

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ

(назва факультету)

КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ І ФІЗИКИ

(повна назва кафедри)

## **Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи магістра  
другого (магістерського) рівня освіти

(рівень вищої освіти)

на тему «Дослідження температурних залежностей параметрів кремнієвих  
фотоелектричних перетворювачів»

Виконав: студент 2 курсу, групи 63ЕЛ  
спеціальності 141. Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

освітньо-  
професійної  
програми Нетрадиційні та відновлювані  
джерела  
енергії

(назва  
ОПП)

Остапенко О.Ю.

(прізвище та  
ініціали)

Керівник Курак В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Старун Н.В.

(прізвище та ініціали)

Херсон – 2021 р.

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра на тему «Дослідження температурних залежностей параметрів кремнієвих фотоелектричних перетворювачів» включає в собі пояснювальну записку. Пояснювальна записка містить 105 сторінок формату А4, 38 рисунків, 34 таблиці, 31 використане джерело, 14 слайдів електронної презентації, 1 додаток.

Ключові слова: фотоелектричний перетворювач, вольт-амперна характеристика, струм, напруга, потужність, лабораторна установка, температурні параметри.

Дана кваліфікаційна робота має науково-дослідний характер та присвячена дослідженню температурних залежностей параметрів кремнієвих фотоелектричних перетворювачів.

На основі лабораторного експерименту було отримано набір світлових вольт-амперних характеристик, досліджено залежності цих характеристик від температури та розраховано температурні коефіцієнти.

Проведено техніко-економічне обґрунтування доцільності проведення науково-дослідної роботи.

Розглянуті питання забезпечення охорони праці в приміщенні навчальної лабораторії.

## ЗМІСТ

	с.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК	4
ВСТУП	5
1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА	7
1.1 Фізичні принципи фотоелектричного перетворення	7
1.2 Основні параметри фотоелектричних перетворювачів	14
1.3 Вплив температури на параметри фотоелектричних перетворювачів	
1.4 Висновки	19
	22
2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА	24
2.1 Методика вимірювань параметрів фотоелектричних перетворювачів	24
2.2 Опис обладнання, що використовувалось під час вимірювань	26
2.3 Методика визначення температурних коефіцієнтів	31
2.4 Висновки	35
3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА	36
3.1 Світлові вольт-амперні характеристики фотоелектричних перетворювачів	36
3.2 Параметри фотоелектричних перетворювачів при різних температурах	55
3.3 Розрахунок температурних коефіцієнтів та їх порівняння з літературними даними	56
3.4 Висновки	62
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	64
4.1 Методика розрахунку економічної ефективності науково-дослідної роботи	64
4.2 Розрахунок економічної ефективності науково-дослідної роботи	69
4.3 Висновки	74
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	76

5.1 Вступ	76
5.2 Безпечні умови праці	78
5.3 Виробнича санітарія	79
5.3.1 Захист від шуму та вібрації	80
5.3.2 Освітлення	85
5.3.3 Основні вимоги до виробничого освітлення	87
5.3.4 Розрахунок штучного освітлення лабораторії	89
5.4 Протипожежна профілактика	92
5.5 Визначення економічної ефективності поліпшення умов праці за інтегральним показником працездатності	95
5.6 Висновок	97
ВИСНОВКИ	99
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	103
ДОДАТОК А Відомості щодо апробації кваліфікаційної роботи	106

## ВСТУП

Відновлювана енергетика є важливою енергетичною галуззю, роль якої в усьому світі рік за роком усе більше зростає. Традиційні джерела енергії поступово вичерпуються, а нетрадиційні – природні джерела (як сталі, наприклад, гідроенергія, так і періодичні – сонячна, вітрова, теплова енергія) стають актуальними і за рахунок сучасних технічних досягнень широко доступними [1]. У більшості країнах світу розвиток відновлюваної енергетики підтримується на рівні державної політики, що спрямовується на зменшення видобутку та споживання в економічних галузях традиційних паливно-енергетичних ресурсів і, відповідно до цього, на підвищення рівня державної енергетичної безпеки [1-2]. В усьому світі загальне постачання первинної енергії, обсяги виробництва електроенергії, а також рівень її споживання в останні десятиліття збільшуються. Така тенденція характерна для розвинених країн і особливо для країн, що розвиваються [3]. За даними Міжнародної енергетичної агенції (IEA World Energy Balances, 2019) відновлювані ресурси (гідро-, вітрова, сонячна енергія та ін.) становлять значну частину в загальному постачанні первинної енергії в світі, а також в європейських країнах, зокрема в Україні поступово збільшуються встановлені електроенергетичні потужності відновлюваної енергетики [1].

Сонячна енергетика [4], що використовує невичерпне джерело «зеленої» енергії, сприяє скороченню викидів вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ), зменшенню забруднення атмосферного повітря, захисту навколишнього середовища, поліпшенню соціальних стандартів.

Технології виробництва сонячних елементів і матеріали постійно удосконалюються. Зусилля виробників та дослідників направлені на пошук нових підходів щодо збільшення ефективності сонячних панелей, підвищення обсягу виробленої енергії з одиниці площі, поліпшення роботи при різних рівнях освітленості та температурних показників, а також підвищення стійкості до впливу чинників навколишнього середовища.

**Актуальність роботи** – полягає в дослідженні температурних

залежностей параметрів кремнієвих фотоелектричних перетворювачів та у використанні результатів дослідження для практичного використання для побудови сонячних модулів. Такий підхід дає можливість максимально ефективно використовувати енергію Сонця.

**Об'єкт дослідження** – фотоелектричний перетворювач на основі монокристалічного кремнію.

**Предмет дослідження** – параметри світлових вольт-амперних характеристик та їх залежність від температури.

**Мета роботи** – розробка лабораторної методики дослідження параметрів фотоелектричних перетворювачів в залежності від температури.

**Задачі дослідження:**

- провести лабораторний експеримент для отримання даних світлових ВАХ при різних температурах;
- розробка методики визначення температурних коефіцієнтів для струму короткого замикання, напруги холостого ходу, максимальної потужності фотоелектричного перетворювача та струму і напруги у максимальній точці потужності;
- розрахунок температурних коефіцієнтів та порівняння результатів з діючими моделями сонячних модулів.

**Методи дослідження:** експериментальний метод в поєднанні з аналізом отриманих результатів та їх теоретичним узагальненням.

Результати наукових досліджень обговорювались на VI-й Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної енергетики». – Херсон: «ПП Резнік», 2021. – С. 133-137 (див. Додаток А)