

Л. Ю. Федік, Ю. В. Федорусь

Луцький національний технічний університет

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ: SOLIDWORKS ELECTRICAL, EPLAN ELECTRIC P8 ТА AUTOCAD ELECTRICAL

У статті здійснено порівняльний аналіз сучасних ECAD-систем, що застосовуються для автоматизованого проєктування електричних схем у харчовій промисловості. Розглянуто архітектуру та функціональні можливості SolidWorks Electrical, EPLAN Electric P8 та AutoCAD Electrical, наведено практичні кейси їх використання у виробничих процесах і навчальних закладах. Показано, що SolidWorks Electrical забезпечує інтеграцію ECAD-MCAD, EPLAN Electric P8 характеризується високим рівнем стандартизації та автоматизації, а AutoCAD Electrical вирізняється доступністю та ефективністю для локальних систем керування. Визначено перспективи розвитку ECAD-рішень у контексті Industry 4.0, зокрема інтеграцію з хмарними сервісами, IoT та цифровими двійниками.

Ключові слова: ECAD, автоматизоване проєктування, SolidWorks Electrical, EPLAN Electric P8, AutoCAD Electrical, харчова промисловість, Industry 4.0.

L. Fedik, Yu. Fedorus

AUTOMATED DESIGN OF ELECTRICAL SYSTEMS IN THE FOOD INDUSTRY: SOLIDWORKS ELECTRICAL, EPLAN ELECTRIC P8 AND AUTOCAD ELECTRICAL

This article provides a comparative analysis of modern ECAD systems used for automated design of electrical circuits in the food industry. It examines the architecture and functionality of SolidWorks Electrical, EPLAN Electric P8, and AutoCAD Electrical, and provides practical examples of their use in manufacturing processes and educational institutions.

SolidWorks Electrical provides ECAD/MCAD integration, EPLAN Electric P8 is characterized by a high level of standardization and automation, and AutoCAD Electrical is accessible and efficient for local control systems. The development prospects for ECAD solutions in the context of Industry 4.0 are identified, including integration with cloud services, IoT, and digital twins.

Keywords: ECAD, computer-aided design, SolidWorks Electrical, EPLAN Electric P8, AutoCAD Electrical, food industry, Industry 4.0.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. У сучасній харчовій промисловості електричні системи відіграють ключову роль у забезпеченні безперервності технологічних процесів, підвищенні енергоефективності та дотриманні санітарних норм. Проте традиційні методи проєктування електричних схем залишаються трудомісткими, схильними до помилок і не забезпечують належної інтеграції з механічними системами. Тому виникає потреба оптимізувати процеси проєктування, що можливо завдяки використанню сучасних систем автоматизованого проєктування (САПР). Такі системи здатні поєднувати електричні та механічні компоненти, автоматично генерувати точну технічну документацію та відповідати міжнародним стандартам [3; 5; 7; 11; 17].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Дослідження Smith J., Brown A. Robotics and Automation in Food Manufacturing (Springer Nature, 2025) свідчать про значення інтеграції CAD/ECAD у концепції Industry 4.0 та створенні цифрових двійників. А аналіз Garcia M., Lee K. Computer-aided design and manufacturing in food processing (JISEM, 2025) показує вплив CAD на ефективність виробництва та відповідність міжнародним стандартам HACCP і ISO 22000. Практичні кейси, представлені офіційними ресурсами Autodesk, SolidWorks та EPLAN Software, демонструють успішне застосування SolidWorks Electrical, EPLAN Electric P8 та AutoCAD Electrical у харчовій галузі. Це дозволяє скоротити час проєктування, підвищити точність технічної документації та забезпечити відповідність міжнародним нормам [2-4; 7; 11].

