

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  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Лукашенка Анатолія Володимировича  
(ПІБ)

академічної групи 141-17ск-1  
(шифр)

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

спеціалізації

за освітньо-професійною програмою   
(офіційна назва)

на тему Підвищення якості електроенергії в сільських мережах 0,4кВ з підключеними фотоелектричними станціями  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Ковальов О.Р.			
розділів:	Ковальов О.Р.			
Вступ:	Ковальов О.Р.			
Технологічний	Ковальов О.Р.			
Спеціальний	Ковальов О.Р.			
Економічний	Дементьева Н.В.			
Охорона праці	Стовбченко О.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			

Дніпро  
20\_\_

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
електропривода  
(повна назва)

(підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня** \_\_\_\_\_  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту \_\_\_\_\_ академічної групи \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності \_\_\_\_\_

спеціалізації<sup>1</sup> \_\_\_\_\_  
за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_  
(офіційна назва)

на тему \_\_\_\_\_

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання

Завдання видано \_\_\_\_\_ (підпис керівника) \_\_\_\_\_ (прізвище, ініціали)

Дата видачі 15 жовтня 2018

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_ (підпис студента) \_\_\_\_\_ (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Робота бакалавра складається з розрахунково-пояснювальної записки, виконаної машинописним способом на 76 аркушах формату А4, яка вміщує 5 розділів, 30 найменувань використаних джерел і презентаційного матеріалу на 10 аркушах.

У випускній роботі бакалавра проведено модернізацію об'єкта проєктування шляхом підключення фотоелектричної станції на 30 кВт. В даній роботі стоїть задача осучаснення об'єкта проєктування, зниження витрат будівлі на електроенергію та забезпечення об'єкта проєктування екологічно чистим видом енергії. В пояснювальній записці було виконано розрахунок і вибір елементів системи сонячної станції, проаналізовано небезпеку під час експлуатації ФЕС та виконано розрахунок капіталовкладень.

Ключові слова: СОНЯЧНІ ПАНЕЛІ, ФЕС, АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА, ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИЙ ВИД ЕНЕРГІЇ, ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ.

## Анотація

В кваліфікаційній роботі бакалавра представлено технічне рішення, щодо підвищення якості електроенергії в сільських мережах 0,4кВ з підключеними фотоелектричними станціями. Було обрано панелі які були порівняні з іншими аналогами, обрано мережевий інвертор. Далі обирались захисна апаратура та проводка на високій та низькій стороні. Позитивний результат досягається завдяки застосуванню сонячних електростанцій, які вирівнюють сумарний графік генеруючих потужностей ЕЕС.

## ABSTRACT

The final qualifying paper of the bachelor's degree represents a technical solution related to power quality improvement in rural networks 0,4 kv with connected photovoltaic power station. Compared with other analogues, the panels have been chosen. The grid tie inverter was selected. Then, the protective gear, high-side and low-side wiring were selected. A positive result is obtained by implementation of solar power stations which adjust UES's total generation capacity curve .

## Зміст

ВСТУП.....	6
1. Технологічна частина.....	8
1.1 Аналіз якості електроенергії в сільських мережах 0,4 кВ.....	8
1.2 Обґрунтування планової потужності сонячних панелей.....	10
1.3 Постановка задачі.....	15
2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	15
2.1 Показники якості електроенергії в електричних мережах.....	15
3. Спеціальна частина.....	26
3.1 Розрахунок і планування фотоелектричних установок.....	26
4. Охорона праці.....	55
5. Економічна частина.....	62
6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ.....	75
7. ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	76

## ВСТУП

Електрична енергія відіграє дуже важливу роль в розвитку сільського господарства. Технологічні процеси будь-якого виробництва багато в чому залежать від якості електроенергії. Взагалі низьку якість електроенергії можна охарактеризувати як будь-які зміни в енергопостачанні, що призводять до знижень впорядкованого ходу виробничого процесу або до пошкодження обладнання, трансформаторів, електродвигунів.

