# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0421U100933

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 15-04-2021

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Войтецький Ігор Євгенович

2. Voytetsky Igor

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** кандидат наук

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 05.13.07

**Назва наукової спеціальності:** Автоматизація процесів керування

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 09-04-2021

**Спеціальність за освітою:** Автоматизоване управління технологічними процесами

**Місце роботи здобувача:** Національний університет "Одеська морська академія"

**Код за ЄДРПОУ:** 01127799

**Місцезнаходження:** вул. Дідріхсона, буд. 8, м. Одеса, Одеська обл., 65029, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 41.052.01

**Повне найменування юридичної особи:** Одеський національний політехнічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02071045

**Місцезнаходження:** пр. Шевченка, буд. 1, м. Одеса, Одеська обл., 65044, 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:** Національний університет "Одеська морська академія"

**Код за ЄДРПОУ:** 01127799

**Місцезнаходження:** вул. Дідріхсона, буд. 8, м. Одеса, Одеська обл., 65029, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 50.43, 50.03

**Тема дисертації:**

1. Удосконалення управління енергетичною установкою за допомогою модельно-орієнтованої системи підтримки прийняття рішень

2. Power plant automatic control system improvement with model-oriented decision-making system using

**Реферат/анотація:**

1. Дисертація присвячена розробці удосконаленої автоматичної системи управління енергетичною установкою за рахунок введення в систему автоматичного управління модельно-орієнтованої інтелектуальної системи підтримки прийняття рішення для зниження аварійності внаслідок впливу "людського фактору".У першому розділі було проаналізовано склад, структури та можливості сучасних АСК енергетичною установкою з точки зору управління продуктивністю та безаварійністю відповідно до вимог з експлуатації суднових енергетичних установок на основі тих, що діють на суднах АСК та сучасних тенденцій до їх розвитку у таких виробників як SIEMENS та WOODWARD. Проаналізовано нормативні вимоги, які висунуті державними й міжнародними стандартами до суднових синхронних генераторних електроагрегатів змінного струму, що приводяться в обертання двигунами внутрішнього згоряння. Розглянуто основні причини аварій в енергетичних установках і вплив людського фактора на аварійність енергетичної установки та сучасні тенденції, пов'язані з дистанційним управлінням енергетичною установкою і концепція

віртуального вахтового механіка. Також було розглянуто можливості застосування математичних моделей у складі автоматичної системи керування. У другому розділі було розроблено математичну модель автоматичної системи управління енергетичною установкою в перехідних і динамічних режимах, яка дала можливість оцінити якість перехідних процесів при дослідженні струмів, напруг, частоти обертання, активної і реактивної потужності в перехідних і динамічних режимах під час зміни режимів експлуатації. У третьому розділі розроблено структуру АСК з об'єктно-орієнтованою системою підтримки прийняття рішень. Обрано критерій для оцінки процесу включення генераторів в паралельну роботу. Запропоновані критерії дозволяють чисельно оцінити процес втягування генераторів в синхронізм. Визначено, що найбільш об'єктивним і зручним показником якості є площа під кривою частоти обертання ротора генератора. При застосуванні цього критерію частоту обертання можна не тільки розрахувати на моделі, а й виміряти на діючому агрегаті. Запропонований критерій дозволяє порівнювати між собою процеси включення в паралельну роботу, проводити оптимізацію конструктивних параметрів і способів управління синхронізацією генераторів. Уперше запропоновано метод формалізації задач керування, що складається з оцінки значень струмів, напруг, частоти обертання, розрахунку критерію для оцінки вмикання на паралельну роботу з урахуванням визначення продуктивності та безаварійності. Цей метод дозволяє формалізувати й оцінити наслідки змін експлуатаційних режимів за змодельованими параметрами до їх реальної появи в енергетичній установці, що дає можливість мінімізувати кількість аварійних режимів за рахунок передбачення параметрів установки в майбутньому і підвищити продуктивність за рахунок зниження аварійності. Також вперше запропоновано метод підвищення продуктивності і зниження аварійності за рахунок використання апарату нечіткої логіки, який може використовуватися на стадії експлуатації АСК енергетичною установкою, що дає можливість відпрацьовувати енергетичній установці будь-які дозволені режими. Обрано програмні засоби реалізації математичної моделі АСК суднової електроенергетичної установки. Створено комп'ютерну програму для дослідження режимів роботи суднової електроенергетичної установки. У четвертому розділі було проведено синтез системи підтримки прийняття рішень до складу суднової електроенергетичної установки, розглянуто можливі апаратні реалізації методів прийняття рішень для визначення можливості інтеграції розроблених методів. Було здійснено вибір і формування вхідних і вихідних лінгвістичних змінних для методів прийняття рішень та вибір алгоритму нечіткого висновку. Запропоновано метод прийняття рішення для оцінки впливу найімовірніших збурень на аварійність і продуктивність. Розраховані продуктивності при знеструмленнях під час рейсу та показано залежність продуктивності від кількості знеструмлень. На розробленому програмному пакеті з застосуванням розроблених методів були досліджені наступні режими роботи системи: включення активно-індуктивного навантаження потужністю, що дорівнює потужності генераторного агрегату; включення дизель-генераторів в паралельну роботу при збільшенні нечутливості регулятора частоти обертання; виникнення несправностей обладнання внаслідок пробоїв ізоляції і замикань; короткого замикання обмотки збудження. Запропоновано застосування системи для навчання й оцінки рівня знань морських фахівців.

