

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»



НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра електроенергетики, кафедра електропривода

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ДЛЯ СТУДЕНТІВ

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітній рівень.....	Перший (бакалаврський)
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Статус	Обов'язкова
Загальний обсяг	9 кредитів ЄКТС (270 годин)
Термін проходження	16 чверть

Дніпро
НТУ ДП
2022

Азюковський О.О., Папаїка Ю.А., Худолій С.С., Луценко І.М., Лисенко О.Г. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти [Електронний ресурс] / О.О. Азюковський, Ю.А. Папаїка, С.С. Худолій, І.М. Луценко, О.Г. Лисенко. – Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2022. – 21 с.

Укладачі:

О.О. Азюковський, канд. техн. наук, проф. каф. електропривода
Ю.А. Папаїка, д-р техн. наук, зав. каф. електроенергетики
С.С. Худолій, канд. техн. наук, зав. каф. електропривода;
І.М. Луценко, канд.техн.наук, проф. каф. електроенергетики;
О.Г. Лисенко, канд.техн.наук, доц. каф. електропривода

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (протокол НМК 21/22-07 від 14.07.2022).

Відповідальні за випуск:

завідувач кафедри електроенергетики Ю.А. Папаїка

завідувач кафедри електропривода С.С. Худолій

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

В освітньо-професійній програмі «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до освітнього компоненту КР «Виконання кваліфікаційної роботи» віднесено такі результати навчання:

ПР10	Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.
ПР13	Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни
ПР17	Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж

Згідно до навчального плану та ОПП (освітньо-професійної програми) підготовки бакалаврів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» в НТУ «Дніпровська політехніка» передбачена державна атестація у формі публічного захисту кваліфікаційної роботи.

Кваліфікаційна робота має передбачати розв'язання складного спеціалізованого завдання або практичної проблеми електроенергетики, електротехніки та/або електромеханіки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов, із застосуванням теорій та методів електричної інженерії.

Кваліфікаційна робота не повинна містити академічного плагіату, фабрикації та фальсифікації. Робота перевіряється на наявність плагіату згідно з процедурою, визначеною системою забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти університету. Кваліфікаційна робота розміщується у репозиторії університету. Захист кваліфікаційної роботи відбувається прилюдно на засіданні екзаменаційної комісії..

Таким чином, метою та головним змістом кваліфікаційної роботи випускника освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр є розв'язання певної проектної задачі, яка є складовою ОПП бакалавра за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Дані методичні вказівки призначені для допомоги підготовки кваліфікаційної роботи шляхом застосування засвоєного у процесі навчання спектру освітніх компонентів.

Методичні вказівки мають полегшити студентам пошук вихідних даних та допомогти їм цілеспрямовано та якісно виконати кваліфікаційну роботу.

Перед початком виконання кваліфікаційної роботи, на основі даних, отриманих під час передатестаційної практики на підприємстві, чи опрацьованих самостійно, та з урахуванням сформованого керівником змісту кваліфікаційної роботи студент виконує відповідні розділи роботи.

2 ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Мета та завдання роботи

Виконання кваліфікаційної роботи є заключним етапом навчання у бакалавраті і має на меті:

- систематизацію, закріплення та розширення теоретичних знань, практичних навичок і компетенцій зі спеціальності та їх використання для розв'язання конкретних науково-технічних задач;
- розвинення навичок самостійної роботи, вміння ставити та розв'язувати складні інженерні задачі під час проектування систем виробництва (розподільчі пристрої традиційних ТЕС, ГЕС, АЕС та фотоелектричних, вітроелектричних, біоенергетичних електростанцій), розподілу (підстанції операторів системи передачі та розподілу, магістральні та розподільчі електричні мережі, системи електропостачання промислових підприємств, громадських будівель і споруд) та споживання електроенергії (системи автоматизації та електроприводу технологічних дільниць промислових підприємств; модернізація та автоматизація інженерних систем підприємств, громадських будівель і споруд);
- розвиток творчої ініціативи, самостійності в роботі та вміння орієнтуватися в технічній літературі.

