МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

**КОНДРАТЮК ОЛЕГ СЕРГІЙОВИЧ**

УДК 621.31.1

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНО-ЕЛЕКТРИЧНИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК В ПРИРОДО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ УКРАЇНИ**

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2019

Роботу виконано на кафедрі електричної інженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України.

|  |  |
| --- | --- |
| Керівник роботи: | кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв  Козак Катерина Миколаївна,  Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, |

|  |  |
| --- | --- |
| Рецензент: | Кандидат технічних наук, заступник зав. кафедри вищої математики  Габрусєва Ірина Юріївна  Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, |

Захист відбудеться 28 грудня 2019 р. о 10 00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 41 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46018, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46 навчальний корпус №7, ауд. 404.

**ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ**

**Актуальність теми.** На початку ХХІ століття для людства надзвичайно велике значення має проблема виробництва енергії без завдання шкоди навколишньому природному середовищу. Збільшення чисельності населення, неминуче вичерпання викопного палива, підвищення вартості традиційних джерел енергії та їх негативний вплив на оточуюче середовище – все це одні з найважливіших причин, які спонукали людство звернути свою увагу на альтернативні джерела енергії. Використання ВДЕ, таких як енергія сонця, вітру, енергія припливів та відпливів, геотермальна енергія, має глобальну перспективу для успішного розвитку цивілізації.

В сучасних умовах популяризації відновлюваних джерел енергії у світі постає питання їх використання в Україні. Для нашої країни найпопулярнішим альтернативним видом енергії довгі роки залишається енергія сонця. Це спричинено рядом факторів: легкістю встановлення сонячних установок, велика кількість сонячних технологій, менші капіталовкладення порівняно з іншими ВДЕ. Саме тому існує потреба в дослідженні ефективності застосування геліоустановок на території України.

**Мета і завдання дослідження**. Метою магістерської роботи є дослідження ефективності застосування сонячних електростанцій для виробництва електричної енергії та сонячних колекторів для виробництва тепла в природо-кліматичних умовах України.

Для досягнення зазначеної мети у роботі вирішувались такі завдання:

* Оцінити потенціал сонячної енергії в різних регіонах світу, та порівняти його з потенціалом сонячної енергії в Україні;
* Дослідити методологію розрахунку сонячної інсоляції на поверхню планети;
* Проаналізувати наявне обладнання для перетворення сонячної енергії в тепло та електроенергію;
* Оцінити ефективність використання сонячної енергії для виробництва електрики на прикладі випраних модулів;
* Оцінити ефективність використання сонячної енергії для виробництва тепла на прикладі сонячного колектора.

**Об’єктом дослідження** є процес оцінки ефективності застосування сонячних установок для виробництва електроенергії та тепла на території України.

**Предметом дослідження** є теоретичні засади та оцінка ефективності застосування сонячних установок для отримання тепла та електрики в природо-кліматичних умовах України.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У результаті проведеного дослідження сукупності теоретичних, методичних і статистичних методів оцінки ефективності застосування сонячних установок були одержані результати, які містять наукову новизну – обчислено можливий потенціал виробництва електроенергії сонячною електростанцією у Тернопільській області, а також проведено розрахунок, який показує на скільки знижується навантаження на систему гарячого водопостачання при застосування вакуумного колектора у Тернопільській області.

**Практичне значення одержаних результатів.** Впровадження в практику пропозицій та рекомендацій щодо використання сонячної енергії для отримання тепла та електрики сприятиме підвищенню енергетичної безпеки України, забезпечуватиме зменшення її залежності від країн-експортерів енергоресурсів. Результати дослідження рекомендовані до практичного застосування приватними домогосподарствами України.

**Апробація.**

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на IV Міжнародній науково-технічній конференції «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп’ютерних технологій» (20-21 червня 2019 року), Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

**Структура роботи**. Робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, переліку посилань (44 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – -- сторінок, таблиць, рисунків.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** подано загальну характеристику роботи: стан розробки практичної проблеми й актуальність роботи, мету і завдання роботи, об’єкт, предмет, описано наукову новизну та практичну значимість отриманих результатів.

**У першому розділі «Літературний огляд»** висвітлено ефективність застосування сонячної енергії в Україні та світі з допомогою мап сонячного випромінювання та сонячної активності.

Досліджено методи розрахунку надходження сонячної енергії.

Наведено основні види установок для перетворення сонячної радіації в теплову енергію та установки для акумулювання тепла.

Проаналізовано переваги та недоліки перетворення енергії Сонця в електроенергію.

Розглянуто сучасні фотоелектричні модулі з їхніми позитивними і негативними сторонами.

**У другому розділі «Основна частина»** як приклад для досліджень запропоновано сонячну електростанцію, потужністю 30 кВт та геліоустановку для виробництва теплової енергії, які розташовані в Тернопільській області. В якості основного обладнання для СЕС вибрано 94 монокристалічні модулі Risen RSM120-6-320 М та мережевий інвертор Solis 30K. Для теплової установки вибрано вакуумний сонячний колектор Atmosfera СВК-А 30 з теплоакумулюючою ємністю BakiLux АБ-350і і контролером PCSOL 201.

