

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання кваліфікаційної роботи

зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

Друкується за Планом видань навчальної та методичної літератури,
затвердженим Вченою радою ІПБТ УДУНТ
Протокол №1 від 24.01.2022

УДК 62-83 + 681.5 (075.8)

Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка за другим (магістерським) рівнем вищої освіти / уклад.: А. В. Ніколенко, В. П. Іващенко, В. В. Стьопкін, В. Ю. Куваєв. – Дніпро: Україн. держ. ун-т. науки і технол., 2022. – 79 с.

Схвалені на засіданні кафедри електричної інженерії (протокол № 35 від 16.05.2022 р.).

Затверджені рішенням ГЗЯОП «Інжиніринг індустріальних електромеханічних систем та електротехнологічних комплексів» другого (магістерського) рівня вищої освіти (протокол № 7 від 11.04.2022 р.)

Визначено спрямованість, тематику, зміст і порядок оформлення кваліфікаційної роботи магістерського рівня вищої освіти студентами спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Конкретизовані вимоги до обсягу, структури, змісту, оформлення кваліфікаційної роботи з урахуванням особливостей фахової підготовки.

Укладачі: А. В. Ніколенко, канд. техн. наук, доц.

В. П. Іващенко, д-р техн. наук, проф.

В. В. Стьопкін, канд. техн. наук, доц.

В. Ю. Куваєв, ст. викл.

Відповідальний за випуск А. В. Ніколенко, канд. техн. наук, доц.

Рецензент М. О. Рибальченко, канд. техн. наук, доц. (УДУНТ)

Підписано до друку 01.12.2022. Формат 60x84 1/16. Папір друк. Друк плоский.

Облік.-вид. арк. 4,65. Умов. друк. арк. 4,58. Замовлення № 109.

Український державний університет науки і технологій

49005, Дніпро, вул. Лазаряна, 2

Редакційно-видавничий відділ УДУНТ

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ПЕРЕДМОВА | 5 |
| ВСТУП..... | 5 |
| 1 ЗАГАЛЬНІ ЗАСАДИ АТЕСТАЦІЇ ВИПУСКНИКІВ У ФОРМІ ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ | 7 |
| 2 СКЛАД, СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ СКЛАДОВИХ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ | 9 |
| 2.1 Складові кваліфікаційної роботи | 9 |
| 2.2 Структура складових кваліфікаційної роботи..... | 9 |
| 2.2.1 Пояснювальна записка..... | 9 |
| 2.2.1.1 Титульний аркуш..... | 10 |
| 2.2.1.2 Завдання на кваліфікаційну роботу..... | 10 |
| 2.2.1.3 Відомість кваліфікаційної роботи..... | 10 |
| 2.2.1.4 Реферат..... | 12 |
| 2.2.1.5 Зміст | 12 |
| 2.2.1.6 Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідності)..... | 12 |
| 2.2.1.7 Вступ..... | 13 |
| 2.2.1.8 Основні розділи..... | 13 |
| 2.2.1.8.1 Аналітична частина..... | 13 |
| 2.2.1.8.2 Інноваційно-дослідницька частина..... | 14 |
| 2.2.1.8.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища..... | 16 |
| 2.2.1.8.4 Економічна частина..... | 16 |
| 2.2.1.9 Висновки та рекомендації..... | 16 |
| 2.2.1.10 Перелік посилань..... | 16 |
| 2.2.1.11 Додатки..... | 17 |
| 2.2.2 Графічна частина кваліфікаційної роботи..... | 17 |
| 2.2.3 Електронна частина кваліфікаційної роботи..... | 20 |
| 2.2.4 Супровідні документи..... | 20 |
| 2.2.5 Демонстраційні матеріали..... | 21 |
| 2.3 Зміст основних складових кваліфікаційної роботи..... | 22 |
| 2.3.1 Аналітична частина..... | 22 |
| 2.3.2 Інноваційно-дослідницька частина..... | 24 |
| 2.3.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища..... | 41 |
| 2.3.4 Економічна частина..... | 43 |
| 2.3.5 Висновки та рекомендації..... | 44 |
| 3 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ..... | 44 |
| 3.1 Затвердження тем кваліфікаційних робіт..... | 44 |
| 3.2 Завдання на кваліфікаційну роботу..... | 45 |
| 3.3 Керівництво виконанням кваліфікаційної роботи..... | 46 |
| 3.4 Права та обов'язки виконавця кваліфікаційної роботи..... | 47 |

| | |
|---|----|
| 4 ДОПУЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ..... | 48 |
| 4.1 Перевірка та оцінювання кваліфікаційної роботи консультантами..... | 48 |
| 4.2 Комплексна перевірка та оцінювання кваліфікаційної роботи керівником..... | 49 |
| 4.3 Перевірка кваліфікаційної роботи на наявність академічного плагіату..... | 50 |
| 4.4 Нормоконтроль кваліфікаційної роботи..... | 52 |
| 4.5 Допущення кваліфікаційної роботи до захисту завідувачем випускової кафедри..... | 53 |
| 5 ЗАХИСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ..... | 53 |
| 6 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ..... | 53 |
| 6.1 Вимоги до оформлення пояснювальної записки..... | 53 |
| 6.2 Вимоги до оформлення графічної частини..... | 54 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... | 54 |
| Додаток А <i>Приклад оформлення титульного аркуша кваліфікаційної роботи магістра.....</i> | 59 |
| Додаток Б <i>Приклад оформлення титульного аркуша кваліфікаційної роботи магістра у перекладі англійською мовою</i> | 60 |
| Додаток В <i>Приклад оформлення завдання на кваліфікаційну роботу магістра.....</i> | 61 |
| Додаток Д <i>Приклад оформлення відомості кваліфікаційної роботи</i> | 63 |
| Додаток Ж <i>Приклад оформлення реферату кваліфікаційної роботи</i> | 64 |
| Додаток К <i>Форма Подання голові Екзаменаційної комісії.....</i> | 65 |
| Додаток Л <i>Форма Відомості оцінювання розділів кваліфікаційної роботи.....</i> | 67 |
| Додаток М <i>Форма відгуку керівника кваліфікаційної роботи.....</i> | 68 |
| Додаток Н <i>Форма Акту перевірки кваліфікаційних робіт на наявність ознак академічного плагіату.....</i> | 69 |
| Додаток П <i>Рекомендації щодо коректного оформлення текстових запозичень в академічних текстах.....</i> | 70 |
| Додаток Р <i>Форма основних написів на графічних і текстових складових кваліфікаційної роботи.....</i> | 71 |
| Додаток С <i>Приклади виконання графічної частини кваліфікаційної роботи.....</i> | 73 |
| Додаток Т <i>Приклад заповнення переліку елементів для схеми.....</i> | 76 |
| Додаток У <i>Приклади складання листів графічної частини.....</i> | 77 |
| Додаток Ф <i>Комплектування матеріалів кваліфікаційної роботи для передачі та зберігання.....</i> | 79 |

ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка розроблені на підставі Положення про організацію виконання кваліфікаційних робіт в Українському державному університеті науки і технологій, затвердженого Вченою радою УДУНТ 28.03.2022 р. (протокол № 5) [1] з метою конкретизації вимог до обсягу, структури, змісту та оформлення кваліфікаційної роботи з урахуванням особливостей фахової підготовки для спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Вимоги, що визначаються у методичних вказівках, є обов'язковими для здобувачів магістерського рівня вищої освіти за денною та заочною формами навчання по кафедрі електричної інженерії (ЕІ) УДУНТ.

ВСТУП

Зростання ефективності виробництва, реалізація досягнень науково-технічного прогресу, підвищення конкурентоспроможності продукції може бути досягнуто завдяки високій кваліфікації інженерних та управлінських кадрів, розвитку їх творчого потенціалу. В зв'язку з цим, значною мірою зростають вимоги до підготовки фахівців за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Важливу роль у цьому процесі відіграє завершальний етап підготовки здобувачів вищої освіти – виконання кваліфікаційної роботи ОК12, яке згідно з освітньо-професійною програмою «Інжиніринг індустріальних електромеханічних систем та електротехнологічних комплексів» другого (магістерського) рівня вищої освіти, проводиться у V та VI півсеместрах II курсу і триває 16 тижнів [2]. Процес виконання кваліфікаційної роботи полягає у підготовці та опрацюванні всіх складових, оформленні та захисті її перед екзаменаційною комісією.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є удосконалення (модернізація) конкретних електромеханічних або електротехнологічних комплексів та систем автоматизації. При виконанні кваліфікаційної роботи студент повинен проявити свої знання, здібності та вміння самостійно вирішувати певні інженерні задачі або виконувати задачі наукового дослідження. Технічною базою кваліфікаційної роботи зі спеціальності 141 за освітньою програмою «Інжиніринг індустріальних електромеханічних систем та електротехнологічних комплексів» є електроприводи машин і механізмів та

електропечі, які потребують удосконалення на етапах проєктування, модернізації та експлуатації в умовах підприємств, у т. ч. металургійної галузі.

Кваліфікаційна робота включає аналіз технологічного або електротехнологічного процесу об'єкта дослідження та його електропривода, обґрунтування шляхів удосконалення, підвищення ефективності комплексу в цілому, включаючи енергозбереження та електропостачання, відповідні розрахунки, аналітичні або експериментальні дослідження, отримані результати і висновки, а також типові розрахунки і заходи з охорони праці, захисту навколишнього середовища та оцінку техніко-економічних показників досліджень. Дослідження виконується з урахуванням можливого впровадження останніх досягнень науки та техніки у виробництво.

Кваліфікаційна робота пов'язана з рішенням актуальних науково-технічних задач, розробкою нових, більш удосконалених електромеханічних систем автоматизації (EMCA) або електропривода (ЕП), також вона може носити теоретичний, аналітично-дослідницький, інноваційний, проєктно-конструкторський характер і повинна бути спрямована на створення або модернізацію EMCA або ЕП та їх систем керування на сучасній елементній базі, розробку або удосконалення існуючих методик проведення розрахунків та досліджень, створення нових математичних моделей електромеханічних, електротехнічних, електротехнологічних систем (комплексів), оптимізацію їх параметрів та режимів. Тематика кваліфікаційної роботи повинна мати інженерну та науково-дослідницьку направленість і відрізнятися більшою ніж у кваліфікаційних роботах бакалаврів ґрунтовністю досліджень, визначатися науковою новизною та глибоким аналізом наукової проблеми обраного напрямку дослідження.

Особливість кваліфікаційної роботи магістра полягає у перевірці підготовленості автора до самостійної інженерної та науково-технічної діяльності. Вона повинна свідчити про здібності автора:

- аналізувати науково-технічну літературу;
- формулювати завдання експериментального, конструкторського, проєктного дослідження або математичного моделювання і програмування технологічного, управлінського або економічного процесу;
- вибирати оптимальний шлях і методику виконання завдання;
- вирішувати науково-технічні задачі з елементами наукової новизни;
- використовувати при рішенні найбільш ефективні математичні і експериментальні методи, відомі програми для їх реалізації на ПЕОМ;
- узагальнювати отримані результати розрахунків та досліджень.

Зазначені здатності відображені у компетентностях та програмних результатах навчання освітньо-професійної програми «Інжиніринг індустріальних електромеханічних систем та електротехнологічних комплексів» [2].

Таким чином, кваліфікаційна робота магістра повинна відрізнятися науковою новизною і глибоким аналізом наукової проблеми обраного напрямку дослідження. Дослідницька частина в кваліфікаційній роботі магістра має бути в межах (40...50)%, що може досягатися за рахунок скорочення деяких підрозділів інноваційно-дослідницької частини або їх виключення, що вирішується керівником кваліфікаційної роботи.

Студент має право самостійно або за ініціативою підприємства запропонувати тему кваліфікаційної роботи, обґрунтувавши її доцільність, новизну та актуальність. У такому випадку вона має бути розглянута та затверджена на засіданні кафедри ЕІ.

1 ЗАГАЛЬНІ ЗАСАДИ АТЕСТАЦІЇ ВИПУСКНИКІВ У ФОРМІ ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Атестація здобувачів вищої освіти здійснюється після завершення теоретичної та практичної частини навчання за умови повного виконання здобувачем навчального плану. Терміни проведення атестації визначаються навчальними планами підготовки фахівців та графіками навчального процесу.

Атестація здобувачів вищої освіти за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка другого (магістерського) рівня вищої освіти здійснюється у формі публічного захисту кваліфікаційної роботи.

Захист кваліфікаційної роботи здійснюється на засіданні Екзаменаційної комісії, яка створюється наказом ректора УДУНТ відповідно до Положення про Екзаменаційну комісію УДУНТ, затвердженого вченою радою УДУНТ. До складу Екзаменаційної комісії можуть включатися провідні науково-педагогічні працівники УДУНТ, представники роботодавців та їх об'єднань.

На підставі рішення Екзаменаційної комісії УДУНТ особі, яка виконала та успішно захистила кваліфікаційну роботу магістра, присуджується відповідний ступінь та присвоюється кваліфікація «магістр з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки».

Під час захисту кваліфікаційної роботи магістра Екзаменаційна комісія УДУНТ вирішує питання щодо:

- оцінювання кваліфікаційної роботи;
- ухвалення рішення про присвоєння відповідного ступеня;
- надання рекомендації для вступу до аспірантури;
- надання рекомендацій, спрямованих на покращення якості підготовки фахівців на освітній програмі.

Кваліфікаційна робота є завершеною індивідуальною розробкою здобувача вищої освіти, яка виконується на останньому етапі навчання за освітньою програмою зі спеціальності з метою продемонструвати ступінь досягнення програмних результатів навчання в процесі вирішення конкретного технічного завдання.

Кваліфікаційна робота має відповідати вимогам академічної доброчесності – не містити академічного плагіату, фальсифікацій та фабрикацій. Виявлення фактів порушення здобувачем вищої освіти під час виконання кваліфікаційної роботи академічної доброчесності тягне за собою відповідальність згідно із Законом України «Про освіту».

Виконанню кваліфікаційної роботи магістра зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка передують переддипломна практика [3]. Під час переддипломної практики збирається згідно із завданням вихідний матеріал для виконання кваліфікаційної роботи.

До переддипломної практики допускаються студенти, які виконали усі вимоги навчального плану підготовки фахівця.

Проведення переддипломної практики здійснюється у відповідності до «Положення про організацію та проведення практики студентів УДУНТ», затвердженого вченою радою УДУНТ [4]. Особливості організації та проведення переддипломної практики встановлюються «Робочою програмою переддипломної практики студентів», яка розроблена кафедрою електричної інженерії, погоджена ГЗЯОП «Інжиніринг індустріальних електромеханічних систем та електротехнологічних комплексів» та затверджена першим проректором УДУНТ [2].

За поданням кафедри електричної інженерії, з метою підвищення якості підготовки фахівців, залучення здобувачів вищої освіти до комплексного вирішення реальних завдань промисловості, забезпечення якісного виконання кваліфікаційних робіт можуть виконуватись кафедральні, міжкафедральні та міжуніверситетські комплексні кваліфікаційні роботи. Організаційно-методичні

особливості виконання комплексних кваліфікаційних робіт визначаються окремим Положенням, яке затверджується Вченою радою УДУНТ.

2 СКЛАД, СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ СКЛАДОВИХ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1 Склад кваліфікаційної роботи

Складовими кваліфікаційних робіт магістра зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка є:

- пояснювальна записка;
- графічна частина;
- електронна частина (за необхідності);
- супровідні документи;
- демонстраційні матеріали (за необхідності).

2.2 Структура складових кваліфікаційної роботи

2.2.1 Пояснювальна записка

Структура пояснювальної записки кваліфікаційної роботи магістра із зазначенням орієнтовного обсягу окремих складових наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Структура пояснювальної записки

| № | Елемент (частина) пояснювальної записки | Орієнтовний обсяг, стор. |
|----|---|--------------------------|
| 1 | Титульний аркуш | 2 |
| 2 | Завдання на кваліфікаційну роботу | 2 |
| 3 | Відомість кваліфікаційної роботи | 1 – 2 |
| 4 | Реферат | 1 |
| 5 | Зміст | 1 – 2 |
| 6 | Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за потреби) | 1 |
| 7 | Вступ | 1 – 2 |
| 8 | Аналітична частина | 15 – 20 |
| 9 | Інноваційно-дослідницька частина | 25 – 45 |
| 10 | Охорона праці та захист навколишнього середовища | 5 – 10 |
| 11 | Економічна частина | 5 – 10 |
| 12 | Висновки та рекомендації | 1 – 2 |
| 13 | Перелік посилань | 1 – 3 |
| 14 | Додатки | Не обмежено |

2.2.1.1 Титульний аркуш

Титульний аркуш (додаток А) є першою сторінкою пояснювальної записки і основним джерелом бібліографічної інформації, необхідної для оброблення та пошуку документа.

Титульний аркуш містить:

- відомості про міністерство, назву університету, факультету та випускової кафедри;
- назву теми кваліфікаційної роботи;
- підписи автора роботи, керівника, консультантів та відповідального за нормоконтроль;
- рік складання пояснювальної записки.

На титульному аркуші має міститись підписана власноруч автором кваліфікаційної роботи заява наступного змісту: «Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань».

На наступному, після титульного, аркуші пояснювальної записки наводиться його переклад англійською мовою (додаток Б).

2.2.1.2 Завдання на кваліфікаційну роботу

Завдання на кваліфікаційну роботу (додаток В) містить:

- тему роботи;
- вихідні дані;
- перелік аспектів, які підлягають опрацюванню в кожному розділі роботи;
- перелік складових графічної та електронної (за необхідності) частин;
- перелік консультантів за розділами та дати видачі та отримання завдання;
- календарний план виконання роботи.

Завдання оформлюють на бланку з обох боків одного аркуша.

Завдання підписують керівник роботи, консультанти, виконавець-здобувач освіти та затверджує завідувач кафедри електричної інженерії.

2.2.1.3 Відомість кваліфікаційної роботи

Відомість кваліфікаційної роботи містить повний перелік усіх її складових за виключенням супровідних документів.

До відомості записують усі документи, які заново розроблені або застосовані для даної роботи у такій послідовності: пояснювальна записка, усі

листи графічної частини, усі елементи (файли) електронної частини (додаток Д).

