

**Вказівки для виконання курсового проєкту з дисципліни
“Проектування комп'ютеризованих систем електропостачання та
енергозбереження”
(завдання, вимоги до оформлення, інструкція до виконання розділів)**

Загальна інформація

Виконання курсового проєкту направлене на практичне засвоєння вмій та знань, що відповідають ключовим загальним та спеціальним компетентностям, а також результатам навчання дисципліни “Проектування комп'ютеризованих систем електропостачання та енергозбереження”:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

K17. Здатність розробляти проєкти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

K22. Здатність застосовувати положення теорії автоматичного керування для аналізу, синтезу та реалізації алгоритмів управління комп'ютеризованими енергетичними системами

K23. Здатність розробляти проєкти комп'ютеризованих систем управління технологічними процесами енергетичних об'єктів на базі мікропроцесорної техніки, систем релейного захисту та автоматики.

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР19 Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПР21. Вміти розробляти проєкти комп'ютеризованих систем управління технологічними процесами енергетичних об'єктів на базі мікропроцесорної техніки, систем релейного захисту та автоматики.

Основний зміст завдання

В курсовому проєкті необхідно

а) або розробити автоматизовану систему керування електричною схемою певного технологічного процесу на рівні локального керування ділянкою (лінією) виготовлення певної продукції або електричною частиною технологічного (технічного) устаткування, обладнання чи об'єкту,

б) або розробити автоматизовану систему керування схемою електроживлення відповідного підприємства чи енергетичного об'єкту (устаткування, лінії, цеху тощо).

В якості архітектурного підходу до апаратної реалізації локальної системи керування необхідно обрати мікропроцесорну (цифрову) систему керування з поелементним підходом до проектування (на основі окремих елементів).

Виконані розробки представити у вигляді пояснювальної записки об'ємом 30 – 60 сторінок та графічного матеріалу. Графічний матеріал представити на двох аркушах формату А1, на яких відтворити головний зміст виконаних розробок (узгоджується з керівником проекту).

Тему курсового проекту пропонує керівник з наявного переліку тем. При цьому здобувач має можливість обрати іншу тему з переліку або запропонувати свою, що відтворює його інтереси (наприклад, якщо він працює на певному виді виробництва, вивчав певний об'єкт автоматизації під час практик, працює над певною тематикою в рамках кваліфікаційної роботи тощо).

Загальна структура курсового проекту

Пояснювальна записка має наступну структуру:

- 1. Титульний аркуш.** Зразок наведено у додатку Б.
- 2. Анотація** (до 0,5 сторінки). В анотації коротко висвітлюється узагальнений зміст виконаних розробок: вказується об'єкт автоматизації, сутність задачі автоматизації, що розв'язується в проекті, а також виконані розробки (схеми, алгоритми, виконані розрахунки), що реалізують досягнення задачі автоматизації.
- 3. Зміст.** Містить перелік заголовків розділів, підрозділів, пунктів та підпунктів проекту із вказанням сторінок, де вони починаються.
- 4. Вступ** (1-2 сторінки). Дається загальна характеристика обраному об'єкту автоматизації (характеристика виробництва, технологічного процесу, продукції), відзначається його важливість та актуальність як предметної області для досліджень та розробок.
- 5. Змістовна частина проекту.**
- 6. Висновки** (до 1-2 сторінок). Наводяться підсумки виконаних розробок: вказується на досягнення поставленої мети, узагальнено описується зміст розроблених питань та результати, що досягаються за рахунок цього. Вказуються питання, що залишені для подальших розробок (досліджень).
- 7. Перелік використаних джерел.** Вказуються всі загальнодоступні інформаційні джерела, які були використані при виконанні розробок проекту (опубліковані в паперовому вигляді монографії, підручники, довідники, статті, періодичні видання, стандарти тощо, матеріали на електронних носіях чи в загальнодоступних комп'ютерних мережах).
- 8. Додатки** (при необхідності). Містять додаткову інформацію, що доповнює зміст записки, але яку або недоцільно розміщувати в змістовних розділах проекту (довідникові дані, додаткові ілюстрації, порівняльні таблиці параметрів елементів системи керування, проміжні розрахунки тощо), або яка оформлюється як окремі технічні документи (наприклад, схеми на форматі А3, перелік елементів тощо).

Основні вимоги до оформлення проєкту.