Студент, що розпочав виконання роботи, разом з керівником складає завдання на проект за встановленою формою (див. Додаток 3). Керівник допомагає студенту в розробці календарного плану роботи, надає необхідні консультації, рекомендує потрібну літературу, документацію та довідкові матеріали, а також перевіряє роботу та надає на неї письмовий відгук.

За прийняті в роботі рішення, правильність виконаних розрахунків та грамотність тексту несе відповідальність студент – автор роботи. Керівник та консультанти надають рекомендації та пояснення щодо питань, які виникли у студента, сприяють прийняттю потрібного рішення та слідкують за правильністю та послідовністю загального напрямку виконання роботи.

2.2. Тема роботи

Робота повинна відповідати майбутній спеціальності студента, відображати сучасний рівень розвитку науки і техніки та давати студенту можливість самостійного вибору варіантів виконання поставлених завдань.

Тема роботи пропонується студенту кафедрою електропривода. Отримавши завдання, студент має підібрати необхідну літературу та ознайомитись зі станом справ за даною тематикою, а під час передатестаційної практики ретельно вивчити умови та режими роботи проектного об'єкта, підібрати матеріали, потрібні для виконання роботи. Тему з обґрунтуванням доцільності її розробки може запропонувати сам студент. Остаточне формулювання теми і уточнення вихідних даних здійснюється керівником проекту.

Як об'єкт детальної розробки за узгодженням з керівником обирається один з механізмів технологічного агрегату, який потребує використання електропривода із

замкненою системою автоматичного регулювання швидкості, положення або іншої координати. Приклади тем кваліфікаційних робіт наведено у Додатку 1.

В окремих випадках тема кваліфікаційної роботи може бути пов'язана з тематикою науково-дослідних робіт профільних кафедр, з розробкою лабораторних установок та стендів для подальшого використання у навчальному процесі при опануванні фахових дисциплін.

2.3. Використання обчислювальної техніки

Використання обчислювальної техніки (ОТ) є обов'язковим. Засоби ОТ можуть бути використані:

- для виконання громіздких багаторазових розрахунків;
- в задачах автоматизованого проектування;
- для набору тексту пояснювальної записки та графічного матеріалу;
- для математичного моделювання перехідних процесів у системах електропостачання та автоматичного керування тощо.

Вибір програмних засобів визначається характером вирішуваного завдання. Це можуть бути алгоритмічні мови програмування різних рівнів, спеціалізовані пакети для моделювання систем автоматичного керування або електронних схем, системи автоматизованого проектування, математичні пакети, електронні таблиці, текстові та графічні редактори тощо. Посилання на використані програмні засоби обов'язкове. Якщо програма або модель розроблена студентом, у відповідному розділі проекту наводиться її блок-схема, а у додатку – роздруківка тексту програми.

2.4. Основні вимоги до оформлення роботи

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини.

Розрахунково-пояснювальна записка обсягом до 50-70 сторінок тексту оформлюється згідно з чинними стандартами. Першим у записці розташовується титульний аркуш (форма – у Додатку 2), за ним – завдання на кваліфікаційну роботу (див. Додаток 3), реферат (приклад – у Додатку 4), зміст, вступ, далі – основний текст записки, висновки, додатки, перелік посилань, 4 чисті аркуші для відгуків та рецензій.

Текст записки виконують на аркушах білого паперу формату А4 (210 x 297 мм) за допомогою комп'ютера (розмір шрифту 14 пт.). Текст розміщується на одній стороні аркушу. Нумерація аркушів (включно з рисунками та таблицями) – незалежна в межах усієї записки. Титульний аркуш та завдання не нумеруються, але в підрахунках загальної кількості аркушів записки враховуються.

Текст повинен бути стислим, чітким та ясным. Неприпустимі скорочення, крім загальновживаних та окремо обумовлених при їх першому використанні.

Кожний розділ пояснювальної записки (крім вступу та висновків) позначається порядковим номером. Якщо у складі розділу є підрозділи (параграфи), їх позначають порядковими номерами, перед якими ставлять номер розділу з крапкою. Назви

підрозділів пишуть малими літерами (наприклад, 4.1 Розрахунок параметрів регулятора струму). У кінці назви розділу або підрозділу крапка не ставиться. Переносів у назвах розділів та підрозділів не роблять.