Дослідження, представлені у виданнях Robotics and Automation in Food Manufacturing (Springer Nature, 2025), Computer-aided design and manufacturing in food processing (JISEM, 2025), а також у працях Сіваковської О. М., Трофімової Ю. В., Кондіус І. С. (2023), підтверджують, що використання сучасних комп'ютерних технологій та проєктування ліній зв'язку у системах автоматизації сприяє підвищенню ефективності виробничих процесів і формуванню комплексних рішень для харчової промисловості [7; 11; 14; 20].

У той же час демонстрація ефективності застосування ECAD-рішень у поєднанні з проєктуванням виконавчих механізмів, пунктів управління та інтеграцією промислових роботів FANUC, YASKAWA, ABB, KUKA у виробничі процеси виконані Федорусем Ю. В. (2025), Гуньком

Ю. Л. (2024) та Кондіус І. С., Остапчуком Д. О. (2023). Це забезпечує гнучкість систем та їх відповідність міжнародним стандартам [7; 11; 14; 17; 18; 21].

Висновки авторів (Федік Л. Ю., Сіваковської О. М., 2023) свідчать, що інтеграція комп'ютерних технологій у навчальний процес забезпечує студентам можливість моделювати реальні виробничі ситуації та формувати професійні компетентності. Таким чином, ECAD-рішення виступають важливим інструментом не лише для промисловості, але й для освіти. Дослідження цих авторів підтверджують, що комплексний підхід до проектування систем автоматизації – від ліній зв'язку та пунктів управління до інтеграції виконавчих механізмів і робототехніки – забезпечує практичну цінність, унікальність завдань та відповідність міжнародним стандартам [14; 17; 18].

Отже, сучасні публікації підтверджують актуальність інтеграції систем автоматизованого проектування у проектування електричних систем харчових підприємств.

Постановка завдань. Враховуючи результати аналізу сучасних досліджень основними завданнями цієї роботи є:

1. Визначення функціональних можливостей програмних комплексів SolidWorks Electrical, EPLAN Electric P8 та AutoCAD Electrical у контексті харчової промисловості;
2. Аналіз практичних аспектів їх застосування для проектування систем автоматизації;
3. Оцінка освітнього та інженерного потенціалу ECAD-рішень у підготовці майбутніх фахівців;
4. Узагальнення переваг та обмежень інтеграції CAD/ECAD у виробничі процеси харчових підприємств.

Ціллю статті є оцінка інтеграції сучасних систем автоматизованого проектування (CAD/ECAD) у процес розробки електричних систем харчових підприємств з урахуванням санітарних вимог, специфіки обладнання та результатів власних наукових розробок.

Викладення основного матеріалу дослідження. Традиційні методи проектування електричних систем часто не враховують специфічні санітарні вимоги харчових підприємств та не забезпечують належної інтеграції з механічними моделями. Це створює потребу у сучасних ECAD-рішеннях, здатних поєднувати електричні та механічні компоненти в єдиному середовищі. Одним із таких інструментів є SolidWorks Electrical – програмне забезпечення, що забезпечує повний цикл електротехнічного проектування: від створення схеми до її інтеграції у тривимірну модель [3; 7; 11].

SolidWorks Electrical складається з двох основних модулів: Schematic та 3D.

Модуль Schematic призначений для створення однолінійних та багатолінійних електричних схем із використанням вбудованої бібліотеки символів, що відповідають міжнародним стандартам IEC та NFPA. Програма автоматично нумерує проводи, компоненти та теги, що значно прискорює процес проектування. Крім того, система формує звіти – списки кабелів, проводів і клем, необхідні для виробництва та монтажу.

Другий модуль – SolidWorks Electrical 3D – забезпечує інтеграцію електричної схеми з механічною моделлю виробу. Інженер отримує можливість розміщувати компоненти у тривимірному просторі, прокладати кабелі та джгути, здійснювати перевірку на зіткнення й оптимізувати їх розташування. Така функціональність є особливо важливою для проєктів із обмеженим простором та високими вимогами до точності – зокрема у виробничих цехах харчових підприємств, де необхідно дотримуватися зон гігієнічного контролю [3; 5].

