

# Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0223U002108

Державний реєстраційний номер: 0120U101554

Відкрита

Дата реєстрації: 10-02-2023



## 1. Етапи виконання

Номер етапу: 3

Назва етапу: Розробка та апробація вдосконаленого експериментального зразка автономної електроенергетичної системи

Початок етапу: 01-2022

Закінчення етапу: 12-2022

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

## 2. Виконавець

Назва організації: Національний університет "Чернігівська політехніка"

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05460798

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Адреса: вул. Шевченка, буд. 95, м. Чернігів, Чернігівський р-н., Чернігівська обл., 14035, Україна

Телефон: 380462231651

Телефон: 380462234244

E-mail: [cstu@stu.cn.ua](mailto:cstu@stu.cn.ua)

WWW: <http://www.stu.cn.ua/>

## 3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Національний університет "Чернігівська політехніка"

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05460798

Адреса: вул. Шевченка, буд. 95, м. Чернігів, Чернігівський р-н., Чернігівська обл., 14035, Україна

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Телефон: 380462665103

E-mail: [cstu@stu.cn.ua](mailto:cstu@stu.cn.ua)

WWW: <http://www.stu.cn.ua/>

## 4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

КПКВК: 2201040

Напрямок фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

**Джерело фінансування:** 7713 - кошти держбюджету

**Фактичний обсяг фінансування за звітний етап:** 799.986 тис. грн.

## 5. Науково-технічна робота

### Назва роботи (укр)

Автономні електроенергетичні системи з високою ефективністю, покращеними масогабаритними характеристиками та підвищеною надійністю для спеціальних застосувань

### Назва роботи (англ)

Autonomous electrical power systems with high efficiency, improved power density characteristics and increased reliability for special applications

### Реферат (укр)

Звіт з НДР викладений на 193 стор., 21 таблиця, 91 рисунок, 297 джерел використаної літератури. Розділ 1 присвячений техніко-економічним характеристикам, технічним параметрам та моделям автономних електроенергетичних систем та їх елементів. Він включає техніко-економічне обґрунтування підходу з чергуванням фаз для квазі-імпедансного інвертора, опис здвоєного однофазного квазі-комутованого підсилювального та активного квазі-імпедансного інверторів, огляд та обґрунтування вибору накопичувачів електроенергії для роботи електроенергетичних об'єктів. Розділ 2 присвячений розробці і дослідженню базових експериментальних зразків автономної електроенергетичної системи. Він містить опис сучасних топологій підвищуючих інверторів для систем на основі фотоелектричних перетворювачів, огляд параметрів, характеристик і факторів, що впливають на ефективність та надійність роботи фотоелектричних перетворювачів у складі електроенергетичних систем, огляд та порівняння цифрових алгоритмів захищеної передачі даних в автономних рухомих та стаціонарних системах. Розділ 3 присвячений розробці та апробації вдосконалених експериментальних зразків автономної електроенергетичної системи. Він містить опис розробки системи автономного електропостачання для станції гідрометеорологічного спостереження. оптимізацію споживання електроенергії для автономної станції моніторингу та фізичне моделювання та аналіз впливу dc-dc перетворювача в ланці керування на ефективність фотоелектричного інвертора.

### Реферат (англ)

The report on the R&D project is laid out on 193 pages, 21 tables, 91 figures, 297 sources of used literature. Chapter 1 is devoted to technical and economic characteristics, technical parameters and models of autonomous energy systems and their elements. It includes a feasibility study of a phase-staging approach for a quasi-impedance inverter, a description of dual single-phase quasi-commutated boost and active quasi-impedance inverters, an overview and justification of the choice of energy storage for operation of electrical facilities. Chapter 2 is devoted to the development and research of basic experimental samples of the autonomous energy system. It contains a description of modern topological step-up inverters for systems based on photovoltaic converters, an overview of parameters, characteristics and factors affecting the efficiency and reliability of the operation of photovoltaic converters in electrical systems, a review and comparison of digital algorithms for secure data transmission in autonomous mobile and stationary systems. Chapter 3 is devoted to the development and testing of ideal experimental samples of the autonomous energy system. It contains a description of the development of an autonomous power supply system for a hydrometeorological observation station. optimization of power consumption for an autonomous monitoring station and physical modeling and analysis of the impact of the dc-dc converter in the control circuit on the efficiency of the photovoltaic inverter.