Записка виконується в комп'ютерному оформленні. Текст записки оформлюється шрифтом Times New Roman розміром 14 пунктів з полуторним інтервалом. Розміри полів обираються так, щоб між текстом та елементами оформлення аркуша залишалось не менше 0,5 см.

Записка до проєкту оформлюється на аркушах формату А4, які мають елементи оформлення технічного текстового документа: перший аркуш розділу “Зміст” – як перший аркуш текстового конструкторського документа (окреслююча рамка з основним написом за формою 2), наступні аркуші записки (до аркуша “Додатки”) містять окреслюючу рамку та основний напис за формою 2а. Креслення графічної частини або в додатках містять окреслюючу рамку, основний напис (головну таблицю) за формою 1 та інші передбачені стандартом елементи (графу 2б, “копіював”, “формат” тощо). Вигляд штампів (основних написів) наведено в додатку А.

Поле 1 (див. додаток А) призначене для найменування документа чи виробу. Тому в даному полі для креслень (схем) графічної частини або додатків, які оформлені як креслення, зазначається назва роботи та на наступному рядку назва креслення (схеми), наприклад “Схема електрична принципова”. Для текстових документів (пояснювальна записка курсових робіт та проєктів) зазначається назва теми роботи (проєкту), на наступному рядку «Пояснювальна записка».

Поле 2 призначене для позначення документа, тому в даному полі для пояснювальних записок, креслень (схем) графічної частини або додатків, які оформлені як креслення, наводять шифр згідно принципу шифрування, прийнятого в університеті.

Поле 3 (у основних написах конструкторських документах) призначене для позначення матеріалу деталі, тому заповнюється лише для креслень деталей.

Поле 4 призначене для найменування або коду організації, що випустила документ, тому в даній графі зазначається назва навчального закладу та навчальної групи, наприклад “Житомирська політехніка, гр. ЕТ-1”.

Розділи Анотація, Зміст, Вступ, Висновки та Перелік використаних джерел не нумеруються. Змістовні розділи нумеруються, починаючи з номеру 1. Кожен розділ записки починається з нової сторінки, назва розділу пишеться заглавними літерами з вирівнюванням по центру жирним стилем. Назви підрозділів, пунктів та підпунктів також виділяються жирним стилем, але друкуються з вирівнюванням по лівому краю, починаючи з великої літери.

Додатки розміщуються в записці, починаючи з аркуша, на якому вказується посередині слово “Додатки”. Розділ “Анотація” та аркуш “Додатки” містять лише окреслюючу рамку. Додатки нумеруються словом “Додаток” із наступним вказанням літери (наприклад “Додаток А”). При цьому посилання на додаток як на розділ або на складові додатку як розділу (в назвах малюнків, таблиць чи номерів формул) виконується зазначенням літери додатку (наприклад “в додатку А”, “на рис. Б.4”, “у формулі (Д.3)”).

Кожен малюнок, таблиця та (при необхідності) формула нумерується подвійною нумерацією (перший номер – номер розділу чи позначення додатку, другий номер – наскрізний в межах розділу чи додатку), наприклад “Рис. 1.5” (п'ятий малюнок в межах першого розділу), “Табл. А.1” (перша таблиця в додатку А), формула “(3.2)”. назва малюнка наводиться під малюнком, починаючи з слова “Рис.” (наприклад, “Рис. 2.1” або “Рис. 2.1. Технологічна схема”). назва таблиці наводиться над таблицею, починаючи зі слова “Таблиця” з вирівнюванням праворуч (Таблиця 2.1). Якщо таблиця

чи рисунок продовжується з наступної сторінки, вони підписуються як “Продовження рис. 2.1” (“Продовження табл. 2.1”) або “Закінчення рис. 2.1” (“Закінчення табл. 2.1”).

Крапки в кінці назв розділів, малюнків та таблиць не ставляться. Кожен малюнок та таблиця повинні мати посилання на них в тесті. Розміщуються малюнки та таблиці після їх першого згадування в тесті якомога ближче до нього. Згадування оформлюється наступним чином “...наведено на рис. 2.1” або “Структурна схема (рис. 2.1) містить...”. При згадуванні малюнка чи таблиці в тексті нижче їх наведення посилання на них доповнюються словом “див. ”, наприклад “...схема (див. рис. 2.1) складається...”.