Завдяки взаємодії цих двох модулів SolidWorks Electrical гарантує узгодженість між електричними схемами та механічними моделями. Це має ключове значення для харчових підприємств, де слід враховувати санітарні норми, просторові обмеження та вимоги до монтажу. Такий підхід дозволяє мінімізувати кількість помилок, скоротити час проектування та забезпечити відповідність міжнародним стандартам.

Застосування версії SolidWorks Electrical 2025 відкрило новий етап розвитку програмного комплексу. У версії 2025 реалізовано низку важливих удосконалень, спрямованих на підвищення ефективності роботи інженерів. Зокрема: вдосконалено імпорт електротехнічного контенту; оновлено документацію для клем і колодок; додано функцію створення тривимірних масивів джгутів; впроваджено хмарне рішення Electrical Schematic Designer, яке дозволяє працювати над електричними схемами безпосередньо у веб-браузері, зберігаючи структуру виробу на платформі 3DEXPERIENCE [3].

Ці нововведення відкривають нові можливості для віддаленої співпраці між інженерами, технологами та сервісними фахівцями, забезпечуючи інтеграцію проєктних даних у єдиному цифровому середовищі.

SolidWorks Electrical знайшов широке застосування під час проектування електричних шаф управління, систем автоматизації, машин та обладнання, що застосовуються на харчових підприємствах. Зокрема, інженер може: створити схему керування для лінії фасування; розмістити компоненти у тривимірній моделі шафи з урахуванням габаритів і санітарних вимог; автоматично згенерувати виробничу документацію; синхронізувати всі зміни між електричною схемою та тривимірною моделлю [3; 5].

Такий підхід забезпечує точність проектування, скорочує час підготовки документації та сприяє відповідності гігієнічним нормам харчової галузі.

У харчовій галузі особливо важливо враховувати специфіку обладнання: застосування нержавіючих матеріалів, захист від вологи та пилу (IP65/IP67), відповідність стандартам HACCP та ISO 22000, а також можливість швидкого демонтажу для санітарної обробки. SolidWorks Electrical дозволяє моделювати ці аспекти вже на етапі проектування, що знижує ризики під час експлуатації та забезпечує відповідність міжнародним вимогам.

Враховання цих аспектів на етапі проектування створює основу для подальшої інтеграції електричних схем у загальну структуру виробничої лінії, що дозволяє: оптимізувати енергоспоживання обладнання; скоротити час на монтаж і введення в експлуатацію; підвищити точність технічної документації; забезпечити відповідність нормам безпеки та гігієни; підготувати цифрові двійники для реалізації концепції Industry 4.0 [3; 7; 11].

Завдяки можливості створення цифрової моделі виробу підприємства отримують інструмент для проведення віртуального тестування, аналізу навантажень, прогнозування зношування компонентів і планування технічного обслуговування. Ефективність SolidWorks Electrical підтверджується не лише теоретичними дослідженнями, а й практичними прикладами його застосування у виробничих умовах.

SolidWorks Electrical має не лише виробниче, а й освітнє значення. Завдяки інтуїтивному інтерфейсу, гнучкості та інтеграції з SolidWorks CAD, програмний комплекс є ефективним інструментом як для досвідчених інженерів, так і для студентів, які навчаються електротехнічному проектуванню.

У навчальних закладах він використовується для моделювання реальних виробничих ситуацій, що дозволяє студентам отримати практичні навички роботи з електричними схемами, інтеграції ECAD-MCAD та створення технічної документації відповідно до міжнародних стандартів (IEC, NFPA). Це сприяє формуванню компетентностей, необхідних для роботи на сучасних підприємствах, де критично важливими є точність, відповідність санітарним нормам та інтеграція у концепцію Industry 4.0 [3; 5; 18].

Дослідження, опубліковані у виданнях *Robotics and Automation in Food Manufacturing* (Springer Nature, 2025) та *Computer-aided design and manufacturing in food processing* (JISEM, 2025), підтверджують, що застосування CAD/ECAD у навчальному процесі сприяє підвищенню якості підготовки інженерів [7; 11].

