та високий. Детальні дескриптори кожного рівня були описані та використані для оцінювання учасників експерименту на різних його етапах.

Педагогічний експеримент, проведений у межах даного дослідження, складався з чотирьох основних етапів:

1. Пошуковий етап

Мета: Діагностика вихідного рівня сформованості професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю в контрольній та експериментальній групах.
Зміст: Проведення тестування, виконання практичних завдань, анкетування для оцінювання компетентностей за розробленою системою критеріїв. Статистична обробка отриманих даних.

Методи: Тестування, опитування, спостереження, аналіз навчальної документації, математично-статистичні методи.

2. Формувальний етап

Мета: Впровадження розробленої методики використання засобів комп'ютерного моделювання в освітній процес експериментальної групи.
Зміст: Корегування навчальних планів, розробка навчально-методичного забезпечення, організація занять з використанням комп'ютерного моделювання.
Методи: Навчальні заняття з комп'ютерними симуляторами, практична робота кваліфікованих робітників, консультації, групові дискусії, проєктна діяльність.

3. Констатувальний етап

Мета: Здійснення статистичного аналізу, порівняння результатів контрольної та експериментальної груп, формулювання висновків щодо ефективності методики.

Зміст: Математично-статистична обробка даних, якісний та кількісний аналіз результатів, інтерпретація отриманих даних.

Методи: Методи математичної статистики, порівняльний аналіз,

узагальнення, формулювання висновків.

На констатувальному та контрольному етапах експерименту для діагностики рівня сформованості професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю було використано комплексну методику, яка поєднувала тестування, виконання практичних і лабораторних завдань, анкетування та спостереження. Тестування дозволяло оцінити рівень теоретичних знань за фаховими дисциплінами, виконання практичних робіт - сформованість професійних умінь і навичок, а анкетування - мотиваційно-ціннісне ставлення кваліфікованих робітників до майбутньої кваліфікованої діяльності. Спостереження за освітнім процесом доповнювало отримані дані якісними характеристиками. Розроблена система критеріїв та показників забезпечувала комплексну та об'єктивну оцінку рівнів сформованості професійних компетентностей.

Для статистичної обробки отриманих експериментальних даних було застосовано широкий спектр методів математичної статистики. На констатувальному етапі використовувалися методи описової статистики (середнє значення, стандартне відхилення) для визначення вихідного рівня компетентностей в контрольній та експериментальній групах. На контрольному етапі застосовувалися методи перевірки статистичних гіпотез (t-критерій Стюдента, U-критерій Манна-Уїтні) для виявлення достовірності відмінностей між групами. Також використовувався кореляційний аналіз для встановлення взаємозв'язків між окремими показниками. На узагальнювальному етапі було оцінено загальну ефективність впровадженої методики. Статистична обробка результатів експерименту здійснювалася із застосуванням програмного забезпечення для статистичного аналізу даних.

Проведений педагогічний експеримент дозволив комплексно дослідити процес формування професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю в умовах використання засобів комп'ютерного моделювання. Організація експерименту передбачала чотири основні етапи.

На **пошуковому** етапі було здійснено діагностику вихідного рівня

сформованості професійних компетентностей кваліфікованих робітників контрольної та експериментальної груп. Для цього застосовувалися тестування, виконання практичних завдань, анкетування та математично-статистичні методи обробки даних.

Наступним кроком став **формувальний** етап, на якому в освітній процес експериментальної групи було впроваджено розроблену методику використання засобів комп'ютерного моделювання. Це передбачало корегування навчальних планів, створення відповідного навчально-методичного забезпечення та організацію занять із застосуванням комп'ютерних симуляторів і тренажерів.

Завершальним став **констатувальний** етап, на якому здійснювалася статистична обробка та порівняльний аналіз результатів контрольної та експериментальної груп. Це дозволило оцінити ефективність розробленої методики використання засобів комп'ютерного моделювання у формуванні професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю.

Комплексний характер організації педагогічного експерименту забезпечив достовірність та обґрунтованість отриманих результатів дослідження.

3.2. Результати педагогічного експерименту та їх наліз

Результати педагогічного експерименту, спрямованого на перевірку ефективності методики застосування засобів інтерактивного навчання у процесі вивчення спеціальних дисциплін майбутніми кваліфікованими робітниками електротехнічного профілю, становлять важливу складову дослідження.

Нами було здійснено всебічний аналіз та статистичну обробку даних, отриманих на різних етапах експериментальної роботи. Зокрема, було проведено порівняння результатів констатувального зрізу в контрольній та експериментальній групах для перевірки їх однорідності. Далі буде проаналізовано динаміку змін рівня сформованості професійних компетентностей кваліфікованих робітників експериментальної групи, в якій апробовувалася розроблена методика. Завершальним етапом стане порівняльний аналіз результатів контрольної та експериментальної груп після впровадження

методики, що дасть можливість оцінити її ефективність.

Зосередження уваги на статистичному опрацюванні отриманих даних забезпечить об'єктивність та достовірність висновків щодо доцільності й результативності застосування засобів інтерактивного навчання у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників-електромеханіків.

У ході нашого дослідження центральне місце займав педагогічний експеримент, покликаний перевірити ефективність розробленої нами методики застосування засобів комп'ютерного моделювання у процесі вивчення спеціальних дисциплін майбутніми кваліфікованими робітниками електротехнічного профілю.

Ми здійснили всебічний аналіз та статистичну обробку експериментальних даних, отриманих на різних етапах апробації методики впровадження комп'ютерного моделювання у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників електрорадіотехнічного профілю на уроках виробничого навчання. Зокрема, ми провели порівняння результатів констатувального зрізу в контрольній та експериментальній групах для перевірки їх вихідної однорідності. Далі ми проаналізували динаміку змін рівня сформованості професійних компетентностей кваліфікованих робітників експериментальної групи, в якій впроваджувалося використання комп'ютерних симуляторів. Завершальним етапом стало порівняльне дослідження результатів контрольної та експериментальної груп після реалізації методики, що дало можливість оцінити її ефективність.