Перелік використаних джерел потрібно представити у вигляді пронумерованого списку літературних та інших інформаційних джерел, що використовувались під час виконання завдань кваліфікаційної роботи, обсягом не менше 5 позицій. Це можуть бути підручники, посібники, журнали, онлайн підручники, онлайн посібники, онлайн журнали, статті, електронні каталоги. Наприклад:

1. Козлов В. Д., Захарченко В. П., Тачиніна О. М. Електрична частина станцій та підстанцій аеропортів: підручник. – К. : НАУ, 2018. – 312 с.
2. Вибір потужності електроприводу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://stud.com.ua/84229/tehnika/vibir_potuzhnosti_elektroprivodu
3. Освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/>

Критерії оцінювання виконання курсового проєкту

Курсовий проєкт оцінюється як окрема оцінка (максимум 100 балів), яка для формування результуючої оцінки (для додатку до диплома) усереднюється разом з оцінками за модуль 1 та модуль 2 відповідно до правил, визначених в університеті.

Оцінювання результатів виконання курсового проєкту здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Передбачено такі складові оцінки (відповідно до повноти та правильності виконаної складової завдання, а також відповіді на 2-3 питання при захисті проєкту, що розкривають зміст основних розділів проєкту):

Складова курсового проєкту	Кількість балів
Опис (технічна характеристика) об'єкту автоматизації	20
Визначення складу керованих та контрольованих параметрів, логіки контурів керування, розробка функціональної схеми автоматизації	15
Вибір елементів автоматики (датчиків, виконавчих механізмів/пристроїв), розробка структурної схеми системи керування	20
Вибір елементної бази мікропроцесорного контролера, розробка електричної принципової схеми системи керування (включаючи виконання самої схеми на графічному матеріалі)	20
Алгоритмічне забезпечення (Розробка алгоритму роботи мікроконтролера системи керування)	25
Виконання опціональних розділів (додатково)	(20)
Разом за виконання завдань курсового проєкту	100

Змістовна частина проекту містить наступні основні розділи:

1. Опис (технічна характеристика) об'єкту автоматизації.

1.1. Опис технічного об'єкта (технологічного процесу).

В розділі описується об'єкт керування (відповідно до обраної постановки задачі):
для постановки задачі 1:

- технологія виробництва;
- технічні характеристики, значення фізичних параметрів (тиск, температура, вологість), які треба дотримувати на стадіях ТП;
- топологічна (розміщення на території) схема виробництва або технічного об'єкту;
- схема або алгоритм, що ілюструє стадії технологічного процесу.

для постановки задачі 2:

- схема електроживлення (електропостачання) підприємства чи підстанції;
- характеристика устаткування, що передбачене схемою, його режими роботи, принципи та алгоритми керування ним

1.2. Опис існуючої установки/системи керування.

В розділі описується:

- принцип роботи існуючої установки;
- структурні, конструктивні частини, що складають існуючу установку та її систему керування;
- пульти керування та блоки індикації в існуючій установці, а також, що на них виводиться, та які параметри можна ними задавати і як;
- структурна блок схема існуючої установки; структурна/ функціональна/ електрична принципова схеми існуючої системи керування установкою або ТП;
- технічні характеристики окремих блоків (датчиків, перетворювачів, виконавчих механізмів, двигунів тощо), що застосовуються;
- опис автоматизованого робочого місця оператора (АРМ) існуючої АСК ТП (існуючі мнемосхеми, програми, що реалізують керування ТП за допомогою ЕОМ);
- алгоритми роботи існуючої установки (алгоритми роботи існуючої системи керування);
- алгоритми роботи оператора (методика роботи з установкою – алгоритми управління установкою, послідовність вмикання/вимикання та обслуговування).

1.3. Постановка задачі / Мета за задачі проекту.

Коротко вказується, що є об'єктом автоматизації.

Описуються недоліки існуючої системи керування (якщо вона є, інакше – вказується на доцільність її автоматизації), вказується, що не влаштовує в існуючій системі.