Графи відомості заповнюють таким чином:

а) у графі «Формат» зазначають формат аркушів, на яких виконано відповідний документ;

б) у графі «Позначення» зазначають кодові позначення документів, які укладають за правилами, що ілюструються рисунком 2.1.

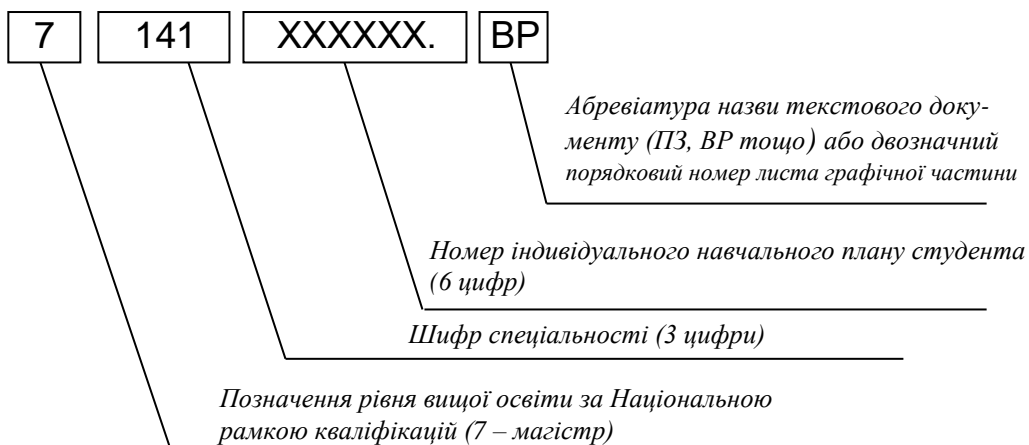


Рисунок 2.1 – Схема побудови кодового позначення текстових документів та листів графічної частини

в) у графі «Назва» зазначають:

1) у розділі «Документація загальна» – назву документа, наприклад, «Пояснювальна записка»;

2) у розділі «Графічна частина» – назву креслення, схеми згідно з основним написом, наприклад, «Електропривод підйому. Функціональна схема приводу мостового крана»;

3) у розділі «Електронна частина» – ім'я та розширення файлів зі вказівкою на їх зміст;

4) за відсутності у кваліфікаційній роботі певного розділу, відповідні графи відомості не заповнюються;

У графі «Кількість листів» зазначають кількість аркушів, на яких виконано документ;

Графу «№ прим.» не заповнюють;

У графі «Примітка» зазначають додаткові відомості за необхідності.

Внизу першого аркуша Відомості кваліфікаційної роботи розміщують Основний напис (див. рис. Д.Р.2 додатку Р). Внизу кожної наступної сторінки

Відомості (якщо вони є) розміщують Основний напис наступних аркушів (див. рис. Д.Р.3 додатку Р).

2.2.1.4 Реферат

Реферат призначений для ознайомлення з кваліфікаційною роботою, має бути стислим, інформативним та повинен містити відомості, які дозволяють прийняти рішення про доцільність ознайомлення з роботою:

- інформацію про обсяг пояснювальної записки, кількість ілюстрацій, таблиць, додатків, кількість джерел згідно з переліком посилань;
- текст реферату;
- перелік ключових слів.

Текст реферату має відображати подану у пояснювальній записці інформацію у такій послідовності:

- об'єкт розробки або дослідження;
- мета роботи;
- методи дослідження та апаратура;
- одержані результати.

Реферат обсягом не більше 500 слів подається державною мовою та розміщується на окремій сторінці.

Ключові слова, що є визначальними для розкриття суті пояснювальної записки та можуть бути використаними для пошуку аналогічної інформації в інформаційних мережах, розміщують після тексту реферату. Перелік ключових слів повинен містити від 5 до 15 слів (словосполучень), написаних великими літерами в називному відмінку. Приклад оформлення реферату на кваліфікаційну роботу наведено у додатку Ж.

2.2.1.5 Зміст

Зміст розташовують після «Реферату», починаючи з нової сторінки.

До змісту включають: вступ; послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів та пунктів (якщо вони мають заголовки) пояснювальної записки; висновки та рекомендації; перелік посилань; назви додатків.

У змісті вказують номери сторінок, з яких починаються відповідні складові пояснювальної записки.

2.2.1.6 Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідності)

Усі використані в роботі мало поширені умовні позначення, символи, одиниці, скорочення і терміни пояснюють у переліку, який розміщують безпосередньо після «Змісту», починаючи з нової сторінки.

2.2.1.7 Вступ

«Вступ» кваліфікаційної роботи зазвичай має містити коротку характеристику теми роботи, обґрунтування її актуальності і значення. Варто аргументовано, посилаючись на науково-технічні публікації, огляди та інші опубліковані матеріали, підтвердити економічну доцільність або соціальну значимість, а також технічну можливість створення відповідної системи на базі існуючих технічних та програмних засобів.

2.2.1.8 Основні розділи

Основними розділами пояснювальної записки кваліфікаційної роботи є:

- 1) аналітична частина;
- 2) інноваційно-дослідницька частина;
- 3) охорона праці та захист навколишнього середовища;
- 4) економічна частина.

2.2.1.8.1 Аналітична частина

Аналітична частина для теми пов'язаної з модернізацією електромеханічної системи може містити такі підрозділи:

- 1) аналіз стану питання за науково-технічними джерелами;
- 2) аналіз особливостей технологічного процесу виробничого механізму (комплексу) та його електропривода;
- 3) складання схем базового електропривода (або аналога при розробці) та їх стислий опис;
- 4) вибір шляхів та постановка задачі модернізації (або розробки) і дослідження електропривода, формування вихідних даних.

Якщо темою кваліфікаційної роботи є оптимізація електричних параметрів (режимів) електротехнологічного комплексу (електричної печі) то до аналітичної частини доцільно включити підрозділ «Опис об'єкта дослідження» де проаналізувати особливості електротехнологічного процесу, його техніко-економічні показники, технічні параметри обладнання (робочого

простору плавильної зони, пічного трансформатора, установки компенсації реактивної потужності, короткої мережі і т. ін.), режими його роботи в обсязі достатньому для розуміння задач, що вирішуються в роботі. Також доречно проаналізувати спосіб (способи) автоматизації технологічного процесу, навести формалізований (математичний) опис об'єкта автоматизації з посиланням на відповідні інформаційні джерела з оцінкою його повноти та точності. За необхідності, слід обґрунтувати і описати процедуру побудови власної математичної моделі об'єкта дослідження.

Аналізуючи стан питання студент має провести пошук патентної інформації про відомі технічні рішення щодо способів та пристроїв які мають безпосереднє відношення до об'єкта дослідження, аналогічних за призначенням, розібрати сутність цих рішень, з'ясувати переваги та недоліки, зробити висновок щодо доцільності використання їх як аналогів. При виконанні цього підрозділу обов'язковим є використання інформаційних ресурсів Internet [26 – 33; 37 – 38].

2.2.1.8.2 Інноваційно-дослідницька частина

Інноваційно-дослідницька частина для теми пов'язаної з модернізацією електромеханічної системи, може містити такі підрозділи:

- 1) вибір системи електропривода (або варіантів);
- 2) розрахунок параметрів та вибір елементів силової частини електропривода;
- 3) розрахунок параметрів та вибір елементів системи керування електроприводом;
- 4) складання структурної схеми та оптимізація параметрів електропривода;
- 5) вибір методики вирішення задачі дослідження та складання математичної моделі модернізованого електропривода (або варіантів);
- 6) моделювання електропривода в усталеному та перехідному режимах;
- 7) аналіз результатів дослідження і проведення порівняльної оцінки базового та удосконаленого одного або декількох варіантів системи електропривода;
- 8) складання схеми електричної принципової та специфікації (за узгодженням з керівником);
- 9) електропостачання;
 - 9.1) загальна характеристика системи електропостачання, від якої отримує живлення об'єкт модернізації;

9.2) розрахунок електричних навантажень низької напруги КТП;

9.3) вибір трансформатора КТП;

9.4) розрахунок втрат у трансформаторі КТП та навантаження приєднання до шин РУ-6(10) кВ ЦРП;

9.5) попередній вибір електричних апаратів, струмоведучих частин та іншого електроустаткування приєднання (високовольтний відмикач, відмикач навантаження; високовольтний запобіжник, роз'єднувач, кабель, шинна конструкція, вимірювальні трансформатори струму і напруги та ін.);

9.6) розрахунок струму та початкової надперехідної потужності короткого замкнення (КЗ) на шинах РУ-6(10) кВ ЦРП за живлення від системи (відпайки районної підстанції) та підживлення від генераторів ТЕЦ, потужних (номінальною потужністю більше 200 кВт) високовольтних синхронних та асинхронних двигунів;

9.7) перевірка вибраного кабелю на термічну стійкість до дії струму КЗ;

9.8) перевірка вибраного високовольтного відмикача та інших апаратів, струмоведучих частин і устаткування на термічну та динамічну стійкість до дії струму КЗ;

9.9) вибір вимірювальної апаратури;

9.10) вибір пристроїв релейного захисту;

9.11) аналіз схем електричного підключення навантажень низької напруги відповідної секції розподільного щита трансформатора КТП (якщо об'єктом модернізації є високовольтний споживач, то в п.п. 9.11 проаналізувати роботу схеми електричного підключення об'єкта до і після модернізації);

10) енергозбереження;

11) висновки за інноваційно-дослідницькою частиною.

Якщо тема кваліфікаційної роботи стосується оптимізації параметрів (режимів) електротехнологічного комплексу (електричної печі) то інноваційно-дослідницька частина може складатись, наприклад, з таких підрозділів:

1) визначення принципів оптимального керування технологічним процесом рудотермічної електропечі (РТП) за допомогою моделювання;

2) розробка математичної моделі розподілення щільності струму електрода РТП;

3) розробка математичної моделі розподілення енергії в об'ємі робочого простору РТП;

4) дослідження та оптимізація розподілення енергії в об'ємі робочого простору РТП шляхом математичного моделювання;

5) розробка та дослідження способу регулювання електропічного режиму роботи РТП;

6) інтенсифікація режимів роботи електропечі;

7) оптимізація електричних параметрів електропечі;

8) оцінка електричного режиму технологічного процесу РТП за допомогою факторного аналізу.

Взагалі структура кваліфікаційної роботи визначається видом та характером роботи, тому в залежності від цього її зміст та об'єм можуть змінюватися. Крім того керівником кваліфікаційної роботи за рішенням кафедри електричної інженерії можуть бути введені додаткові підрозділи, пов'язані наприклад, з організацією виробництва, питаннями технології тощо.

2.2.1.8.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища

Розділ «Охорона праці та захист навколишнього середовища» в кваліфікаційних роботах магістра повинен включати такі підрозділи [5]:

1) аналіз умов праці та пожежної безпеки;

2) заходи з поліпшення умов праці;

3) захист навколишнього середовища.

2.2.1.8.4 Економічна частина

Розділ «Економічна частина» в кваліфікаційних роботах магістра повинен мати такі складові [6]:

1) характеристика об'єкта дослідження;

2) проєктні рішення і обґрунтування потреби в інвестиціях;

3) обчислення собівартості продукції;

4) економічна ефективність проєктних рішень;

2.2.1.9 Висновки та рекомендації

У «Висновках та рекомендаціях» наводять перелік одержаних в кваліфікаційній роботі результатів та формулюють рекомендації (за наявності), які визначають напрями подальшої роботи.

Текст розділу може поділятися на пункти.

2.2.1.10 Перелік посилань

У «Переліку посилань» наводять бібліографічні описи усіх інформаційних джерел, що використані у кваліфікаційній роботі. Бібліографічні

описи подають у порядку, за яким вони вперше згадуються в тексті пояснювальної записки.

2.2.1.11 Додатки

У «Додатках» кваліфікаційної роботи наводять матеріали, які:

- є необхідними для повноти пояснювальної записки, але включення їх до інноваційно-дослідницької частини може змінити упорядковане й логічне представлення роботи;

- не можуть бути розміщені в інноваційно-дослідницькій частині через великий обсяг або способи відтворення.

До «Додатків», зокрема, можуть включатись:

- додаткові ілюстрації або таблиці;

- матеріали, які через великий обсяг, специфіку викладення або форму подання не можуть бути внесені до інноваційно-дослідницької частини (інструкції, методики, описи використані або розроблені в процесі виконання роботи, та ін.);

- опис апаратури і приладів, які використовувались під час проведення випробувань;

- доказові матеріали щодо використання та/або значущості розробок (якщо вони є) тощо.

2.2.2 Графічна частина кваліфікаційної роботи

Обсяг, зміст і форма представлення графічної частини визначаються завданням на кваліфікаційну роботу.

Графічну частину виконують як правило, з використанням комп'ютерних технологій графічного редагування у таких відомих програмах як AutoCAD, КОМПАС-3D, sPlan, Microsoft Visio.

Формати аркушів графічної частини обирають з переліку, який визначено стандартами. Основними є формати: А1, А2, А3 та А4.

На кожному аркуші графічної частини робиться зовнішня рамка, яка наноситься тонкою суцільною лінією за розміром формату, та рамка робочого поля, яка наноситься основною суцільною лінією на відстані 20 мм від зовнішньої рамки для підшивання та 5 мм з інших трьох боків.

На аркушах графічної частини дозволяється вертикальна або горизонтальна орієнтація зображення.

Якщо певне зображення елемента графічної частини міститься на двох або більшій кількості аркушів, на першому з них виконується основний напис

(див. рис. Д.Р.1 додатку Р) із зазначенням загальної кількості аркушів, на яких він виконаний. На усіх інших аркушах за цим кодовим позначенням (номером) наводиться скорочений основний напис (див. рис. Д.Р.3 додатку Р).

Основний напис виконується згідно зі стандартом (додаток Р). На листах графічної частини формату А4 основний напис розміщують уздовж короткої сторони листа.

Рекомендації щодо заповнення полів (граф) основного напису наведено у пояснювальних даних до рис. Д.Р.1 додатку Р.

Кожне складальне креслення повинне мати специфікацію, а кожна схема – перелік елементів.

Якщо на аркуші формату А1 розміщено кілька самостійних креслень або схем меншого формату, на кожному такому кресленні або схемі виконують основний напис.

Під час виконання креслень можуть застосовуватись масштаби, які встановлені стандартом, зокрема, масштаби зменшення – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000 та масштаби збільшення – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1. При проєктуванні генеральних планів великих об'єктів допускається застосовувати масштаби 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000. В особливих випадках допускається застосування масштабу $100n:1$, де n – ціле число.

Листи графічної частини можуть містити текстові написи. Зміст текстових написів має бути стислим і точним, не повинен містити скорочень слів, за винятком скорочень, що передбачені відповідними стандартами.

Кожний лист графічної частини повинен мати власне унікальне кодове позначення.

Нумерація листів графічної частини повинна бути наскрізною. Порядок нумерації листів графічної частини визначається порядком посилання на них у завданні та пояснювальній записці або послідовністю розділів та підрозділів пояснювальної записки, до яких вони належать, і має відповідати переліку у відомості кваліфікаційної роботи.

Графічна частина кваліфікаційної роботи магістра складається з 6 – 9 листів схем, ілюстрацій і графіків, або у вигляді презентації (до 25 слайдів). На першому листі графічної частини виконується постановка задачі дослідження та наводяться отримані результати. На другому плакаті наводиться базова схема. На третьому плакаті наводиться проєктна схема (до 2 листів). На четвертому плакаті наводиться математична модель об'єкта дослідження (до 2 листів). На п'ятому плакаті наводяться результати досліджень (до 2 листів). На

шостому плакаті наводяться техніко-економічні показники. У додатку М наведені приклади виконання графічної частини кваліфікаційної роботи магістра.

Основою графічної частини кваліфікаційної роботи магістра повинні бути електричні схеми (базовий варіант та проєктний).

Електрична схема – це графічне зображення, за допомогою якого відображаються зв'язки між окремими елементами електричного пристрою, які працюють за рахунок протікання електричного струму, використовуючи умовні графічні, цифрові та буквені позначення.

У кваліфікаційній роботі магістра можуть наводитися такі електричні схеми: структурні, функціональні, принципів (повні), з'єднань (монтажні), підключення, загальні, розташування, об'єднані [7].

У кваліфікаційній роботі магістра можуть наводитися схеми: електричні, кінематичні, енергетичні та комбіновані [7].

При виконанні креслень слід користуватися комплексом державних стандартів, що встановлюють взаємопов'язані правила, вимоги і норми по розробці, оформленню і обігу конструкторської документації й відображені в Єдиній системі конструкторської документації (ЄСКД). При виконанні графічної частини кваліфікаційної роботи користуються наступним переліком стандартів, що входять у ЄСКД [8].

1. ДСТУ ГОСТ 2.051:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронні документи. Загальні положення (ГОСТ 2.051-2006, IDT).

2. ДСТУ ГОСТ 2.052:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронна модель виробу. Загальні положення (ГОСТ 2.052-2006, IDT).

3. ДСТУ ГОСТ 2.053:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронна структура виробу. Загальні положення (ГОСТ 2.053-2006, IDT).

4. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 Єдина система конструкторської документації. Основні написи (ГОСТ 2.104-2006, IDT).

5. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 ЄСКД. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT).

6. ДСТУ ГОСТ 2.703:2014 ЄСКД. Правила виконання кінематичних схем (ГОСТ 2.703-2011, IDT).

Конкретний зміст і обсяг графічної частини кваліфікаційної роботи визначається її керівником у завданні на кваліфікаційну роботу.

Якщо кваліфікаційна робота має дослідницький характер і не пов'язана з проєктуванням та розробкою графічних проєктних документів, графічна частина може бути відсутньою. У такому випадку на бланку завдання у графі

«Перелік графічного матеріалу» (Додаток В) керівником позначається: *«Графічна частина не передбачена»*.

Складові графічної частини повинні бути оформлені у відповідності до нормативних вимог і відображені у Відомості кваліфікаційної роботи (Додаток Д).

Після захисту кваліфікаційної роботи в Екзаменаційній комісії графічна частина разом з пояснювальною запискою, доданими матеріалами, які перелічені у Відомості кваліфікаційної роботи, та супровідними документами передаються для зберігання.