Так, згідно з зарубіжними дослідженнями, втрати європейських країн від неякісної електричної енергії щорічно сягають десятків мільярдів євро. Подібних даних для України наразі немає, оскільки лише вчені систематично займаються проблемою якості електричної енергії систем, незважаючи на те, що втрати від неякісної електричної енергії мають тенденцію щорічно збільшуватися (у США, наприклад, вони подвоїлися за останні десять років).

Крім того, широке прийняття розосереджених джерел енергії як приватними споживачами, так і корпоративним сектором та безпосередньо генеруючими компаніями формування віртуальних електростанцій пов'язано із необхідністю підтримання динамічного балансу між споживанням та генерацією електричної енергії на мікро- і макрорівні. Це призводить до виникнення цілком нових задач, вирішення яких неможливо виконати, спираючись лише на традиційні рішення, що використовуються для спорудження електричних мереж централізованого характеру.

Сучасне суспільство важко представити без використання електричної енергії. Вона застосовується у всіх галузях народного господарства: у промисловості, у сільському господарстві, на транспорті, у будівництві, комунальному господарстві й побуті. Для нормального електропостачання споживачів були створені електроенергетичні системи (ЕЕС). При

функціонуванні в цій складній електроенергетичній системі пред'являються підвищені вимоги до надійності електропостачання та якості електричної енергії.

Водночас з цим триває процес збільшення електричних навантажень, ріст одиничних потужностей агрегатів промислових підприємств, розширення й поглиблення електрифікації технологічних процесів, автоматизації й інформатизації в свою чергу пред'являють ще більш високі вимоги до надійності електропостачання та якості електричної енергії. З іншого боку, великий обсяг дорогого енергетичного будівництва, тривалі строки будівництва висувають вимоги економії капітальних вкладень і відшукування простих і сучасних рішень по розвитку й експлуатації систем електропостачання споживачів.

Виникає необхідність узгодження цих у ряді випадків суперечливих інтересів. Оптимальні рішення можуть бути знайдені тільки при спільному розгляді питань надійності і якості при проектуванні, будівництві й експлуатації. Одним з основних питань, що виникають при цьому, є визначення оптимального співвідношення рівня надійності електропостачання і якості електроенергії.

Електроенергетика є одним з найважливіших факторів підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

Електрифікація цієї галузі підвищує електроозброєність праці, змінює структуру основних виробничих фондів, поглиблює спеціалізацію виробництва, знижує витрати ручної праці, змінює його зміст, є, в остаточному підсумку, не тільки виробничим, але соціальним фактором.

Взагалі якість електроенергії в сільських мережах 0,4 кВ, дуже погана. Показники, що визначають властивості електричної мережі, які характеризують її якість:

- 1) відхилення напруги ( $\delta U$ , %);

- 2) розмах зміни напруги ( $\delta U_t$ , %);
- 3) доза коливань напруги ( $\psi$ , %);
- 4) коефіцієнт несинусоїдальності кривої напруги ( $k_{нсU}$ , %);



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

В наш час звичайна електрична енергія дорого коштує, щоб вирішити цю проблему було вирішено зпроектувати сонячну ФЕС на 30 кВт. Була сформульована постановка задачі на дипломний проект. Далі розраховано і вибрано фотоелектричні панелі також вони зрівнювалися по ціновим та функціональним характеристикам, обрано мережевий інвертор, апарати захисту, кабелі на високій та низькій стороні. Всі вище перераховані елементи ФЕС було обрано по методичним вказівкам. Насамперед проаналізовано небезпечні явища та шкідливі чинники проекту, вказано протипожежну профілактику та розраховано штучне освітлення для електрощитової. Розраховано загальну вартість всієї ФЕС, ціна за електроенергію по зеленому тарифу за рік та прогнозований строк її окупності.

Для більш детального ознайомлення з матеріалами кваліфікаційної роботи звертайтеся до заступника завідуючого кафедри електроенергетики проф. Луценко І.М.  
Електронна адреса [lutsenko.i.m@nmu.one](mailto:lutsenko.i.m@nmu.one)