2. The dissertation is devoted to development of an improved power plant automatic control system by introducing a model-oriented intelligent decision support system into the automatic control system to reduce accidents due to the influence of the “human factor”. The first section analyzes the composition, structure and capabilities of modern ACS power plant in terms of performance management and safety in accordance with the requirements for the operation of ship power plants based on ACS operating on ships and current trends in their development by manufacturers such as SIEMENS and WOODWARD. The normative requirements put forward by the state and international standards to the ship synchronous alternating current electric units, which are put into rotation by internal combustion engines, are analyzed. The main causes of accidents in power plants and the impact of the human factor on the failure of the power plant and current trends related to remote control of the power plant and the concept of a virtual shift mechanic are considered. Possibilities of application of mathematical models as a part of automatic control system were also considered. In the second section, a mathematical model of the automatic control system of the power plant in transient and dynamic modes was developed, which made it possible to assess the quality of transients in the study of currents, voltages, speed, active and reactive power in

transient and dynamic modes. In the third section, the structure of ASC with an object-oriented decision support system is developed. A criterion for evaluating the process of including generators in parallel operation is chosen. Proposed criteria, that allows to calculate quantify the process of pulling generators into synchronization. It is determined that the most objective and convenient indicator of quality is the area under the frequency curve of the rotor of the generator. When applying this criterion, the speed can not only be calculated on the model, but also measured on the existing unit. The proposed criterion allows to compare the processes of inclusion in parallel operation, to optimize the design parameters and methods of control of generator synchronization. For the first time, a method of formalizing control problems is proposed, which consists of estimating the values of currents, voltages, speed, calculating the criterion for evaluating the connection to parallel operation, taking into account the definition of performance and safety. This method allows you to formalize and assess the effects of changes in operating modes on the simulated parameters before their actual appearance in the power plant, which allows you to minimize the number of emergency modes by predicting future parameters and increase productivity by reducing accidents. Also, for the first time, a method of increasing productivity and reducing accidents by using a fuzzy logic device, which can be used at the stage of operation of the ACS power plant, which allows the power plant to work out any permitted modes. The software means of realization of the mathematical model of ACS of the ship electric power installation are chosen. A computer program for studying the modes of operation of the ship's power plant has been created. In the fourth section, a synthesis of the decision support system for the ship's power plant was carried out, possible hardware implementations of decision-making methods were considered to determine the possibility of integration of the developed methods. The selection and formation of input and output linguistic variables for decision-making methods and the choice of fuzzy inference algorithm were presented. A decision method is proposed to assess the impact of the most likely disturbances on accidents and performance. Performance at power outages during the flight is calculated and the dependence of productivity on the number of power outages is shown. The following operating modes of the system were investigated on the developed software package with the use of the developed methods: - inclusion of active-inductive load with a power equal to the power of the generator unit;- inclusion of diesel generators in parallel work at increase of insensitivity of the regulator of frequency of rotation; occurrence of equipment malfunctions due to insulation breakdowns and short circuits; short circuit of the excitation winding. The application of the system for training and assessment of the level of knowledge of marine specialists is proposed.

**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 ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Вишневський Леонід Вікторович

2. Vyshnevskyi Leonid

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.09.03

**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. Тимченко Віктор Леонідович

2. Timchenko Viktor L.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.13.07

**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. Водічев Володимир Анатолійович

2. Vodichev Volodumur

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.09.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

## VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** Антощук Світлана Григорівна

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

**Відповідальний за підготовку облікових документів**

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності** Юрченко Т.А.