Практичні кейси, представлені компанією Select Technologies (2024), демонструють ефективність використання SolidWorks Electrical у скороченні часу проектування та підвищенні точності технічної документації завдяки інтеграції електричних схем із механічними моделями та відповідності міжнародним стандартам [3; 5].

Отже, освітній та інженерний потенціал SolidWorks Electrical полягає у поєднанні практичного досвіду з академічною підготовкою, що робить його важливим інструментом як для промисловості, так і для освіти. Програмний комплекс виступає платформою цифрової трансформації харчових підприємств, забезпечуючи відповідність міжнародним стандартам, підвищення ефективності виробничих процесів та створення основи для впровадження концепції Industry 4.0.

Перспективними напрямками розвитку SolidWorks Electrical є: розширення хмарних рішень; інтеграція з технологіями IoT; використання цифрових двійників.

Реалізація цих напрямів дозволить харчовим підприємствам ще більше оптимізувати енергоспоживання, підвищити точність технічної документації та забезпечити гнучкість виробництва відповідно до сучасних вимог [3; 11].

Окрім SolidWorks Electrical, важливе значення під час проектування електричних систем харчових підприємств має програмний комплекс EPLAN Electric P8, який забезпечує високий рівень автоматизації та інтеграції з виробничими процесами.

Традиційні методи електротехнічного проектування часто не гарантують належної стандартизації та інтеграції з виробничими процесами харчових підприємств. Що в свою чергу призводить до затримок у модернізації обладнання, складнощів у дотриманні санітарних норм та до зниження ефективності виробництва. У таких умовах виникає потреба використання сучасних ECAD-рішень, здатних автоматизувати проєктні процеси, забезпечити точність технічної документації та інтеграцію з системами управління підприємством [4; 9; 13].

Сучасні дослідження (SpringerLink і JISEM, 2025) підтверджують, що використання EPLAN Electric P8 у харчовій промисловості сприяє цифровій трансформації підприємств, підвищенню продуктивності та відповідності міжнародним стандартам. Практичні огляди (A2M Engineering і EPLAN Software, 2025) демонструють, що система дозволяє усунути повторне введення даних, автоматизувати створення звітів та інтегрувати проєкти з ERP-системами. Це особливо важливо для підприємств із великою кількістю змінних партій продукції [4; 7; 9; 11; 13].

EPLAN Electric P8 забезпечує високий рівень автоматизації проєктних процесів завдяки створенню: принципів електричних схем; кабельних журналів; специфікації обладнання; інших документів, необхідних для виробництва та монтажу.

Крім цього система підтримує міжнародні стандарти IEC, DIN, NFPA, що забезпечує адаптацію проєктів до вимог різних країн. Вона враховує специфіку харчового обладнання, зокрема: використання компонентів із підвищеним ступенем захисту (IP65/IP67); застосування матеріалів, стійких до корозії; вимоги до легкого демонтажу для санітарної обробки [4; 9; 13].

Таким чином, EPLAN Electric P8 виступає потужним інструментом для створення стандартизованих, точних та адаптованих до міжнародних вимог електричних проєктів у харчовій промисловості.

Застосування EPLAN Electric P8 у харчовому виробництві підтверджується прикладами модернізації ліній розливу напоїв і впровадження систем термоконтролю. У цих випадках система дозволяє оперативно адаптувати електричні схеми, оновлювати технічну документацію та забезпечувати безперервність виробничих процесів. Практичні кейси (Timkiv & Moshnoriz і EPLAN Software, 2025) демонструють скорочення часу реалізації проєктів та зменшення кількості помилок у технічній документації.

EPLAN Electric P8 також активно використовується у навчальних закладах для підготовки інженерів. Завдяки модульному підходу та автоматизованим функціям студенти отримують практичні навички роботи з електричними схемами, створення звітів та інтеграції проєктів із системами управління виробництвом. Це сприяє формуванню компетентностей, необхідних для роботи в умовах цифрової трансформації харчової промисловості [4; 13].