2.2.3 Електронна частина кваліфікаційної роботи

Електронна частина, як правило, є складовою кваліфікаційної роботи магістра. До електронної частини відносяться розроблені особисто студентом комп'ютерні програми (вихідні коди програми), комп'ютерні моделі (файли, що створені у відповідних програмних пакетах чи оболонках), файли баз даних та інші програмні продукти. Вихідні коди надаються у вигляді цілісного проекту того інтегрованого середовища, в якому відбувалася їх розробка.

За рішенням керівника роботи до складу електронної частини можуть бути віднесені комп'ютерні файли з кресленнями та схемами, якщо вони створювались за допомогою комп'ютерних графічних редакторів, та інші матеріали кваліфікаційної роботи, створені з використанням комп'ютерних технологій.

Усі файли електронної частини мають бути відображені у завданні (Додаток В) та у Відомості кваліфікаційної роботи (Додаток Д) з наведенням їх імені та розширення з вказівкою на їх зміст.

Файли електронної частини мають бути записані на компакт-диск, який підписується керівником кваліфікаційної роботи і вкладається у конверт, що приклеюється з внутрішнього боку задньої боковини обкладинки пояснювальної записки. Файли на диску не повинні бути запаковані або захищені від копіювання.

2.2.4 Супровідні документи

До супровідних документів належать:

- Подання голові Екзаменаційної комісії;
- Відомість оцінювання розділів кваліфікаційної роботи;
- Відгук керівника кваліфікаційної роботи;

- Акт перевірки кваліфікаційної роботи на наявність ознак академічного плагіату.

Подання голові Екзаменаційної комісії (Додаток К) є документом остаточного допущення кваліфікаційної роботи до захисту в Екзаменаційній комісії, що містить:

- завірену деканом факультету та секретарем деканату інформацію про виконання здобувачем вищої освіти у повному обсязі індивідуального навчального плану та розподіл отриманих ним впродовж навчання підсумкових оцінок з усіх компонентів освітньої програми;

- висновок керівника кваліфікаційної роботи щодо повноти виконання завдання на кваліфікаційну роботу та можливість допущення кваліфікаційної роботи до захисту;

- підписаний завідувачем висновок випускової кафедри щодо її розгляду і допущення до захисту.

Відомість оцінювання розділів кваліфікаційної роботи (Додаток Л) є документом, який містить завірені підписами консультантів оцінки відповідних розділів кваліфікаційної роботи.

Підписану консультантами Відомість завіряє власним підписом завідувач випускової кафедри.

Відгук керівника кваліфікаційної роботи (Додаток М) є документом, який містить комплексну оцінку керівником виконаної кваліфікаційної роботи, а також рівня загальної і фахової підготовки її виконавця.

Акт перевірки кваліфікаційної роботи на наявність ознак академічного плагіату (Додаток Н) є документом, що відображає результат експертизи рівня унікальності тексту кваліфікаційної роботи, здійсненої призначеною відповідальною особою із застосуванням програмних засобів контролю.

2.2.5 Демонстраційні матеріали

Презентація ілюстративного матеріалу здійснюється за допомогою мультимедійної техніки (на електронних носіях до 25 слайдів) та у роздрукованому вигляді на аркушах формату А4.

Під час захисту кваліфікаційної роботи на засіданні екзаменаційної комісії студентом можуть використовуватися демонстраційні матеріали (плакати, роздаткові матеріали, фотографії, слайди, натурні моделі, зразки виробів, тощо). Кількість одиниць демонстраційних матеріалів обмежується лише часом, який необхідний для їх представлення під час захисту.

Кожна одиниця демонстраційних матеріалів повинна відображати зміст виконаної роботи й супроводжувати доповідь студента при захисті.

В якості демонстраційних матеріалів можуть бути представлені результати економічних розрахунків, ілюстрації (рисунок, графіки, таблиці, осцилограми, фотографії, тощо), фрагменти тексту з пояснювальної записки, які сприяють більш повному розкриттю змісту і результатів кваліфікаційної роботи, схеми методичного оснащення досліджень, вихідні та кінцеві формули, математичні перетворення, які виконані студентом, результати у вигляді графіків, таблиць, тощо. Допускається залучати до демонстраційних матеріалів запозичені ілюстрації з літературних чи патентних джерел, наукових звітів, технічної документації, тощо з відповідними посиланнями на ці джерела інформації.

Демонстраційні матеріали не потребують основного напису, не вносяться до відомості кваліфікаційної роботи і не передаються для зберігання.

За рішенням випускової кафедри для демонстрації матеріалів може використовуватись мультимедійна техніка.

Для забезпечення якісної роботи екзаменаційної комісії рекомендується виготовляти і надавати їй членам 2 – 3 комплекти копій демонстраційних матеріалів на аркушах формату А4.

2.3 Зміст основних складових кваліфікаційної роботи

2.3.1 Аналітична частина

Аналітична частина є фактично складовою частиною опису існуючого та вдосконалююмого або розробляюмого електропривода. У підрозділі «Аналіз стану питання по темі кваліфікаційної роботи за науково-технічними джерелами» викладається:

- оцінка сучасного стану проблеми, відмічаючи при цьому практично розв'язані задачі, вади знань, що існують в даній галузі, провідних фахівців тощо;

- світові тенденції розв'язання поставлених задач, актуальність даної роботи та підстави для її виконання;

- мета роботи і галузь застосування, взаємозв'язок з іншими роботами.

Даний підрозділ повинен містити аналіз стану питання теми кваліфікаційної роботи за науково-технічними джерелами, нормативними документами та звітом з переддипломної практики.

У підрозділі «Аналіз особливостей технологічного процесу виробничого механізму (комплексу) та його електропривода (ЕП)» наводиться стислий опис технологічного процесу базового механізму (комплексу) та його ЕП. Розглядаються режими роботи обладнання, їх особливості та впливи на якість технологічного процесу. Характеристика останнього повинна містити інформацію про кількісні значення параметрів технологічних операцій та обладнання, від якого залежать ці параметри.

Ґрунтуючись на отриманій вище інформації здійснюється аналіз виробничого процесу з точки зору використання обладнання механізму та його ЕП. За результатами такого аналізу встановлюються недоліки, «вузькі» місця технологічного процесу, за рахунок яких зменшуються техніко-економічні показники якості та ефективності виробництва.

У підрозділі «Складання схем базового електропривода (або аналога при розробці) та їх стислий опис» надаються загальна характеристика конструкції та складу, схеми (функціональна, кінематична, технологічна, електрична принципова, тощо), основні характеристики і параметри (навантажувальні та електричні діаграми, паспортні дані, тривалість ввімкнення, тощо) обладнання ЕП та механізму в цілому, а також умови використання. Аналізується технічний стан та ступінь впливу обладнання на параметри технологічного процесу, елементна база в цілому, включаючи локальні пристрої автоматизації, і відповідність її сучасним вимогам.

Такі вимоги визначаються: діапазоном та плавністю регулювання, поточними і допустимими значеннями регульованих параметрів у перехідному та в усталеному режимах, перевантаженнями, ККД, режимами роботи обладнання (у тому числі тепловим), частотою пусків, гальмувань та реверсувань, необхідністю забезпечення спеціальних режимів (точна зупинка або робота «на упор») тощо.

Також, наприклад, для автоматизованого електропривода та систем автоматизації вимагаються:

- необхідність оптимізації та стабілізації обраних енергетичних і технічних параметрів з визначенням допустимої похибки;
- необхідність контролю параметрів технологічного процесу;
- умови початку та керування ходом технологічного процесу, його оптимізація за заданими показниками;
- ступінь синхронності роботи машин та механізмів;
- вид і форма інформації про хід процесів та сигналізація при виникненні аварійних ситуацій.

У розділі «Вибір шляхів та постановка задачі модернізації (або розробки) і дослідження ЕП, формування вихідних даних» проводиться техніко-економічний аналіз базового та існуючого аналогів систем електропривода й автоматизації, розглядаються їх недоліки та переваги, надаються результати та робляться висновки.

За результатами проведеного аналізу формуються вимоги до системи автоматизованого електропривода та його елементної бази в рамках технологічного процесу та визначаються шляхи їх забезпечення, тобто визначаються напрями або етапи вдосконалення електропривода механізму або комплексу, який модернізується або розробляється з метою покращення його техніко-економічних показників [8 – 11].

Автор кваліфікаційної роботи чітко формулює постановку задачі на модернізацію (або розробку) та дослідження більш удосконаленого електропривода, обґрунтовує загальну методику розрахунку і дослідження параметрів, характеристик та режимів роботи автоматизованого електропривода і формує сукупність вихідних даних для проведення розрахунків при модернізації або розробці.

До вихідних даних, необхідних для виконання кваліфікаційної роботи, відносяться: паспортні дані елементів існуючого електропривода, параметри електричної і механічної енергії, махові маси рухливих частин, передаточні відношення елементів трансмісії, робочі та допустимі значення швидкостей, переміщень, прискорень, масогабаритні розміри елементів та ін. Характеристика технологічного процесу повинна містити інформацію про навантажувальні діаграми, основні технологічні операції і обладнання, на якому вони виконуються та їх параметри.

2.3.2 Інноваційно-дослідницька частина

Інноваційно-дослідницька частина – це частина пояснювальної записки, де викладаються відомості про предмет (об'єкт) дослідження або розробки, котрі є необхідними й достатніми для розкриття сутності даної роботи та її результатів. Цей розділ є основним у роботі. В ньому удосконалюється та досліджується модернізований варіант системи електропривода.

У підрозділі «Вибір системи електропривода (або їх варіантів)» за результатами аналізу технологічного процесу, режимів роботи, особливостей використання та вимог до ЕП, викладених в аналітичному розділі, обґрунтовується функціональна, кінематична і електрична принципова схеми (ступінь деталізації – узгоджується з керівником роботи).

На підставі сформульованих вимог проводяться обґрунтування і вибір системи електропривода з урахуванням: узагальнених показників капітальних витрат; експлуатаційних характеристик (ККД, коефіцієнта потужності, витрат на обслуговування та ремонт, тощо); складності силової частини і систем керування; надійності; роду і значення струму та напруги живлення; особливостей роботи (реверсивний або неревверсивний, тихохідний або швидкохідний та ін.); діапазону та плавності регулювання швидкості, статичних та динамічних характеристик, режимів роботи та характеру навантаження, елементної бази, умов використання, можливостей застосування ЕОМ і мікропроцесорної техніки та ін.

При виборі системи електропривода враховуються різноманітні показники:

- енергетичні (род струму, параметри напруги живлення, у т. ч. гармонійний склад, потужність, ККД, коефіцієнт потужності, коефіцієнт викривлення, параметри інших елементів силової частини та системи керування, тощо);

- технічні (діапазон та плавність регулювання координат, статичні та динамічні помилки, поточні і допустимі значення швидкості, моменту, зусилля прискорення та ривка, допустимі перевантаження, показники якості перехідних процесів, плавність пуску, реверсування та гальмування, статичні та динамічні режими роботи, масогабаритні розміри, тощо);

- технологічні (ті, що характеризують операції технологічного процесу); навантажувальні діаграми і тахограми, та ті, що показують можливості застосування ЕОМ і мікропроцесорної техніки, у т. ч. промислових та мікроконтролерів);

- надійності (показники надійності часові та ймовірнісні, тощо);

- економічні (витрати на використання за призначенням, на технічне обслуговування та ремонти, показники капітальних витрат, тощо);

- показники безпеки, охорони праці, робочої та аварійної зупинки, тощо;

- показники складності схем силової частини і системи керування.

До основних етапів вибору системи електропривода відносяться:

- 1) обґрунтування структури системи електропривода за результатами аналізу декількох варіантів;

- 2) вибір функціональних елементів силової частини і системи керування;

- 3) складання функціональної схеми електропривода та стислий її опис.

Обґрунтування структури електропривода здійснюється на підставі техніко-економічного порівняння декількох варіантів систем привода. Зараз

електроприводи, як постійного так і змінного струму, будуються за принципами замкнених систем підпорядкованого регулювання (СПР) параметрів (координат) з послідовною корекцією та являють собою багатоконтурні системи. Кількість контурів СПР визначається числом регульованих параметрів. До головного кола такої системи електропривода належать наступні елементи: задатчик інтенсивності; силовий перетворювач; електродвигун; система керування з відповідними регуляторами контурів, датчиками зворотних зв'язків і порівняльними пристроями; механічний передаточний пристрій (електромагнітні муфти, гальма, тощо); пристрої коригування, які охоплені головним механічним зворотним зв'язком.

Наприклад, однозонна система керування електроприводом постійного струму структурно складається із двох контурів:

- 1) внутрішнього контуру струму якоря, куди входять – порівняльний пристрій, регулятор струму, силовий перетворювач, датчик струму;
- 2) зовнішній контур швидкості, куди входять – порівняльний пристрій, регулятор швидкості, внутрішній контур струму, датчик швидкості.

Об'єктом керування першого контуру струму якоря є коло якоря двигуна, а другого – контур струму та механічна ланка двигуна.

Аналогічно будується друга зона регулювання швидкості двигуна постійного струму за колом обмотки збудження, у якої також два контури: контур струму збудження та контур електрорушійної сили. Таким чином така система дозволяє регулювати швидкість двигуна у другій зоні, а система за колом якоря – у першій зоні.

Сучасними системами електропривода змінного струму є асинхронні приводи з частотним керуванням. До основних структурних елементів такого електропривода відносяться: асинхронний двигун з короткозамкненим ротором; перетворювач частоти; функціональний перетворювач; регулятори; датчики зворотних зв'язків; порівняльні пристрої; механічний передаточний пристрій (електромагнітні муфти, гальма тощо); пристрої коригування. Система керування також багатоконтурна та підпорядкованого керування.

Типовими системами електропривода постійного струму є системи тиристорний перетворювач – двигун постійного струму (ТП-Д), а змінного – система перетворювач частоти – асинхронний двигун (ПЧ-АД) з використанням як аналогової так і цифрової елементної бази.

Після вибору елементів складається функціональна схема електропривода, яка є графічним зображенням структури привода у вигляді

елементів (прямокутник з назвою елемента) та зв'язків між ними. Питання вибору системи електропривода розглядаються у роботах [9 – 11; 13].

У підрозділі «Розрахунок параметрів та вибір елементів силової частини електропривода» на першому етапі здійснюється розрахунок потужності приводного електродвигуна (ПЕД), якщо електропривод розробляється або це пов'язано з заміною або проведенням контрольного розрахунку потужності ПЕД, а також зі зміною характеристик технологічних операцій. У будь-якому випадку ПЕД стандартно обирають на підставі розрахункової потужності з урахуванням технологічних особливостей механізму.

В загальному випадку розрахунок потужності ПЕД здійснюється з урахуванням факторів та умов: величини та характеру навантаження; поточних та допустимих значень швидкості; прискорень та ривків; режимів роботи, у т. ч. теплового; показників якості перехідних процесів; умов використання; особливостей конструкції та охолодження, тощо.

В якості вихідних даних використовують: параметри напруги живлення; статичні та динамічні моменти, зусилля, маси, швидкості, прискорення як правило, зведених до валу ПЕД; режими роботи і циклові діаграми роботи механізму або комплексу.

Розрахунок потужності на вибір ПЕД здійснюється у два етапи: попередньо (приблизно) та остаточно (уточнено). У якості уточненого, найчастіше використовується метод еквівалентних величин (еквівалентного моменту, потужності або струму), навантажувальна діаграма та тахограма однієї з цих величин і є основою розрахунку.

Розрахунок потужності та вибір ПЕД методом, наприклад, еквівалентного моменту, здійснюється в наступній послідовності:

1) попередній вибір ПЕД;

2) побудова навантажувальної діаграми з урахуванням технологічних вимог та особливостей механізму у вигляді графіка залежності моменту в часі;

3) розрахунок величини еквівалентного моменту $M_{\text{екв}}$, як середньоквадратичного за цикл технологічного процесу, з урахуванням коефіцієнту запасу $K_z = 1,1 \div 1,35$;

4) перевірка умови:

$$M_{\text{екв}} > M_{\text{дв}},$$

де $M_{\text{дв}}$ – момент попередньо вибраного двигуна;

5) якщо умова виконується, то розраховується еквівалентна потужність, яка приводиться до стандартного значення тривалості ввімкнення (ТВ) і за

значенням якої, з урахуванням інших параметрів, остаточно вибирається тип двигуна та його паспортні дані;

б) виконується перевірка ПЕД за різними умовами (нагрівання, перевантажувальна здатність, пусковий момент, тощо).

Для короткочасного режиму роботи випускаються електродвигуни, що допускають роботу з номінальним моментом 10, 30, 60, 90 хв. Для повторно-короткочасного режиму ТВ встановлена 15, 25, 40, 60 %. Двигун вибирається за каталогом з урахуванням дійсного значення ТВ. При цьому тривалість робочого циклу не повинна перевищувати 10 хв. У іншому випадку двигун вибирається так, як і для тривалого режиму роботи.

Остаточно тип ПЕД вибирається з урахуванням ККД, ТВ, частоти обертання, параметрів редуктора, необхідного коефіцієнта запасу, перевантажувальної здатності, тощо. Особливу увагу потрібно звернути на допустиму перевантажувальну здатність двигуна постійного струму при ослабленому потоці (випадок двозонного регулювання швидкості), параметри, що характеризуються необхідними зусиллями, швидкостями та ін.

При необхідності розраховується оптимальне передаточне відношення редуктора, здійснюється вибір механічного передаточного жорсткого або гнучкого пристрою, гальмівних пристроїв, муфт, тощо.

Розрахунок потужності та вибір ПЕД виконується за специфічною для кожного механізму методикою з урахуванням його особливостей.

На другому етапі відповідно до прийнятої системи електропривода вибирається силовий перетворювач. Більш доцільними вважаються статичні напівпровідникові перетворювачі, оскільки їх переваги загальновідомі, а багаторічний досвід впровадження підтверджує їх конкурентоспроможність.