У тексті пояснювальної записки наводяться в разі потреби рисунки, схеми та таблиці (на окремих аркушах або серед тексту). Нумерація рисунків та таблиць повинна бути двоступінчастою (подібно до нумерації підрозділів). Таблиці повинні мати заголовки, рисунки – підрисункові підписи, які пояснюють зміст рисунку або таблиці. На таблиці та рисунки мають бути посилання з тексту записки. Таблиці та рисунки розташовують на одній сторінці з посиланням на них або на наступній.

Якщо згадується матеріал, що відноситься до графічної частини проекту, слід робити посилання на номер відповідного аркуша з кресленнями.

Розрахункові формули, на котрі є посилання в тексті, нумеруються так само, як і рисунки. Формули наводяться спочатку в загальному вигляді, потім підставляються числові значення і наводиться результат розрахунків з позначенням розмірності. Усі символи та коефіцієнти повинні мати пояснення безпосередньо під формулою. Перший рядок пояснення починається зі слова «де» без двокрапки після нього. Наприклад:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{10} = 22 \text{ А}, \quad (2.3)$$

де U – напруга, R – опір.

Для економії місця та зручності читання результати багаторазових однотипних розрахунків за однією формулою слід розташовувати в таблицях. Використання в тексті записки копій формул з математичних пакетів (наприклад, MathCAD) не допускається.

Посилання на літературні джерела даються у прямокутних дужках, де позначається номер відповідного джерела у переліку посилань (наприклад, так: [4]).

Розрахунково-пояснювальна записка має бути написана з правильним використанням технічної термінології, визначень та загальновживаних умовних буквених позначень фізичних та математичних величин. Усі розрахунки виконуються в системі СІ.

Докладний переказ загальновідомих фактів неприпустимий. Робота, вміст якої обмежується описом та порівнянням відомих схем та пристроїв, вважається незадовільною.

Реферат (Додаток 4) за обсягом не перевищує 1 с. Після характеристики складу роботи вказується об'єкт детальної розробки, мета, перелік вирішених завдань за розділами пояснювальної записки, економічна ефективність. Обов'язково наводяться основні технічні рішення запропоновані у кваліфікаційній роботі щодо об'єкту проектування, підкреслюються елементи новизни, реалізовані засоби енергозбереження тощо. Закінчується реферат ключовими словами, які дозволяють відрізнити даний проект від інших подібних.

Графічна частина роботи містить у собі 3-5 аркушів креслень, які виконуються на папері формату А1 (594x841 мм) креслярським олівцем або за допомогою принтеру. Графічний матеріал розташовується на аркушах таким чином, щоб вони мали рівномірне заповнення. Кожний аркуш супроводжується штампом та написом згідно з діючими стандартами. Приклад позначення аркуша графічної частини на-

даний на рис. 3.2. Альтернативною графічній частині у вигляді креслень є мультимедійна презентація із розкриттям вирішених у кваліфікаційній роботі питань, схемами та кресленнями в електронному вигляді. Рекомендований обсяг презентації 10-15 слайдів.