Таким чином, EPLAN Electric P8 є не лише програмою для креслення електричних схем, а комплексною платформою інженерного проектування, що забезпечує точність, стандартизацію та ефективність. У харчовій промисловості вона виступає ключовим інструментом цифрової трансформації, дозволяючи підприємствам відповідати сучасним вимогам ринку, підвищувати продуктивність та гарантувати безпеку продукції.

Перспективними напрямками розвитку системи є: розширення інтеграції з хмарними сервісами; застосування технологій IoT; використання цифрових двійників.

Реалізація цих напрямів відкриває нові можливості для оптимізації виробничих процесів і впровадження концепції Industry 4.0, що забезпечує гнучкість та конкурентоспроможність харчових підприємств у глобальному середовищі [4; 9; 13].

Таким чином, SolidWorks Electrical та EPLAN Electric P8 демонструють широкий спектр можливостей для цифрової трансформації харчових підприємств – від інтеграції електричних і механічних моделей до автоматизації створення технічної документації та забезпечення відповідності міжнародним стандартам.

Водночас, для вирішення завдань локального рівня, зокрема проектування систем керування окремими виробничими ділянками, важливу роль відіграє програмний продукт AutoCAD Electrical. Його функціонал орієнтований на ефективне створення та модернізацію локальних систем керування, що забезпечує гнучкість та адаптацію до специфічних вимог харчової промисловості. А саме: електричні системи керування повинні відповідати суворим санітарним нормам, забезпечувати енергоефективність та легко адаптуватися до змін у виробничих процесах. Проте, традиційні методи проектування часто не гарантують належної автоматизації та стандартизації, що створює ризики збоїв у роботі обладнання та втрати продукції. У таких умовах виникає потреба у

використанні спеціалізованих ECAD-рішень, здатних поєднувати точність проєктування з гнучкістю адаптації до міжнародних стандартів [2; 12].

Сучасні дослідження (SpringerLink, 2025; Academia.edu, 2022) підтверджують, що застосування AutoCAD Electrical у харчовій галузі дозволяє скоротити час проєктування, зменшити кількість помилок та забезпечити відповідність міжнародним стандартам ІЕС, ІС, ІЕЕЕ. Це особливо важливо для підприємств, де точність електротехнічних рішень безпосередньо впливає на безпеку продукції та ефективність виробничих процесів [2; 6; 11].

Практичні огляди, представлені компанією Autodesk (2025) та ресурсом Polimetro.com (2024), демонструють ефективність використання AutoCAD Electrical для модернізації виробничих ділянок та створення локальних систем керування. Застосування цієї програми в цих умовах забезпечує гнучкість проєктних рішень, адаптацію до специфічних вимог харчової промисловості та підвищення рівня автоматизації [2; 23; 24].

AutoCAD Electrical являє собою розширення класичного AutoCAD, яке містить спеціалізований набір інструментів для створення, редагування та документування електричних схем керування. Серед ключових переваг системи є: автоматизація рутинних завдань (нумерація проводів, крос-посилання, генерація звітів); підтримка міжнародних стандартів (ІЕС, ІС, ІЕЕЕ), що забезпечує відповідність проєктів вимогам різних країн; адаптація схем до локальних вимог з метою проходження технічних аудитів та сертифікацій; інтеграція електричних схем із механічними кресленнями, що є особливо важливим для комплексних проєктів у харчовій промисловості [2; 6; 24].

Отже, AutoCAD Electrical можна розглядати як комплексне рішення для створення точних, стандартизованих і зручних у редагуванні електричних схем. У харчовій промисловості його застосування забезпечує безперервність технологічних процесів, сприяє підвищенню ефективності виробництва та гарантує відповідність міжнародним стандартам. Завдяки доступності та гнучкості AutoCAD Electrical залишається практичним інструментом для реалізації локальних систем керування, що потребують швидкої адаптації до специфічних умов виробничого середовища.