Вихідними даними при виборі будь-якого силового перетворювача є: система електропривода (постійного або змінного струму, структура побудови, особливості системи керування, тощо); параметри ПЕД (напруга, струм, потужність, ККД, коефіцієнт потужності, діапазон та плавність регулювання напруги для двигуна постійного струму, напруги і частоти для асинхронного двигуна, швидкості, навантаження, з урахуванням коефіцієнта завантаження, тощо). За визначеною методикою обирається тип перетворювача з його паспортними даними. При цьому варто мати на увазі, що тиристорний перетворювач допускає перевантаження за струмом у межах 1,5...2,0 від номінальної тривалості (що складає до 20 с). Через те, що у неусталеному режимі час перевантаження може перевищувати або бути менше,

встановленого паспортом, часу перевантаження, при остаточному виборі перетворювача необхідно виконати перевірку на перевантажувальну здатність.

Для систем регульованого електропривода на базі вентиляного двигуна, асинхронного з частотним керуванням або синхронного з безпосереднім перетворювачем частоти, додатково, в якості даних, необхідно використовувати:

- кількість фаз (пульсацій) вентиляних груп на виході (вході) та у проміжних ланках перетворення електроенергії і спосіб керування групами;
- заступну схему і параметри двигуна (активні, індуктивні опори обмоток, коефіцієнт форсування збудження, тощо);
- кількість ступенів збільшення напруги;
- необхідні енергетичні показники.

На третьому етапі (при необхідності) вибираються силовий трансформатор, реактори і в цілому комплектний силовий перетворювач, методики вибору яких розглядаються у джерелах [8 – 11; 40 – 49].

У підрозділі «Розрахунок параметрів та вибір елементів системи керування електроприводом» відповідно до прийнятої структури системи керування, тобто її функціональної схеми, обираються елементи системи. Широке використання отримали автоматизовані електроприводи (АЕП) постійного струму з двоконтурними системами регулювання швидкості за колом якоря та колом обмотки збудження і системи двозонного регулювання швидкості ПЕД. У АЕП змінного струму використовуються дво- та три контурні системи частотного регулювання швидкості або системи з тиристорним регулюванням напруги живлення змінного струму.

Після вибору силових перетворювачів розраховуються параметри та обираються елементи контурів системи керування, до яких відносяться: регулятори контурів відповідних систем електропривода (регулятори струму, швидкості, частоти та ін.); датчики зворотних зв'язків (за швидкістю, струмом, електрорушійною силою тощо); порівнювальні та підсилювальні пристрої; задатчики інтенсивності; засоби автоматизації керування (контролери, електронні реле, тощо). Для асинхронного привода з частотним керуванням вибирається функціональний перетворювач, що реалізує заданий закон регулювання.

Розрахунок параметрів елементів контурів керування та зворотних зв'язків проводиться за відомими методиками [11; 14 – 15; 19; 21; 25; 39]. За значеннями розрахункових параметрів обирається тип або серія будь-якого елемента системи. Для побудови сучасних АЕП використовуються уніфіковані

та стандартизовані системи елементів, наприклад, уніфікована блочна система регуляторів в аналоговому і дискретному виконанні (УБСР-АВ або ДВ) та ін.

Такі системи дозволяють будувати АЕП за модульним принципом з уніфікованими елементами та рівнем напруги живлення. Основою елементів аналогових систем керування є операційні підсилювачі, на яких будуються регулятори, датчики, задатчики, обчислювальні пристрої та допоміжні елементи зв'язку тощо.

У підрозділі «Складання структурної схеми та оптимізація електропривода» на першому етапі здійснюється складання структурної алгоритмічної схеми АЕП, яка являє собою графічне відображення динамічних властивостей системи у вигляді рівнянь динаміки або передавальних функцій елементів та зв'язків між ними, при використанні яких і складається структурна схема АЕП. Для цього використовується функціональна схема АЕП, у якій замість назви елементів записують їх рівняння динаміки або передавальні функції, зберігаючи зв'язки між елементами. Потім шляхом еквівалентних перетворень отримуються передавальні функції або рівняння динаміки АЕП у розімкненому або замкненому станах.

Таким чином, для отримання структурної схеми привода необхідно:

- 1) скласти рівняння динаміки для кожного елемента привода і отримати систему, як правило, диференціальних рівнянь;
- 2) перевести систему диференціальних рівнянь в операторну форму;
- 3) одержати передавальні функції елементів та ЕП в цілому і розрахувати їх параметри (коефіцієнти перетворення та постійні часу);
- 4) на основі передавальних функцій елементів та функціональної схеми скласти структурну схему АЕП.

На другому етапі виконується синтез АЕП, який пов'язаний з оптимізацією його параметрів. Такий синтез здійснюється шляхом налаштування регуляторів контурів системи керування. Найчастіше оптимізація виконується за стандартними, простими і добре розробленими інженерними методиками, до яких відноситься: налаштування регуляторів контурів привода на симетричний або модульний оптимум. В якості регуляторів використовуються пропорційні (П), інтегральні (І), пропорційно-інтегральні (ПІ), пропорційно-інтегрально-диференціальні регулятори (ПІД) та ін. Кожен з них по різному впливає на якість процесів в АЕП. Наприклад, П – регулятор безінерційний, підвищує швидкодію електропривода, а ПІ – регулятор підвищує точність, але зменшує стійкість системи [15; 17 – 21].

Наприклад, у системі ТП-Д спочатку синтезується регулятор внутрішнього контуру струму:

- виділяється структурно контур струму і визначається його передавальна функція;
- застосовується визначений метод налагодження регулятора струму (як правило, модульний оптимум);
- визначається передавальна функція синтезованого контуру струму у вигляді спрощеної передавальної функції аперіодичної ланки.

Регулятор швидкості (РШ) синтезується за передавальною функцією контуру швидкості. При налаштуванні РШ на модульний оптимум його структура має вигляд П-регулятора. Якщо такий регулятор не забезпечує заданого статизму, для синтезу РШ застосовується симетричний оптимум. У цьому випадку реалізується ПІ-регулятор швидкості. Контур з таким регулятором є двократно інтегруючим. При цьому для зменшення перерегулювання за впливом керування на вході такого регулятора необхідний фільтр.

Синтезована таким чином система АЕП буде статично стійкою, що відповідає вимогам до стійкості системи, тобто вона матиме необхідні запаси стійкості за амплітудою та фазою.

У підрозділі «Вибір методики вирішення задачі дослідження та складання математичної моделі модернізованого електропривода (або варіантів)» здійснюється дослідження АЕП як в усталеному, так і в перехідному режимах за допомогою математичних моделей вузлів та АЕП в цілому. Виходячи зі структурної схеми АЕП, параметрів елементів, зв'язків між ними та передавальних функцій, складається його математична модель (аналогова, цифрова або структурна).

В математичні моделі електропривода в кваліфікаційних роботах магістра повинна бути врахована механічна частина електропривода за реальною навантажувальною діаграмою роботи механізму.

Перехідні процеси для оцінки показників регулювання можуть бути побудовані для лініарезованої системи алгебраїчними або частотними методами, а для структури, що враховує наявність нелінійностей, використовується метод аналогового або цифрового моделювання на ЕОМ. Наприклад, отримана структурна схема АЕП є основою для побудови математичної моделі та оцінки якості і ефективності привода, що проектується або модернізується.

Для структурного моделювання доцільно використовувати програми: Matlab, Scilab (програма з вільним доступом), Mathcad [16; 24; 33 – 38].

У підрозділі «Моделювання електропривода в усталеному та перехідному режимах» після складання математичної моделі здійснюється моделювання АЕП, тобто дослідження. Метою дослідження є оцінка якості електропривода в усталеному та перехідному режимах при різних умовах його роботи за отриманими в ході моделювання показниками якості. При підготовці до моделювання обґрунтовується вибір програмних засобів, необхідних для реалізації моделі, розраховуються необхідні параметри моделі. В процесі моделювання отримуються необхідні статичні та динамічні показники і характеристики привода.

Ступінь деталізації структурної схеми електропривода і доцільність урахування різноманітних електромагнітних явищ в електричних машинах (урахування насиченості осердя, вихрових струмів та ін.), дискретності напівпровідникових перетворювачів визначаються керівником кваліфікаційної роботи та її виконавцем.

У межах кваліфікаційної роботи до основних питань, які можуть досліджуватися, відносяться наступні:

- 1) оцінка якості АЕП у перехідному режимі для різних умов роботи;
- 2) оцінка якості в усталеному режимі, в тому числі оцінка статичної стійкості АЕП з визначенням запасів стійкості, отриманих швидкісних і механічних характеристик привода, тощо;
- 3) оцінка точності АЕП при різних вхідних впливах та статичному навантаженні системи (наприклад, за величиною усталеної похибки, яка визначається методом коефіцієнтів похибок);
- 4) оцінка надійності привода з використанням структурної схеми надійності та отримання функції і показників надійності;
- 5) оцінка АЕП у різних режимах роботи, у тому числі при пуску, гальмуванні, різних законах зміни навантаження та ін.

Крім того, в процесі моделювання з використанням ЕОМ може оцінюватися вплив різноманітних факторів (при змінах характеру вхідного сигналу або збурення, характеру та величини навантаження, співвідношення постійних часу, пружних властивостей елементів та зв'язків тощо) на якість перехідного процесу, статичні характеристики і координати привода.

У підрозділі «Аналіз результатів дослідження і проведення порівняльної оцінки базового та удосконалених (одного або декількох) варіантів систем електропривода» здійснюється аналіз отриманих результатів моделювання з

проведенням порівняльної оцінки аналогічних показників якості базового та удосконаленого одного або декількох варіантів АЕП, тобто до і після модернізації привода. За результатами аналізу робляться висновки щодо працездатності, якості перехідних процесів, точності, енергетичної, технічної та економічної доцільності використання модернізованого або розробленого АЕП в реальних умовах виробництва.

Наприклад, за результатами моделювання АЕП у перехідному режимі будуються відповідні графіки залежностей координат привода (струму якоря або ротора, швидкості або моменту) у часі, на підставі яких розраховуються показники якості привода у перехідному режимі (величина перерегулювання, час регулювання, швидкодія та інші показники), які можуть надаватися у вигляді порівняльної таблиці показників для різних варіантів АЕП.

При оцінці надійності за електричною принциповою схемою АЕП визначається інтенсивність або параметр потоку відмов елементів, вузлів або їх частин, будується структурна схема надійності, здійснюються послідовні еквівалентні перетворення цієї схеми до найбільш простої, визначається ймовірність безвідмовної роботи, будується графік зміни цієї функції у часі, на підставі якого і визначаються показники надійності (середній час напрацювання на відмову, параметр потоку відмов, коефіцієнт готовності, термін життєвого циклу привода, тощо).

У підрозділі «Розробка схеми електричної принципової та складання специфікації» (за вказівкою керівника) розробляється електрична принципова схема АЕП, ступінь узагальненості якої обговорюється керівником і виконавцем кваліфікаційної роботи. Виконання схеми АЕП і її специфікації здійснюється відповідно до вимог Держстандарту [7] та надається стислий опис схеми.

У розділі «Електропостачання» вирішуються наступні питання з забезпеченням електроживлення об'єкта модернізації.

1. У підрозділі «Загальна характеристика системи електропостачання, від якої отримує живлення об'єкт модернізації» необхідно стисло описати електричну мережу між відпайками на шинях районної підстанції та об'єктом модернізації (рівні напруг: 330; 220; 150; 110; 35; 20; 10; 6; 0,4 кВ) з зазначенням: потужності короткого замкнення системи в мінімальному та максимальному режимах відповідно $S_{C_{\min}}^{\prime}$, $S_{C_{\max}}^{\prime}$, довжин ліній електропередачі (ЛЕП), в т. ч. кабельних та шинних, паспортних параметрів силових трансформаторів (тип, U_k , % або U_{kBC} , %, U_{kBH} , %, U_{kCH} , %, $U_{k_{\text{наскріз}}}$, %), реакторів (тип, X_p , Ом або X_p , %).

2. У підрозділі «Розрахунок електричних навантажень низької напруги КТП» за допомогою таблиці вихідних даних навантажень низької напруги, яка була складена під час виробничого етапу переддипломної практики, виконується розрахунок навантажень низької напруги КТП.

3. У підрозділі «Вибір трансформатора КТП» за результатами розрахунку навантажень, з урахуванням категорії надійності споживачів, компактності розташування та інших факторів обирається КТП (одно-, дво- або багато трансформаторна) та сучасний тип трансформатора для неї.

4. У підрозділі «Розрахунок втрат у трансформаторі КТП та навантаження приєднання до шин РУ-6(10) кВ ЦРП» виконується розрахунок втрат активної та реактивної потужностей в трансформаторі КТП та навантаження приєднання до шини РУ-6(10) кВ ЦРП з урахуванням втрат.

5. У підрозділі «Попередній вибір електричних апаратів, струмоведучих частин та іншого електроустаткування приєднання» за максимальним робочим струмом та номінальною напругою обираються, за паспортними і довідковими даними, типові електричні апарати, струмоведучі частини та інше устаткування приєднання (високовольтний відмикач, відмикач навантаження, роз'єднувач, високовольтний запобіжник, кабель, шинна конструкція, вимірювальні трансформатори струму і напруги та ін.). Якщо об'єктом модернізації є високовольтний споживач то попередні підрозділі (1 – 4) розділу «Електропостачання» виключаються з розрахунку.

6. У підрозділах «Перевірка вибраного кабелю на термічну стійкість до дії струму короткого замкнення (СКЗ)» та «Перевірка вибраного високовольтного відмикача та інших апаратів, струмоведучих частин і устаткування на термічну та динамічну стійкість до дії СКЗ» – якщо струмоведучі частини не витримують перевірку – збільшується їх переріз, а для шинної конструкції ще й коригуються, можливо, інші геометричні параметри; для апаратів – підбираються зразки з достатніми показниками стійкості та остаточно приймається рішення про встановлення устаткування, яке витримало перевірку.

7. У підрозділі «Вибір вимірювальної апаратури» перед вибором вимірювального трансформатора струму визначаються з потужністю вимірювальних приладів та струмових реле, які складають навантаження вторинної обмотки трансформатора струму та розподіляють потужність, яку вони споживають, по фазах. Після цього визначають розрахункове навантаження трансформатора для найбільш завантаженої фази в [Ом]. На завершення перевіряють трансформатор струму на стійкість до дії СКЗ і на

відповідність класу точності та приймають остаточне рішення про тип приладу, схему включення та кількість.

Перед вибором вимірювального трансформатора напруги визначаються з потужністю вимірювальних приладів та реле напруги, які складають навантаження вторинної обмотки трансформатора напруги. Після цього визначають розрахункове навантаження трансформатора напруги в $[В \cdot А]$, вибирають трансформатор за номінальною напругою та потужністю. Крім цього укомплектовують його роз'єднувачем, перевіреним за умовами стійкості до дії СКЗ та запобіжниками.

8. У підрозділі «Вибір пристроїв релейного захисту» слід мати на увазі наступне.

8.1 В установках низької напруги на величину СКЗ можуть значно впливати не тільки індуктивний, але й активний опір елементів контуру КЗ. При визначенні СКЗ, за звичай, враховуються активні опори повітряних і кабельних ліній, силових трансформаторів, трансформаторів струму, шин, контактів комутаційних апаратів і т. п.

8.2 В більшості випадків потужність системи або електростанції неспівмірно велика по відношенню до потужності трансформатора КТП $S_C \gg S_{Тном}$. Якщо виконується умова $S_C \geq 50 \cdot S_{Тном}$, то розрахунок СКЗ можна вести як у віддаленій точці ($X_{*розр} \geq 3$), тобто вважати періодичний струм незатухаючим $I'' = I_\infty$.

8.3 Розрахунок СКЗ на шинах низької напруги слід проводити після остаточного вибору високовольтних комутаційних апаратів. Тоді за відомої потужності відімкнення високовольтного відмикача $S_{відімк}$ опір системи приблизно можна розрахувати за формулою:

$$X_C = \frac{U_{cp}^2}{S_{відімк}}, \text{ Ом,}$$

де U_{cp} – середня напруга ступеню короткого замкнення.

8.4 Електроустановки повинні бути обладнанні релейним захистом. Але треба мати на увазі, що в електроустановках напругою вище 1000 В, з метою їх здешевлення та підвищення надійності, замість високовольтних відмикачів і релейного захисту, можна використовувати запобіжники, якщо вони можуть забезпечити необхідні параметри відімкнення (струм, потужність), селективність та чутливість дії, не перешкоджають використанню необхідної за умовами роботи електроустановки автоматики (АПВ, АВР та ін.).

8.5 Правилами будови електроустановок (ПБЕ) на приєднаннях до цехових трансформаторних підстанцій (перед кабельними лініями, з'єднуючими РП, ЦРП з цеховими ТП) передбачається двоступеневий струмовий захист:

- а) максимальний струмовий захист з витримкою часу (МСЗ);
- б) струмова відсічка (СВ).

У цьому підрозділі необхідно розрахувати струми спрацьовування захистів, коефіцієнти чутливості, струми спрацьовування реле та вибрати за довідниковими даними типові сучасні зразки для встановлення.

Для визначення коефіцієнта чутливості МСЗ необхідно знати величину СКЗ $I_{k \min}$ (струм однофазного КЗ на стороні нижчої напруги, приведений до сторони вищої напруги):

$$I_{k \min} = \frac{0,87 \cdot U_{1cp}}{\sqrt{3} \cdot Z_{розр} \cdot \frac{U_{1cp}^2}{U_{2cp}^2}},$$

де $Z_{розр}$ – розрахунковий опір кола КЗ, приведений до вторинної напруги трансформатора.

9. При виконанні підрозділу «Аналіз схем електричного підключення навантажень низької напруги відповідної секції розподільного щита трансформатора КТП» необхідно мати на увазі наступне.

9.1. Складність схеми електричного підключення двигунів різноманітних механізмів обумовлюється, в першу чергу, складністю процесу пуску та необхідністю регулювання швидкості.

9.2. В найпростіших випадках, коли пуск легкий і нема потреби в регулюванні швидкості, використовується так званий прямий пуск (електромеханічний метод) з використанням електромеханічного захисного пристрою – пускача. Пускач це комбінація всіх комутаційних засобів, необхідних для пуску та відключення двигуна, у поєднанні з належним захистом від перевантажень та струму короткого замкнення. До складу пускача може входити декілька апаратів, наприклад: контактор; реле захисту від перевантажень; кнопковий пост тощо, або комбінація із запобіжного відмикача та захисного автомата з тепловим та електромагнітним розчеплювачем.