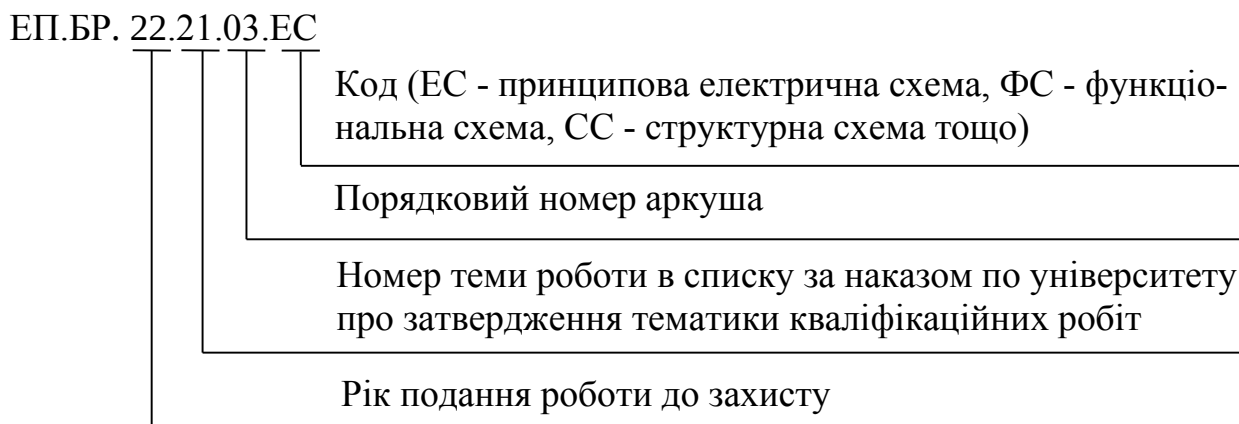


Рис. 3.1 Приклад позначення аркуша графічної частини

Графічні позначення елементів електричних схем та їх розміри встановлені нормами ЄСКД.

2.5. Підготовка до захисту та захист роботи

Загальну організацію захисту здійснює профільююча кафедра. Рішенням кафедри визначаються контрольні терміни звітування студентів перед керівником про виконану роботу.

Закінчена робота із переплетеною пояснювальною запискою та підписаними автором кресленнями (роздрукованою презентацією) передається консультантам з окремих розділів для відгуку та оцінки роботи студента з відповідних розділів, а також нормоконтролеру кафедри. Не пізніше як за тиждень до захисту робота з відгуками консультантів передається керівникові кваліфікаційної роботи. Керівник перевіряє текст записки на відповідність завданню, відправляє електронну версію роботи для перевірки на плагіат відповідальній особі від кафедри та надає відгук на кваліфікаційну роботу.

Допуск до захисту роботи здійснює завідувач кафедри. Усі відгуки та рецензії повинні закінчуватись оцінкою за рейтинговою та інституційною шкалою.

До рецензування залучаються провідні спеціалісти промислових підприємств, проектних та науково-дослідних організацій, а також кваліфіковані викладачі інших кафедр та навчальних закладів.

Для доповіді про виконану роботу студенту надається не більше 10-15 хвилин. Протягом цього часу студент повинен без зайвої деталізації надати таку інформацію про свій проект:

1) загальна характеристика роботи:

- тема проекту;
- її актуальність;
- характеристика структури проекту;

2) розділ “Технологічна частина”:

- загальна характеристика технологічного процесу, системи електропостачання та електроспоживання об’єкту;

3) розділ “Основна (спеціальна) частина”:

- перелік завдань, які опрацьовані в розділі;
- детальна характеристика обраного об’єкту, електротехнічних комплексів та систем, обґрунтування основних проектних рішень; вимоги до проектування, реконструкції, технічного переоснащення тощо;
- реалізовані в роботі заходи з підвищення енергоефективності та енергозбереження.

4) розділ “Охорона праці”:

- загальна характеристика шкідливих та небезпечних факторів;
- перелік реалізованих засобів охорони праці.

5) розділ “Техніко-економічне обґрунтування”:

- технічна характеристика базового та проектного об’єктів;
- рівень економічної ефективності та її джерела;
- соціальний ефект (якщо він є).

У ході захисту студенту можуть бути задані членами Екзаменаційної комісії (ЕК) будь-які питання, які мають безпосереднє або непряме відношення до теми роботи. Крім того, студент має відповісти на зауваження у відгуках консультантів, керівника та рецензента.

Після захисту кваліфікаційної роботи ЕК на закритому засіданні приймає рішення щодо його оцінки. Рішенням ЕК студентам, які успішно захистили кваліфікаційну роботу, надається кваліфікація бакалавра з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Результати захисту оголошуються того ж дня після оформлення протоколу. Студенти, які своєчасно не виконали кваліфікаційну роботу або отримали при її захисті незадовільну оцінку, відраховуються з університету. Відраховані за результатами захисту можуть бути допущені наступного року до повторного захисту. У разі незадовільного повторного захисту студенту видається довідка про прослухані курси.