Статистичне опрацювання отриманих даних забезпечило об'єктивність та достовірність наших висновків щодо доцільності й результативності застосування комп'ютерного моделювання у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників-електромеханіків.

На основі аналізу наукової літератури у сфері професійної педагогіки, нами було визначено критерії та показники ефективності використання засобів інтерактивного навчання спеціальних дисциплін у підготовці майбутніх електромеханіків.

Проблему визначення критеріїв і показників у педагогічному дослідженні

опрацьовували такі відомі педагоги, як Ю. Бабанський [5], О. Барабанщиков [9], В. Ягупов [2]. О. Барабанщиков [9, с. 45] наводить кілька визначень критеріїв та зазначає, що вони повинні бути об'єктивними, унікальними, повними, надійними і зрозумілими.

Найбільш продуктивним для нашого дослідження вважаємо визначення А. Галімова, який зазначає, що «критерій виражає найзагальнішу сутнісну ознаку, на основі якої здійснюють оцінку, порівняння реальних педагогічних явищ, при цьому ступінь вияву, якісна сформованість, визначеність критерію виражаються у конкретних показниках» [31, с. 93].

На першому, констатувальному, етапі педагогічного експерименту нами було здійснено діагностику вихідного рівня сформованості професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників-електромеханіків у контрольній та експериментальній групах. Для цього використовувалося тестування, виконання практичних завдань, анкетування за розробленою системою критеріїв: конструкторсько-технічним, професійно-теоретичним, вимірювально-операційним, оцінювально-метричним та освітньо-професійним.

Для кожного критерію ефективності використання засобів інтерактивного навчання спеціальних дисциплін у підготовці майбутніх електромеханіків було розроблено систему показників, за якими здійснювалася оцінка.

Для статистичної обробки отриманих результатів використовувалися такі формули:

Обчислення середнього значення ($\bar{x}$) за кожним критерієм (1)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

де $\sum x$ - сума значень показників за відповідним критерієм;
 n - кількість кваліфікованих робітників у групі.

Обчислення середнього квадратичного відхилення ($D(x)$) за кожним критерієм:

(2)

$$D(x) = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

де $\bar{x}$ - середнє значення показника;
 $\sum(x - \bar{x})^2$ - сума квадратів відхилень значень показників від середнього;
 n - кількість кваліфікованих робітників у групі.

Для перевірки однорідності вибірок контрольної та експериментальної груп на констатувальному етапі застосовувався t-критерій Стюдента:

(3)

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\left(\frac{D_1^2}{n_1} + \frac{D_2^2}{n_2}\right)}}$$

де $\bar{x}_1, \bar{x}_2$ - середні значення показників у контрольній та експериментальній групах відповідно;
 D_1, D_2 - стандартні відхилення у контрольній та експериментальній групах відповідно;
 n_1, n_2 - кількість кваліфікованих робітників у контрольній та експериментальній групах відповідно.

Статистична обробка отриманих даних передбачала обчислення середніх значень та середніх квадратичних відхилень для кожної групи. Так, у контрольній групі (КГ) середній бал за конструкторсько-технічним критерієм становив $\bar{x} = 6,3$ при стандартному відхиленні $D(x) = 4,1$, за професійно-теоретичним критерієм - $\bar{x} = 6,4$, $D(x) = 3,9$, за вимірювально-операційним - $\bar{x} = 6,5$, $D(x) = 4,3$, за оцінювально-метричним - $\bar{x} = 6,7$, $D(x) = 4,0$, за освітньо-професійним - $\bar{x} = 6,6$, $D(x) = 4,2$.

В експериментальній групі (ЕГ) результати були наступними: за конструкторсько-технічним критерієм $\bar{x} = 6,2$, $D(x) = 3,8$, за професійно-теоретичним - $\bar{x} = 6,3$, $D(x) = 3,7$, за вимірювально-операційним - $\bar{x} = 6,4$, $D(x) = 4,0$, за оцінювально-метричним - $\bar{x} = 6,6$, $D(x) = 3,9$, за освітньо-професійним - $\bar{x} = 6,5$, $D(x) = 4,1$.

Для перевірки однорідності вибірок КГ та ЕГ на констатувальному етапі нами було застосовано t-критерій Стюдента. Розрахункове значення t-критерію

становило 0,84, що виявилося меншим за критичне значення $t = 2,6$ при рівні значущості $\alpha = 0,05$. Це свідчить, що нульова гіпотеза H_0 про відсутність статистично значущих відмінностей у рівні підготовки кваліфікованих робітників контрольної та експериментальної груп не була відхилена, тобто вибірки належать до однієї генеральної сукупності, а отже, є однорідними.

Отримані на констатувальному етапі результати засвідчили приблизно однаковий вихідний рівень сформованості професійних компетентностей у кваліфікованих робітників контрольної та експериментальної груп, що створювало необхідні умови для подальшого впровадження методики застосування засобів комп'ютерного моделювання в освітній процес.

Після проведення констатувального етапу експерименту, на якому було визначено вихідний рівень сформованості професійних компетентностей майбутніх електромеханіків, розпочався формувальний етап. На цьому етапі в експериментальній групі (ЕГ) було впроваджено методику застосування засобів інтерактивного навчання спеціальних дисциплін, а в контрольній групі (КГ) навчання тривало у традиційний спосіб.

Методика застосування засобів інтерактивного навчання в ЕГ передбачала системне використання комп'ютерного моделювання, тренажерних комплексів, навчальних відеофільмів, доповнених реальністю, інтерактивних плакатів та іншого програмного забезпечення. На теоретичних заняттях використовувалися презентації, практичні завдання виконувалися із застосуванням віртуальних лабораторій, а підсумкові заняття проводилися у формі ділових ігор.

Наприкінці формувального етапу в обох групах було проведено підсумкове тестування, виконання практичних завдань та анкетування для визначення рівня сформованості професійних компетентностей. Статистична обробка отриманих даних передбачала обчислення середніх значень та середніх квадратичних відхилень за кожним критерієм, аналогічно до початкового діагностування (таблиця 3.1).