Вказується, що планується покращити в системі керування, наприклад:

- якщо об'єкт не автоматизований – автоматизувати;
- якщо система керування аналогова або застаріла – модернізувати, перевести на цифрове керування;
- якщо автоматизованим є регулювання фізичних параметрів на окремих етапах ТП, але загалом ТП вимагає участі оператора – автоматизувати перехід між стадіями ТП, автоматичне перемикання стадій ТП і таким чином підвищити рівень автоматизації, зменшити задіяність оператора;
- якщо рівень автоматизації достатній – збільшити функціональність системи керування, спростити конструкцію, зменшити собівартість, ввести системи сигналізації, покращити інтерфейс оператора, розробити мнемосхему ТП тощо;

Виконується вибір регульованих та контрольованих (тільки для спостереження і аналізу) параметрів ТП.

Дається коротка характеристика системи керування, яку планується розробити (описується її функціональність та особливості – коротко перераховується, що вона має забезпечувати в процесі роботи).

Вказується мета та наводяться задачі, що треба вирішити в роботі.

2. Розробка функціональної схеми автоматизації

2.1. Розробка ілюстративної схеми автоматизації / системи керування (при необхідності)

На основі технології виробництва, принципу роботи технічного об'єкту чи устаткування та необхідної функціональності системи керування може бути доцільним представлення ілюстративної схеми, що відтворює конструкцію об'єкту (устаткування), яка доповнена пристроями керування (датчиками та виконавчими механізмами), що внесені в конструкцію устаткування (обладнання). Така схема може містити як конструктивні елементи устаткування так і елементи електричних, гідравлічних, пневматичних схем.

2.2. Розробка функціональної схеми автоматизації.

Згідно відповідних стандартів виконується креслення функціональної схеми, що суміщає технологічну схему, матеріальні потоки в устаткуванні та стандартні позначення елементів автоматики (датчиків, виконавчих механізмів). Призначення схеми – вказати типи вимірюваних величин, спосіб їх вимірювання та керування ними, відповідних вимірювальних елементів та регулюючих (виконавчих) пристроїв, а також місць їх розташування.

3. Розробка структурної схеми системи керування.

3.1. Вибір закону керування.

Аналізується математична модель об'єкта, зміст фізичних процесів, що покладено в основу керування того чи іншого параметру, типи керованих величин та керуючих впливів на об'єкт (неперервні/дискретні), на основі чого обирається (з обґрунтуванням) тип закону керування для кожної керованої величини, що має бути реалізований регулятором.: В задачах регулювання неперервними величинами це або релейний, або один з неперервних (П, ПІ, ПІД) законів. Для задач дискретного керування (або в системах, що реалізують різні режими роботи чи стадії виконання технологічного процесу) також необхідно визначити логіку керування (принцип, послідовність переключення режимів тощо).

3.2. Вибір типів датчиків та виконавчих механізмів.

Обираються за вимогами технічного завдання (згідно проаналізованих параметрів, їх діапазонів зміни, вимог точності та чутливості тощо) типи або конкретні марки/моделі (останнє – по можливості) датчиків та виконавчих механізмів (наприклад, тип двигуна). При необхідності виконуються розрахунки.

3.3. Розробка структурної схеми системи керування.

На рівні місцевого контролера розробляється блок-схема всієї системи керування, що включає блоки датчиків, регулятора (зокрема для цифрової системи – блоки мікроконтролера, АЦП, ЦАП, перетворювачів, підсилювачів, реєстрів), пристроїв індикації та задатчиків (клавіатури), виконавчих механізмів, об'єкта, та інформаційно-енергетичні зв'язки між блоками.

Виконується опис, з яких блоків складається схема, та опис роботи схеми.

3.4. Розробка інтерфейсу оператора.

При необхідності розробляються зовнішній вигляд пультів керування та блоків індикації.

4. Розробка структурної схеми моделі системи керування (опціональний розділ).

4.1. Розробка структурної схеми моделі регулятора

Розробляється блок схема моделі регулятора (представляється у вигляді сукупності ланок з передаточними функціями), яка відтворює принцип функціонування регулятора.

Виконується опис, з яких блоків складається схема, та опис роботи схеми.

4.2. Розробка структурної схеми моделі всієї системи керування

Розробляється блок схема, що включає блоки-моделі (передаточні функції) всіх елементів системи керування, зокрема блоків регулятора, датчиків, моделі двигунів, моделі фізичних процесів, що відбуваються в технічному об'єкті.

Виконується опис, з яких блоків складається схема, та опис роботи схеми.

