



Міністерство освіти і науки України
Одеський національний морський університет
Навчально-науковий інститут морського флоту
Кафедра «Суднові енергетичні установки і технічна експлуатація»

За підтримкою судноплавної компанії «Укрферрі»



МАТЕРІАЛИ

МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ,
ПРИСВЯЧЕНОЇ ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРІВ
ФОМІНА Ю. Я. І СЕМЕНОВА В. С.

FS - 2019

Одеса – 2019



ФОМІН
ЮРІЙ ЯКОВЛЕВИЧ

FOMIN
YURIY YAKOVLEVYCH



СЕМЕНОВ
ВОЛОДИМИР СЕРГІЙОВИЧ

SEMENOV
VOLODYMYR SERHIYOVYCH

Мета проведення конференції: шанування пам'яті відомих у країні та за кордоном вчених – професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С., які тривалий час працювали в Одеському національному морському університеті і були співробітниками кафедри суднових енергетичних установок і технічної експлуатації (СЕУ і ТЕ). Наукова діяльність професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. була спрямована на моделювання та діагностику суднових енергетичних установок і, в першу чергу, – суднових дизелів як головних об'єктів СЕУ. Популяризація наукової спадщини професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. з прив'язкою до їх наукової біографії та висвітлення актуальних питань морської енергетики і супутніх тем є метою конференції.

The aim of the conference is to honor the memory of the well-known scientists in the country and abroad – professor Fomin Yu. Ya. and professor Semenov V. S., who worked at Odessa National Maritime University for a long time at the Department of Marine Power Plants and the Technical Operation. The scientific work of professor Fomin Yu. Ya. and professor Semenov V. S. was aimed at modeling and diagnostics of marine power plants and, first of all, marine diesel engines as the main objects of ship power plants. The popularization of the scientific heritage of professor Fomin Yu. Ya. and professor Semenov V. S. with the reference to their scientific biography and the coverage of topical issues in marine energy and related topics is the aim of the conference.

**МАТЕРІАЛИ
МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ, ПРИСВЯЧЕНОЇ ПАМ'ЯТІ
ПРОФЕСОРІВ ФОМІНА Ю. Я. І СЕМЕНОВА В. С.**

24–28 квітня 2019

Одеса (Україна) – Стамбул (Туреччина) – Одеса (Україна)

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ, ПОСВЯЩЕННОЙ ПАМЯТИ
ПРОФЕССОРОВ ФОМИНА Ю. Я. И СЕМЕНОВА В. С.**

24–28 апреля 2019

Одесса (Украина) – Стамбул (Турция) – Одесса (Украина)

**MATERIALS OF
THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE DEDICATED TO THE MEMORY OF
PROFESSORS FOMIN YU. YA. AND SEMENOV V. S.**

24–28 April 2019

Odessa (Ukraine) – Istanbul (Turkey) – Odessa (Ukraine)

Конференція FS-2019 внесена до переліку наукових конференцій з проблем вищої освіти і науки в системі Міністерства освіти і науки України на 2019 рік: лист ІМЗО від 16.01.2019 № 22.1/10-123 «Про Перелік наукових конференцій з проблем вищої освіти і науки у 2019 році», стор. 36, № 136



Одеса – 2019

Організатори

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ОНМУ),
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МОРСЬКОГО ФЛОТУ,
КАФЕДРА «СУДНОВІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ І ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ» (СЕУ І ТЕ)
СУДНОПЛАВНА КОМПАНІЯ «УКРФЕРРІ»

Організаційний комітет

Голова:

Р. А. Варбанець – зав. кафедри «Суднові енергетичні установки і технічна експлуатація» ОНМУ, д.т.н., проф.

Почесні голови:

О. М. Курлянд – президент судноплавної компанії «Укрферрі», к.е.н.;

С. В. Руденко – ректор ОНМУ, д.т.н., проф.;

О. М. Шумило – директор Навчально-наукового інституту морського флоту, к.т.н., доц.

Члени організаційного комітету:

П. М. Беленький – технічний директор судноплавної компанії «Укрферрі»;

О. А. Вассерман – професор кафедри «Суднові енергетичні установки і технічна експлуатація» ОНМУ, д.т.н., проф.;

А. О. Волошин – зав. кафедри «Судноводіння і морська безпека», проф. ОНМУ, к.т.н.;

В. М. Горбов – зав. кафедри «Експлуатація суднових енергетичних установок та теплоенергетики» НУК ім. адм. Макарова (Миколаїв), к.т.н., проф.;

В. Г. Івановський – професор кафедри «Суднові енергетичні установки і технічна експлуатація» ОНМУ, д.т.н., проф.;

І. О. Лапкіна – зав. кафедри «Управління логістичними системами та проектами» ОНМУ, д.е.н., проф.;

В. В. Марков – проректор з науково-педагогічної роботи ОНМУ, к.т.н., доц.;

Р. С. Моргенштерн – директор з питань розвитку та маркетингу «Укрферрі»;

О. О. Немчук – проректор з наукової роботи ОНМУ, к.т.н., доц.;

Ю. О. Никифоров – зав. кафедри «Технічне обслуговування та ремонт суден», проф. ОНМУ, к.т.н., доц.;

С. П. Оніщенко – директор Навчально-наукового інституту морського бізнесу ОНМУ, д.е.н., проф.;

М. Я. Постан – зав. кафедри «Менеджмент та маркетинг» ОНМУ, д.е.н., проф.;

І. В. Савельєва – зав. кафедри «Підприємництво та туризм» ОНМУ, д.е.н., проф.;

О. Г. Шибаєв – зав. кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень» ОНМУ, д.т.н., проф.;

В. О. Яровенко – зав. кафедри «Експлуатація суднового електрообладнання та засобів автоматики» ОНМУ, д.т.н., проф.