9.3. Якщо пуск важкий і нема потреби в регулюванні швидкості, то використовується прямий пуск з перемиканням з «зірки» на «трикутник» (електромеханічний метод).

9.4. Якщо технологія потребує від привода частих, безшумних пусків і відключень або оточуюче навколишнє повітряне середовище може бути пожежо-вибухонебезпечним, використовуються безконтактні напівпровідникові захисні пускачі в комбінації з надшвидкими напівпровідниковими запобіжниками (електронний метод).

9.5. У випадку прямого пуску («зірка-трикутник», реверсивний пуск, перемикання полюсів) виникають перешкодоутворюючі піки струму та різкі зміни крутного моменту. За таких обставин можуть застосовуватися пускачі плавного пуску (електронний метод), які забезпечують плавний пуск двигуна в помірному режимі. З їх допомогою можливе керування мережевою напругою від 0 до 100% протягом установлюваного періоду. Двигун пускається практично без поштовхів. Зменшення напруги веде до квадратичного скорочення крутного моменту по відношенню до стандартного пускового моменту, тому плавні пускачі особливо підходять для механізмів з квадратичною кривою частоти обертання або крутного моменту (наприклад, насоси, вентилятори).

9.6. За необхідності плавної зміни частоти обертання або застосування настройки крутного моменту використовуються перетворювачі частоти (електронний метод): U / f – перетворювачі, векторні перетворювачі частоти (електроприводи екструдерів транспортуючих та подаючих пристроїв, мішалок, перемішуючих установок і т. п.), сервоперетворювачі.

При виконанні цього підрозділу, на базі даних по навантаженням КТП, необхідно проаналізувати існуючі схеми електричних приєднань двигунів різноманітних механізмів в частині відповідності сучасній апаратній базі та дати пропозиції відносно можливої модернізації.

Якщо об'єктом модернізації є високовольтний споживач, то проаналізувати роботу схеми електричного підключення до і після модернізації.

У розділі «Енергозбереження» надаються рекомендації по поліпшенню енергетичних показників та енергозбереженню в цілому в умовах розробленого або модернізованого АЕП.

Як відомо, близько двох третин електричної енергії, що виробляється, споживається електромеханічними системами (ЕМС), у тому числі електроприводами, тому підвищення їх енергетичної ефективності є основним резервом енергозбереження. У цьому розділі необхідно вказати та розкрити основні напрямки енергозбереження у рамках кваліфікаційної роботи. Надати

схемні або розрахункові докази, які свідчать про економічність споживання приводом електроенергії, вказати основні шляхи вирішення цієї задачі.

Тенденції розвитку силової частини перетворювальної техніки такі, що частка вищих гармонік буде безупинно збільшуватися. Тому розробка енергозберігаючих ЕМС і підвищення при цьому якості електроенергії є дуже актуальною задачею, успішне рішення якої можливе:

- 1) вибором раціонального типу АЕП;
- 2) вибором раціональних режимів роботи технологічних (електротехнологічних) комплексів;
- 3) використанням енергозберігаючих технологій;
- 4) переведенням на частотне керування АЕП, що працюють в напружених динамічних режимах;
- 5) гнучким керуванням потоками енергії за допомогою перетворювачів напруги;
- 6) застосуванням групового живлення регульованих АЕП постійного та змінного струмів на основі силових перетворювачів з ШІМ від загальних шин постійного струму та ємнісного накопичувача, що дозволяє включати двосторонню циркуляцію енергії між ЕМС та мережею, усуваючи тим самим додаткові втрати;
- 7) використанням керованої напівпровідникової техніки на базі IGBT-модулів, що дозволяє вирішити проблему економії та корекції показників якості електроенергії, що споживається приводом.

Енергозбереження в електромеханічних системах є комплексним, багатоплановим, а в окремих аспектах – досить складним питанням. До головних напрямів його розв'язання належать:

- 1) організаційні – забезпечення електромеханічних установок необхідними приладами фіксації споживання електричної енергії; недопущення тривалих режимів холостого ходу, не передбачених технологічними умовами, та ін.;
- 2) організаційно-технічні – забезпечення ЕМС електроприводами, розрахованими на основі методик, що максимально точно відповідають технологічним умовам; узгодження із загальним графіком навантаження підприємства, часом і тривалістю ввімкнення потужних ЕМС та ін.;
- 3) науково-технічні – розробка і впровадження енергозберігаючих електродвигунів, пристроїв та ЕМС із високими техніко-економічними показниками; дослідження і впровадження найвигідніших за даних умов (за чинником енергозбереження) установок, режимів, електродвигунів та ін.

Слід враховувати, що економія електричної енергії є важливим, хоч і не єдиним чинником, що визначає високий техніко-економічний рівень розвитку ЕМС. Важливе значення має надійність (напрацювання на відмову) окремих складових і ЕМС в цілому. Цим визначається продуктивність установки, витрати на її ремонт і експлуатацію. В більшості випадків домінуючим чинником є безпека роботи установки і обслуговуючого персоналу. Як відомо, енергетичні особливості кожного елемента ЕМС визначаються ККД, який характеризує частку втрат енергії в елементі.

При навантаженні $M_c = \text{const}$ для некерованих ЕМС можна вважати, що ККД об'єкта також буде величиною незмінною, а максимального значення його можна досягти в разі тривалого, некерованого режиму роботи ЕМС за рахунок:

- використання складних ЕП із високими значеннями ККД (наприклад, застосування спеціальних типів електродвигунів із підвищеним ККД). Слід враховувати, що підвищення ККД двигуна приблизно на 5% потребує збільшення витрат міді та сталі до 20...30%, що відповідно впливає на вартість двигуна;

- зменшення кількості елементів у складі ЕП (наприклад, застосування безредукторних ЕП, живлення електромеханічного перетворювача безпосередньо від електричної мережі, тощо).

ЕМС з некерованими ЕП широко використовуються на потужних вентиляторних, насосних і транспортних установках, прокатних станах тощо. Водночас при застосуванні некерованих ЕП у ході технологічного процесу можливі тривалі відхилення моменту M_c від номінального значення, що можуть досягати десятки процентів. У цьому разі при перевантаженнях ЕП можливе спрацьовування електричного захисту, а при недовантаженнях об'єкт разом з ЕП виходить із зони номінального ККД, що спричиняє додаткові витрати електричної енергії. За значної потужності технологічних об'єктів і систем ЕП непродуктивні втрати електричної енергії можуть бути досить суттєвими. Це, у свою чергу, може бути обґрунтуванням для застосування хоч і складніших, але економічно вигідніших ЕМС із керованими ЕП. Нині цей напрям розвитку ЕП є пріоритетним, а широка сфера застосування некерованого ЕП постійно звужується.

Головними напрямками модернізації ЕМС із некерованими ЕП за тривалих відхилень статичного моменту опору M_c від номінального значення можна вважати:

- ступінчасту зміну швидкості ПЕД, наприклад, за рахунок зміни кількості пар полюсів і відповідної зміни синхронної швидкості;

- застосування додаткового енергозберігаючого пристрою у колі статора двигуна, завдяки якому електродвигун працює (при зміні M_c) у зоні максимуму ККД на новій характеристиці.

Найбільші значення ККД за приблизно рівної величини інших параметрів (наприклад, швидкості та потужності) мають асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором, наприклад:

- для двигунів загальної серії 4А (зняті з виробництва) при потужності 0,55...30 кВт та номінальній швидкості 1000 об/хв, ККД складає 0,7...0,9;

- для кранових асинхронних двигунів із короткозамкненим ротором серії МТКФ при потужності 2...40 кВт та номінальній швидкості 1000 об/хв., ККД складає 0,6...0,82;

- для двигунів серії АКН потужних піднімальних машин при потужності 800...2000 кВт та номінальній швидкості 750 об/хв, ККД складає 0,935...0,948.

У передавальних пристроїв величина ККД знаходиться у межах:

- для циліндричних та зубчастих передач 0,94...0,98;

- для черв'ячних передач за однозахідного черв'яка 0,7...0,75; за багатозахідних черв'яків – 0,82...0,92.

Пріоритетним питанням під час розробки та модернізації керованих ЕМС є визначення способу керування продуктивністю об'єкта:

- технологічне – поворотом лопаток робочого колеса (вентилятори, насоси) або зміною положення засувки на нагнітальному трубопроводі (насоси);

- електричне (точніше електромеханічне) – керування швидкістю електродвигуна, від якої залежить продуктивність технологічної установки.

Дослідження показали, що найефективнішими є електромеханічні способи керування. Вибір методу плавного керування ЕП, як відомо, залежить від типу двигуна, особливостей поставленого завдання, техніко-економічних показників відповідної системи керованого ЕП. Найбільш поширеними є:

- системи ЕП на основі асинхронних електродвигунів із короткозамкненим ротором при частотному керуванні;

- системи ЕП змінного струму з векторним керуванням;

- системи керування за напругою статора двигуна при незначному діапазоні керування ЕП та відсутності особливих вимог відносно точності;

- системи на основі асинхронно-вентильного каскаду.

З позицій особливостей енергозбереження можна виділити три головні принципово відмінні види керованих асинхронних приводів:

1) електроприводи з втратами енергії ковзання: системи ЕП з реостатом у колі ротора, ЕП з гідравлічними або електромагнітними муфтами ковзання;

2) ЕП з рекуперацією енергії ковзання (різні каскадні системи, наприклад асинхронно-вентильні каскади);

3) ЕП, що працюють без втрат енергії ковзання: частотні; вентильні та з багатошвидкісними електродвигунами.

Крім методів плавного керування ЕП, застосовується також дискретне керування двигунами змінного струму за стрибкоподібної зміни навантаження (наприклад, за рахунок перемикання числа пар полюсів обмотки статора).

Остаточний вибір способу керування, як і АЕП в цілому, потребує техніко-економічного порівняння декількох варіантів системи за вибраним критерієм якості відповідно до конкретних умов її роботи. Головними критеріями оцінки є капітальні та експлуатаційні витрати, надійність та ефективність енергозбереження.

2.3.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища

Розділ у кваліфікаційній роботі має номер 3 та починається зі вступної частини, у якій вказується мета розділу і для яких умов розробляються питання охорони праці та захисту навколишнього середовища, тобто, для виробничого приміщення, технологічного процесу, офісу чи для іншого приміщення, в якому виконувалася робота.

Обсяг вступної частини до 0,4 сторінки; вона йде безпосередньо після назви розділу без назви і нумерації; у змісті її наявність як окремого підрозділу не відображається. Зразок вступної частини:

«Дана кваліфікаційна робота магістра передбачає модернізацію вузла машини, механізму, розробку системи керування або регулювання та дослідження, що проводилися в умовах... Тому в даному розділі розглянуті основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори цеху, відділення, дільниці, лабораторії, офісу і т. д., розроблені заходи щодо їх зниження (або заходи щодо забезпечення сприятливих умов праці). Виконані розрахунки ..., узагальнені питання пожежної профілактики, розглянуті питання впливу запропонованих рішень на навколишнє середовище та методи його захисту».

Основну частину розділу складають підрозділи.

3.1 Аналіз умов праці та пожежної безпеки.

3.2 Заходи поліпшення умов праці.

3.3 Захист навколишнього середовища.

Методичні вказівки до виконання підрозділів 3.1 та 3.2 наведені в [5].

Підрозділ 3.3 «Захист навколишнього середовища» виконується у відповідності до вимог Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» та інших нормативно-правових актів у галузі екологічної безпеки та охорони навколишнього середовища. Необхідні матеріали для його написання студент отримує на підприємстві (в організації) у період переддипломної практики та з літературних джерел.

Підрозділ «Захист навколишнього середовища» може бути присвячений одному з наступних напрямків:

- 1) охороні атмосферного повітря від забруднення;
- 2) охороні водойм від забруднення стічними водами;
- 3) екологічно безпечному поводженню з відходами.

У технологічному процесі, як правило, використовуються речовини, присутність яких в навколишньому середовищі є недопустимою. Тому необхідно на початку підрозділу навести таку інформацію:

- скласти перелік забруднюючих речовин, які відповідно до технології, яка проектується, удосконалюється або досліджується, можуть викидатися в атмосферу, скидатися у водойми або міську каналізацію, накопичуватися у відвалах;

- оцінити кількість цих речовин на одиницю продукту або вихідної сировини.

Якщо для написання підрозділу обрано перший напрямок, то необхідно надати таку інформацію:

- перелік забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря в порядку убування маси викиду;

- перелік джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;

- перелік і основні характеристики систем очищення газів, що відходять (які застосовуються або обрані з літературних джерел).

Якщо для написання підрозділу обрано другий напрямок, то необхідно надати такі дані:

- перелік забруднюючих речовин, що скидаються у відкриті водні об'єкти та/або міську каналізацію, в порядку убування маси скидання;

- перелік джерел скидів забруднюючих речовин у відкриті водні об'єкти та/або міську каналізацію;

- перелік та основні характеристики систем очищення стічних вод (якщо такі є на підприємстві або запропонувати їх з літературних джерел).

Третій напрямок «Екологічно безпечне поводження з відходами». Тут необхідно навести таку інформацію:

- перелік джерел утворення твердих відходів;
- перелік твердих відходів із зазначенням складу і класу небезпеки, обсяги їх утворення, розміщення і подальшого використання;
- заходи щодо збору, використання, знешкодження, транспортування і розміщення небезпечних відходів;
- контроль за безпечним поводженням з відходами на підприємстві;
- передбачувані рішення щодо екологічно безпечного поводження з відходами виробництва та споживання.

2.3.4 Економічна частина

У цьому розділі під номером 4, встановлюється економічна доцільність запропонованих в аналітичній та інноваційно-дослідницькій частинах роботи технічних рішень і розробок у цілому шляхом розрахунку техніко-економічних показників. Завдання на розділ студент отримує від консультанта з економічної частини згідно з темою кваліфікаційної роботи та за узгодженням з керівником роботи.

Відповідно до завдання автор роботи проводить порівняльний аналіз техніко-економічних показників базового та запроєктованого варіантів електропривода. В якості останніх можуть бути продуктивність, точність, діапазон регулювання, ККД, коефіцієнт потужності, надійність, масогабаритні показники, ступінь складності, зручність та трудомісткість експлуатації, монтажу, ремонту та налагоджування, кількість та кваліфікація персоналу, необхідного для обслуговування, періодичність профілактичного обслуговування, використання уніфікованого та стандартного обладнання чи окремих вузлів, тощо. Аналізується кількісних зв'язок технічних характеристик з економічними показниками (показниками основних фондів, собівартості, прибутку та рентабельності, витратами на електроенергію, обслуговування, налагоджування, ремонт і експлуатацію, тощо). Економічне обґрунтування запропонованих рішень має включати такі етапи:

- розрахунок інвестицій (капітальних витрат) на придбання обладнання, монтаж установки або системи АЕП;

- визначення експлуатаційних витрат на утримання установки або системи, обґрунтування значень витрат, які змінюються (заробітна платня обслуговуючого персоналу з нарахуваннями, амортизаційні відрахування, витрати на утримання та ремонт, витрати на електроенергію, тощо);

- визначення економічної ефективності (здійснюється за рекомендаціями методичних вказівок, розроблених відповідальною кафедрою) [6].

Особливостями виконання економічної частини дослідницьких кваліфікаційних робіт є переважно теоретичний характер рекомендацій та складність визначення економічної ефективності в умовах конкретного підприємства.

У таких випадках допускається складання кошторису витрат на проведення науково-дослідної роботи за економічними витратами (матеріальні витрати, оплата праці з нарахуваннями, накладні витрати та інші витрати).

Кваліфікаційні роботи магістрів повинні включати демонстраційний матеріал за результатами виконання економічної частини.

Демонстраційний матеріал має відображати результати розрахунків, що ілюструють економічну доцільність проектних рішень, і, як правило являє собою таблицю «Техніко-економічні показники та ефективність проектних рішень» або «Кошторис витрат на виконання роботи та ціна науково-технічної продукції».

2.3.5 Висновки та рекомендації

У висновках дається узагальнений перелік вирішених завдань, загальна характеристика розробленого електропривода, робиться висновок щодо його відповідності поставленим вимогам та економічної ефективності. Після висновків даються рекомендації, де визначають подальші роботи, які вважають необхідними, вказують технічну та економічну доцільність використанні прийнятих рішень і розрахунків на практиці. Текст висновків та рекомендації можуть бути розділені на пункти.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

3.1 Затвердження тем кваліфікаційних робіт

Тематику кваліфікаційних робіт розробляє випускова кафедра електричної інженерії за погодженням ГЗЯОП «Інжиніринг індустріальних електромеханічних систем та електротехнологічних комплексів» з урахуванням

наявних замовлень від промислових підприємств та організацій, з якими співпрацює ГЗЯОП, баз майбутньої переддипломної практики, тощо.

Тематика кваліфікаційних робіт магістра має бути спрямована на проектування та дослідження електромеханічних систем та електротехнологічних комплексів, розв'язання актуальних задач в галузі електричної інженерії з використанням новітніх технологій і навичок програмування. Як правило, тема може передбачати проведення наукових досліджень, створення математичних моделей об'єктів керування, математичного моделювання тощо.

Формулювання теми кваліфікаційної роботи магістра, як правило, має починатись словами: «Модернізація та дослідження електропривода...», «Дослідження алгоритмів керування... », «Дослідження та оптимізація параметрів (режимів)...», тощо.

Студент може запропонувати на розгляд випускової кафедри власну тему кваліфікаційної роботи.

Остаточну тему кваліфікаційної роботи формулює керівник роботи за погодженням зі студентом.

Затвердження керівників та тем кваліфікаційних робіт здобувачам вищої освіти здійснюється наказом ректора про направлення на переддипломну практику, разом з призначенням бази практики, не пізніше ніж за півтора місяці до початку практики. Керівником переддипломної практики від УДУНТ призначається керівник кваліфікаційної роботи.

Зміна теми кваліфікаційної роботи допускається у виняткових випадках не пізніше двох тижнів після завершення переддипломної практики.