**Індекс УДК:** 621.31, 621.311, 621.31:535.215

**Коди тематичних рубрик НТІ:** 44.29, 44.29.29, 44.41.35

## 6. Науково-технічна продукція (НТП)

### НТП 1

**Назва продукції (укр):** 1. Результати аналізу режимів споживання електроенергії вимірювальною технікою автономної системи електроживлення. 2. Емпіричні дані щодо сонячної інсоляції, що дозволяють підібрати оптимальну потужність сонячної панелі та ємність акумулятора для заданих потреб 3. Результати аналізу енергоспоживання окремих елементів системи. 4. Статичні характеристики підвищувача квазірезонансного імпульсного перетворювача, що перемикається при нульовому струмі, із залежностями від сталої часу резонансного контуру і зміни характеристичного опору, отримані за результатами багатофакторного моделювання. 5. Статичні характеристики понижуючого квазірезонансного імпульсного перетворювача, що перемикається при нульовому струмі, в залежності від параметрів резонансного контуру і зміни імпедансу навантаження, отримані за допомогою чисельного моделювання. 6. Аналітичні результати опрацювання експериментального випробування системи на основі квазі-імпедансного інвертора на основі карбіду кремнію щодо впливу перетворювачів постійної напруги в ланці керування транзистора на ефективність квазі-імпедансного інвертора. 7. Методичні вказівки щодо техніко-економічного обґрунтування вибору акумуляторних батарей для об'єктів НЕК «УКРЕНЕРГО», використані при підготовці стандарту підприємства ПАТ «НЕК «УКРЕНЕРГО»».

**Назва продукції (англ):** 1. Analytical results of power consumption modes by the measuring technique of the autonomous power supply system. 2. Empirical data on solar insolation, allowing to choose the optimal solar panel power and battery capacity for given needs 3. Analytical results of energy consumption of individual elements of the system. 4. Static characteristics of the step-up quasi-resonant pulse converter switching at zero current, with dependences on the time constant of the resonant circuit and changes in the characteristic resistance, obtained by the results of multifactor modeling. 5. Static characteristics of the step-down quasi-resonant pulse converter that switches at zero current, depending on the parameters of the resonant circuit and changes in load impedance, obtained using numerical simulation. 6. Analytical results of experimental testing of a system based on a quasi-impedance inverter based on silicon carbide regarding the effect of constant voltage converters in the transistor control circuit on the efficiency of the quasi-impedance inverter. 7. Methodological guidelines for the technical and economic justification of the choice of storage batteries for NEC UKRENERGO facilities, used in the preparation of the standard of PJSC NEC UKRENERGO.

**Очікувані результати:** Методи, теорії, Нормативні документи, Методичні документи, Програмні продукти, Аналітичні матеріали

**Галузь застосування:** Електроенергетика; приладобудування; електротехнічна промисловість

**Опис продукції (укр):** значимість результатів полягає в тому, що представлена методика вибору кута нахилу сонячної панелі дозволяє забезпечити надійну роботу автономних систем електроживлення для станцій моніторингу взимку; зміна коефіцієнта перетворення напруги при зміні постійної часу резонансного контуру або характеристичного опору отримана і представлена у вигляді 3D-поверхні; набори отриманих даних і залежностей будуть використані в спеціальних корекційних таблицях при реалізації надійної системи керування із замкнутим контуром для перетворювачів постійної напруги в автономній системі електроживлення, ці дані також необхідні для визначення нормативу поведінки системи при великих збуреннях і значних нелінійностях моделі; визначені параметри струму та напруги можуть бути використані для відповідного вибору потужних компонентів перетворювача згідно з заданими електричними характеристиками; досліджений квазі-імпедансний інвертор демонструє понад 97% пікової ефективності для різних індексів модуляції, а збільшення номінального рівня вихідної напруги перетворювача в ланці керування транзистора з 15 В до 20 В підвищує загальну ефективність в окремих на 0,2...0,5%; завдяки доведеній високій ефективності та відносній простоті запропоноване рішення можна використовувати в автономних системах електроживлення, зокрема, на основі фотоелектричних перетворювачів; запропонований перетворювач для контролю параметрів оточуючого середовища відрізняється простотою схеми і конструкції, а також точністю вимірювань, а резонансний режим усуває потребу в калібруванні перетворювача;

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Збільшення обсягів виробництва, Поліпшення стану навколишнього середовища, Економія енергоресурсів, Зменшення зносу обладнання, Підвищення продуктивності праці, Підвищення автоматизації виробничих процесів

**Стадія завершеності НТП:** Ідея, концепція, Звіт по НДДКР, Конструкторська та технологічна документація

**Впровадження НТП:** Впроваджено

**Строки впровадження:**

**Виробник продукції:** Національний університет «Чернігівська політехніка»

**Споживачі продукції:** Національний університет «Чернігівська політехніка», ДочП «171 ЧРЗ», ПАТ «НЕК «УКРЕНЕРГО»», ТОВ «ЛЕМП»

**Перспективні ринки:** Україна та зарубіжні країни

**Права інтелектуальної власності:** За договорами, Подано заявку на видачу охоронного документу, В Україні

**Форми та умови передачі продукції:** Спільні НДДКР

## 7. Бібліографічний опис

1 A. Prystupa, V. Kazymyr, A. Zabašta, A. Revko, S. Stepenko and K. Novyk, "Autonomous Power Supply Development for Hydrometeorological Monitoring Station," 2022 IEEE 7th International Energy Conference (ENERGYCON), Riga, Latvia, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/ENERGYCON53164.2022.9830499.

