

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

Інститут Електроенергетики

(інститут)

Електротехнічний

(факультет)

Кафедра систем електропостачання

(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню магістра**

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Андрейченко Світлани Сергіївни

(ПІБ)

академічної групи 141М-18-1

(шифр)

спеціальності 141 – ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

(код і назва спеціальності)

спеціалізації<sup>1</sup> \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_

(офіційна назва)

на тему «Оцінка впливу несинусоїдальності напруги на нагрів силових кабелів»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинго вою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Півняк Г.Г.			
розділів:				
Розділ 1	Папаїка Ю. А.			
Розділ 2	Папаїка Ю. А.			
Розділ 3	Тимошенко Л.В.			
<b>Рецензент</b>	Овчинников О.О.			
<b>Нормоконтролер</b>	Олішевський Г.С.			

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

в.о. завідувача кафедри

електроенергетики

(повна назва)

Рогоза М.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 року

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

студенту Андрейченко Світлані Сергіївні академічної групи 141М-18-1  
 (прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
 спеціалізації \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

на тему «Оцінка впливу несинусоїдальності напруги на нагрів силових кабелів»  
 затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 07.11 2019 р.  
№ 2075-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Розділ 1	Аналіз роботи силових кабелів та шкідливого впливу синусоїдальності відносно кабельних ліній.	01.11.2019
Розділ 2	Дослідження теплового впливу несинусоїдальності на силові кабелі, залежності терміну служби кабелів від температури їх нагріву під час експлуатації.	21.11.2019
Розділ 3	Техніко-економічний аналіз використання приладів покращення струму.	10.12.2019

Завдання видано \_\_\_\_\_  
 (підпис керівника)

Півняк Г.Г.  
 (прізвище, ініціали)

Дата видачі 12.09.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії 12.12.2019

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
 (підпис студента)

Андрейченко С.С.  
 (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: стр. 59, табл. 5, рис.5, джерел 20.

Об'єкт дослідження – електромагнітні процеси передачі електроенергії через силовий кабель.

Предмет дослідження – закономірності зміни параметрів режимів роботи та показників якості силових кабелів від впливу несинусоїдальності.

Мета дослідження – оцінка впливу несинусоїдальних напруг на нагрів силових кабелів..

У вступі подані основні поняття та визначення, мета дослідження, актуальність теми, зв'язок теми зі сферою комплектації магістра відповідної спеціалізації.

В процесі виконання роботи проводилось вивчення появи вищих гармонік і їх вплив на нагрів кабелю, вибір кабелю для розрахунків, складання теплової схеми заміщення, розрахунки температури нагріву.

**СИЛОВИЙ КАБЕЛЬ, ВТРАТИ, ВИЩІ ГАРМОНІКИ, ТЕМПЕРАТУРА, НАГРІВ, ІЗОЛЯЦІЯ.**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
Розділ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ .....	6
1.1. Силові кабелі високих і низьких напруг.....	6
1.2. Аналіз втрат в силових кабелях.....	11
1.3. Аналіз і оцінка шкідливого впливу несинусоїдальності на силові кабелі .....	14
1.4. Порівняння показників несинусоїдальності згідно українського ГОСТ 13109-97 та європейського EN -50160 .....	20
ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ .....	23
Розділ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ АСПЕКТІВ ВПЛИВУ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОСТІ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЩОДО ЇХ ЗМЕНШЕННЯ .....	25
2.1. Проведення теплового розрахунку силового кабелю .....	25
2.2. Дослідження впливу вищих гармонік на кабелі з ізоляцією із зшитого поліетилену.....	37
2.3. Аспекти вибору технічних засобів поліпшення якості напруги та їх параметрів .....	41
2.4. Визначення доцільності встановлення технічних засобів .....	44
ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ .....	46
Розділ 3. ЕКОНОМІЧНИЙ .....	47
Вступ .....	47
3.1. Розрахунок капітальних вкладень .....	48
3.2. Розрахунок експлуатаційних витрат .....	49
3.2.1. Розрахунок амортизаційних відрахувань .....	50
3.2.2. Визначення річних витрат на технічне обслуговування й поточний ремонт .....	51
3.2.3. Розрахунок вартості втрат електроенергії.....	52
3.3. Визначення річної економії від впровадження науково-технічного рішення .....	53
3.4. Визначення та аналіз показників економічної ефективності .....	53
ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ .....	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	58

## ВСТУП

На сьогоднішній день актуальними завданнями є енергозбереження та енергоефективність, для реалізації яких прийнятий і діє Закон України «Про енергозбереження». Згідно з даним Законом, який було прийнято 1 липня 1994 року, енергозбереженням називається діяльність, що має спрямування на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в національному господарстві і яка реалізується з використанням економічних, технічних та правових методів.

Відомо, що якість споживаної електричної енергії значно впливає на роботу електроприймачів та термін їх експлуатації. За останнє десятиріччя різко зросла кількість пристроїв з імпульсивними блоками живлення, однією з особливостей яких є емісія вищих гармонік в мережу, що негативно впливає як на елементи мережі, так і на всю енергосистему в цілому.

Оскільки вищі гармоніки викликають некоректну роботу деяких електричних апаратів та передчасне старіння деяких елементів системи електропостачання, то гостро постає питання вчасного виявлення відхилення показників якості електричної енергії від стандарту та вжити заходів щодо їх усунення.

Оцінка впливу якості електричної енергії на роботу електроприймачів дозволить застосувати комплекс заходів щодо зниження втрат електроенергії, збільшення терміну експлуатації обладнання і, в результаті, послужить підвищенню енергоефективності виробництва, економії електроенергії, зниження витрат виробництва.

Мета роботи - визначити як впливає несинусоїдальний сигнал на нагрів силових кабелів.

## ВИСНОВОК

Оцінка впливу якості електричної енергії на роботу електроприймачів дозволить застосувати комплекс заходів щодо зниження втрат електроенергії, збільшення терміну експлуатації обладнання і, в результаті, послужить підвищенню енергоефективності виробництва, економії електроенергії, зниження витрат виробництва.

В ході виконання кваліфікаційної роботи були виконані розрахункові дослідження теплового впливу вищих гармонік на ізоляцію кабелів. В результаті проведених досліджень було виявлено скін-ефект в кабелі. Виходячи з глибини проникнення  $\Delta$  видно, що кабель з алюмінієвими жилами менш схильний до дії вищих гармонік, що по суті має призводити до меншого нагрівання жили, ніж для мідної. Але, для передачі однакової потужності електроприймачів, необхідно збільшити перетин жили, що призводить до збільшення її електричного опору, в зв'язку з чим зменшується струм. Для розгляду впливу вищих гармонік на нагрів алюмінієвої жили в порівнянні з мідної, необхідно забезпечити однакові опори жил, що неможливо у зв'язку із ситандартним рядом перетинів.

При більшому перерізі кабелю, поверхневий ефект виражений більш яскраво. Збільшення перетину призводить до збільшення коефіцієнта поверхневого ефекту, що призводить до зростання опору і в кінцевому підсумку до більшого перегріву кабелю. Для обмеження впливу вищих гармонік встановлюють фільтрокомпенсувальні пристрої.

З точки зору економічності впровадження кабелів із зшитого поліетилену і встановлення фільтрокомпенсуючих пристроїв, то на прикладі підстанції «Наклоноствольна», окупність складе всього 4,4 роки.

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)