

REFERENCES

1. Y. D. Zhukov, B. N. Gordeev and A. V. Zivenko, "Polymetric sensing of intelligent robots," 2013 IEEE 7th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS), 2013, pp. 880-884, DOI: <https://doi.org/10.1109/IDAACS.2013.6663053>.
2. Zhukov Yu. D. et. al. Intelligent Polymetric Systems Industrial Applications / Proceedings of the 2nd International Workshop on Information-Communication Technologies & Embedded Systems (ICTES 2020) Mykolaiv, Ukraine, 2020. pp. 122-137. <http://ceur-ws.org/Vol-2762/paper8.pdf>.
3. Zivenko O. et. al. Level measurement principles & sensors / A.V. Zivenko, A.G. Nakonechniy, D.Y. Motorkin // Materialy IX mezinarodni vedecko-practicka conference "Veda a technologie: krok do budoucnosti - 2013". – Dil. 28. Technicke vedy. Prague - 2013. pp. 85-90.
4. Zivenko O. LPG accounting specificity during its storage and transportation // Measuring Equipment and Metrology, Issue №3 (80), 2019, pp. 21-27. <https://doi.org/10.23939/istcmtm2019.03.021>
5. Zhukov Yu. et. al. Correction technique for guided wave radar LPG level measurement sensors / Zhukov Yu., Zivenko A., Gudyma I., Raieva A. // «Shipbuilding & Marine Infrastructure», №2(12), 2019, p. 27-34. [https://doi.org/10.15589/smi2019.2\(12\).3](https://doi.org/10.15589/smi2019.2(12).3)
6. Yu. Kondratenko et. al. Information system for automatic planning of liquid ballast distribution / Proceedings of the 2nd International Workshop on Information Communication Technologies & Embedded Systems (ICTES 2020) Mykolaiv, Ukraine, 2020. pp. 191-200. <http://ceur-ws.org/Vol-2762/paper13.pdf>
7. Рівнеміри для рідин MIRA+. AMICO Digital. Visited 10.09.2022. Available at <https://digitalamico.com/level-sensor/>.

УДК: 681.5.015:620.179.17

**ТРЕНАЖЕРНА ПІДГОТОВКА СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ОФІЦЕРІВ
ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ „ЕКСПЛУАТАЦІЯ СУДНОВОГО
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ І ЗАСОБІВ АВТОМАТИКИ”**

Жук Д.О. к.т.н., доц. каф. СЕЕС¹, **Чекунов В.К.** старший викладач каф. СЕЕС²,

Алєксандровський С.Ю. старший викладач каф. СЕЕС³,

^{1,2,3}Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, Миколаїв
¹vicedirector2012@gmail.com, ²cheka756@gmail.com, ³stanalex016@gmail.com

Анотація. Розглядаються питання тренажерної підготовки студентів з використанням навчально-тренажерного стенду суднової електростанції (НТСЕС). НТСЕС має у своєму складі дві ідентичні за своєю структурою та схемними рішеннями генераторні секції, які дозволяють виконувати різноманітні практичні та науково-експериментальні дослідження у галузі якості електроенергії, що виробляється, паралельної роботи генераторів, розподілу навантаження, захисту генераторних агрегатів та ін.

Ключові слова: тренажер, електроенергетична система судна, генераторна секція, управління, функціональні операції електромеханіка.

Основним керівним документом щодо підготовки командного складу морських суден, в тому числі електромеханіків суднових, є Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ-78) з поправками 2010 р [3].

Згідно ПДНВ студент (курсант) – електромеханік морської спеціальності протягом навчання має не тільки засвоїти всі теоретичні відомості та розуміти принципи будови, роботи і базового обслуговування електротехнічних засобів, систем сигналізації і автоматики, комп'ютерної техніки і комп'ютерних мереж судна, які знаходяться в його компетенції, але й

продемонструвати достатній рівень практичних навичок, отриманих при схваленій підготовці із використанням лабораторного обладнання і тренажерів [3].