Зміна теми кваліфікаційної роботи оформлюється наказом ректора за поданням завідувача випускової кафедри.

3.2 Завдання на кваліфікаційну роботу

Завдання на кваліфікаційну роботу розробляє керівник спільно з консультантами окремих розділів і затверджує завідувач випускової кафедри до початку переддипломної практики.

Завдання на кваліфікаційну роботу оформлюється з двох боків одного аркуша (Додаток В).

Завдання на кваліфікаційну роботу містить календарний план підготовки кваліфікаційної роботи, в якому визначаються терміни і черговість виконання і оформлення усіх розділів роботи, терміни закінчення і захисту роботи в Екзаменаційній комісії.

При зміні теми кваліфікаційної роботи необхідно наново розробити, затвердити і видати здобувачеві нове завдання на кваліфікаційну роботу.

3.3 Керівництво виконанням кваліфікаційної роботи

Керівництво виконанням кваліфікаційної роботи здійснює керівник, затверджений наказом ректора УДУНТ.

Керівниками кваліфікаційних робіт за поданням випускової кафедри призначаються найбільш кваліфіковані і досвідчені науково-педагогічні працівники випускової кафедри або інших кафедр УДУНТ за згодою їх керівництва.

В окремих обґрунтованих випадках керівниками кваліфікаційних робіт на безоплатній основі можуть призначатись висококваліфіковані фахівці відповідної галузі з числа працівників науково-дослідних інститутів, інших закладів вищої освіти, промислових підприємств, інших організацій і установ.

Керівник кваліфікаційної роботи разом з гарантом освітньої програми та завідувачем випускової кафедри, на якій виконується робота, несе відповідальність за актуальність і відповідність теми кваліфікаційної роботи профілю освітньої програми.

Функціями керівника кваліфікаційної роботи є:

- формулювання актуальної теми кваліфікаційної роботи, що відповідає вимогам освітньої програми зі спеціальності;
- своєчасна розробка і видача студенту завдання на кваліфікаційну роботу та переддипломну практику згідно з затвердженою темою;
- регулярне консультування здобувача згідно з розкладом консультацій по розділах кваліфікаційної роботи, які мають безпосереднє відношення до спеціальності;
- формування у здобувача навичок щодо відбору необхідної патентної, довідкової, технічної інформації, інших матеріалів та даних за темою кваліфікаційної роботи;
- контроль самостійності виконання студентом кваліфікаційної роботи, запобігання академічному плагіату та академічній недоброчесності;
- контроль ходу виконання календарного плану підготовки роботи, своєчасне виявлення можливого відставання студента від календарного плану, встановлення причин відставання і перспектив виконання кваліфікаційної роботи у визначений планом термін;
- порушення питання про призупинення виконання кваліфікаційної роботи при суттєвому відхиленні від календарного плану;

- підготовка відгуку на кваліфікаційну роботу;
- надання допомоги здобувачу з підготовки доповіді для публічного захисту кваліфікаційної роботи;
- присутність на засіданні Екзаменаційної комісії під час захисту здобувачем кваліфікаційної роботи.

Консультантами з окремих частин кваліфікаційної роботи (економічної, охорони праці та захисту навколишнього середовища, тощо) призначаються науково-педагогічні працівники відповідних кафедр УДУНТ за узгодженням із гарантом освітньої програми та завідувачем випускової кафедри.

До функцій консультантів частин кваліфікаційної роботи належать:

- своєчасне формування і видача здобувачу завдання на виконання відповідного розділу кваліфікаційної роботи;
- регулярне консультування здобувача згідно з розкладом консультацій за відповідним розділом кваліфікаційної роботи;
- контроль стану виконання здобувачем відповідного розділу кваліфікаційної роботи і своєчасне інформування керівника роботи та випускової кафедри про можливе відставання від календарного плану.

3.4 Права та обов'язки виконавця кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти як виконавець кваліфікаційної роботи має право:

- обирати тему кваліфікаційної роботи із запропонованого випусковою кафедрою переліку, або запропонувати власну тему кваліфікаційної роботи, яка може бути затверджена за погодженням керівника кваліфікаційної роботи;
- своєчасно отримати від керівника та консультантів кваліфікаційної роботи завдання на кваліфікаційну роботу та її окремі розділи;
- отримувати регулярні консультації від керівника та консультантів кваліфікаційної роботи щодо виконання розділів кваліфікаційної роботи;
- ставити питання перед випусковою кафедрою про зміну теми та/або керівника кваліфікаційної роботи, якщо для цього є поважні причини;
- завчасно ознайомитись з відгуком керівника на виконану кваліфікаційну роботу.

Здобувач вищої освіти як виконавець кваліфікаційної роботи зобов'язаний:

- самостійно виконувати кваліфікаційну роботу, ґрунтуючись на набутих впродовж навчання компетентностях та навичках, наданих методичних рекомендаціях та матеріалах переддипломної практики;
- нести відповідальність за всі викладені у кваліфікаційній роботі

відомості, прийняті рішення (аргументації, висновки) та використані методи збору, інтерпретації та застосування даних;

- систематично відвідувати консультації керівника та консультантів кваліфікаційної роботи, сприймати їх зауваження та рекомендації й оперативно реагувати на них;

- виконувати та оформляти кваліфікаційну роботу відповідно до вимог освітньої програми та цих методичних вказівок;

- чітко дотримуватись затвердженого календарного плану виконання кваліфікаційної роботи, вчасно подати завершену кваліфікаційну роботу для перевірки консультантами та керівником;

- беззастережно дотримуватись при виконанні кваліфікаційної роботи норм академічної доброчесності;

- представити кваліфікаційну роботу на засіданні Екзаменаційної комісії відповідно до затвердженого графіку.

4 ДОПУЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Процедура допущення закінченої та оформленої кваліфікаційної роботи до захисту в Екзаменаційній комісії передбачає такі етапи:

- перевірка та оцінювання розділів кваліфікаційної роботи консультантами;

- комплексна перевірка та оцінювання кваліфікаційної роботи керівником;

- перевірка кваліфікаційної роботи на наявність академічного плагіату;

- нормоконтроль кваліфікаційної роботи;

- прийняття остаточного рішення про допущення кваліфікаційної роботи до захисту завідувачем випускової кафедри.

4.1 Перевірка та оцінювання кваліфікаційної роботи консультантами

Консультанти перевіряють відповідні розділи наданої автором кваліфікаційної роботи на:

- відповідність виданому завданню;

- повноту та коректність розкриття питань, що розглядалися;

- наявність та коректність посилань на використані інформаційні джерела.

Під час перевірки кваліфікаційної роботи консультанти позначають виявлені технічні, граматичні та інші помилки та інші недоліки безпосередньо у пояснювальній записці або на листах графічної частини, завіряючи їх власним

підписом. Виправлення студентом відзначених у пояснювальній записці та на листах графічної частини помилок не допускається.

За результатами перевірки консультанти оцінюють відповідні розділи кваліфікаційної роботи та проставляють виставлені оцінки до Відомості оцінювання розділів кваліфікаційної роботи (додаток Л), завіряючи її власним підписом.

За умови оцінювання відповідного розділу кваліфікаційної роботи позитивною оцінкою консультант підписує титульний аркуш кваліфікаційної роботи (див. додаток А).

4.2 Комплексна перевірка та оцінювання кваліфікаційної роботи керівником

Керівник кваліфікаційної роботи здійснює комплексне оцінювання кваліфікаційної роботи та діяльності здобувача під час її виконання, зокрема:

- повноту виконання здобувачем виданого завдання;
- ступінь самостійності автора у прийнятті основних проєктних та/або інших рішень;
- рівень сформованості програмних результатів навчання згідно відповідної освітньої програми;
- коректність посилань на використані інформаційні джерела та відсутність ознак академічної недоброчесності;
- якість оформлення кваліфікаційної роботи.

За результатами перевірки керівник кваліфікаційної роботи підписує її та складає письмовий відгук за формою, що наведена у додатку М.

У відгуці зазначаються основні переваги і недоліки кваліфікаційної роботи, наводиться окремий висновок щодо дотримання академічної доброчесності та наявності посилань на усі запозичені матеріали інших авторів та усі джерела, інформація з яких була використана під час виконання роботи.

У відгуці керівником визначається комплексна оцінка кваліфікаційної роботи.

Якщо визначена у відгуці керівника комплексна оцінка кваліфікаційної роботи є позитивною, керівник підписує титульний аркуш пояснювальної записки (див. додаток А), відомість кваліфікаційної роботи (див. додаток Д) та Подання голові Екзаменаційної комісії (див. додаток К).

Якщо визначена у відгуці керівника комплексна оцінка кваліфікаційної роботи є негативною, керівник не підписує титульний аркуш, Відомість кваліфікаційної роботи та Подання голові Екзаменаційної комісії і передає її

завідувачу випускової кафедри для прийняття рішення щодо допущення кваліфікаційної роботи до захисту на засіданні Екзаменаційної комісії.

4.3 Перевірка кваліфікаційної роботи на наявність академічного плагіату

Процедура перевірки на наявність академічного плагіату у кваліфікаційній роботі здобувачів вищої освіти передбачає:

- попереднє ухвалення ГЗЯОП протокольного рішення про мінімально припустиме значення показника оригінальності тексту (ПОТ) окремих розділів кваліфікаційної роботи та визначення тих розділів кваліфікаційної роботи, які підлягають перевірці.

- етап самоперевірки студентом власної кваліфікаційної роботи з власноручно підписаним засвідченням відсутності у ній академічного плагіату: «Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань»;

- етап перевірки кваліфікаційної роботи керівником з обов'язковим письмовим висновком у відгуці щодо відсутності ознак академічного плагіату, самостійності прийняття студентом основних проєктних рішень та наявності посилань на усі запозичені матеріали інших авторів та усі джерела, інформація з яких була використана під час виконання роботи.

- етап перевірки кваліфікаційної роботи на наявність ознак академічного плагіату із застосуванням програмних засобів контролю викладачем випускової кафедри, якого завідувачем кафедри призначено відповідальним за проведення такої перевірки.

Під час перевірки кваліфікаційної роботи на наявність ознак академічного плагіату керуються рекомендаціями щодо коректного оформлення текстових запозичень в академічних текстах.

Перевірка кваліфікаційної роботи з використанням програмних засобів здійснюється відповідальним викладачем у присутності здобувача-автора за допомогою ліцензованої програмної системи *AntiPlagiarism.NET.net*. Відповідальний викладач здійснює перевірку окремо кожної частини кваліфікаційної роботи та формує Акт перевірки (див. додаток Н).

Акт підписують відповідальний викладач та автор-здобувач вищої освіти.

Якщо результати перевірки є задовільними (значення ПОТ за усіма розділами кваліфікаційної роботи, що підлягають перевірці, дорівнюють або перевищують мінімально припустимі значення), то з урахуванням експертної оцінки керівника щодо відсутності в роботі ознак академічного плагіату

кваліфікаційна робота допускається до захисту. Акт перевірки долучається до супровідних матеріалів кваліфікаційної роботи.

Якщо результати перевірки є незадовільними (значення ПОТ за окремим розділом/розділами кваліфікаційної роботи, що підлягають перевірці, є меншим за встановлене мінімально припустиме значення), кваліфікаційна робота повертається автору для переробки. Підписаний сторонами Акт перевірки залишається у відповідального викладача.

Після переробки кваліфікаційної роботи відповідальний викладач у присутності здобувача-автора здійснює повторну перевірку роботи. За умов позитивного результату перевірки кваліфікаційна робота допускається до захисту. Акт повторної перевірки долучається до супровідних матеріалів кваліфікаційної роботи.

За умов незадовільного результату повторної перевірки обидва Акти (первинний і повторний) передаються відповідальним викладачем завідувачу випускової кафедри для розгляду на засіданні кафедри і прийняття рішення щодо недопущення кваліфікаційної роботи до захисту в Екзаменаційній комісії.

У випадку незгоди з висновком щодо оригінальності кваліфікаційної роботи автор має право подати апеляцію на ім'я декана відповідного факультету (директора інституту) не пізніше 2 робочих днів після ухвалення рішення кафедри про недопущення кваліфікаційної роботи до захисту.

Для розгляду апеляції деканом факультету (директором інституту) створюється апеляційна комісія під власним головуванням у складі не менше трьох осіб з обов'язковим представництвом від органу студентського самоврядування факультету (інституту). Членами апеляційної комісії не можуть призначатись працівники випускової кафедри, яка ухвалила рішення про недопущення кваліфікаційної роботи до захисту.

Про дату засідання апеляційної комісії автор-заявник має бути попереджений завчасно. Якщо автор-заявник не з'явився на засідання апеляційної комісії, питання розглядається за його відсутності.

На засідання апеляційної комісії можуть бути запрошені керівник кваліфікаційної роботи, представники випускової кафедри, інші особи для надання додаткової інформації.

Результати засідання апеляційної комісії оформлюються протоколом. Рішення апеляційної комісії щодо допущення кваліфікаційної роботи до захисту є остаточним.

4.4 Нормоконтроль кваліфікаційної роботи

Перед допущенням до захисту кваліфікаційна робота підлягає обов'язковому нормоконтролю.

Процедуру нормоконтролю здійснює призначений завідувачем випускової кафедри науково-педагогічний працівник кафедри (нормоконтролер).

Кваліфікаційна робота, яка подається на нормоконтроль, має бути завершеною, повністю оформленою і містити пояснювальну записку, графічну частину (якщо це передбачено завданням на кваліфікаційну роботу) та повний комплект супровідних документів, зазначених у п. 2.2.4.

Матеріали кваліфікаційної роботи, які подаються нормоконтролеру, мають бути підписані усіма причетними до неї суб'єктами: автором, керівником роботи, консультантами усіх розділів роботи.

Перевірці під час проведення нормоконтролю підлягають:

- відповідність теми кваліфікаційної роботи наказу;
- справжність підписів;
- наявність усіх оформлених і підписаних супровідних документів до кваліфікаційної роботи;
- наявність відповідних завданню розділів пояснювальної записки та графічної частини;
- відповідність оформлення складових кваліфікаційної роботи вимогам щодо їх оформлення.

За умов позитивного висновку щодо відповідності кваліфікаційної роботи, нормоконтролер підписує Відомість кваліфікаційної роботи, титульний аркуш та ставить власний підпис в основних написах, що містяться на аркушах графічної частини.

За наявності порушень в кваліфікаційній роботі, нормоконтролер власноруч здійснює запис про це на зворотному боці титульного аркуша пояснювальної записки та, не підписуючи роботу, передає її завідувачу випускової кафедри для розгляду питання щодо допущення кваліфікаційної роботи до захисту на засіданні Екзаменаційної комісії.

Зауваження щодо оформлення складових кваліфікаційної роботи нормоконтролер записує на полях пояснювальної записки та на листах графічної частини, завіряючи їх власним підписом.

За наявності великої кількості таких зауважень нормоконтролер може рекомендувати Екзаменаційній комісії знизити оцінку кваліфікаційної роботи,

про що власноруч здійснює запис на зворотному боці титульного аркушу пояснювальної записки.

4.5 Допущення кваліфікаційної роботи до захисту завідувачем випускової кафедри

Після проходження нормоконтролю, кваліфікаційна робота надається завідувачу випускової кафедри.

Завідувач випускової кафедри у присутності виконавця переглядає матеріали кваліфікаційної роботи і на підставі ознайомлення з ними та співбесіди з виконавцем ухвалює остаточне рішення про допущення кваліфікаційної роботи до захисту в Екзаменаційній комісії, підписує Подання голові Екзаменаційної комісії, Відомість оцінювання розділів кваліфікаційної роботи, затверджує Відомість кваліфікаційної роботи та матеріали графічної частини.

У разі порушення вимог академічної доброчесності або виявлення грубих порушень чинних вимог за результатами нормоконтролю питання про можливість доопрацювання кваліфікаційної роботи та допущення її до захисту у поточному навчальному році або перенесення захисту на наступний навчальний рік вирішується на засіданні випускової кафедри за участі керівника роботи та у присутності виконавця.

5 ЗАХИСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Порядок та процедура захисту кваліфікаційної роботи на засіданнях Екзаменаційної комісії, порядок повторної атестації здобувачів вищої освіти, які за результатами захисту кваліфікаційної роботи отримали негативну оцінку Екзаменаційної комісії, або не з'явилися на її засідання визначаються Положенням про Екзаменаційні комісії УДУНТ та Положенням про виконання кваліфікаційної роботи в УДУНТ, які затверджує Вчена рада УДУНТ.

6 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

6.1 Вимоги до оформлення пояснювальної записки

Вимоги до оформлення пояснювальної записки визначаються Положенням про виконання кваліфікаційної роботи в УДУНТ, яке затверджує Вчена рада УДУНТ.

6.2 Вимоги до оформлення графічної частини

Базові вимоги до оформлення графічної частини кваліфікаційної роботи визначаються Положенням про виконання кваліфікаційної роботи в УДУНТ, яке затверджує Вчена рада УДУНТ.

Графічну частину виконують з використанням комп'ютерних технологій графічного редагування згідно із чинними стандартами.

Усі схеми та креслення роздруковуються у зменшеному розмірі на паперових аркушах формату А4 або А3 зі збереженням пропорцій зображення. При цьому основний напис має бути продубльований на зворотному боці аркуша у стандартному розмірі та підписаний виконавцем, керівником та консультантом кваліфікаційної роботи, нормоконтролером та завідувачем випускової кафедри. Зменшений за розміром основний напис на лицевому боці аркушу графічної частини не підписують.

Основний напис виконується згідно зі стандартом (додаток Р). Приклад заповнення основного напису на аркушах графічної частини наведений на рис. Д.Р.4 додатку Р.

Кожна схема графічної частини повинна містити таблицю переліку елементів. Приклад заповнення переліку елементів наведений у додатку Т.