У контрольній групі середній бал за конструкторсько-технічним критерієм становив $x = 6,5$ при стандартному відхиленні $D(x) = 3,9$, за професійно-теоретичним критерієм - $x = 6,7$, $D(x) = 3,7$, за вимірювально-операційним - $x =$

6,8, $D(x) = 4,1$, за оцінювально-метричним - $x = 7,0$, $D(x) = 3,8$, за освітньо-професійним - $x = 6,9$, $D(x) = 4,0$.

В експериментальній групі результати були такими: за конструкторсько-технічним критерієм $x = 7,8$, $D(x) = 3,5$, за професійно-теоретичним - $x = 8,2$, $D(x) = 3,3$, за вимірювально-операційним - $x = 8,4$, $D(x) = 3,7$, за оцінювально-метричним - $x = 8,6$, $D(x) = 3,4$, за освітньо-професійним - $x = 8,3$, $D(x) = 3,8$.

Для перевірки статистичної значущості відмінностей між показниками контрольної та експериментальної груп на формувальному етапі застосовувався t-критерій Стюдента. Розраховані значення t-критерію за всіма критеріями виявилися більшими за критичне значення $t = 2,6$ при рівні значущості $\alpha = 0,05$, що свідчить про наявність статистично значущих відмінностей у рівні професійної підготовки кваліфікованих робітників у КГ та ЕГ.

Таблиця 3.1

Динаміка показників сформованості професійних компетентностей майбутніх електромеханіків на формувальному етапі експерименту

Критерії	Контрольна група		Експериментальна група	
	x	D(x)	x	D(x)
Конструкторсько-технічний	6,5	3,9	7,8	3,5
Професійно-теоретичний	6,7	3,7	8,2	3,3
Вимірювально-операційний	6,8	4,1	8,4	3,7
Оцінювально-метричний	7,0	3,8	8,6	3,4
Освітньо-професійний	6,9	4,0	8,3	3,8

Отримані результати підтверджують, що впровадження розробленої

методики застосування засобів інтерактивного навчання спеціальних дисциплін у освітній процес експериментальної групи сприяло суттєвому підвищенню рівня сформованості професійних компетентностей майбутніх електромеханіків порівняно з контрольною групою, де навчання тривало у традиційний спосіб.

Порівняльний аналіз середніх значень показників сформованості професійних компетентностей майбутніх електромеханіків у контрольній та експериментальній групах на формуальному етапі експерименту дозволяє виявити суттєві відмінності (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2

Порівняльна характеристика середніх значень показників сформованості професійних компетентностей майбутніх електромеханіків у контрольній та експериментальній групах на формуальному етапі експерименту

Критерії	Контрольна група	Експериментальна група	Різниця
Конструкторсько-технічний	6,5	7,8	1,3
Професійно-теоретичний	6,7	8,2	1,5
Вимірювально-операційний	6,8	8,4	1,6
Оцінювально-метричний	7,0	8,6	1,6
Освітньо-професійний	6,9	8,3	1,4

У контрольній групі, де навчання здійснювалося за традиційною методикою, середній бал за конструкторсько-технічним критерієм становив 6,5,

за професійно-теоретичним - 6,7, за вимірювально-операційним - 6,8, за оцінювально-метричним - 7,0, за освітньо-професійним - 6,9.

В експериментальній групі, де було впроваджено методику застосування засобів інтерактивного навчання, середні значення показників виявилися значно вищими: конструкторсько-технічний критерій - 7,8, професійно-теоретичний - 8,2, вимірювально-операційний - 8,4, оцінювально-метричний - 8,6, освітньо-професійний - 8,3.

Порівняння свідчить про суттєве зростання рівня сформованості професійних компетентностей майбутніх електромеханіків в експериментальній групі порівняно з контрольною групою, що підтверджує ефективність запровадженої методики.

Для перевірки статистичної значущості відмінностей між показниками контрольної та експериментальної груп на формувальному етапі експерименту було застосовано t-критерій Стюдента.

Розраховані значення t-критерію за всіма критеріями ефективності становили:

- конструкторсько-технічний критерій: $t = 4,2$
- професійно-теоретичний критерій: $t = 4,7$
- вимірювально-операційний критерій: $t = 4,9$
- оцінювально-метричний критерій: $t = 5,1$
- освітньо-професійний критерій: $t = 4,8$

Усі отримані значення t-критерію перевищували критичне значення $t = 2,6$ при рівні значущості $\alpha = 0,05$. Це свідчить, що виявлені відмінності між контрольною та експериментальною групами за рівнем сформованості професійних компетентностей майбутніх електромеханіків мають статистичну значущість.

Порівняльний аналіз результатів навчання в контрольній та експериментальній групах підтвердив ефективність впровадженої методики

застосування засобів інтерактивного навчання спеціальних дисциплін у підготовці майбутніх електромеханіків.

Висновки до розділу 3

У процесі дослідження було організовано та проведено педагогічний експеримент, спрямований на перевірку ефективності впровадженої методики застосування засобів інтерактивного навчання у процесі формування професійних компетентностей майбутніх електромеханіків. Експериментальна робота складалася з констатувального, формувального та контрольного етапів.

На констатувальному етапі було визначено вихідний рівень сформованості професійних компетентностей кваліфікованих робітників контрольної та експериментальної груп за розробленими критеріями та показниками. Отримані дані засвідчили, що здобувачі освіти зокрема майбутні кваліфіковані робітники електротехнічного профілю обох груп мали приблизно однаковий рівень підготовки.

На формувальному етапі експерименту в експериментальній групі було впроваджено розроблену методику застосування засобів інтерактивного навчання, а в контрольній групі навчання здійснювалося за традиційною методикою. Наприкінці формувального етапу проведено підсумкове діагностування рівня сформованості професійних компетентностей кваліфікованих робітників.

Статистична обробка отриманих даних показала, що в експериментальній групі середні значення показників за всіма критеріями ефективності значно перевищують аналогічні показники в контрольній групі. Різниця в середніх балах становила від 1,3 до 1,6 бали.