5. Розробка електричної принципової схеми системи керування

5.1. Вибір елементної бази

У випадку використання цифрових регуляторів виконується вибір серій мікросхем, вибір конкретних марок мікроконтролера, АЦП, ЦАП, підсилювачів, реєстрів, дешифраторів, комутаторів, індикаторів.

5.2. Розробка схеми електричної принципової регулятора/системи керування

Розробляється креслення схеми, де вказуються всі електричні зв'язки між елементами системи керування (з деталізацією до кожного окремого сигналу).

Виконується опис, з яких блоків складається схема, та опис роботи схеми.

6. Алгоритмічне забезпечення /Розробка алгоритму роботи системи керування

6.1. Розробка алгоритму роботи регулятора/мікроконтролера системи керування

Для цифрових регуляторів – розробляється блок схема алгоритму роботи мікроконтролера, для аналогових – послідовності всіх процесів, що є наслідком один іншого в роботі системи керування.

6.2. Розробка алгоритму дій оператора при роботі з системою керування (при необхідності)

Розробляється блок схема алгоритму, що ілюструє методику роботи з розробленою установкою людини-оператора.

7. Моделювання роботи розробленої системи (Експериментальна частина) або розрахунки (опціональний розділ)

Для повноцінної реалізації логіки роботи системи керування (законів керування) в задачах регулювання неперервними величинами необхідно а) підтвердити працездатність системи керування; б) визначити параметри (коефіцієнти) закону керування. Ці задачі можна виконувати або розрахунком їх на основі методів теорії автоматичного керування або виконуючи моделювання системи керування.

При першому підході виконуються розрахунки стійкості та показників якості (при необхідності перехідних процесів). В другому підході виконується моделювання, наприклад в середовищі Matlab. В останньому випадку виконується:

7.1. Розробка моделі для середовища Matlab (на основі розд. 4)

Наводиться схема моделі для середовища Matlab

7.2. Моделювання / Побудова перехідних процесів

Наводяться (з коментарями) знімки графіків перехідних процесів для різних (таких, що покривають діапазон регулювання) заданих значень керованих параметрів системи керування.

Також при необхідності можуть бути виконані розрахунки надійності, енергоспоживання системи керування.