Отже, в умовах сьогодення для підвищення (забезпечення) якості практичної підготовки електромеханіків суднових в НУК є необхідним створення відповідного за призначенням комплексного тренажеру, який має враховувати наступні основні критерії:

– включення до складу тренажеру наступних основних сегментів – суднова електростанція з головним розподільчим щитом, центральний пост керування, групи навантажень;

– конструктивна і функціональна схожість з реальними судновими аналогами;

– використання елементної бази аналогічної судновій;

– технічна реалізація із врахуванням типових схемних рішень, запроваджених на сучасних суднах;

– забезпечення можливості відпрацювання всіх основних технічних функцій електромеханіка за змістом його підготовки згідно ПДНВ.

Принципи побудови структурної схеми всього навчально-тренажерного стенду суднової електростанції (НТСЕС) докладно описані в [1]. При проектуванні генераторної секції особлива увага приділялася функціональній та конструктивній ідентичності моделі генераторного агрегату та системи його управління з реальними сучасними судновими системами та вузлами, типовими схемними рішеннями, що забезпечують роботу суднового дизель-генераторного агрегату [2], а також забезпечення можливості відпрацювання всіх основних функціональних операцій електромеханіка згідно ПДНВ.

Генераторна секція НТСЕС призначена для вивчення та відпрацювання режимів підготовки до роботи, пуску, регулювання параметрів, одиночної і паралельної роботи, а також необхідних видів захисту при виникненні аварій синхронного генератора.

Структурна схема представлена на рис.1. Схема складається з наступних функціональних елементів і блоків:

1.1 (ПЧ) – Перетворювач частоти призначений для пуску і управління асинхронним двигуном

A1.2 (БЖ PSU) (Power Supply Unit) – Блок живлення призначений для формування постійної напруги ± 24 В для живлення пристроїв автоматики секції;

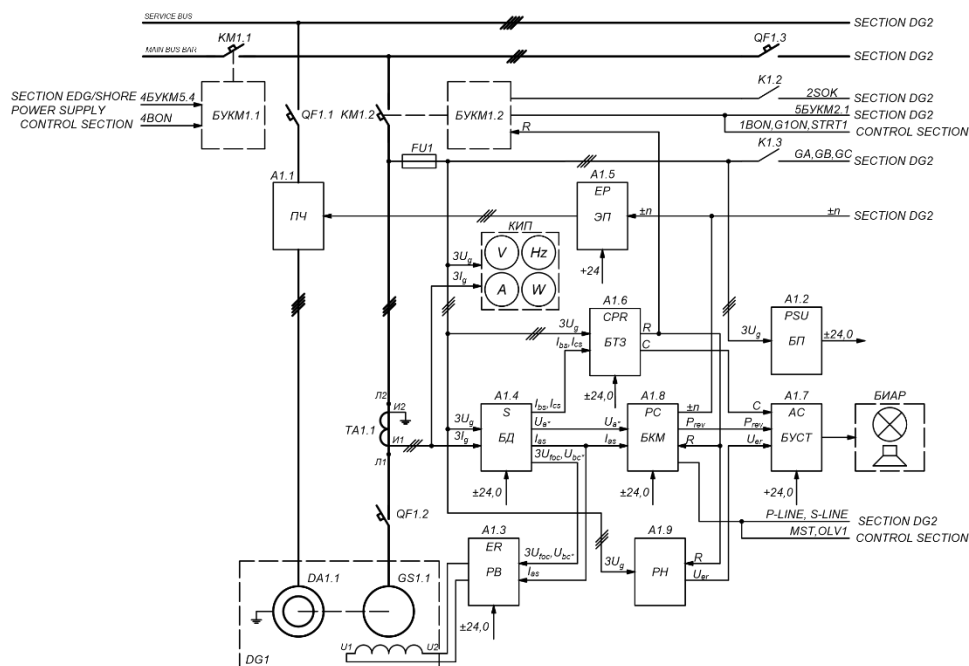


Рис.1. Структурна схема генераторної секції НТСЕС

A1.3 (РН ER) (*Excitation Regulator*) – Регулятор напруги призначений для регулювання збудження синхронного генератора GS1.1;