Найкраща ефективність роботи сонячної електростанції в природо-кліматичних умовах України припадає на період з квітня по вересень. Прогнозований річний виробіток складає 21283,886 кВт∙год електричної енергії..

Прогнозований річний виробіток складає 2166,440 кВт∙год теплової енергії. Це дозволить зменшити навантаження на гаряче водопостачання на 50,57294 % впродовж року.

**У третьому розділі «Спеціальна частина»** наведено інструкцію з безпечної експлуатації сонячного контролера PCSol201, його основні функції та можливості.

**У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** проведено економічне обґрунтування доцільності застосування фотоелектричних модулів та сонячних колекторів на основі розрахунків другого розділу.

**У п’ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуті заходи з охорони праці та техніки безпеки при експлуатації установок, що працюють під напругою і під тиском.

Оцінено стійкість роботи об’єктів електротехнічної та світлотехнічної галузі, зокрема сонячно-електричних енергоустановок, до впливу вражаючих факторів ядерного вибуху, наведено методи захисту персоналу об’єктів енергетики від впливу іонізуючих випромінювань.

**У шостому розділі «Екологія»** досліджено екологічність перетворення сонячної енергії в тепло та електроенергію, наведено переваги і недоліки таких процесів.

**ВИСНОВКИ**

1. Сонячні установки для виробництва тепла і підігріву води – це складні інженерні системи, ефективність роботи яких залежить від багатьох факторів, основним з яких є рівень сонячної інсоляції тієї місцевості, де такі установки будуть працювати.

2. В якості прикладу для теоретичних досліджень виробництва електричної енергії запропоновано приватну сонячну електростанцію, потужністю 30 кВт, розташовану в Тернопільській області на базі монокристалічних сонячних модулів Risen RSM120-6-320 М та мережевого інвертора Solis 30K.

3. Найкраща ефективність роботи сонячної електростанції в природо-кліматичних умовах України припадає на період з квітня по вересень.

Прогнозований річний виробіток складає 21283,886 кВт∙год електричної енергії. Вартість такої установки з монтажними роботами буде рівною 19502 дол. При ставці зеленого тарифу на 2020р. 0,163 євроценти термін окупності дорівнюватиме 5,09 років.

4. В якості прикладу для теоретичних досліджень виробництва теплової енергії запропоновано геліоустановку, розташовану в Тернопільській області на базі вакуумного сонячного колектора Atmosfera СВК-А 30 і теплоакумулюючої ємності BakiLux АБ-350і.

5. Найвища ефективність роботи теплової установки в природо-кліматичних умовах України припадає на період з травня по серпень.

Прогнозований річний виробіток складає 2166,440 кВт∙год теплової енергії. Це дозволить зменшити навантаження на гаряче водопостачання на 50,57294 % впродовж року. Вартість такої установки з монтажними роботами складає 1680 дол. При щорічній економії в 78 дол термін окупності буде дорівнювати 21,5 років.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Ефективність застосування сонячних колекторів в природно-кліматичних умовах України // Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп’ютерних технологій. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції, 20-21 червня 2019 року: збірник тез доповідей. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. – с. 300-302.

**АНОТАЦІЯ**

**Кондратюк О. С. Ефективність використання сонячно-електричних енергоустановок в природо-кліматичних умовах України,** 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2019.

У дипломній роботі проведено дослідження рівня сонячної інсоляції у природо-кліматичних умовах України.

Проаналізовано наявні енергоустановки для перетворення сонячної енергії в тепло і електрику. Наведено переваги і недоліки такого перетворення.

Проведено статистичний розрахунок можливого виробітку електричної енергії сонячною електростанцією.

Проведено статистичний розрахунок можливого виробітку теплової енергії сонячним колектором.

Здійснено економічний аналіз доцільності застосування енергоустановок для перетворення сонячної енергії.

**Ключові слова:** сонячна енергетика, колектор, фотоелектрична панель, відновлювані джерела енергії.

**ANNOTATION**

Kondratiuk O. S. Efficiency of using solar-electric power installations in natural-climatic conditions of Ukraine, 141 - electric power engineering, electrical engineering and electromechanics; Ternopil Ivan Pulyuy National Technical University; Ternopil, 2019.

In the diploma thesis the study of the level of solar insolation in the natural and climatic conditions of Ukraine was conducted.

Thare has been analyzed the existing energy types of installations for the conversion of solar energy into heat and electricity. The advantages and disadvantages of such conversion were given.

It has been carried out a statistical calculation of the possible generation of electricity by a solar power plant.

It has been carried out a statistical calculation of the possible generation of thermal energy by the solar collector.

The economic analysis of the feasibility of using energy installations for the conversion of solar energy has been carried out.

**Keywords:** solar power, collector, photoelectric panel, renewable energy sources.