Рекомендована література

1. Іщенко В.А. Електротехніка. – Житомир, ЖДТУ, 2010. – 268 с.
2. Будіщев М.С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник. – Львів: Афіша, 2001. – 424 с. – 59 прим.
3. Титаренко М.В. Електротехніка. – Житомир, ЖІТІ, 1999. – 224 с.
4. Малинівський С.М. Загальна електротехніка: Підручник. – Львів: Видавництво "Бескид Біт", 2003. – 640 с.
5. Бойко В.І., Жуйков В.Я., Зорі А.А., Співак В.М., Терещенко Т.О., Богдан В.О. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої : підручник. – К. : Освіта, 2010. – 480 с.
6. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я., Зорі А.А., Співак В.М. Схемотехніка електронних систем : Підручник. У 3-х кн. Кн.2. : Цифрова схемотехніка. – 2-е вид., допов. і перероб. – К. : Вища школа, 2004. – 423с.
7. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я., Зорі А.А., Петергеря Ю.С. Схемотехніка електронних систем : Підручник. У 3-х кн. Кн.3. : Мікропроцесори та мікроконтролери. – 2-е вид., допов. і перероб. – К. : Вища школа, 2004. – 399 с.
8. Рябенський В.М., Жуйков В.Я., Гулий В.Д. Цифрова схемотехніка : навч. посібник. – Львів : Новий світ-2000, 2017. – 736 с.
9. Рябенський В.М., Жуйков В.Я., Гулий В.Д. Цифрова схемотехніка : навч. посібник. – 2-ге вид. – Львів : Новий Світ - 2000, 2019. – 736 с.
10. Кучеренко М. Є. Комп'ютерні технології в електроніці та електротехніці : навч.-метод. посібник / М. Є. Кучеренко, А. А. Щерба. К. : ІВЦ «Видавництво «Політехніка»» НТУУ «КПІ», 2003. 50 с.
11. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К. Вид-во "Ліра", 2011. – 552с.
12. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації. Навч. пос. – К.: Вид-во Ліра, 2014. – 344 с.
13. Самотокін Б.Б. Курс лекцій з теорії автоматичного керування. -Житомир, 1997.-301с.
14. Тютюнник А.Г. Оптимальні і адаптивні системи автоматичного керування. – Житомир: ЖІТІ, 1998. – 512 с.
15. Тютюнник А.Г. Оптимальні і адаптивні системи автоматичного керування. Практикум. Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2002. - 424 с.
16. Кучеренко М. Є. Комп'ютерні технології в електроніці та електротехніці : навч.-метод. посібник / М. Є. Кучеренко, А. А. Щерба. К. : ІВЦ «Видавництво «Політехніка»» НТУУ «КПІ», 2003. - 50 с.
- 17.ДСТУ 61439 Устаткування розподілення та керування комплектне низьковольтне.
- 18.ДСТУ 60204 Електрообладнання промислових машин.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Конструкційні та електротехнічні матеріали: навч. посіб. / О.В. Бобров, В.А. Козечко, Д.В. Ципленков, А.О. Овчаренко; Мін-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» – Дніпро: НТУ "ДП", 2023. – 360 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://surl.li/qhdera>
2. ДСТУ EN 60730-1:2015 - Пристрої автоматичні електричні керувальні побутової та аналогічної призначеності. Частина 1. Загальні вимоги до автоматичних керувальних пристроїв, що є основою для побудови систем керування приводами. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65580&utm_source=chatgpt.com
3. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2013. – 533 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Релейний захист електроенергетичних систем](#)
4. Яндутьський О. С., Дмитренко О. О. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем : навч. посіб. (електронне видання). - Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 102 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/9fe8b977-13b6-4c3a-82bf-dcad5db59a34/content>
5. Панченко С. В., Блиндюк В. С., Баженов В. М. та ін. Релейний захист і автоматика : навч. посіб. : у 2 ч. - Ч. 2. - Харків : УкрДУЗТ, 2021. - 276 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Навчальний посібник.pdf](#)
6. Правила улаштування електроустановок – ПУЕ. Київ: Міненерговугілля України, 2017. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [pue.pdf](#)
7. ДСТУ-Н ІЕС Guide 111:2007. Електрообладнання підстанцій високої напруги високовольтне. Загальні рекомендації щодо стандартів на виробі. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dnaop.com/html/62957/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3-%D0%9D_IЕС_Guide_111_2007
8. ДСТУ EN 50160. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Характеристики напруги в електромережах \(Український стандарт\)](#)
9. ДСТУ 62305-2 Блискавкозахист Частина 1. Загальні положення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [DSTU-EN-62305-1-2012.pdf](#)
10. ДСТУ 62305-3 Блискавкозахист Частина 2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [ДСТУ ІЕС 62305-2:2012.pdf](#)
11. ДСТУ 62305-3 Блискавкозахист Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та безпека для життя. Порядкування ризиком. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [dstu_EN_62305-3.pdf](#)
12. ДСТУ Б В.2.5-82 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [dstu_b_v.2.5-82.pdf](#)
13. Пужна О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах. / О.М. Пужна, І.В. Ельперін, Н.П. Луцька, А.П. Ладанюк – К.: Ліра-К, 2015. – 552с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах | fieldbusbook](#)

14. Закон України Про ринок електричної енергії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Про ринок електричної енергії | від 13.04.2017 № 2019-VIII](#)
15. Матеріали та відеозаписи занять з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна на освітньому порталі «Навчальні ресурси Державного університету «Житомирська політехніка»». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=6877>.
16. Матеріали та відеокурси занять з дисципліни «Проектування систем автоматизації» кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна на освітньому порталі «Навчальні ресурси Державного університету «Житомирська політехніка»». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=1157>.
17. Матеріали та відеозаписи занять з дисципліни «Проектування комп'ютеризованих систем електропостачання та енергозбереження» кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна на освітньому порталі «Навчальні ресурси Державного університету «Житомирська політехніка»». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=6876>.
18. Матеріали та відеокурси лекцій з дисципліни «Методи та засоби обробки і передачі інформації в системах і мережах передачі даних» кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна на освітньому порталі «Навчальні ресурси Державного університету «Житомирська політехніка»». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=4679>.
19. Матеріали та відеокурси занять з дисципліни «Проектування комп'ютеризованих систем управління технологічними процесами (Частина 2)» кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна на освітньому порталі «Навчальні ресурси Державного університету «Житомирська політехніка»». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=1244>.
20. Матеріали та відеокурси лекцій з дисципліни «Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів» кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна на освітньому порталі «Навчальні ресурси Державного університету «Житомирська політехніка»». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=1158>.
21. Serial Peripheral Interface. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface
22. I2C – Вікіпедія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/I2C>
23. I2C-bus specification and user manual. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204.pdf
24. Electropedia: The World's Online Electrotechnical Vocabulary. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.electropedia.org/>
25. Високовольтне обладнання 110-750кВ. Технічний каталог. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [High Voltage Direct Current Systems](#)
26. ДСТУ-Н ІЕС Guide 111:2007. Електрообладнання підстанцій високої напруги високовольтне. Загальні рекомендації щодо стандартів на виробі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dnaop.com/html/62957/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3-%D0%9D_IEC_Guide_111_2007

