

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U100224

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 19-04-2023

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Буратинський Ігор Михайлович

2. Buratynskiy Ihor M.

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 141

Назва наукової спеціальності: Електрична інженерія. Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 05-04-2023

Спеціальність за освітою: Світлотехніка та джерела світла

Місце роботи здобувача: Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг

Код за ЄДРПОУ: 39369133

Місцезнаходження: вул. Сім'ї Бродських, 19, м. Київ, 03057, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Установи при Президенті України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ 26.223.01

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут загальної енергетики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 04589627

**Місцезнаходження:** вул. Антоновича, буд. 172, м. Київ, 03150, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

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

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут загальної енергетики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 04589627

**Місцезнаходження:** вул. Антоновича, буд. 172, м. Київ, 03150, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 44.29.29

**Тема дисертації:**

1. Моделювання спільної роботи сонячної електростанції та акумуляційної системи зберігання енергії в умовах підвищення стабільності та економічної ефективності їх функціонування в енергосистемі
2. Modeling of the joint operation of a solar power plant and a battery energy storage system while increasing the stability and economic efficiency of their operation in the power system

**Реферат:**

1. Об'єктом дослідження є підвищення стабільності та економічної ефективності спільної роботи сонячної електростанції та системи акумулювання електроенергії в енергосистемі. Предметом дослідження є методи та моделі визначення оптимальних параметрів ячної електростанції та системи акумулювання електроенергії, спільне економічно ефективне функціонування яких в енергосистемі забезпечуватиме підтримку стабільності відпуску електроенергії на заявленому рівні. Метою дослідження є визначення оптимальних параметрів та режимів спільної роботи сонячної електростанції та системи акумулювання електроенергії, спільне економічно ефективне функціонування яких забезпечуватиме підтримку потужності відпуску електричної енергії в енергосистему на заявленому рівні. У роботі було використано наступні

наукові методи досліджень: системного аналізу; нелінійного програмування; статистичний; розрахунковий; техніко-економічної оцінки. Теоретичне та практичне значення одержаних результатів. Розроблений метод визначення технічних параметрів обладнання сонячної електростанції доцільно використовувати для оцінки конкурентоспроможності їх функціонування в сучасних ринкових умовах впровадження нових генеруючих потужностей в енергосистемах. Розроблений метод визначення номінальних технічних параметрів системи акумулювання електроенергії, яка входить у структуру сонячної електростанції, доцільно використовувати для визначення номінальної ємності та потужності системи акумулювання електроенергії, необхідних для підтримки потужності відпуску електричної енергії в енергосистему на заявленому рівні, у тому числі відповідно до потреб навантаження, з метою зниження обсягів маневрених резервів, які застосовуються в енергосистемі для компенсації добового збільшення/зменшення потужності сонячної електростанції, що виникає при зміні інтенсивності сонячного випромінювання. Результати розвинутого методу техніко-економічної оцінки доцільно використовувати для визначення рентабельності впровадження гібридних сонячних електростанцій, у структуру яких входить система акумулювання електроенергії, із урахуванням поточних та перспективних умов на ринку електричної енергії. Наукова новизна одержаних результатів. Вперше розроблено нелінійну оптимізаційну математичну модель визначення технічних параметрів обладнання сонячної електростанції, яка враховує залежність добової середньозваженої собівартості виробництва електричної енергії від проектних техніко-економічних показників та добової зміни інтенсивності сонячного випромінювання, що дозволяє знаходити оптимальне співвідношення встановленої потужності інверторів і фотоелектричних модулів. Вперше розроблено метод визначення технічних параметрів обладнання сонячної електростанції, який складається із систематизованої сукупності кроків використання нелінійної математичної моделі визначення технічних параметрів її обладнання при заданій інтенсивності сонячного випромінювання протягом року та визначення найбільш економічно ефективного співвідношення встановленої потужності інверторів і фотоелектричних модулів, що забезпечує мінімальну собівартість виробництва електроенергії та підвищення конкурентоздатності таких інвестиційних проектів. Вперше розроблено розрахункову математичну модель визначення технічних параметрів системи акумулювання електроенергії, яка входить у структуру сонячної електростанції, використання якої, на відміну від існуючих моделей, дозволяє знаходити номінальну ємність та потужність системи акумулювання електроенергії, що забезпечує збереження надлишкової електричної енергії фотоелектричних модулів у час пікової інтенсивності сонячного випромінювання, підтримку потужності відпуску електричної енергії в енергосистему на заявленому рівні протягом одного повного циклу заряджання/розряджання акумуляторних батарей та відповідно до потреб споживання електричної енергії. Вперше розроблено метод визначення технічних параметрів і режимів спільної роботи системи акумулювання електроенергії, яка входить у структуру сонячної електростанції, із застосуванням розрахункової математичної моделі визначення номінальної ємності та потужності системи акумулювання електроенергії, що відповідно до розроблених режимів, забезпечує стабілізацію потужності відпуску електроенергії в енергосистему на заявленому рівні та виключає використання маневрених резервів, які застосовуються для компенсації добового збільшення/зменшення потужності сонячних електростанцій. Отримав подальший розвиток метод проведення техніко-економічної оцінки впровадження інвестиційних проектів гібридних електростанцій, у якому враховано розроблені режими спільної роботи сонячної електростанції та системи акумулювання електроенергії для підвищення економічної ефективності використання доступної ємності акумуляторних батарей за рахунок закупівлі додаткової електричної енергії на конкурентному ринку.