3 ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ КЕРІВНИКОМ

Здійснюється експертним методом з використанням критеріїв, регламентованих Положенням про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти НТУ «ДП» [13].

Критерії оцінювання кваліфікаційної роботи	Показник оцінки
<i>Знання</i>	
Результати кваліфікаційної роботи – правильні, обґрунтовані, осмислені. Характеризують наявність: спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100

Критерії оцінювання кваліфікаційної роботи	Показник оцінки
Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
Відповідь фрагментарна	70-73
Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
Рівень знань мінімально задовільний	60-64
Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички	
Кваліфікаційна робота характеризує уміння:: виявляти проблеми; формулювати гіпотези; розв'язувати проблеми; оновлювати знання; ін-тегрувати знання; проводити інноваційну діяльність; проводити наукову діяльність	95-100
Кваліфікаційна робота характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
Кваліфікаційна робота характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
Кваліфікаційна робота характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
Кваліфікаційна робота характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
Кваліфікаційна робота характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
Кваліфікаційна робота характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
Кваліфікаційна робота характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація	
Зрозумілість тексту кваліфікаційної роботи. <i>Мова:</i> правильна; чиста; яс-на; точна; логічна; виразна; лаконічна. <i>Комунікаційна стратегія:</i> послідовний і несуперечливий розвиток думки; наявність логічних власних суджень; доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; правильна структура відповіді (доповіді);	95-100

Критерії оцінювання кваліфікаційної роботи	Показник оцінки
правильність відповідей на запитання; доречна техніка відповідей на запитання; здатність робити висновки та формулювати пропозиції; використання іноземних мов у професійній діяльності	
Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
Рівень комунікації незадовільний	<60
<i>Відповідальність і автономія</i>	
Відмінне володіння компетенціями: використання принципів та методів організації діяльності команди; ефект- ивний розподіл повноважень в структурі команди; підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); стресовитривалість; са- морегуляція; трудова активність в екстремальних ситуаціях; висо- кий рівень особистого ставлення до справи; володіння всіма видами навчальної діяльності; належний рівень фундаментальних знань; належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок	95-100
Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

Інтегральна оцінка керівника може визначатися як середня за всіма показниками або з використанням вагових коефіцієнтів.

4 СКЛАД КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки (обсягом до 50-70 с.), 3 – 5 аркушів креслень або мультимедійної презентації на 10-15 слайдах.

Записка повинна мати такі розділи:

- вступ (1 с.);
- технологічна частина (5 – 7 с., 1 аркуш креслень);
- основна частина (15 – 40 с., 2 – 3 аркуші креслень);
- охорона праці (до 10 с.)
- техніко-економічне обґрунтування (8 – 12 с.).
- висновки (до 1 с.)

Перелік розділів може бути змінений, якщо проект носить дослідницький характер. Для цього необхідні подання керівника проекту та рішення кафедри.

У **ВСТУПІ** формулюється актуальність, мета та завдання роботи, її значення для промисловості, новизна отриманих результатів.

У розділі “**ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА**” розглядаються такі питання:

- характеристика технологічного процесу виробництва (системи електропостачання, агрегату, механізму) та його основні параметри;
- загальна характеристика електрообладнання системи електропостачання об’єкту (агрегату, механізму), режимів роботи, умов та проблематики експлуатації;
- аналіз існуючих сучасних заходів щодо вирішення проблематики за темою кваліфікаційної роботи

На аркуш графічної частини можуть бути винесені генплан підприємства, цеху, підстанції, станції ВДЕ, графіки електричних навантажень, показники режимів роботи обладнання; кінематична схема технологічного обладнання, діаграми швидкостей та навантажень.

Розділ “**Основна частина**” є головним. У ньому розробляються рішення за темою роботи щодо проектування:

1) електричної частини об’єкту (підприємство, цех, електростанція, підстанція, станція на базі ВДЕ), реконструкції, модернізації, технічного переоснащення системи електропостачання чи підсистем релейного захисту і автоматики, обліку електричної енергії тощо;

2) обирається система електропривода, двигун, комплектний електропривод, розраховуються основні елементи системи автоматичного регулювання.