A1.4 (БДС) (*Main Sensor Unit*) – Блок датчиків складається з датчиків струму і напруги, призначених для формування сигналів, пропорційних струму і напрузі синхронного генератора GS1.1;

A1.5 (ЕП EP) (*Electronic Potential Meter*) – Електронний потенціометр призначений для управління частотою обертання асинхронного двигуна DA1.1 за допомогою цифрового сигналу;

A1.6 (БЗЗ CPC) (*Current Protection Relay*) – Блок струмового захисту містить два реле максимального струму з різною регульованою уставкою по струму і часу спрацьовування;

A1.7 (БУСТ AC) (*Alarm Control*) – Блок управління сигналами тривоги призначений для формування сигналів тривоги в разі виникнення відповідних аварійних режимів і тестування індикації аварійних режимів;

A1.8 (БКП PC) (*Power Control*) – Блок контролю потужності містить датчик активного струму, реле зворотного потужності, реле перенавантаження по потужності (активному струму) для включення резерву або відключення споживачів у разі перенавантаження, пристрій регулювання потужності, датчик частоти для стабілізації частоти в режимі «ВЕДУЧИЙ»;

A1.9 (РН) – Реле напруги призначене для контролю допустимого рівня і якості напруги на шині синхронного генератора GS1.1; для контролю правильного чергування фаз і відсутності злипання фаз; для відключення навантаження при неякісній напрузі; для контролю якості напруги після відключення навантаження і автоматичного включення її після відновлення параметрів напруги; для ідентифікування аварії при виникненні аварійної ситуації та відображення наявності напруги на кожній фазі відключення;

БУКМ1, БУКМ2 – Блоки управління магнітними пускатими KM1, KM2, що представляють собою набір реле, кнопок, контактів, з'єднаних за схемою, що дозволяє реалізувати необхідний алгоритм роботи, відповідний магнітних пускатів;

КВП – контрольно-вимірювальні прилади (вольтметр, амперметр, частотомір, ватметр) з відповідними комутаційними елементами для контролю параметрів синхронного генератора GS1.1;

БИАР – Блок світлової та звукової індикації аварійних режимів з можливістю перевірки справності (режим «TEST») елементів;

DG1 – Двомашинний агрегат, що складається з приводного асинхронного двигуна DA1.1 і синхронного генератора GS1.1 з елементами системи збудження.

Головними вимогами до тренажерного обладнання є конструктивна і функціональна схожість з реальними судовими аналогами; технічна реалізація з урахуванням типових схемних рішень, впроваджених на сучасних судах; використання елементної бази, аналогічної судовий; забезпечення можливості відпрацювання всіх основних технічних функцій електромеханіка згідно ПДНВ.

Розроблений НТСЕ дозволяє здійснювати наступні операції:

- автоматичне керування збудженням генератора;
- контроль напруги генератора;
- контроль струму навантаження;
- контроль і підтримання частоти;
- можливість автоматичної синхронізації генераторів;
- автоматичне перерозподіл навантаження між паралельно працюючими генераторами;
- можливість використання будь-якого з генераторів як резервного з автоматичним його пуском;
- управління індикацією аварійних режимів;
- можливість дистанційного керування генераторної секцією;

- можливість модернізації системи;
 - можливість проведення науково-дослідних робіт з використанням обладнання тренажера;
 - можливість повторення будь-якого з вузлів в умовах лабораторії СЕЕС.
- Зовнішній вигляд генераторної секції *DG1* представлений на рис.2. На передній панелі секції розташовані елементи управління, індикації та контролю.



Рис.2. Зовнішній вигляд генераторної секції *DG1*

Висновки. Запропонована і реалізована в ННІАЕ НУК генераторна секція НТССЕС дозволяє проводити роботи за фахом 271 «Річковий та морський транспорт» і охоплює широке коло питань експлуатації та обслуговування суднових генераторних агрегатів.