27. Низьковольтне обладнання. Модульні автоматичні вимикачі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://enext.ua/upload/support/presentations/Moduln%D1%96_avtomatichn%D1%96_vimikach%D1%96_2024.pdf
28. Каталог низьковольтного обладнання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Low_voltage_katalog.pdf](#)
29. Пристрої контролю та управління. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://enext.ua/upload/iblock/9f7/f5z7njkhko1dqpc0pj31ttkmmikmj1/>
30. Контактори. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://enext.ua/upload/iblock/6d7/eomqgp8msayxqq2qcw29ego1jqlyvoy>
31. Силові та повітряні автоматичні вимикачі E.NEXT-Україна. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://enext.ua/upload/iblock/23e/11rkdr71rl1wz74sgqyoyjlxbcdvhot9>
32. Перетворювачі частоти e.f-drive. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Презентація PowerPoint](#)
33. Диференційний захист. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Презентація PowerPoint](#)
34. Правила улаштування електроустановок – ПУЕ. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [pue.pdf](#)
35. ДСТУ EN 50160. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Характеристики напруги в електромережах \(Український стандарт\)](#)
36. ДСТУ 62305-2 Блискавкозахист Частина 1. Загальні положення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [DSTU-EN-62305-1-2012.pdf](#)
37. ДСТУ 62305-3 Блискавкозахист Частина 2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [ДСТУ ІЕС 62305-2:2012.pdf](#)
38. ДСТУ 62305-3 Блискавкозахист Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та небезпека для життя. Порядкування ризиком. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [dstu_EN_62305-3.pdf](#)
39. ДСТУ Б В.2.5-82 електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [dstu_b_v.2.5-82.pdf](#)
40. ЗАКОН УКРАЇНИ Про ринок електричної енергії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Про ринок електричної енергії | від 13.04.2017 № 2019-VIII](#)
41. Serial Peripheral Interface - Вікіпедія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface
42. Сайт Сіменс-Україна. Продукти та рішення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.siemens.com/ua/uk.html>
43. Системи промислової автоматизації SIMATIC. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.siemens.com/ua/uk/produkty/avtomatyzatsiya-promyslovosti/systemy-avtomatyzatsiyi/systemy-promyslovoi-avtomatyzatsiyi-simatic.html>
44. Каталог для енергетиків та інженерів з автоматизації ТОВ «ЦІТ Альтера». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.svaltera.ua/catalog/>
45. Complete Beginners Guide to PTC Mathcad. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mathcad.com/en/blogs/complete-beginners-guide-ptc-mathcad>

46. Get Started with MATLAB. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mathworks.com/help/matlab/getting-started-with-matlab.html>
47. Електронний архів Державного університету Житомирська політехніка. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eztuir.ztu.edu.ua/>
48. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua>
49. Електронний каталог Національної парламентської бібліотеки України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://catalogue.nplu.org>
50. Український інститут інтелектуальної власності. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uipv.org>

Міністерство освіти і науки України
Державний університет "Житомирська політехніка"

Кафедра робототехніки,
електроенергетики
та автоматизації
імені проф. Б.Б. Самтокіна
Група ЕТ-1

Проектування комп'ютеризованих систем управління
технологічними процесами
Курсовий проєкт на тему:
АСК технічними параметрами трансформаторного пункту
Пояснювальна записка

МКЕТ.470 ХХХ.NNN-ПЗ

Керівник

Підтиченко О.В.

Виконавець

ППП

Житомир - 2025р.