Розглядаються **заходи з економії електроенергії та підвищення енергоефективності**. До таких заходів можна віднести:

- зменшення необґрунтованих запасів під час вибору силового електрообладнання;
- використання більш досконалого електрообладнання з підвищеним коефіцієнтами корисної дії та потужності;

- використання електрообладнання з меншими питомими втратами електроенергії;
- термомодернізація будівель і споруд, автоматизація інженерних систем;
- раціоналізація режимів електроспоживання, впровадження ВДЕ тощо.

До аркушів графічної частини за узгодженням з керівником кваліфікаційної роботи виносяться: однолінійні схеми електропостачання електричних систем, мереж, підстанцій, розроблені схемотехнічні рішення, схеми релейного захисту і автоматики, графіки електричних навантажень та режимів електроспоживання з урахуванням прийнятих рішень; функціональна та силова схеми електропривода, схема зовнішніх з'єднань, принципові схеми основних вузлів системи регулювання (регулятори, датчики, задавачі інтенсивності, нелінійні ланки, блоки струмообмеження, датчики тощо), статичні характеристики вузлів.

Розділ “**ОХОРОНА ПРАЦІ**” містить аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів у цеху або на підприємстві, інженерно-технічних заходів щодо охорони праці (серед них розробку одного-двох заходів з найважливіших для проекту проблем, розрахункову частину, протипожежну профілактику).

При аналізі небезпечних та шкідливих факторів урахується наявність:

- отруйних, горючих та вибухових газів;
- токсичного та вибухового пилу;
- підвищеної вологості та рухливості повітря;
- високих температур та теплових випромінювань;
- електротравматизму;
- механічного травматизму від рухомих та обертових частин машин та механізмів;
- підвищених шумів та вібрацій;
- іонізуючих та електромагнітних випромінювань;
- обладнання, яке працює під високим тиском.

Наводяться значення фізичних величин, які характеризують шкідливі виробничі фактори в робочій зоні та їх нормативні значення, визначаються небезпечні зони, дається класифікація приміщень з точки зору безпеки ураження електричним струмом та характеристика електричних мереж, використаних для живлення електрообладнання (напруга, вид мережі, режим нейтралі). Щодо кожного з небезпечних та шкідливих факторів розробляються конкретні заходи з охорони праці (при цьому вказуються апаратура, обладнання, захисні засоби, рекомендовані параметри технологічного процесу). Особлива увага приділяється питанням безпечної експлуатації проєктованих пристроїв та систем, блокуванням, огорожі, захисту, сигналізації, пристроям автоматичного контролю та виявлення аварійних режимів, захисним засобам.

У розділі треба виконати розрахунок одного або двох заходів з охорони праці згідно із завданням керівника розділу (захисне заземлення, занулення, за-

хист від блискавки, штучне освітлення, промислова вентиляція, захист від іонізуючих та інших шкідливих випромінювань, пилоуловлювальні установки).

Залежно від категорії виробництва з пожежної безпеки обирається ступінь вогнестійкості будівлі, протипожежні перешкоди, шляхи евакуації. Розробляються заходи протипожежної профілактики. Вибираються засоби гасіння пожежі.

У розділі “**ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ**” розраховуються капітальні та експлуатаційні витрати на створення автоматизованого електропривода.

Основна частина розділу повинна містити:

- Розрахунок капітальних витрат.
- Розрахунок експлуатаційних витрат (амортизаційних відрахувань, річного фонду заробітної плати, відрахувань на соціальні заходи, річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт, вартості спожитої електроенергії, інших витрат).

Більш детальні рекомендації надано в [6].

У **ВИСНОВКАХ** дається узагальнений перелік опрацьованих завдань, загальна характеристика розробленого електропривода, робиться висновок щодо його відповідності поставленим вимогам та економічної ефективності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електропостачання: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2005. – 324 с.