Генераторна секція НТССЕС також зручна для різних видів модернізації і може використовуватися для виконання широкого спектру наукових досліджень в області якості електроенергії, паралельної роботи генераторів, розподілу навантаження, захисту генераторних агрегатів та ін.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Жук Д.О., Новогрецький С.М., Александровський С.Ю., Бандура С.І., Принципи побудови структурної схеми навчально-тренажерного стенду суднової електростанції// Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК, 2021. – С.386-390.
- [2] Трушляков Є. І., Слободян С. О., Жук Д. О., Носовський А. М. Навчально-тренажерна підготовка суднових електромеханіків, Міжнародна науково-практична конференція, присвячена пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. Миколаїв, НУК, 2019.
- [3] Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ/STCW-78) з поправками 2010 р.

Exercise Training Of Ship Electrical Officers Under The Educational And Professional Program "Operation Of Ship Electrical Equipment And Automation Equipment"

Zhuk Dmytro, Chekunov Volodymyr, Aleksandrovskiy Stanislav

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolaiv

Annotation. The report examines the issues of student training using the ship's power plant training stand. The stand includes two generator sections identical in their structure and schematic solutions, which allow performing various practical and scientific-experimental studies in the field of the quality of electricity produced, parallel operation of generators, load distribution, protection of generator units, etc.

Keywords: simulator, ship's power system, generator section, control, functional operations of electromechanics.

УДК 621.314.58

APPLICATION OF MODERN INNOVATION TECHNOLOGIES OF ELECTRICAL ENGINEERING OR SHIP POWER SYSTEMS DEVELOPMENT

*Селезньов С.Л. Начальник відділу інжинірингових сервісів
ТОВ «Марін Дизайн Інжиніринг Миколаїв» групи компаній Damen Shipyards¹,
Жук Д.О. к.т.н., доц. каф. СЕЕС², Козлов М.О. аспірант каф. СЕЕС³,
Новогрецький С. М. к.т.н., доц. каф. СЕЕС⁴*

*^{2,3,4}Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв*

*¹stanislav.seleznov02@damen.com, ²dmytro.zhuk@nuos.edu.ua,
³maksym.kozlov@nuos.edu.ua ⁴sergii.novogretskyi@nuos.edu.ua*

Annotation. Current document covers the main aspects of the innovative ship power systems design and production for the Damen Road Ferries engineered and built during the last years on Damen Shipyards Galati, Romania with the contribution of MDEM company. Innovative technologies introduction caused by the ecological rules implementation as well as maneuverability and weight economy have created new standards of ship electrical propulsion and power distribution. Main types of applied ship power system are properly described indicating their benefits and pitfalls occurred during design and building phases.

Key words. Ship power station, accumulator batteries, hybrid propulsion, full electric, diesel-electric systems, accumulator power bank, active front end converter.

Introduction. The popularity of the AC electrical distribution system resulted in the move towards an alternating current AC system onboard marine vessels. Besides, at present there are marine vessels that operate based on a diesel-electric system. The on-board diesel engines generate AC power to a common ac bus, from which the electrical propulsion drives source their electrical power. Moreover, there is an interest in a shift back to a DC-based diesel-electric system for marine vessels, due to the potential improvement in electrical performance and fuel savings [1]. They are implemented as well as fully electrical systems however restricted by endurance and port infrastructure like fast charging devices and etc. Development of electrical power systems is also stimulated by new ecological rules. This even becomes critical for the Canadian inland shipping and declared by local companies like BC Ferry and SeaSpan having ordered from Damen several road ferries with different electricals systems.

Goal of article. In this paper, the modifications of DC distribution systems are discussed [2]. The required equipment changes, improvement in electrical performance, and potential fuel savings in multiple operation modes are detailed. Overviewed modifications are listed below:

- DC electrical system with main DG-sets and accumulator batteries
- DC electrical system fully electrical however with installed emergency DG-set
- DC electrical system with main DG-sets using LNG and accumulator batteries