Для передачі на зберігання разом з іншими матеріалами кваліфікаційної роботи листи графічної частини формату А4 вкладають або, за необхідності, згортають до формату А4, як це передбачено стандартом (додаток У) та вкладають у прозорий поліетиленовий файл, який вплітають у пояснювальну записку перед задньою боковиною палітурки (додаток Ф). В разі неможливості помістити усі листи графічної частини до поліетиленового файлу через їхню велику кількість, вони згортаються вказаним чином та вкладаються до паперової папки з мотузковими зав'язками. На лицевій стороні папки робиться напис «Графічна частина кваліфікаційної роботи магістра» і далі вказуються тема роботи, прізвище, ініціали автора та шифр академічної групи. Папка передається на зберігання разом з пояснювальною запискою та супровідними документами кваліфікаційної роботи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Положення про виконання кваліфікаційної роботи в Українському державному університеті науки і технологій [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт УДУНТ. URL: <https://u.to/jzRMHA> (дата звернення 18.11.2022).

2. Освітньо-професійна програма «Інжиніринг індустріальних електромеханічних систем та електротехнологічних комплексів» другого

(магістерського) рівня вищої освіти, спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, галузь знань: 14 Електрична інженерія [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт УДУНТ. URL: <https://u.to/ezRMHA>. (дата звернення 18.11.2022).

3. Робоча програма переддипломної практики студентів. Рівень вищої освіти: другий (магістерський). Галузь знань 14 – Електрична інженерія. Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Освітня програма – Інжиніринг індустриальних електромеханічних систем та електротехнологічних комплексів / уклад.: А. В. Ніколенко, В. П. Іващенко, В. В. Стьопкін, В. Ю. Куваєв, Дніпро : УДУНТ, 2022. 41 с.

4. Положення про організацію та проведення практичної підготовки студентів Українського державного університету науки і технологій [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт УДУНТ. URL: <https://u.to/jzRMHA>. (дата звернення 18.11.2022).

5. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища» у випускних кваліфікаційних роботах для студентів усіх спеціальностей / уклад.: І. І. Іванов, О. В. Матухно, А. Г. Мешкова, С. Є. Суліменко, М. В. Сухарева. Дніпро : НМетАУ, 2019. 29 с.

6. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту (роботи) студентами технічних спеціальностей усіх форм навчання / уклад.: В. А. Ємельянов, Л. М. Душина. Дніпропетровськ, НМетАУ, 2010. 24с.

7. Державний стандарт України ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» [Електронний ресурс]. URL: <https://u.to/OzVMHA>. (дата звернення 18.11.2022).

8. Безвесільна О. М., Коробійчук І. В., Тимчик Г.С. Автоматизований електропривод: підручник / О. М. Безвесільна, І. В. Коробійчук, Г. С. Тимчик. Житомир : ЖДТУ, 2015. 452 с.

9. Попович М. Г. Теорія електропривода : навч. посібник / М. Г. Попович, М. Г. Борисюк, В. А. Гаврилюк [та ін.] К. : Вища шк., 1993. 494 с.

10. Колб Ант. А. Теорія електроприводу : навч. посібник / Ант. А. Колб, Андр. А. Колб. Дніпропетровськ: НГУ, 2006. 511 с.

11. Попович М. Г. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи : навч. посібник / М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепиков [та ін.]. К.: Либідь, 2005. 680 с.

12. Нежурін В. І. Програмування цифрових систем керування електроприводами : навч. посібник / В. І. Нежурін, В. Ю. Куваєв. Дніпро : НМетАУ, 2018. 59 с.

13. Кажан В. Є. Теорія електропривода. Частина 5. Пружні системи та енергетична ефективність електроприводів : навч. посібник / В. Є. Кажан. Дніпро: НМетАУ, 2016. 50 с.
14. Стьопкін В. В. Системи керування електротехнічними комплексами. Модуль 1 : Основи керування електроприводом : навчальний посібник. Дніпро : НМетАУ, 2021. 110 с.
15. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник / О. І. Толочко. Київ, НТУУ «КПІ», 2016. 150 с.
16. Лозинський А. О., Мороз В. І., Паранчук Я. С. Розв'язування задач електромеханіки в середовищі пакетів MathCAD і MATLAB : навчальний посібник. Львів : Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. 166 с.
17. Щокін В. П. Моделювання електромеханічних систем : навчальний посібник/ В. П. Щокін, Б. Т. Федосов, С. Г. Чорний, О. В. Івановська, А. О. Жиленков. К. : Кондор-Видавництво, 2014. 204 с.
18. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / Чорний О. П., Луговой А. В., Родькін Д. Й., Сисюк Г. Ю., Садовой О. В. Кременчук, 2001. 410 с.
19. Дослідження систем електропривода методами математичного моделювання : навч. посібник / С. М. Довгань. Дніпропетровськ: НГА України, 2001. 137 с.
20. Мокін Б. І., Мокін В. Б., Мокін О. Б. Математичні методи ідентифікації електромеханічних процесів. Навчальний посібник. Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005. 300 с.
21. Мокін Б. І., Мокін О. Б. Оптимізація електроприводів. Навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2004. 250 с.
22. Мокін Б. І. Методологія та організація наукових досліджень : навчальний посібник / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін. Вінниця: ВНТУ, 2014. 180 с.
23. Клименко Б. В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс : навчальний посібник / Б. В. Клименко. Харків: Вид-во «Точка», 2012. 340 с.
24. М. Д. Гераїмчук, Ю. Ф. Лазарєв, Т. О. Толочко. Моделювання систем у середовищі MATLAB-SIMULINK: Комп'ютерний практикум. К. : 2006. 175 с.
25. Стьопкін В. В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Системи керування електротехнічними комплексами» для

студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (бакалаврський рівень) / В. В. Стьопкін. Дніпро : НМетАУ, 2017. 49 с.

26. Державне підприємство «Український інститут інтелектуальної власності» Укрпатент [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт підприємства. URL: <https://u.to/CDZMHA>. (дата звернення 18.11.2022).

27. Бібліотека IEEE [Електронний ресурс] // The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. URL: <https://u.to/-0IMHA>. (дата звернення 18.11.2022).

28. Реєстр наукових фахових видань України [Електронний ресурс]. URL: <https://u.to/DktMHA>. (дата звернення 18.11.2022).

29. Пошукова платформа Web of Science (WoS) [Електронний ресурс] // Web of Science. URL: <https://u.to/XEtMHA>. (дата звернення 18.11.2022).

30. Бібліографічна і реферативна база Scopus [Електронний ресурс] // Scopus. URL: <https://www.scopus.com>. (дата звернення 18.11.2022).

31. Пошукова система з індексацією повних текстів наукових публікацій Google Scholar [Електронний ресурс] // Google Scholar. URL: <https://u.to/q0tMHA>. (дата звернення 18.11.2022).

32. Онлайн наукометрична база даних Index Copernicus [Електронний ресурс] // Index Copernicus. URL: <https://u.to/1ktMHA>. (дата звернення 18.11.2022).

33. Он-лайн курси для самостійного навчання MATLAB-Simulink [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт MathWorks. URL: <https://matlabacademy.mathworks.com/>. (дата звернення 18.11.2022).

34. Довідкова система MATLAB [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт MathWorks. URL: <https://de.mathworks.com/help/>. (дата звернення 18.11.2022).

35. Довідкова система Scilab [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт Scilab. URL: <https://www.scilab.org/>. (дата звернення 18.11.2022).

36. Довідкова система Scilab [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт Scilab. URL: <https://help.scilab.org/>. (дата звернення 18.11.2022).

37. Спільнота PTC Mathcad [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт MathWorks. URL: <https://community.ptc.com/>. (дата звернення 18.11.2022).

38. Блог PTC Mathcad [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт MathWorks. URL: <https://www.mathcad.com/en/blogs>. (дата звернення 18.11.2022).

39. Стьопкін В. В. Електронні курси [Електронний ресурс] / В. В. Стьопкін // LMS Moodle. URL: <https://moodle.megaworld.top/>. (дата звернення 18.11.2022).
40. EATON Powering Business Worldwide [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт EATON. URL: <https://www.eaton.com/ua/uk-ua.html>. (дата звернення 18.11.2022).
41. Low voltage. General performance cast iron motors for Europe [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт ABB. URL: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK108196&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>. (дата звернення 18.11.2022).
42. High voltage engineered induction motors. Technical catalog [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт ABB. URL: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK103508&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>. (дата звернення 18.11.2022).
43. High voltage configured to order motors. Technical catalog [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт ABB. URL: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107307&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>. (дата звернення 18.11.2022).
44. Двигуни та генератори [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт ABB. URL: <https://new.abb.com/motors-generators>. (дата звернення 18.11.2022).
45. Силові перетворювачі та інвертори [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт ABB. URL: <https://new.abb.com/motors-generators>. (дата звернення 18.11.2022).
46. Автоматизація ПЛК [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт ABB. URL: <https://new.abb.com/motors-generators>. (дата звернення 18.11.2022).
47. Технології приводів Siemens [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт Siemens. URL: <https://new.siemens.com/ua/uk/produkty/tekhnohiiyi-pryvodiv.html>. (дата звернення 18.11.2022).
48. Автоматизація промисловості Siemens [Електронний ресурс] // Офіційний інтернет-сайт Siemens. URL: <https://new.siemens.com/ua/uk/produkty/tekhnohiiyi-pryvodiv.html>. (дата звернення 18.11.2022).
49. Рудницький В. Г. Внутрішньозаводське електропостачання. Курсове проектування: навчальний посібник. – 2-ге вид. перероб. та доп. / В. Г. Рудницький. Київ: Освіта України, 2013. 297 с.

Додаток А

Приклад оформлення титульного аркуша кваліфікаційної роботи магістра

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій
Факультет електромеханіки та електromеталургії
Кафедра електричної інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: Актуальність модернізації частотно-регульованого електропривода дровового стану та дослідження його динамічних властивостей в умовах ПрАТ «Дніпрометиз» 7.141.200758.ПЗ

за освітньою програмою: Інжиніринг індустріальних електромеханічних систем та електротехнологічних комплексів

зі спеціальності: 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Виконав студент групи АП01-17М

_____ / Олександр МИРОНЕНКО /
(підпис студента) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник: _____ / доц. Василь СТЬОПКІН /
(підпис) (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер: _____ / проф. Валерій ІВАЩЕНКО /
(підпис) (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

Аналітична частина _____ / доц. Василь СТЬОПКІН /
(назва розділу) (підпис) (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Інноваційно-дослідницька частина _____ / доц. Василь СТЬОПКІН /
(назва розділу) (підпис) (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Електропостачання _____ / доц. Анатолій НІКОЛЕНКО /
(назва розділу) (підпис) (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Охорона праці та захист навколишнього середовища _____ / ст.викл. Володимир ПУЛЬПІНСЬКИЙ /
(назва розділу) (підпис) (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Економічна частина _____ / доц. Андрій ПЕДЬКО /
(назва розділу) (підпис) (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

_____ (підпис)

Дніпро - 2022 рік

Додаток Б

Приклад оформлення титульного аркуша кваліфікаційної роботи магістра у перекладі англійською мовою

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies
Faculty of electromechanic and electrometallurgy
Department of Electrical Engineering

Explanatory Note

to master's thesis

on the topic: The relevance of the modernization of the frequency-regulated electric drive of the wire frame and the study of its dynamic properties in the conditions of «Dniprometiz»

under study program : Engineering of industrial electromechanical systems and electrotechnological complexes

Speciality: 141 - electricity, electrical engineering and electromechanics

Done by the student of the group: АП01-17М

| | | |
|--|--|---|
| | | <u>/ Oleksandr MYRONENKO /</u> (name, surname) |
| Scientific Supervisor: | | <u>/Associate Professor,</u> <u>Vasyl STOPKIN /</u> (position, name, surname) |
| Normative controller: | | <u>/ Professor,</u> <u>Valerii IVASHCHENKO /</u> (position, name, surname) |
| Supervisors: | | |
| Analytic Part | | <u>/ Associate Professor,</u> <u>Vasyl STOPKIN /</u> (position, name, surname) |
| <u>(Section title)</u> | | |
| Innovative and research Part | | <u>/ Associate Professor,</u> <u>Vasyl STOPKIN /</u> (position, name, surname) |
| <u>(Section title)</u> | | |
| Power Supply | | <u>/ Associate Professor,</u> <u>Anatolii NIKOLENKO /</u> (position, name, surname) |
| <u>(Section title)</u> | | |
| Occupational safety and environmental protection | | <u>/ Senior Lecturer,</u> <u>Volodymyr PULPINSKYI /</u> (position, name, surname) |
| <u>(Section title)</u> | | |
| Economy Part | | <u>/ Associate Professor,</u> <u>Andrii PEDKO /</u> (position, name, surname) |
| <u>(Section title)</u> | | |

Dnipro - 2022

ДОДАТОК В

Приклад оформлення завдання на кваліфікаційну роботу магістра

Міністерство освіти і науки України

Український державний університет науки і технологій

Факультет: електромеханіки та електromеталургії

Кафедра: електричної інженерії

Рівень вищої освіти: магістр

Освітня програма: Інжиніринг індустріальних електромеханічних систем та електротехнологічних комплексів

Спеціальність: 7.141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕІ

Анатолій НІКОЛЕНКО

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата 5 вересня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

магістра

(ступінь вищої освіти)

студенту Мироненку Олександр Олександровичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Актуальність модернізації частотно-регульованого електропривода дротового стану та дослідження його динамічних властивостей в умовах ПрАТ «Дніпрометиз»

Керівник роботи: канд.техн.наук., доц. Стьопкін Василь Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від «21» 07. 2022 р. № 675 ст

2. Строк подання студентом роботи: 11 січня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Технічна характеристика дротового стану, навантажувальні діаграми роботи електропривода, характеристика існуючої системи керування електроприводом

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина: аналіз стану питання щодо впровадження САК ЕП дротових станів; технологічна характеристика підприємства та технічна характеристика дротового стану; існуюча САК ЕП дротового стану; постановка задачі модернізації та етапи дослідження.

4.2 Інноваційно-дослідницька частина: перевірочний розрахунок потужності та вибір електропривода; розрахунок параметрів та вибір елементів силової частини та системи керування на базі систем ПЧ-АД базової та проектної інноваційної ПЧ-АД з прямим керуванням моментом DTC; дослідження динамічних властивостей ЕП; електропостачання; енергозбереження.

4.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища: аналіз умов праці та пожежної безпеки; заходи з поліпшення умов праці; захист навколишнього середовища.

4.4 Економічна частина: характеристика об'єкта дослідження; проектні рішення і розрахунок потреби в інвестиціях; розрахунок потреби капітальних вкладень; розрахунок собівартості продукції; економічний ефект проектних рішень.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): постановка задачі дослідження; схема електрична принципова - базова; схема електрична принципова - проектна; математична модель електропривода; результати дослідження динамічних властивостей ЕП; техніко-економічні показники.

6. Перелік складових електронної частини: модель електропривода; презентація.

7. Консультанти розділів роботи:

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Завдання видав: (підпис консультанта, дата) | Завдання прийняв: (підпис студента, дата) |
|--|---|---|---|
| Аналітична частина | Стьопкін В. В., доцент | | |
| Інноваційно-дослідницька частина | Стьопкін В. В., доцент | | |
| Електропостачання | Ніколенко А. В., доцент | | |
| Охорона праці та захист навколишнього середовища | Пульпінський В. Б., ст. викл. | | |
| Економічна частина | Педько А. Б., доцент | | |
| | | | |

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1 | Виконання аналітичної частини | до 15.10.2022 | |
| 2 | Виконання інноваційно-дослідницької частини | до 1.11.2022 | |
| 3 | Виконання підрозділу «Електропостачання» | до 10.11.2022 | |
| 4 | Виконання розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища» | до 15.11.2022 | |
| 5 | Виконання економічної частини | до 1.12.2022 | |
| 6 | Оформлення графічної частини | до 15.12.2022 | |
| 7 | Оформлення пояснювальної записки | до 20.12.2022 | |
| 8 | Подання кваліфікаційної роботи до кафедри | до 31.12.2022 | |
| 9 | Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії | 12.01.2023- 13.01.2023 | |

Студент

_____ (підпис)

Олександр МИРОНЕНКО

Керівник роботи

_____ (підпис)

Василь СТЬОПКІН

ДОДАТОК Ж
Приклад оформлення реферату кваліфікаційної роботи
РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 86 сторінок, 25 рисунків, 16 таблиць, 50 джерел.

Об'єкт розробки: автоматична система прямого керування моментом DTC електропривода дротового стана.

Мета роботи: підвищення якості технології виробництва на дротовому стані за рахунок впровадження інноваційного методу керування асинхронним двигуном.

Застосовані методи: патентний пошук, експериментальне дослідження перехідних процесів системи автоматичного регулювання швидкості електропривода дротового стану із застосуванням програмних продуктів MATLAB та Scilab на базі отриманих діаграм навантаження привода із середовища TIA Portal (Siemens).

Одержані результати: В аналітичній частині кваліфікаційної роботи на базі проведеного аналітичного огляду подібних систем керування даним електроприводом виконана постановка задачі дослідження.

В інноваційно-дослідницькій частині виконано обґрунтоване дослідження обраної структури системи прямого керування моментом асинхронного двигуна на базі перетворювача частоти фірми ABB із рекомендаціями щодо використання подібної системи.

В розділі «Охорона праці та захист навколишнього середовища» проаналізовані умови праці та пожежної безпеки, розглянуті заходи з поліпшення умов праці та питання захисту навколишнього середовища.

В розділі «Економічна частина» виконано розрахунок основних техніко-економічних показників.

Ключові слова: АСИНХРОННИЙ ДВИГУН, ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ, РЕГУЛЯТОР ШВИДКОСТІ, РЕГУЛЯТОР МОМЕНТУ, ПРЯМЕ КЕРУВАННЯ МОМЕНТОМ, ШВИДКОДІЯ

Додаток К
Форма Подання голові Екзаменаційної комісії

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

ПОДАННЯ

голові Екзаменаційної комісії щодо захисту кваліфікаційної роботи

магістра
(ступінь вищої освіти)

Направляється студент групи АП01-17М Мироненко О. О.
(шифр групи) (Прізвище, Ініціали)

до захисту кваліфікаційної роботи магістра
(ступінь вищої освіти)

за освітньою програмою: Інжиніринг індустріальних
електромеханічних систем та
електротехнологічних комплексів

зі спеціальності: 141 – Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

на тему: Актуальність модернізації частотно-регульованого
електропривода дротового стану та дослідження його динамічних
властивостей в умовах ПрАТ «Дніпрометиз»

Кваліфікаційна робота додається.

