

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005243

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-09-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Грицак Роман Ігорович

2. Roman Hrytsak

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0005-7220-1690

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 152

Назва наукової спеціальності: Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Дата захисту: 10-09-2026

Спеціальність за освітою: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Місце роботи здобувача: Товариство з обмеженою відповідальністю «СІЛЬПО-ФУД»

Код за ЄДРПОУ: 40720198

Місцезнаходження: проспект Тичини Павла, Київ, 02152, Україна

Форма власності: Приватна/недержавна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16333

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 44.29.39, 44.29.01, 90.27

Тема дисертації:

1. Розроблення методу контролю допустимого навантаження ізольованих мікромереж із фотоелектричною генерацією шляхом застосування гармонічного аналізу
2. Development of a method for controlling the permissible load of isolated microgrids with photovoltaic generation using harmonic analysis

Реферат/анотація:

1. Об'єктом досліджень є процес визначення навантаження в ізольованих мікромережах із фотоелектричною генерацією. Предметом дослідження є методи, алгоритми, моделі визначення допустимого навантаження інверторів в ізольованих мікромережах із фотоелектричною генерацією на основі гармонічного аналізу за умови дотримання нормативних вимог до показників якості електричної енергії. У дисертаційній роботі вирішена науково-практична задача, пов'язана з розробленням методу контролю допустимого навантаження ізольованих мікромереж із ФЕС шляхом застосування гармонічного аналізу. Запропонований підхід спрямований на визначення допустимих режимів роботи інверторів з урахуванням активної та реактивної складових навантаження, характеру підключених споживачів і рівня THD напруги. У вступі обґрунтовано

актуальність задач дослідження, сформульовано мету, об'єкт і предмет дослідження, визначено основні завдання, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. У першому розділі виконано аналіз методів і засобів оцінки якості електричної енергії в загальних мережах, у тому числі із ФЕС. Розглянуто законодавче регулювання сфери стандартизації якості електричної енергії в Україні та ЄС, а також стандарти, що визначають окремі показники якості електроенергії, методи їх вимірювання та вимоги до засобів вимірювальної техніки. Окрему увагу приділено аналізу сучасних приладів контролю якості електричної енергії та їхніх метрологічних характеристик, що дозволило визначити придатність таких засобів для дослідження мікромереж із ФЕС. У другому розділі проведено експериментальне дослідження зміни показників якості електричної енергії в мікромережах із ФЕС. Для цього розроблено методику проведення експериментів та інформаційно-вимірювальну систему, що дозволила досліджувати роботу інверторів за різних режимів роботи та різного характеру навантаження. Експериментальні дослідження були спрямовані на визначення впливу топології інверторів, режимів роботи, а також активного, реактивного та нелінійного навантаження на вимірювання та зміну ПЯЕ. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що в ізольованих мікромережах із ФЕС рівень гармонічних спотворень напруги суттєво залежить від характеру підключеного навантаження. Показано, що нелінійне та реактивне навантаження може спричиняти зростання THD, зміну форми кривої напруги та погіршення умов роботи інверторного обладнання при роботі в автономному режимі. Окремо виконано міжприладове метрологічне оцінювання узгодженості вимірювань THD напруги, що дозволило підвищити достовірність отриманих експериментальних результатів. У третьому розділі розроблено метод визначення допустимої потужності інверторів для роботи в ізольованих системах зі значним рівнем реактивного навантаження. Сформовано методичні основи визначення критеріїв прийнятності та меж застосування методу, обґрунтовано вибір випробувальних режимів і чинників впливу, а також розроблено алгоритм визначення максимально допустимої потужності та правила прийняття рішень. Основою методу є застосування гармонічного аналізу для оцінювання допустимості режимів роботи інвертора за критерієм неперевищення встановленого рівня THD напруги. Також розглянуто метрологічне забезпечення методу та підходи до оцінювання достовірності результатів. Визначено можливості застосування методу в діючих мікромережах та експлуатаційних режимах і сформовано схему накопичення похибки розробленого методу. Це дозволило обґрунтувати застосування запропонованого підходу не лише для лабораторних випробувань, а й для практичного контролю допустимого навантаження в реальних ізольованих мікромережах із ФЕС. У четвертому розділі виконано перевірку ефективності запропонованого методу та розглянуто можливості його інтеграції в нормативну базу. Для цього удосконалено математичну модель мікромережі з ФЕС в середовищі MATLAB/Simulink. Описано структуру математичної моделі, розроблено розрахунково-вимірювальний модуль для визначення допустимих P-Q режимів інвертора та реалізовано алгоритм автоматизації виконання методу визначення максимально допустимої потужності ФЕС. Удосконалена математична модель дала змогу моделювати спільну роботу інвертора з активним, реактивно-індуктивним, реактивно-ємнісним та нелінійним навантаженням. За допомогою моделі проведено дослідження впливу параметрів навантаження на рівень THD напруги та визначено допустимі області роботи інвертора в координатах активної і реактивної потужності. Окрему увагу в четвертому розділі приділено формуванню пропозицій щодо удосконалення нормативної бази з урахуванням специфіки гібридних ФЕС. Запропонована в методі P-Q діаграма допустимих режимів роботи інвертора може бути використана виробниками інверторного обладнання як додатковий елемент технічної документації. Її застосування дозволяє проєктувальникам та експлуатаційним організаціям обґрунтовано вибирати потужність інвертора, враховувати характер майбутнього навантаження та попереджати режими, за яких можливе погіршення ЯЕ.