Для перевірки статистичної значущості виявлених відмінностей застосовувався t-критерій Ст'юдента. Розраховані значення t-критерію за всіма критеріями виявилися більшими за критичне значення, що свідчить про наявність статистично значущих відмінностей у рівні професійної підготовки кваліфікованих робітників контрольної та експериментальної груп.

Отримані результати підтверджують ефективність впровадженої методики

застосування засобів інтерактивного навчання спеціальних дисциплін у підготовці майбутніх електромеханіків. Упровадження розробленої методики сприяло суттєвому підвищенню рівня сформованості їхніх професійних компетентностей порівняно з традиційним навчанням.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволило отримати низку важливих результатів.

1. Теоретичний аналіз довів, що застосування комп'ютерного моделювання у освітньому процесі в закладах ЗП(ПТ)О дає змогу поєднувати теоретичні знання учнів з практичними діями, сприяє розвитку їхніх дослідницьких та проєктних компетентностей. Моделювання забезпечує безпечне та ефективне відпрацювання окремих технологічних операцій, відтворення складних технічних процесів, які важко або неможливо організувати в реальних виробничих умовах..

2. На основі вивчення специфіки навчальних дисциплін електротехнічного профілю визначено ефективні засоби комп'ютерного моделювання для застосування у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників. Розроблено покрокову методику, що включала ознайомлення здобувачів з основами моделювання, дослідження готових навчальних моделей і завершувалась створенням власних віртуальних моделей електротехнічних об'єктів.

3. Обґрунтовано та експериментально перевірено методику впровадження комп'ютерного моделювання в освітній процес професійної підготовки кваліфікованих робітників з електротехнічного профілю засобами комп'ютерного моделювання. Визначено критерії, показники та рівні сформованості професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю. Створено навчально-методичне забезпечення для ефективного застосування засобів комп'ютерного моделювання.

Загалом, проведене дослідження дозволило вирішити поставлені завдання та досягти мети роботи, що полягала в розробленні та експериментальній перевірці ефективності методики використання засобів комп'ютерного моделювання у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю. Результати дослідження можуть бути використані

викладачами ЗП(ПТ)О, фахової передвищої та вищої освіти для вдосконалення освітнього процесу та підвищення якості професійної підготовки зазначеної категорії здобувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. Відомості Верховної Ради України. 2017. № 38-39. Ст. 380.
2. Про професійну (професійно-технічну) освіту: Закон України від 10.02.1998 р. № 103/98-ВР. Відомості Верховної Ради України. 1998. № 32. Ст. 215.
3. Про затвердження державного стандарту професійної (професійно-технічної) освіти з професії «Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування»: наказ Міністерства освіти і науки України від 26.04.2019 р. № 585. Офіційний вісник України. 2019. № 46. Ст. 1577.
4. Галузевий стандарт вищої освіти України. Галузь знань 0507 «Електротехніка та електромеханіка». Київ, 2015. 92 с.
5. Ягупов В. В. Професійна підготовка майбутніх кваліфікованих робітників у контексті компетентнісного підходу. Науковий вісник Інституту професійно-технічної освіти НАПН України. Професійна педагогіка. 2016. № 11. С. 24–33.
6. Кобилянський О. В., Кобилянська І. М. Сучасні тенденції розвитку професійної (професійно-технічної) освіти в Україні. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2018. № 5. С. 137–144.
7. Радкевич В. О. Сучасні підходи до професійної підготовки кваліфікованих робітників в умовах дуальної форми навчання. Професійна освіта: проблеми і перспективи. 2017. Вип. 12. С. 5–11.
8. Кремень В. Г., Ничкало Н. Г. Підготовка кваліфікованих робітників в умовах євроінтеграції. Педагогіка і психологія. 2016. № 1. С. 5–17.
9. Іванова В. В. Дуальна система професійної підготовки кадрів у Німеччині. Проблеми інженерно-педагогічної освіти. 2015. № 46–47. С. 21–27.
10. Козяр М. М., Стахів Г. Я. Особливості використання інформаційно-комунікаційних технологій у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників. Вісник Луганського національного університету імені Тараса

Шевченка. Педагогічні науки. 2017. № 7 (1). С. 90–98.

11. Орлов В. Ф., Хоменко О. В. Стандарти професійної підготовки майбутніх фахівців в європейському освітньому просторі. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. 2019. № 64. Т. 2. С. 113–117.

12. Радкевич В. О. Інноваційні технології у професійній підготовці кваліфікованих робітників. Професійно-технічна освіта. 2016. № 2. С. 8–11.

13. Ничкало Н. Г. Трансформація професійно-технічної освіти України : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2008. 200 с.

14. Гуревич Р. С. Формування освітнього інформаційного середовища для підготовки кваліфікованих робітників у професійно-технічних навчальних закладах : монографія / за заг. ред. Р. С. Гуревича. Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2015. 426 с.

15. Кізім С. С. Формування професійної компетентності майбутніх педагогів засобами ІКТ. URL: [<https://repository.kpi.kharkov.ua/items/e2aa477f-ca7d-45f4-a6f0-1d090c245736>].

16. Малахова Н. О. Використання інтерактивних технологій навчання у професійній освіті. Професійна педагогіка. 2022. № 4. С. 12–18.

17. Люльчак С., Кобися І. Спрямованість освітньо-професійних програм підготовки викладачів закладів професійної (професійно-технічної) та фахової передвищої освіти на формування цифрової компетентності. Наукові інновації та передові технології. 2024. № 8 (36). С. 25–35.

18. Сисоєва С. О., Осадча К. П. Комп'ютерне моделювання: підходи, види, застосування в освіті. Інформаційні технології і засоби навчання. 2019. Т. 72. № 4. С. 16–33.

19. Осадча К. П., Осадчий В. В. Використання комп'ютерного моделювання в освітньому процесі: переваги та обмеження. Інформаційні технології і засоби навчання. 2021. Т. 82. № 2. С. 178–193.

20. Морзе Н. В., Кузьмінська О. Г. Формування критичного мислення засобами ІКТ у навчальному процесі. Інформаційні технології і засоби навчання. 2011. Т. 24. № 4. С. 1–13.