2. Електричні мережі систем електропостачання: Навч. посібник / Г.Г. Півняк, Г.А. Кігель, Н.С. Волотковська, Л.П. Ворохов, О.Б. Іванов: За ред. Академіка НАН України Г.Г. Півняка. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2003. – 316 с.

3. Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник / Г.Г.Півняк, І.В.Жежеленко, Ю.А.Папайка, Л.І.Несен; за ред. Г.Г.Півняка; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 5-те вид. доопрац. та допов. Дніпро: НГУ, 2016. – 600 с.

4. Проектування електрообладнання об’єктів цивільного призначення. ДБН В. 2.5-23-2010. – К.: Держ. ком. України з буд-ва. та архіт., 2004. – 129 с.

5. Бондарчук А.С. Внутрішньоквартальне електропостачання. Курсове проектування. Навчальний посібник / А.С. Бондарчук, В.Г. Рудницький. – Суми: Університетська книга, 2012. – 371 с.

6. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломної роботи для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» [Текст] / Укладачі: Л.В. Тимошенко, Н.В. Дементьєва - Дніпро: НТУ «ДП», 2021. - 14 с.

7. Бешта О.С. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві [Текст]: Навч. посібник / О.С. Бешта, О.В. Балахонцев, В.А. Бородай – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2011. – 182 с.
8. Казачковський М.М. Комплектні електроприводи [Текст]: Навч. посібник / М.М. Казачковський. – Дніпропетровськ: НГУ, 2003. – 26 с.
9. Правила улаштування електроустановок [Текст]: - К.: Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.
10. Колб Ант.А., Колб А.А. Теорія електроприводу [Текст]: навч. посібник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 565 с.
11. Мазепа С.С., Марущак Я.Ю., Куцик А.С. Електрообладнання промислових підприємств [Текст]: Навчальн. посібник. – 2-ге вид., стереот. – Львів “Магнолія 2006”. 2008. – 260 с.
12. ДСТУ 8302:2015: Бібліографічне посилання. –К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 20 с.
13. Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» (із змінами та доповненнями від 18.09.2018 та 11.12.2018, затвердженими Вченою радою університету). – Д.: НТУ «ДП», 2021. – 81 с.

ПРИБЛИЗНИЙ ПЕРЕЛІК ТЕМ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ

По узгодженню з керівником дипломного проекту, студенту призначаються спеціальні питання для поглибленого розрахунку та аналізу:

1. Розробка системи електропостачання цеху машинобудівної промисловості з застосуванням швидкодіючих компенсаторів реактивної потужності;
2. Обґрунтування способів компенсації реактивної потужності в електричних мережах промислових підприємств;
3. Визначення втрат потужності та енергії в електричних мережах підприємства. Розробка можливих заходів по їх зменшенню;
4. Розробка системи захисту цехової розподільчої мережі підприємства.
5. Компоновка цехової трансформаторної підстанції підприємства;
6. Визначення показників якості напруги в електричній мережі підприємства. Розробка заходів їх покращення;
7. Визначення раціонального способу компенсації реактивної потужності в системі електропостачання підприємства;
8. Визначення раціональних типів та перетинів провідників на різних ступенях розподілу електроенергії підприємства;
9. Обґрунтування доцільності застосування регульованої конденсаторної батареї для компенсації реактивної потужності в системі електропостачання підприємства;
10. Обґрунтування доцільності застосування синхронних компенсаторів для компенсації реактивної потужності в системі електропостачання підприємства;
11. Розробка системи захисту в електричних мережах до 1000 В з метою забезпечення селективності роботи автоматичних вимикачів;
12. Аналіз припустимих перевантажень трансформаторних підстанцій підприємства;
13. Проектування системи електропостачання з відповідністю вимог забезпечення якості напруги;
14. Аналіз показників якості напруги підприємства.
15. Аналіз впливу компенсації реактивної потужності на втрати потужності та енергії в електричних мережах підприємства;
16. Розробка системи електропостачання підприємства з застосуванням сучасних трансформаторних підстанцій;
17. Розробка системи електропостачання підприємства з застосуванням сучасних кабельно-провідникових матеріалів;
18. Розробка системи електропостачання підприємства з застосуванням сучасних апаратів захисту;
19. Розробка системи електропостачання підприємства з урахуванням режимів роботи електроприймачів;
20. Розробка заходів зменшення втрат потужності та енергії в електричних мережах підприємствах.