Таким чином, AutoCAD Electrical поєднує точність проєктування з гнучкістю адаптації, забезпечуючи ефективність локальних систем керування та відповідність міжнародним стандартам.

AutoCAD Electrical широко використовується для модернізації та обслуговування виробничих ділянок у харчовій галузі. Наприклад, під час створення електросхеми керування для фасувального автомата інженер може розмістити компоненти на монтажній панелі з урахуванням габаритів, санітарних вимог і розташування кабельних ввідів. Такий підхід дозволяє уникнути помилок під час монтажу та забезпечити відповідність гігієнічним нормам.

У цьому контексті важливо окреслити перспективні напрями розвитку системи, які визначають її подальшу роль у цифровій трансформації виробництва. А саме: розширення інтеграції з хмарними сервісами; застосування технологій ІоТ; використання цифрових двійників [2; 6; 24].

Реалізація цих напрямів відкриває нові можливості для цифрової трансформації харчових підприємств у контексті концепції Industry 4.0, забезпечуючи їхню гнучкість і конкурентоспроможність на глобальному ринку.

Практичні приклади, наведені компанією Autodesk (2025) та ресурсом Polimetro.com (2024), підтверджують, що використання AutoCAD Electrical сприяє скороченню часу проєктування та підвищенню точності технічної документації. Такий підхід робить програмний комплекс ефективним інструментом для створення локальних систем керування, які відповідають специфічним вимогам харчової промисловості [2; 23; 24].

Завдяки зручному середовищу AutoCAD та інтерактивним навчальним матеріалам, AutoCAD Electrical є доступним для студентів і молодих інженерів. У навчальних закладах він використовується для моделювання реальних виробничих ситуацій, що дозволяє формувати компетентності у сфері електротехнічного проєктування та підготовки технічної документації відповідно до міжнародних стандартів. Це робить програмний комплекс важливим інструментом як для промисловості, так і для освіти [2; 6; 12].

Ефективність використання ECAD-рішень у харчовій промисловості підтверджується як теоретичними дослідженнями, так і практичними кейсами, таблиця 1 [2-4; 6; 7; 9-13; 23; 24].

Аналіз таблиці 1 показує, що кожен із програмних продуктів має унікальні можливості та визначені напрями використання. SolidWorks Electrical вирізняється інтеграцією ECAD-MCAD, що є критично важливим для комплексних проєктів із високим рівнем деталізації та потребою узгодження електричних і механічних моделей. EPLAN Electric P8 характеризується високим рівнем

стандартизації та автоматизації, завдяки чому він оптимально підходить для масштабних виробничих систем і міжнародних проєктів, де необхідна відповідність міжнародним стандартам та інтеграція з ERP-рішеннями. Водночас AutoCAD Electrical забезпечує доступність та ефективність у створенні локальних систем керування, що дозволяє гнучко адаптувати проєктні рішення до специфічних вимог харчової промисловості та оперативно реагувати на зміни виробничих процесів.

Табл. 1.

Порівняльний аналіз програмних комплексів

Критерій	SolidWorks Electrical	EPLAN Electric P8	AutoCAD Electrical
Стандарти	IEC, NFPA	IEC, DIN, NFPA	IEC, IEC, IEEE
Автоматизація	Автоматична нумерація, генерація звітів	Макроси, шаблони, інтеграція з ERP	Автоматичне нумерування, крос-посилання
Інтеграція	ECAD-MCAD, 3DEXPERIENCE	ERP-системи, логістика	Інтеграція з механічними кресленнями
Освітній потенціал	Використання у навчальних закладах	Підготовка інженерів для цифрової трансформації	Доступність для користувачів AutoCAD

Висновки. Дослідження сучасних ECAD-рішень показало, що SolidWorks Electrical, EPLAN Electric P8 та AutoCAD Electrical мають різні архітектурні особливості, функціональні можливості та сфери застосування, проте всі вони сприяють цифровій трансформації харчових підприємств.