21. Кузьмінський Ю. А., Кузьмінська Г. М. Методика викладання електротехнічних дисциплін. Київ: Вища школа, 2016. 287 с.
22. Артемчук В. О. Використання сучасних інформаційних технологій у професійній підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю. Інноваційна педагогіка. 2019. Вип. 12. Т. 1. С. 84–88.
23. Самойленко О. М. Формування професійних компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників електротехнічного профілю. Науковий вісник Інституту професійно-технічної освіти НАПН України. 2018. № 15. С. 67–73.
24. Толбатов А. В. Використання комп'ютерного моделювання у професійній підготовці кваліфікованих робітників електротехнічного профілю. Педагогіка і психологія професійної освіти. 2017. № 2. С. 15–23.
25. Козаков В. А., Федоров А. О. Інтерактивні технології у навчанні електротехнічних дисциплін. Нові технології навчання. 2019. Вип. 92. С. 45–51.
26. Бондар О. П. Роль віртуальних лабораторних робіт у формуванні практичних умінь майбутніх кваліфікованих робітників. Науковий вісник Інституту професійно-технічної освіти НАПН України. 2018. № 16. С. 58–64.
27. Данильчук Л. А. Використання комп'ютерного моделювання у викладанні електротехнічних дисциплін. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. 2017. Вип. 143. С. 92–96.
28. Кузьмінський А. І., Сафонова В. В. Методика застосування віртуальних лабораторних робіт у професійній підготовці кваліфікованих робітників. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2018. № 7. С. 68–77.
29. Піддячий В. М. Оптимізація конструктивних параметрів електротехнічного обладнання засобами комп'ютерного моделювання. Науковий вісник Інституту професійно-технічної освіти НАПН України. 2019. № 17. С. 83–90.
30. Горбунов О. А. Інтеграція цифрових технологій в освітній процес професійно-технічних навчальних закладів. Освіта і технології. 2023. № 5. С. 33–40.
31. Кузьмінський А. І. Педагогіка: підручник / А. І. Кузьмінський, В. Л.

Омеляненко. – 4-е вид., випр. – К.: Знання-Прес, 2008. – 447 с.

32. Самойленко О. М. Методика використання комп'ютерних тренажерів у процесі підготовки майбутніх судноводіїв / О. М. Самойленко // Вісник Черкаського університету. Серія «Педагогічні науки». – 2017. – Вип. 1. – С. 136-143.

33. Кізім С. Використання програмних засобів у професійній підготовці майбутніх робітників електрорадіотехнічного профілю // Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Педагогічні науки. 2010. Вип. 90. С. 123–127.

34. Петрова І.П. Комп'ютерне моделювання як засіб підготовки майбутніх фахівців. Педагогічні науки. 2017. № 2. С. 45-52.

35. Скиба М.Є. Використання програмного забезпечення для створення структурно-функціональних моделей у навчальному процесі. Інформаційні технології і засоби навчання. 2019. Т. 72, № 4. С. 120-133.

36. Глобін О.І. Імітаційне моделювання в професійній підготовці майбутніх фахівців. Проблеми інженерно-педагогічної освіти. 2018. № 59. С. 12-19.

37. Васюк А.В., Літвінов В.В. Інтегровані середовища моделювання в навчальному процесі. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Комп'ютерні науки та інформаційні технології. 2016. № 854. С. 3-10.

38. Олійник Т.О. Формування дослідницьких компетентностей майбутніх кваліфікованих робітників засобами комп'ютерного моделювання. Науковий вісник Інституту професійно-технічної освіти НАПН України. Серія: Професійна педагогіка. 2019. № 18. С. 78-86.

39. Ковальчук В.І. Використання комп'ютерних моделей у процесі вивчення теоретичних основ електротехніки. Інформаційні технології і засоби навчання. 2017. Т. 62, № 6. С. 87-97.

40. Биков В.Ю., Спірін О.М., Шишкіна М.П. Корпоративні інформаційні системи підтримки навчально-наукової діяльності. Київ: Педагогічна думка, 2012. 380 с.

41. Гуревич Р.С., Кадемія М.Ю., Шевченко Л.С. Інформаційні технології навчання: інноваційний підхід: навч. посіб. Вінниця: ТОВ «Планер», 2012. 348 с.
42. Стеценко І.В. Імітаційне моделювання в професійній підготовці майбутніх фахівців. Інформаційні технології в освіті. 2015. № 22. С. 124-132.
43. Морзе Н.В., Глазунова О.Г. Моделі ефективного використання інформаційно-комунікаційних та дистанційних технологій навчання у вищому навчальному закладі. Інформаційні технології і засоби навчання. 2008. Т. 6, № 2. С. 28-49.