2. The object of the study is to increase the stability and economic efficiency of the joint operation of the solar power plant and an energy storage system in the power system. The subject of the study is the methods and models for determining the optimal parameters of the grid power plant and an energy storage system, the joint economic and effective functioning of which in the power system will ensure the maintenance of the stability of the electricity supply at the declared level. The purpose of the study is to determine the optimal parameters and modes of joint operation of the solar power plant and an energy storage system, the joint economic and effective functioning of which will ensure the maintenance of the power supply of electric energy to the power system at

the declared level. The following scientific research methods were used in the work: system analysis; non-linear programming; statistical; calculated; technical and economic assessment. Theoretical and practical significance of the obtained results. The developed method of determining the technical parameters of the equipment of the solar power plant should be used to assess the competitiveness of their operation in the modern market conditions of the introduction of new generating capacities in power systems. The developed method of determining the nominal technical parameters an energy storage system, which is included in the structure of the solar power plant, should be used to determine the nominal capacity and power of an energy storage system, which are necessary to maintain the power of the electricity supply to the power system at the declared level, including in accordance with the load needs, in order to reduce the volume of maneuverable reserves, which are used in the power system to compensate for the daily increase/decrease in the power of the solar power plant, which occurs when the intensity of solar radiation changes. The results of the developed technical and economic evaluation method should be used to determine the profitability of the introduction of hybrid solar power plants, the structure of which includes an energy storage system, taking into account the current and prospective conditions on the electricity market. Scientific novelty of the obtained results. For the first time, a non-linear optimization mathematical model for determining the technical parameters of solar power plant equipment has been developed, which takes into account the dependence of the daily leveled cost of electricity production on project technical and economic indicators and the daily change in the intensity of solar radiation, which allows finding the optimal ratio of the installed capacity of inverters and photovoltaic modules. For the first time, a method for determining the technical parameters of solar power plant equipment has been developed, which consists of a systematic set of steps using a nonlinear mathematical model to determine the technical parameters of its equipment at a given intensity of solar radiation during the year and to determine the most cost-effective ratio of the installed power of inverters and photovoltaic modules, which ensures the minimum cost of production electricity and increasing the competitiveness of such investment projects. For the first time, a calculated mathematical model for determining the technical parameters of an energy storage system, which is part of the structure of the solar power plant, has been developed, the use of which, unlike existing models, allows you to find the nominal capacity and power of an energy storage system, which ensures the preservation of excess electrical energy of photovoltaic modules during peak intensity solar radiation, maintaining the power of the electric energy supply to the power system at the declared level during one full battery charging/discharging cycle and in accordance with the needs of electric energy consumption. For the first time, a method was developed for determining the technical parameters and modes of joint operation of an energy storage system, which is part of the structure of the solar power plant, with the use of a mathematical calculation model for determining the nominal capacity and power of an energy storage system, which, in accordance with the developed modes, ensures the stabilization of the power supply of electricity to the power system at the declared levels and excludes the use of maneuverable reserves, which are used to compensate for the daily increase/decrease in the capacity of solar power plants. The method of technical and economic evaluation of the implementation of investment projects of hybrid power plants has received further development, which takes into account the developed modes of joint operation of the solar power plant and an energy storage system to increase the economic efficiency of using the available capacity of storage batteries due to the purchase of additional electricity on the competitive market.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Нечаєва Тетяна Петрівна

2. Nechaieva Tetiana P.

**Кваліфікація:** к. т. н., 05.14.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Кузнецов Микола Петрович

2. Kuznietsov Mykola P.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.14.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Комар Вячеслав Олександрович
2. Komar Vyacheslav O.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.14.02**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:****Код за ЄДРПОУ:****Місцезнаходження:****Форма власності:****Сфера управління:****Ідентифікатор ROR:** Не застосовується**Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Згуровець Олександр Васильович
2. Zgurovets Oleksandr V.

**Кваліфікація:** к. т. н., 05.14.01**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:****Код за ЄДРПОУ:****Місцезнаходження:****Форма власності:****Сфера управління:****Ідентифікатор ROR:** Не застосовується**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Тесленко Олександр Іванович
2. Teslenko Oleksandr

**Кваліфікація:** к. т. н., 05.14.14**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:****Код за ЄДРПОУ:****Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VIII. Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Новосельцев Олександр Вікторович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Новосельцев Олександр Вікторович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Т.А.