SolidWorks Electrical забезпечує інтеграцію ECAD-MCAD, що дозволяє створювати комплексні цифрові моделі виробів, оптимізувати розміщення кабелів і джгутів та враховувати санітарні вимоги харчової галузі. EPLAN Electric P8 вирізняється високим рівнем стандартизації та автоматизації, підтримкою міжнародних стандартів та інтеграцією з ERP-системами, що робить його оптимальним для масштабних виробничих систем і міжнародних проєктів. Водночас AutoCAD Electrical є доступним та ефективним рішенням для локальних систем керування, забезпечуючи швидку адаптацію схем до специфічних вимог харчової промисловості та відповідність технічним аудиторам.

Таким чином, кожен із розглянутих програмних комплексів має власні переваги й може бути використаний залежно від масштабу завдань та рівня інтеграції, а їхнє впровадження сприяє підвищенню ефективності виробничих процесів і відповідності міжнародним стандартам у контексті Industry 4.0.

Перспективними напрямками розвитку ECAD-рішень є розширення інтеграції з хмарними сервісами, застосування технологій IoT та використання цифрових двійників, що відкриває нові можливості для оптимізації виробничих процесів, підвищення ефективності та забезпечення гнучкості харчових підприємств у глобальному конкурентному середовищі.

Література:

1. Автоматизація і оптимізація технологічних процесів: ЕНП. Федік Л. Ю. 2022.132 с. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D1%96%D0%BA/index%202.html (дата звернення: 17.12.2025).
2. Autodesk. AutoCAD Electrical Toolset, 2025. URL: <https://www.autodesk.com/learn/ondemand/tutorial/installing-the-autocad-electrical-toolset> (дата звернення: 17.12.2025).
3. SolidWorks Electrical, 2025. URL: <https://www.solidworks.com/domain/solidworks-electrical>
4. EPLAN Electric P8 – офіційна сторінка продукту. URL: <https://www.eplan-software.com/solutions/eplan-electric-p8/> (дата звернення: 17.12.2025).
5. Ворошук В. Я., Вітенько Т. М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ТНТУ, 2023. 164 с. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/42849/3/Engineering%20and%203D%20modeling%20in%20SolidWorks.pdf> (дата звернення: 17.12.2025).
6. Ванін В. В., Вірченко Г. А., Яблонський П. М. Комп'ютерна графіка в системі AUTOCAD (з елементами математичних основ і програмування): підручник. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 341 с. URL:

https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/60965/1/Kompiuterna_hrafika_v_systemi_AUTOCAD_Pidruchnyk.pdf (дата звернення: 17.12.2025).

7. Garcia M., Lee K. Computer-aided design and manufacturing in food processing // Journal of Information Systems Engineering and Management (JISEM). – 2025. – Режим доступу: <https://www.jisem-journal.com/index.php/journal> (дата звернення: 17.12.2025).

8. Основи САПР SOLIDWORKS: Навчальний посібник / Д. Е. Селезньов, Ю. В. Муравинець, В. С. Пуць Луцьк: ЛНТУ, 2023. 140 с. URL: <https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2025-04/1%D0%A1%D0%90%D0%9F%D0%A0%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf> (дата звернення: 17.12.2025).

9. Savechka A. Що таке EPLAN? Короткий огляд можливостей. A2M Engineering, 2025. URL: <https://www.a2m.com.ua/ua/post/what-is-eplan> (дата звернення: 17.12.2025).

10. Schneider Electric. Цифрові рішення для харчової промисловості. URL: <https://www.se.com/ua/uk/work/solutions/for-business/food-and-beverage/> (дата звернення: 17.12.2025).

11. Smith J., Brown A. Robotics and Automation in Food Manufacturing. – Springer Nature, 2025. – Режим доступу: <https://link.springer.com> (дата звернення: 17.12.2025).