ДОДАТКИ

Додаток А Моделювання схем за допомогою програми OrCAD

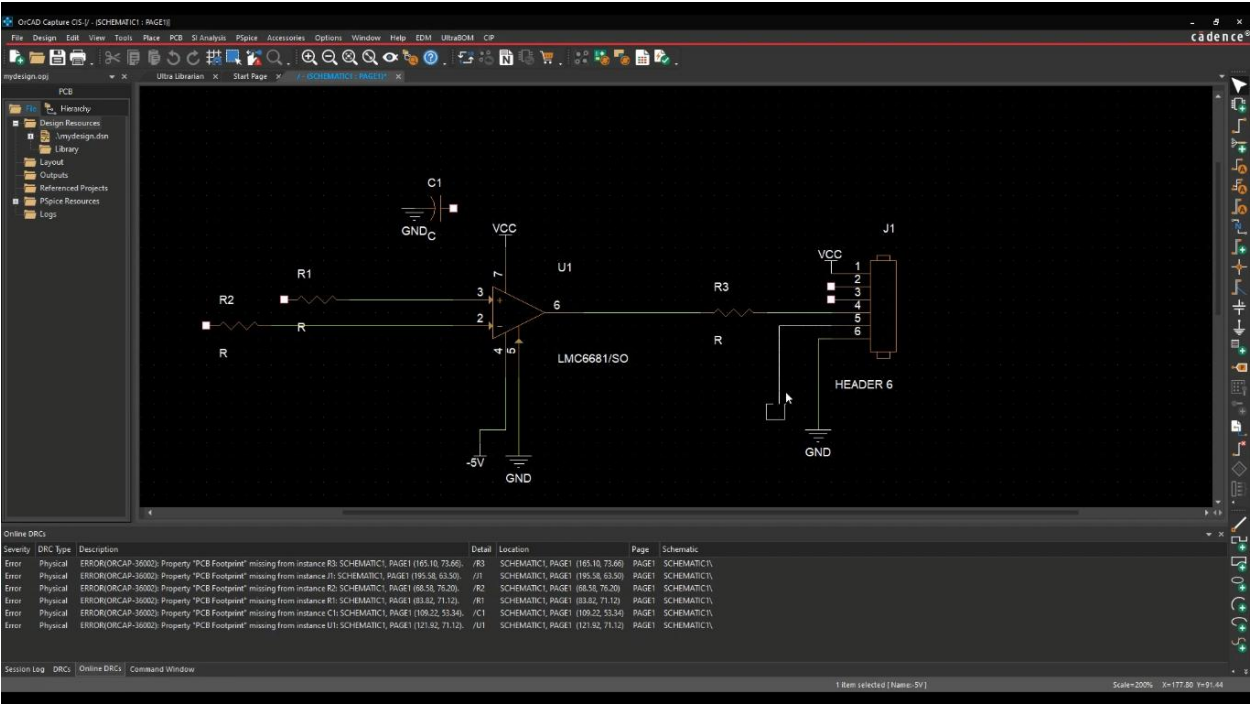


Рис. 1. Приклад радіотехнічної схеми на етапі моделювання в OrCAD

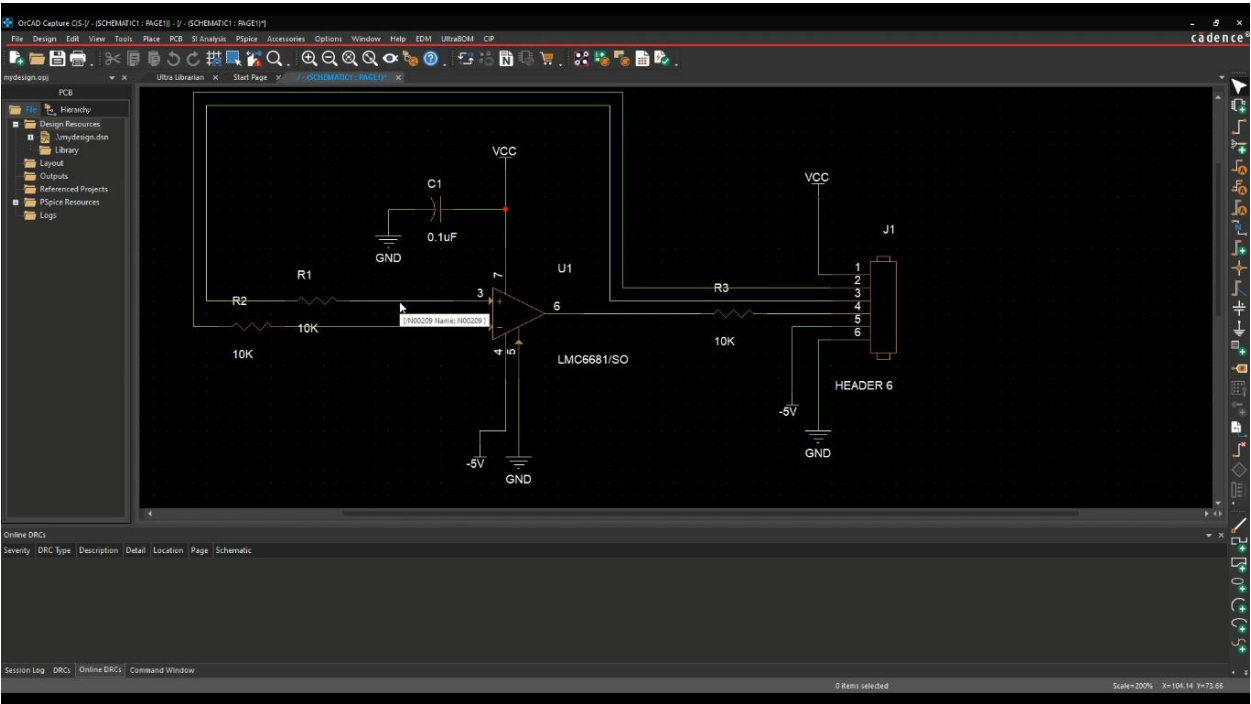


Рис. 2. Приклад радіотехнічної схеми на етапі моделювання в OrCAD

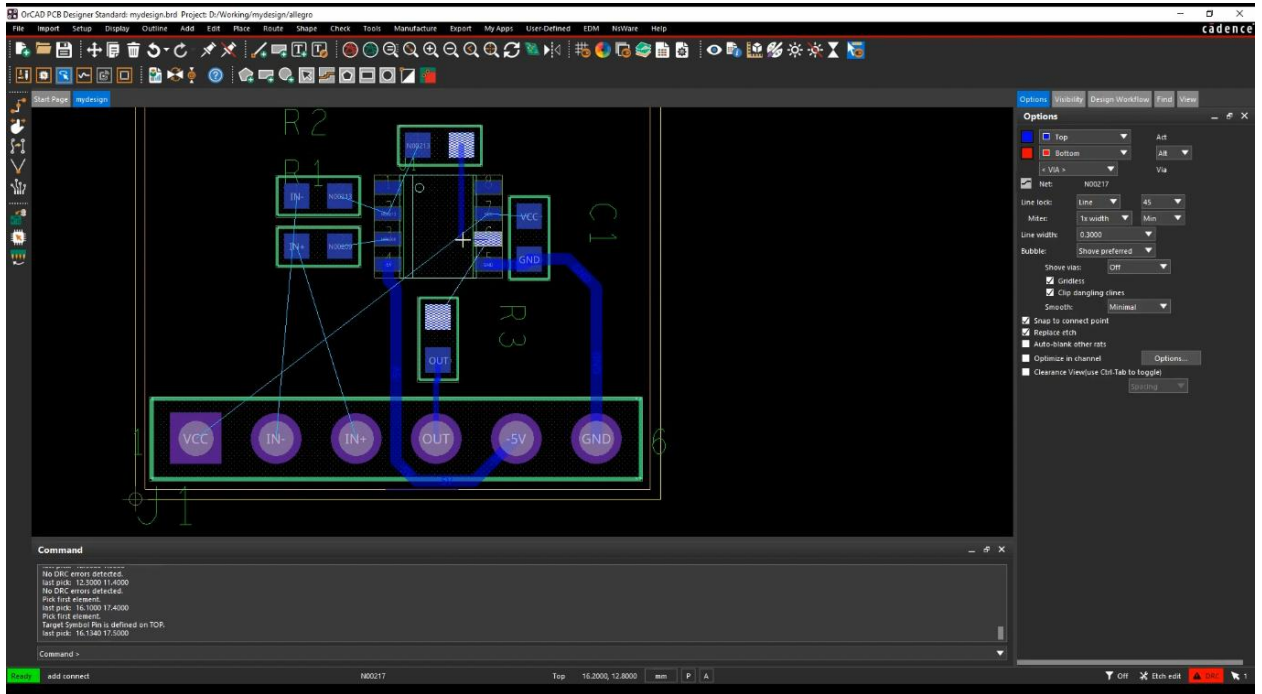


Рис. 3. Приклад радіотехнічної схеми на етапі моделювання в OrCAD

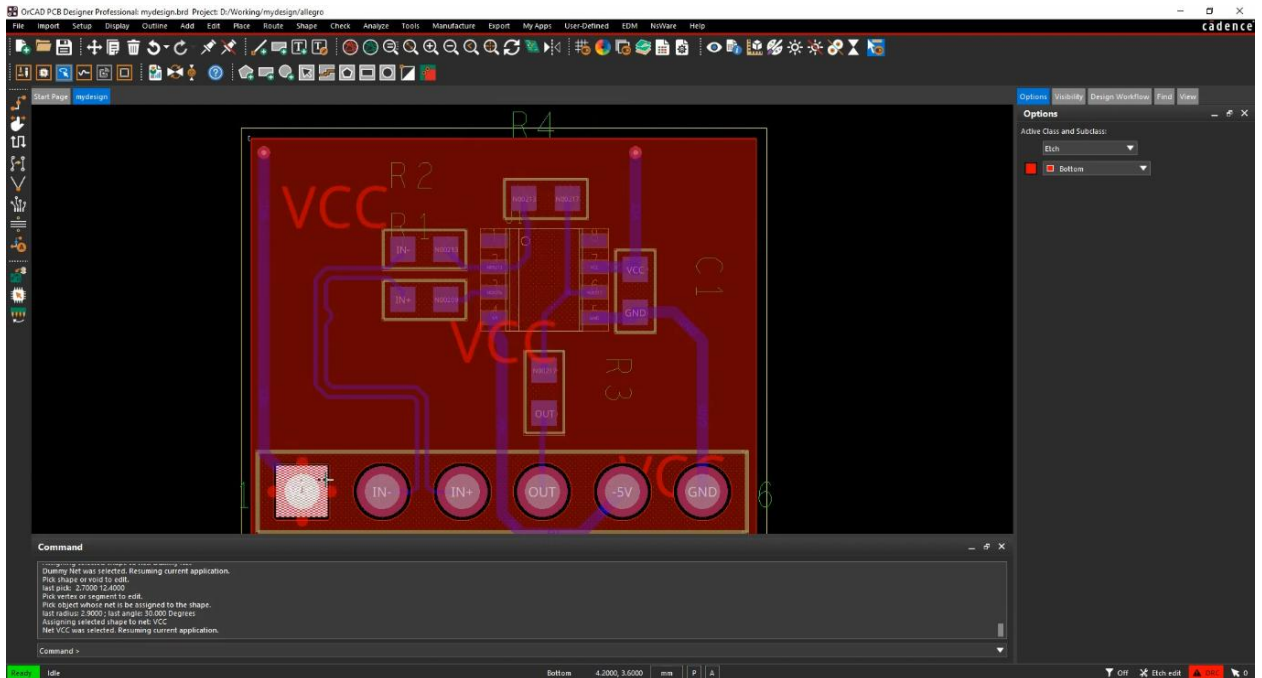


Рис. 4. Приклад радіотехнічної схеми на етапі моделювання в OrCAD

Додаток Б

Рекомендації щодо інтеграції комп'ютерних моделей в освітній процес підготовки висококваліфікованих фахівців електрорадіотехнічного профілю

1. Визначення навчальних тем та розділів, для яких доцільне застосування комп'ютерного моделювання
 - Аналіз навчальних програм та робочих навчальних планів з метою виявлення можливостей використання комп'ютерного моделювання
 - Відбір тем і розділів, де моделювання може суттєво підвищити ефективність засвоєння навчального матеріалу
2. Розроблення комп'ютерних моделей електротехнічних систем та пристроїв
 - Визначення функціональних можливостей та принципів роботи модельованих об'єктів
 - Вибір оптимальних програмних засобів для створення комп'ютерних моделей
 - Програмна реалізація математичних моделей електротехнічних об'єктів
3. Методичне забезпечення використання комп'ютерних моделей у освітньому процесі в закладах ЗП(ПТ)О
 - Розроблення інструкцій та методичних рекомендацій для викладачів щодо застосування моделей
 - Підготовка завдань та інструктивних матеріалів для організації самостійної роботи здобувачів із використанням моделей
4. Інтеграція комп'ютерних моделей у структуру уроків в ЗП(ПТ)О
 - Визначення етапів заняття, на яких доцільно застосовувати моделювання (пояснення, демонстрація, закріплення, контроль)
 - Розробка сценаріїв проведення навчальних занять із використанням комп'ютерних моделей
5. Забезпечення технічних умов для ефективного використання