- 21.Розробка системи релейного захисту і автоматики підстанції.
- 22.Розробка електричної частини фотоелектричної станції заданої потужності і типу.
- 23.Розробка електричної частини вітроелектростанції заданої потужності і типу.
- 24.Реконструкція системи електропостачання житлового району міста.
- 25.Розробка системи автономного електрозабезпечення об'єкту.
- 26.Електропривод технологічної установки.
- 27.Електропривод магазину інструментів багатоопераційного верстату.
- 28.Підвищення енергетичної ефективності роботи інженерних систем засобами електропривода.
- 29.Підвищення енергоефективності технологічного процесу засобами електропривода
- 30.Електропривод потужних струмоприймачів гірничо-видобувних підприємств.

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Інститут Електроенергетики
(інститут)
Електротехнічний факультет
(факультет)
Кафедра електропривода
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

студента _____
(ПІБ)

академічної групи _____
(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹ _____

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та _____ еле-
ктромеханіка
(офіційна назва)

на тему _____

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
Технологічна частина				
Основна частина				
Охорона праці				
Техніко-економічне обґрунтування				
Рецензент				
Нормоконтролер				

Дніпро
20____

Додаток 3

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
електропривода

(повна назва)

Худолій С.С.
(підпис) (прізвище, ініціали)

«_____» _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу

ступеня бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту _____ академічної групи _____
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації¹ _____

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему _____

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічна частина		
Основна частина		
Охорона праці		
Техніко-економічне обґрунтування		

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

_____ (прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

_____ (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 47 с., 18 рис., 4 табл., 2 додатки, 12 джерел, 4 аркуши креслень.

Об'єкт детальної розробки: електропривод повздовжньої подачі токарного верстата 16K20Ф3.

Мета роботи: розробка високоточного глибокорегульованого автоматизованого електропривода.

Вибрані елементи силового кола (високомоментний двигун постійного струму 2ПБВ100L, комплектний реверсивний електропривод ЭПУ1-2-3440ПУХЛ4 з роздільним керуванням). Розраховані параметри астатичної одноступінчастої системи регулювання швидкості.

Здійснений розрахунок перехідних процесів в електроприводі в режимах пуску, прикладення навантаження, реверсу з використанням пакета *MATLAB*. Досліджений вплив гнучкого зворотного зв'язку за струмом на якість перехідних процесів. Отримані залежності показників якості від параметрів каналу гнучкого зв'язку. Проаналізовані небезпечні та шкідливі фактори та розрахований контур заземлення.

Економічний ефект 1230 грн. на один верстат отримано за рахунок зменшення вартості електропривода та втрат електроенергії шляхом заміни сумісного керування реверсивним випрямлячем на роздільне.

РЕВЕРСИВНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ПОСТІЙНОГО СТРУМУ, РОЗДІЛЬНЕ КЕРУВАННЯ, ДВОКОНТУРНА ОДНОЗОННА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ, ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, СИНТЕЗ САР, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.

ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	3
2 ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	4
2.1. Мета та завдання роботи.....	4
2.2. Тема роботи.....	4
2.3. Використання обчислювальної техніки.....	5
2.4. Основні вимоги до оформлення роботи.....	5
2.5. Підготовка до захисту та захист роботи.....	7
3 ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ КЕРІВНИКОМ.....	8
4 СКЛАД КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	11
ЛІТЕРАТУРА.....	13
Додаток 1. ПРИБЛИЗНИЙ ПЕРЕЛІК ТЕМ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ	15
Додаток 2. Титульний аркуш.....	17
Додаток 3. Завдання на кваліфікаційну роботу.....	18
Додаток 4. Реферат.....	19

Навчально-методичне видання

О.О. Азюковський

Ю.А. Папаїка

С.С. Худолій

І.М. Луценко

О.Г. Лисенко

Методичні рекомендації
до виконання кваліфікаційної роботи студентів
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19