2. The object of research is the process of determining the load in isolated microgrids with photovoltaic generation. The subject of research is methods, algorithms, and models for determining the permissible load of inverters in isolated microgrids with photovoltaic generation based on compliance with regulatory requirements for PQ indicators. This dissertation addresses a scientific and practical problem related to the development of a method for controlling the permissible load of isolated PV microgrids using harmonic analysis. The proposed

approach determines permissible inverter operating modes, taking into account active and reactive load components, load type, and voltage THD. The introduction justifies the relevance of the research tasks, formulates the purpose, object, and subject of the study, and defines the main objectives, scientific novelty, and practical significance of the obtained results. The first chapter analyzes methods and means for assessing the quality of electrical energy in general grids, including those with PV-systems. The legislative regulation of the field of electrical PQ standardization in Ukraine and the EU is examined, as well as the standards defining specific electrical PQ indicators, methods for their measurement, and requirements for measuring instruments. Particular attention is paid to modern PQ monitoring devices and their metrological characteristics to assess their suitability for PV microgrid studies. The second chapter presents an experimental study of changes in PQ indicators in microgrids with PV-systems. To this end, an experimental methodology and an information-measurement system were developed, enabling the investigation of inverter operation under various operating modes and load characteristics. The studies determined the influence of inverter topology and operating modes, as well as active, reactive, and nonlinear loads, on PQ indicators. The results established that in isolated microgrids with PV-generation, the level of THD significantly depends on the nature of the connected load. It is shown that nonlinear and reactive loads can cause an increase in harmonic components, a change in the shape of the voltage waveform, and a deterioration in the operating conditions of inverter equipment. An inter-instrument metrological assessment of THD measurement consistency was also performed, improving the reliability of the experimental results. The third chapter presents a method for determining the permissible power of inverters for operation in isolated systems with a significant level of reactive load. Acceptability criteria and method limits were established; test modes and influencing factors were justified; and an algorithm for determining maximum permissible power and decision rules was developed. The method is based on the application of harmonic analysis to assess the admissibility of inverter operating modes according to the criterion of not exceeding the established level of the voltage THD. The metrological support for the method and approaches to assessing the reliability of the results is also considered. The possibilities for applying the method in existing microgrids and operating modes are determined, and a scheme for error accumulation in the developed method is formulated. This allowed justifying the application of the proposed approach not only for laboratory tests but also for practical control of the permissible load in real isolated microgrids with PV-systems. Chapter 4 evaluates the effectiveness of the proposed method and examines the possibilities for its integration into the regulatory framework. To this end, an improved mathematical model of a microgrid with a PV-system was implemented in MATLAB/Simulink. The structure of the mathematical model is described, a calculation and measurement module is developed to determine the permissible P-Q modes of the inverter, and an algorithm is implemented to automate the method for determining the maximum permissible power of the PV-system. The improved mathematical model made it possible to simulate the joint operation of the inverter with active, reactive-inductive, reactive-capacitive, and nonlinear loads. Using the model, a study was conducted on the influence of load parameters on the level of voltage THD, and the permissible operating regions of the inverter were determined in terms of active and reactive power. The fourth chapter devotes special attention to formulating proposals for improving the regulatory framework, taking into account the specifics of hybrid PV-systems. The P-Q diagram of permissible inverter operating modes proposed in the method can be used by inverter equipment manufacturers as an additional element of technical documentation. Its use allows designers and operating organizations to make informed choices regarding inverter capacity, account for the nature of the future load, and prevent operating modes in which PQ may deteriorate.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Грицак Р. І., Яворський А. В. Огляд сучасного стану законодавчого регулювання, технологій та засобів вимірювальної техніки у сфері вимірювання якості електричної енергії. Measuring and computing devices in technological processes, – 2023 – (4), 251–264. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-76-34>