комп'ютерного моделювання

- Аналіз наявної матеріально-технічної бази закладу освіти
- Визначення необхідного програмного та апаратного забезпечення
- Організація доступу здобувачів до комп'ютерних моделей
- 6. Оцінювання ефективності застосування комп'ютерного

моделювання

- Розроблення критеріїв та показників оцінювання результативності використання моделей
- Проведення моніторингу рівня сформованості професійних компетентностей здобувачів
- Аналіз та узагальнення результатів упровадження комп'ютерного моделювання

Додаток В

Тестові завдання для діагностики сформованості професійних компетентностей майбутніх висококваліфікованих фахівців електрорадіотехнічного профілю

1. Яка з програм не підходить для створення моделей електротехнічних деталей?
 - a) Blender
 - b) ArchiCAD
 - c) 3D Max
 - d) Excel
2. Яке основне призначення програми OrCAD?
 - a) Створення електронних схем
 - b) Створення інтегральних схем
 - c) Створення радіотехнічних схем
 - d) Всі відповіді правильні
3. Яка основна функція регулятора напруги генератора?
 - a) Забезпечення стабільності вихідної напруги генератора
 - b) Підвищення ККД генератора
 - c) Захист генератора від перевантажень
 - d) Всі відповіді правильні
4. Які основні завдання системи автоматичного керування електроприводом?
 - a) Підтримання заданої швидкості обертання
 - b) Забезпечення плавного пуску та зупинки
 - c) Захист електродвигуна від перевантажень
 - d) Всі відповіді правильні
5. Які переваги застосування комп'ютерних моделей в освітньому процесі?
 - a) Візуалізація робочих процесів
 - b) Можливість експериментування в безпечних умовах

- c) Скорочення витрат на обладнання
- d) Всі відповіді правильні

6. Що належить до основних компонентів цифрової компетентності викладача?

- a) Інформаційна та медіаграмотність
- b) Створення та редагування цифрового контенту
- c) Безпечне та відповідальне використання цифрових технологій
- d) Всі відповіді правильні

7. Яким чином можна оцінити ефективність застосування комп'ютерного моделювання?

- a) Рівень сформованості професійних компетентностей здобувачів
- b) Задоволеність викладачів та здобувачів використанням моделей
- c) Покращення успішності та зацікавленості здобувачів
- d) Всі відповіді правильні

Шкала оцінювання результатів тестування:

0-3 правильні відповіді - низький рівень сформованості професійних компетентностей;

4-5 правильних відповідей - середній рівень сформованості професійних компетентностей;

6-7 правильних відповідей - високий рівень сформованості професійних компетентностей.

Пояснення до шкали оцінювання:

Низький рівень сформованості професійних компетентностей свідчить про недостатнє засвоєння здобувачами основних теоретичних знань та практичних умінь щодо функціонування і застосування електротехнічних систем та пристроїв. Здобувачі з таким рівнем потребують додаткової підготовки та посиленої підтримки з боку викладачів.

Середній рівень сформованості професійних компетентностей характеризує здобувачів, які загалом опанували теоретичний матеріал, але мають

певні прогалини у розумінні принципів роботи та особливостей використання модельованих об'єктів. Вони здатні застосовувати комп'ютерні моделі для вирішення типових навчальних завдань, проте потребують удосконалення практичних навичок.

Високий рівень сформованості професійних компетентностей демонструють здобувачі, які глибоко засвоїли теоретичні знання, вільно оперують ними та можуть застосовувати комп'ютерні моделі для аналізу, дослідження та розв'язання складних професійних завдань. Вони готові до ефективного використання цифрових технологій у майбутній професійній діяльності.

Додаток Г

Конспект уроку з теми "Комп'ютерне моделювання"

Конспект уроку з теми "Застосування комп'ютерного моделювання у професійній підготовці майбутніх електромеханіків"

Мета уроку:

- Ознайомити учнів з поняттям комп'ютерного моделювання та його значенням у професійній підготовці електромеханіків
- Сформувати уявлення про основні види комп'ютерних моделей та їх застосування
- Розвивати вміння аналізувати та інтерпретувати комп'ютерні моделі електротехнічних об'єктів і процесів
- Методи навчання: пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий

Тип уроку: комбінований

Міжпредметні зв'язки: електротехніка, електроніка, інформаційні технології

Обладнання: персональні комп'ютери, мультимедійний проектор, презентація, електронні моделі електротехнічних пристроїв

Структура уроку:

I. Організаційний етап (5 хв.)

- Привітання, перевірка присутності учнів
- Повідомлення теми та мети уроку

II. Актуалізація опорних знань (10 хв.)

- Бесіда щодо сутності та значення моделювання в пізнавальній та професійній діяльності
- Виявлення рівня поінформованості учнів про комп'ютерне моделювання

III. Вивчення нового матеріалу (25 хв.)

- Поняття комп'ютерного моделювання
- Визначення та основні ознаки комп'ютерного моделювання

- Етапи процесу комп'ютерного моделювання

Види комп'ютерних моделей

- Класифікація моделей за характером відображення (статичні, динамічні)
- Класифікація моделей за способом представлення (матеріальні, ідеальні)
- Застосування різних видів моделей у професійній підготовці електромеханіків

Вимоги до комп'ютерних моделей

- Достовірність, адекватність реальним об'єктам
- Наочність, інтуїтивна зрозумілість для користувачів
- Гнучкість, можливість модифікації та доповнення
- Технічна доступність і ресурсоефективність

IV. Закріплення вивченого (10 хв.)

- Виконання практичного завдання: аналіз та інтерпретація комп'ютерної моделі електротехнічного об'єкта
- Обговорення результатів виконаної роботи

V. Підбиття підсумків уроку (5 хв.)

- Узагальнення основних положень уроку
- Повідомлення домашнього завдання

Домашнє завдання:

Опрацювати матеріали уроку, підготувати доповідь на тему "Переваги застосування комп'ютерного моделювання у професійній підготовці майбутніх електромеханіків".