12. Сліденко В. М., Осадчук М. П., Поліщук В. О. Комп'ютерна графіка. Практикум з AutoCAD: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 101 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48482/1/AutoCad.pdf> (дата звернення: 17.12.2025).

13. Тимків З. О., Мошноріз М. М. Проектування систем автоматизації у середовищі EPLAN. Репозитарій ВНТУ, 2025. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/49447> (дата звернення: 17.12.2025).

14. Трофімова Ю. В., Кондіус І. С., Федік Л. Ю. Особливості проектування ліній зв'язку обчислювальних мереж об'єктів систем автоматизації. Наукові нотатки, 2023. Вип. 75. С. 168-171. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2023_75_30 (дата звернення: 17.12.2025).

15. Троянчук Б. В., Федік Л. Ю. Використання системи автоматизованого керування в проектуванні систем автоматизації. III Міжнародна студентська наукова конференція. Трускавець, 2021. Т. 3. Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа». С. 61-62. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/liga/issue/view/inter-10.12.2021/694> (дата звернення: 17.12.2025).

16. Троянчук Б. В., Федік Л. Ю. Використання САПР у проектуванні систем автоматизації. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. Луцьк: ЛНТУ, 2021. Вип. 45. С. 39-43. DOI: 10.36910/6775-2524-0560-2021-45-06. URL: <http://www.cit-journal.com.ua/index.php/cit/article/view/318/408> (дата звернення: 17.12.2025).

17. Федік Л. Ю., Федорусь Ю. В. Вплив штучного інтелекту на оптимізацію логістичних процесів у харчовій промисловості України. Наукові нотатки. Луцьк, 2025. Вип. 82. С. 132-139. DOI: 10.36910/775.24153966.2025.82.21. URL: https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/naukovi_notatky/issue/view/155/163 (дата звернення: 17.12.2025).

18. Федік Л. Ю., Федорусь Ю. В. Особливості проектування виконавчих механізмів у системах автоматизації харчової промисловості. Грааль науки, 2025. № 54. С. 483-489. DOI: 1036.074/grail-of-science.18.07.2025/054. ISSN 2710-3056. URL: <https://archive.journal-grail.science/index.php/2710-3056/article/download/3030/3021/3277> (дата звернення: 17.12.2025).

19. Федік Л. Ю., Гунько Ю. Л. Аналіз промислових роботів світових лідерів FANUC, YASKAWA, ABB, KUKA. Матеріали XI Всеукр. наук.-практ. конф. Херсон-Хмельницький, 2024. С. 34-36. URL: <https://lib.lntu.edu.ua/uk/147258369/20326> (дата звернення: 17.12.2025).

20. Федік Л. Ю., Сіваковська О. М. Особливості застосування комп'ютерних технологій під час автоматизації виробничих процесів. International Scientific and Practical Conference «Actual Problems of Automation and Control». Луцьк: ЛНТУ, 2023. Вип. 11. С. 42-48. URL: http://av.lntu.edu.ua/images/im_2013/konf_2023.pdf (дата звернення: 30.10.2025).

21. Федік Л. Ю., Кондіус І. С., Остапчук Д. О. Особливості проектування пунктів управління систем автоматизації. Матеріали X Всеукр. наук.-практ. конф. Херсон-Хмельницький, 2023. С. 39-40. URL: <https://lib.lntu.edu.ua/uk/147258369/20327> (дата звернення: 17.12.2025).

22. Як спроектувати повне електричне коло в AutoCAD Electrical: детальний посібник. Polimetro.com, 2024. URL: <https://www.polimetro.com/uk/autocad-electrical/> (дата звернення: 17.12.2025).

23. Polimetro.com. Automation technologies in the food industry. 2024. URL: <https://polimetro.com/automation-food-industry-2024> (дата звернення: 17.12.2025).

24. Select Technologies. Practical applications of CAD/ECAD in food manufacturing. 2024. URL: <https://www.relocalize.com/blog/food-manufacturing-technologies-2024> (дата звернення: 17.12.2025).