- Грицак Р. І., Цих В. С. Перспективи удосконалення законодавчого регулювання вимог до якості електроенергії в Україні та ЄС . Технічна інженерія. – 2025 – (1(95)), 373–379. [https://doi.org/10.26642/ten-2025-1\(95\)-373-379](https://doi.org/10.26642/ten-2025-1(95)-373-379)
- Грицак Р. І., Яворський А. В. Проблеми забезпечення якості електроенергії в мікромережах на основі гібридних систем живлення з фотоелектричними станціями, Вісник ВПІ. – 2025 – вип. 4, с. 22–31. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2025-181-4-22-31>
- R. Hrytsak, V. Tsykh. Method for determining the permissible power of hybrid inverters for operation in isolated systems with significant reactivity, Measuring Equipment and Metrology. – 2025 – issue 86, pp. 64–73 <https://doi.org/10.23939/istcmtm2025.04.064>
- Грицак Р.І., Яворський А. В. Вплив зовнішніх факторів на якість електричної енергії згенерованої фотоелектричними системами. Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення (випуск 84): міжнар. наук. інтер.-конф., м. Тернопіль, Україна, м. Ополе, Польща , 18-19 січня 2024: зб. тез доп. м. Тернопіль, Україна, м. Ополе, Польща , 2024. С. 136-139
- Грицак Р. І., Яворський А. В. Порівняльний аналіз якості електричної енергії в ізольованих мережах змінного струму із системами резервного живлення на основі ФЕС. Інформаційно-вимірювальні технології: міжнар. наук.-практ. конф., м. Львів, 13–14 листопада 2024: зб. тез доп. м. Львів, 2024. С. 270–271
- Грицак Р. І., Яворський А. В. Дослідження якості електроенергії при зміні режиму роботи гібридних інверторів в системах резервного живлення на основі ФЕС. Mechanisms of Scientific and Technical Potential Development: Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Internet Conference, November 14-15, 2024: зб. тез доп. м. Дніпро, 2024. С. 103-105
- Грицак Р.І. Цих В.С. Правові аспекти удосконалення законодавчого регулювання якості електроенергії в Україні на шляху до вступу в ЄС. Актуальні правові проблеми функціонування енергетичної системи України: наук.-практ. конф., м. Харків, 12 червня 2025: зб. тез доп. м. Харків, 2025. С. 39-46.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези; проекти нормативних документів; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: економія енергоресурсів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0123U104473

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Цих Віталій Сергійович

2. Vitalii S. Tsykh

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.11.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9095-4099

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дерев'янка Денис Григорович

2. Denys H. Derev'ianko

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.14.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4877-5601

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Малогулко Юлія Володимирівна

2. Yuliia V. Malohulko

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.14.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6637-7391

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Вінницький національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 02070693

Місцезнаходження: вул. Хмельницьке шосе, Вінниця, Вінницький р-н., 21021, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бацала Ярослав Васильович

2. Yaroslav V. Batsala

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.09.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4964-407X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Криницький Олександр Степанович

2. Oleksandr S. Krynytskyi

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2338-8661

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Середюк Орест Євгенович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Середюк Орест Євгенович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Грицак Роман Ігорович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності

Юрченко Тетяна Анатоліївна