Декан факультету _____ Вадим СЕЛІВЬОРСТОВ
(підпис)

Довідка про успішність

Студент гр. АП01-17М Мироненко О. О. за період навчання повністю

_____ з 20__ р. до 20__ р.
виконав індивідуальний навчальний план з таким розподілом оцінок за
дванадцятибальною шкалою:

10-12 балів: _____ %; 7-9 балів: _____ %; 4-6 балів: _____ %.

Секретар факультету _____
(підпис)

ВИСНОВОК

керівника кваліфікаційної роботи магістра
(ступінь вищої освіти)

Студент _____

Керівник роботи _____
(підпис)

Дата _____

ВИСНОВОК

кафедри про кваліфікаційну роботу магістра
(ступінь вищої освіти)

Кваліфікаційну роботу розглянуто.

Студент Мироненко О. О. допускається до її захисту
(Прізвище та Ініціали)

в Екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри _____
електричної інженерії
(назва)

_____ Анатолій НІКОЛЕНКО
(підпис)

Дата _____

ДОДАТОК Л
Форма Відомості оцінювання розділів кваліфікаційної роботи

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

ВІДОМІСТЬ

оцінювання розділів кваліфікаційної роботи

1. Факультет: електромеханіки та електromеталургії
2. Шифр та назва спеціальності: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
3. Назва освітньої програми: Інжиніринг індустріальних електромеханічних систем та електротехнологічних комплексів
4. Випускова кафедра: електричної інженерії
5. Кваліфікаційна робота магістра
6. Тема кваліфікаційної роботи: Актуальність модернізації частотно-регульованого електропривода дрогового стану та дослідження його динамічних властивостей в умовах ПрАТ «Дніпрометиз»
7. Студент: Мироненко Олександр Олександрович
8. Керівник роботи: доцент Стьопкін В. В.
9. Оцінки розділів роботи:

| № пп | Найменування розділу роботи | Консультант (посада, ПІБ) | Оцінка з розділу | Дата | Підпис |
|------|--|------------------------------------|------------------|------|--------|
| 1 | Аналітична частина | Доцент, Стьопкін В. В. | | | |
| 2 | Інноваційно-дослідницька частина | Доцент, Стьопкін В. В. | | | |
| 3 | Електропостачання | Доцент, Ніколенко А. В. | | | |
| 4 | Охорона праці та захист навколишнього середовища | Ст. викл. Пульпінський В. Б. | | | |
| 5 | Економічна частина | Доцент, Педько А. Б. | | | |

Завідувач кафедри _____ Анатолій НІКОЛЕНКО
(підпис)

Дата _____

Додаток М
Форма Відгуку керівника кваліфікаційної роботи

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Відгук керівника
кваліфікаційної роботи *магістра*
(ступінь вищої освіти)

Студент групи АП01-17М Мироненко Олександр Олександрович

Тема кваліфікаційної роботи: Актуальність модернізації частотно-регульованого електропривода дротового стану та дослідження його динамічних властивостей в умовах ПрАТ «Дніпрометиз»

1. Якісні відмінності кваліфікаційної роботи: _____

2. Зауваження: _____

3. Висновок щодо дотримання академічної доброчесності _____

Комплексна оцінка кваліфікаційної роботи: _____

Керівник: _____ (посада) _____ (підпис)

Дата: _____

Додаток Н
Форма Акту перевірки кваліфікаційної роботи
на наявність ознак академічного плагіату

АКТ
перевірки на наявність ознак академічного плагіату
кваліфікаційної роботи магістра
(рівень вищої освіти)

зі спеціальності: 141 – Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

на тему: Актуальність модернізації частотно-регульованого
електропривода дротового стану та дослідження його динамічних
властивостей в умовах ПрАТ «Дніпрометиз»

студента групи гр. АП01-17М Мироненка Олександра Олександровича
Керівник роботи: доцент Стьопкін В. В.

Результати перевірки роботи на оригінальність (унікальність)*)

| Назва структурного елемента (розділу) | Встановлене мінімально припустиме значення показника оригінальності тексту | Обсяг рукопису, стор. | Показник оригінальності тексту, % | Примітка щодо коректності запозичень |
|---------------------------------------|--|-----------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1 Аналітична частина | | | | |
| 2. Інноваційно-дослідницька частина | | | | |
| | | | | |

*) Перевірку проведено з використанням програми **AntiPlagiarism.NET**.

Висновок: 1) Рівень унікальності кваліфікаційної роботи Мироненка О. О.

_____ чинним вимогам.
(відповідає, не відповідає)

2) Наявні в роботі текстові запозичення з робіт інших авторів _____
(мають / не мають)

відповідні посилання.

Відповідальний за перевірку
на наявність ознак плагіату: _____

(посада)

(ПІБ)

(підпис)

Студент _____ Дата проведення перевірки _____
(підпис)

ДОДАТОК П

Рекомендації щодо коректного оформлення текстових запозичень в академічних текстах

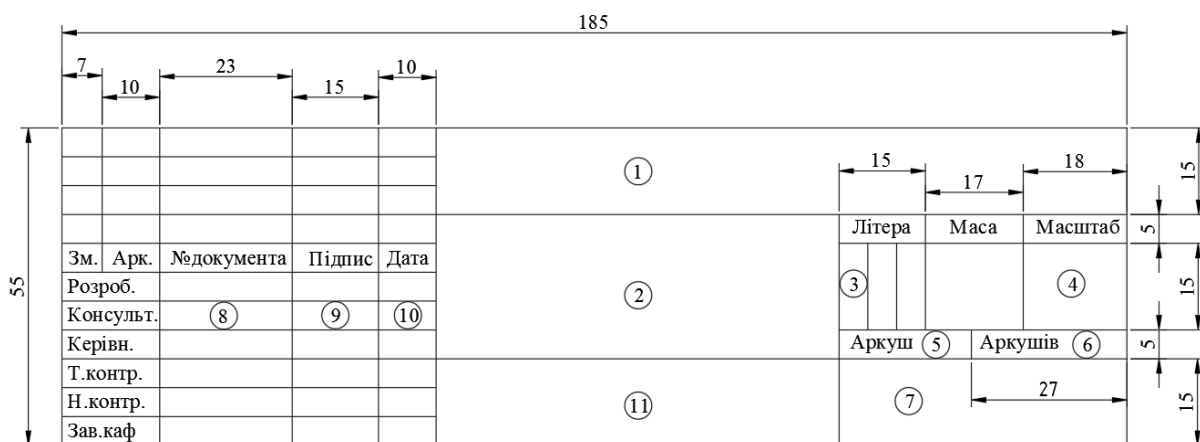
1. Будь-який текстовий фрагмент обсягом від речення і більше, відтворений в тексті роботи без змін, з незначними змінами, або в перекладі з іншого джерела, обов'язково має супроводжуватись посиланням на це джерело. Винятки допускаються лише для стандартних текстових кліше, які не мають авторства та/або є загальноживаними.

2. Якщо перефразування чи довільний переказ в тексті роботи тексту іншого автора (інших авторів) займає більше одного абзацу, посилання (бібліографічне та/або текстуальне) на відповідний текст та/або його автора (авторів) має міститись щонайменше один раз у кожному абзаці роботи, крім абзаців, що повністю складаються з формул, а також нумерованих та маркованих списків (в останньому разі допускається подати одне посилання наприкінці списку).

3. Якщо цитата з певного джерела наводиться за першоджерелом, у тексті роботи має бути наведено посилання на першоджерело. Якщо цитата наводиться не за першоджерелом, в тексті роботи має бути наведено посилання на безпосереднє джерело цитування («цитуються за []»).

4. Будь-яка наведена в тексті роботи науково-технічна інформація має супроводжуватись чіткою вказівкою на джерело, з якого взята ця інформація. Винятки припускаються лише для загальновідомої інформації, визнаної всією спільнотою фахівців відповідного профілю. У разі використання у роботі тексту нормативно-правового акту достатньо зазначити його назву, дату ухвалення та, за наявності, дату ухвалення останніх змін до нього або нової редакції.

ДОДАТОК Р
Форма основних написів на графічних і текстових складових
кваліфікаційної роботи



У полі 1 – позначення документа, що відповідає позначенню на титульному аркуші пояснювальної записки та відомості КР; у полі 2 – назва документа графічної частини (креслення, схеми тощо); поле 3 заповнюють послідовно, починаючи з крайньої лівої клітинки: у *першій клітинці* – літера М для КР магістра; у *другій клітинці* – літеру Е – для документів ескізного, Т – технічного, Р – робочого проєктів, літеру І – для інноваційної, Д – дослідницької, О – організаційно-економічної розробки; у *третьій клітинці* вказують одиницю виміру для поля «маса», якщо поле «маса» не заповнюється або маса виробу вказана у кг – не заповнюють; в полі 4 — масштаб основного зображення на кресленні (для схем не заповнюють); у полях 5, 6 – відповідно порядковий номер аркуша і загальна кількість аркушів даного листа графічної частини. Якщо лист графічної частини розміщується на одному аркуші, поле 5 не заповнюється, а в полі 6 проставляється цифра 1; у графі 7 – скорочена назва міністерства, університету, випускової кафедри та шифр академічної групи; у графах 8, 9 та 10 – відповідно: прізвища, підписи та дати підписання документа; у полі 11 – матеріал деталі (графу заповнюють тільки на кресленнях деталей).

Рисунок Д.Р.1 – Розміри та заповнення основного напису для креслень та схем (перший аркуш)

| | | | | | | | |
|-----------|------|------------|--------|------|--------|-------|---------|
| ① | | | | | | | |
| Зм. | Арк. | №документа | Підпис | Дата | ② | | |
| Розроб. | | | | | Літера | Аркуш | Аркушів |
| Консульт. | | | | | ⑤ | ③ | ④ |
| Керівн. | | | | | ⑥ | | |
| Н.контр. | | | | | | | |
| Зав.каф | | | | | | | |
| 70 | | | | | 50 | | |

Позначення: у графі 1 – відповідно до графі 1 на рисунку Д.Р.1; у графі 2 – назва текстового документа; графі 3, 4 – відповідно до граф 5, 6 на рисунку Д.Р.1; у графі 5 – відповідно до графі 3 на рисунку Д.Р.1; у графі 6 – відповідно до графі 7 на рисунку Д.Р.1; у графах 7, 8 та 9 – відповідно до граф 8, 9 та 10 на рисунку Д.Р.1

Рисунок Д.Р.2 – Розміри основного напису для текстових документів (перший аркуш)

| | | | | | | |
|-----|------|------------|--------|------|----|---|
| ① | | | | | | ② |
| Зм. | Арк. | №документа | Підпис | Дата | ③ | |
| 110 | | | | | 10 | |

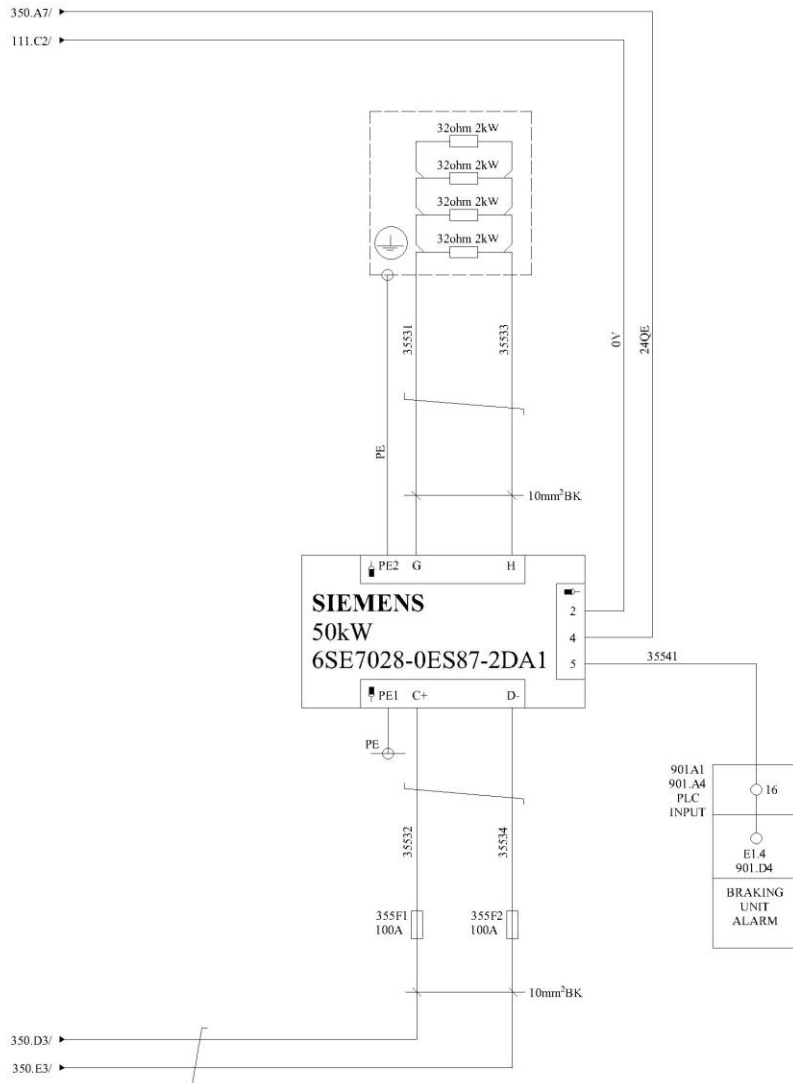
У графі 1 — відповідно до графі 1 на рисунку Д.Р.1; у графі 2 — слово «Лист»; у графі 3 — відповідно до графі 5 на рисунку Д.Р.1

Рисунок Д.Р.3 – Розміри основного напису для креслень, схем та текстових документів (наступні аркуші)

| | | | | | | | |
|--|------|-------------|--------|------|---|------|-----------|
| 7.141.200758.01 | | | | | | | |
| Зм. | Арк. | № документа | Підпис | Дата | Літера | Маса | Масштаб |
| <i>Схема електрична принципова - базова</i> | | | | | М | | |
| | | | | | Аркуш | | Аркушів 1 |
| Актуальність модернізації частотно-регульованого електропривода дрогового стану та дослідження його динамічних властивостей в умовах ПрАТ «Дніпрометиз» | | | | | <i>МОН України, УДУНТ, кафедра електричної інженерії Група АПО1-17М</i> | | |
| Розробив Мироценко О.О. | | | | | | | |
| Консульт. Стьопкін В.В. | | | | | | | |
| Керівник Стьопкін В.В. | | | | | | | |
| Т. контр. Івашенко В.П. | | | | | | | |
| Н. контр. Івашенко В.П. | | | | | | | |
| Зав. каф. Ніколенко А.В. | | | | | | | |

Рисунок Д.Р.4 – Приклад заповнення основного напису

7.141.200758.01



7.141.200758.01

| Зм. | Арк. | № документа | Підпис | Дата | Літера | Маса | Масштаб |
|--------------------------------------|------|----------------|--------|------|---|-----------|---------|
| Розробив | | Мироненко О.О. | | | М | | |
| Консульт. | | Стьопкін В.В. | | | | | |
| Керівник | | Стьопкін В.В. | | | Аркуш 2 | Аркушів 4 | |
| Т. контр. | | Іващенко В.П. | | | МОН України, УДІНТ, кафедра електричної інженерії Група АП01-17М | | |
| Н. контр. | | Іващенко В.П. | | | | | |
| Зав. каф. | | Ніколенко А.В. | | | | | |
| Схема електрична принципова - базова | | | | | Актуальність модернізації частотно-регульованого електропривода дрогового стану та дослідження його динамічних властивостей в умовах ПрАТ «Дніпрометиз» | | |

Рисунок Д.С.2. Схема електрична принципова підключення гальмівної системи керування

ДОДАТОК Т
Приклад заповнення переліку елементів для схеми

| Поз. позн. | Найменування | Кількість | Примітка |
|--|--|--------------------------|-----------|
| 401U1-407U7 | Інвертор Simovert Masterdrives 2DC 510-650V-45kW-92A (6SE7031-0TE60Z): | 7 | |
| | F1, F2 (Вхідні запобіжники, 160A) | 14 | |
| | M (Вентилятор охолодження, 220V, 50/60Hz, 0,35/0,44A) | 7 | |
| | 401A1 (CUVC CARD) | 7 | |
| | 401A2 (CBP2 CARD) | 7 | |
| 401M1-407M1 | Головний двигун 1LG4223-4AA60-Z, 400V, 50Hz, 45kW, 81A | 7 | |
| | B1 (датчик швидкості 501.E8) | 7 | |
| 401K1 | Контактор, 110V (401.E3) | 7 | |
| 350G1 | Конвертор для живлення усіх інверторів (DCB40-575 650A) | 1 | |
| | M (Вентилятор охолодження, 230V, 50/60Hz, 0,19/0,23A) | | |
| | 350L1 (вхідний реактор, 650A, 0.023mH) | 1 | |
| 355A1 | Система гальмування Siemens, 50kW (6SE7028-0ES87-2DA1) | 1 | |
| | 355R1 (гальмівні опори, 32ohm, 2kW) | 4 | |
| 7.141.200758.01 | | | |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп Дата |
| Розроб. | | Мироненков | |
| Консульт. | | Стьопкін | |
| Керівник | | Стьопкін | |
| Н.контр. | | Івашенко | |
| Зав. каф. | | Ніколенко | |
| Схема електрична принципова - базова. | | Перелік елементів | |
| Літера | | Лист | Листів |
| М | | 4 | 4 |
| МОН України, УДУНТ, кафедра електричної інженерії Група АП01-17М | | | |

ДОДАТОК У

Приклади складання листів графічної частини

| Формат | Схема складання | Складання | |
|--------|-----------------|-----------|-----------|
| | | поздовжнє | поперечне |
| A0 | | | |
| A1 | | | |
| | | | |

| Формат | Схема складання | Складання | |
|--------|-----------------|-----------|-----------|
| | | поздовжнє | поперечне |
| A2 | | | |
| | | | |
| A3 | | | |
| | | | |

ДОДАТОК Ф

Комплектування матеріалів кваліфікаційної роботи для передачі на зберігання