2 A. Prystupa, V. Marhasova, S. Stepenko, T. Kulko, B. Kulik and K. Novyk, "Optimization of Electricity Consumption for Autonomous Monitoring Station "THEOREMS Dnipro"," 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, Ukraine, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916347.

3 A. V. Dymereets, R. D. Yershov, A. N. Gorodny, A. S. Revko, D. Savchenko and S. V. Lytvyn, "Static Characteristics of Zero-Current-Switching Quasi-Resonant Buck Converter under Variation of Resonant Circuit and Load Parameters," 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 721-727, doi: 10.1109/ELNANO54667.2022.9927073.

4 A. V. Dymereets, A. N. Gorodny, R. D. Yershov, A. S. Revko and S. A. Stepenko, "Static Characteristics of Zero-Current-Switching Quasi-Resonant Boost Converter under Variation of Resonant Circuit and Load Parameters," 2022 IEEE 8th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 357-362, doi: 10.1109/ESS57819.2022.9969266.

5 S. Stepenko, A. Prystupa, R. Yershov, O. Bondarenko, A. Kosmach, O. Hlushko. "Physical Modeling and Analysis of Gate Drive DC-DC Converter Impact on Photovoltaic Inverter Efficiency," Mathematical Modeling and Simulation of Systems – Selected Papers of 17th International Scientific- practical Conference, MODS, 2022 November 14–16, Chernihiv, Ukraine.

6 A.Y. Al-Rawashdeh, T.M. Younes, A. Dalabeeh, H. Al\_Issa, M. Qawaqzeh, O. Miroshnyk, A. Kondratiev, P. Kučera, V. Píštěk, S. Stepenko, "Experimental Investigation of Microcontroller-Based Acoustic Temperature Transducer Systems," Sensors 2023, 23, 884. <https://doi.org/10.3390/s23020884>

7 Т.В. Якушкін, Д.С. Захарченко, Відстежування точки максимальної потужності фотоелектричних перетворювачів у мережах Nanogrid, Новітні технології сучасного суспільства (НТСС-2022) : III Міжнародна науково-практична конференція (м. Чернігів, 20 грудня 2022 р.) : тези доповідей – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2022. – с.61-63.

8 О.В. Глушко, Енергетичні втрати в автономній системі електроживлення, Новітні технології сучасного суспільства (НТСС-2022) : III Міжнародна науково-практична конференція (м. Чернігів, 20 грудня 2022 р.) : тези доповідей – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2022. – с.65-67.

9 Т.В. Якушкін, Д.С. Захарченко, Оцінка параметрів модуляції при роботі квазі-імпедансного інвертора, Новітні технології сучасного суспільства (НТСС-2022) : III Міжнародна науково-практична конференція (м. Чернігів, 20 грудня 2022 р.) : тези доповідей – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2022. – с.68-70.

10 K.S. Novyk, A.L. Prystupa, S.A. Stepenko, Prospects of wind energy use in Ukraine, Новітні технології сучасного суспільства (НТСС-2022) : III Міжнародна науково-практична конференція (м. Чернігів, 20 грудня 2022 р.) : тези доповідей – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2022. – с.70-72.

11 О.П. Космач, С.А. Степенко, К.С. Новик, Спосіб автономної орієнтації сонячних фотомодулів. Заявка про видачу патенту на винахід № а202104033, Опубліковано 18.01.2023, бюл. № 3/2023.

12 Р. Буйний, А. Ворущило, В. Гажаман, Л. Джума, А. Квицинський, А. Ходаківський, С. Степенко, Методичні вказівки щодо техніко-економічного обґрунтування вибору акумуляторних батарей для об'єктів НЕК «УКРЕНЕРГО» // Стандарт підприємства, Департамент науково-технічних розробок та нормативного забезпечення НЕК «Укренерго», Київ, 2022.

## 8. Звітна документація

**Кількість сторінок в звіті:** 193

**Мова звіту:** Українська

Кількість файлів у звіті: 1

## 9. Заключні відомості

### Перелік осіб-виконавців

Єршов Роман Дмитрович

Башинський Кирило Володимирович (к. т. н.)

Дивнич Ганна Андріївна (к. держ.упр.)

Космач Олександр Павлович (к. т. н., доц.)

Лисенко Наталія Володимирівна

Новик Катерина Сергіївна

Середа Олег Васильович

Степенко Сергій Анатолійович (к. т. н., доц.)

### Керівник організації:

Новомлинець Олег Олександрович (д. т. н., доц.)

### Керівники роботи:

Степенко Сергій Анатолійович (к. т. н.)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності  
УкрІНТЕІ



Юрченко Т.А.