Матеріали конференції не піддаються зовнішньому рецензуванню і публікуються згідно з поданими авторами оригіналами. Редакція не несе відповідальності за науковий зміст матеріалів.

Редакція зберігає право на коректорську правку і зміну форматування зі збереженням авторського стилю і змісту опублікованого матеріалу.

Міжнародна науково-практична конференція, присвячена пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. (FS-2019, 24–28 квітня 2019, Одеса – Стамбул – Одеса): матеріали / Одеський національний морський університет. Одеса, 2019. 442 с.

У збірнику представлено матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. (FS-2019), яка відбулася під час регулярного рейсу Одеса – Стамбул – Одеса порому «Kaunas» 24–28 квітня 2019 р. Конференція була присвячена популяризації наукової спадщини професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. та висвітленню актуальних питань морської енергетики і супутніх тем.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

А. А. Вассерман. Профессор Ю. Я. Фомин и профессор В. С. Семенов. Страницы биографии	11
С. Я. Соломатин. Краткая история кафедры ДВС	14
СЕКЦІЯ 1. «Технічна експлуатація суднових енергетичних установок», «Технічне обслуговування і ремонт суден», «Сучасні технології в двигунобудуванні», «Експлуатація суднового електрообладнання та засобів автоматики»	
С. В. Епифанов, А. Н. Хусточка. Согласование моделей рабочего процесса двигателя с экспериментальными данными	21
А. П. Марченко, И. В. Парсаданов, А. П. Строков, А. Г. Лал. Оппозитные двухтактные дизели с противоположно движущимися поршнями: применение, особенности конструкции, направления повышения эффективности	25
А. В. Белогуб, Е. А. Глибко. Особенности профилирования поршней ДВС	34
Є. І. Трушляков, В. М. Горбов, В. С. Мітенкова, А. А. Зубарєв. Оцінка ефективності використання альтернативних палив на танкерах	38
А. Врублевский, М. Янулин, Р. Войновски. Оценка состояния датчиков системы управления двигателя мотоцикла с помощью анализа акустической эмиссии	47
А. А. Вассерман, В. П. Мальчевский. Принципы эксергетического метода анализа циклов	54
Е. В. Белоусов, В. П. Савчук, И. В. Грицук, Р. А. Варбанец, Т. П. Белоусова. Влияние давления газового топлива на процесс смесеобразования в газодизельных малооборотных двухтактных двигателях	57
D. S. Minchev. Implementation of the Atkinson's Cycle in Marine Low-Speed Diesel Engines	62
R. A. Varbanets, S. V. Rudenko, V. A. Yarovenko, Yu. M. Kucherenko, O. V. Yeryganov, Ie. V. Bilousov, V. M. Piterskaya. Vibration Diagnostics Methods of Marine Diesel Engines with Turbocharger	67
В. А. Яровенко, П. С. Черников, Е. И. Зарицкая. Влияние общесудовых потребителей электроэнергии на оптимальное управление гребными электрическими установками	81

С. Я. Соломатин, А. А. Сторчак. Совершенствование методов технического обслуживания центробежных компрессоров с турбинными приводами	91
А. А. Вассерман, А. Г. Слынько. Повышение эффективности цикла ДВС с газотурбинным наддувом	101
М. В. Володарець. Щодо можливості використання конденсаторів надвеликої потужності у складі гібридної суднової енергетичної установки	104
І. В. Грицук, В. С. Вербовський, Olena Podrygora, О. М. Вольська, Д. С. Погорлецький, О. В. Вербовський, А. Ф. Сімагін. Забезпечення теплової підготовки двигуна енергетичної установки за допомогою системи прогріву з фазоперехідними тепловими акумуляторами	108
О. В. Мельник, О. М. Тимощук. Вибір показників технічної надійності системи бункерування	122
M. S. Ageev, L. N. Shpak, V. I. Kavyn. Using Combined Technology of Coating Deposition for Renovation of Ship Diesel Generator Shafts	126
М. С. Агеев, А. В. Дудан, Е. К. Соловых, Ю. В. Волков, Г. Ю. Васильченко. Реставрация валов судовых дизель-генераторов покрытиями дискретной структуры	130
М. П. Булгаков. Вимоги до чистоти циркуляційної оливи для двигунів серії ME	135
А. И. Головань, И. П. Гончарук, А. К. Дели. Современные требования к системам мониторинга выбросов диоксида углерода морским транспортом	138
А. И. Головань, А. А. Костенко. Сучасні вимоги до каталізаторів з селективним каталітичним відновленням оксидів азоту на морському транспорті	140
Н. Н. Скалыга, Н. В. Рудинец, В. С. Вербовский. Улучшение экономических и экологических показателей дизелей автотракторного типа путем конвертации их в условиях эксплуатации в газовые двигатели с искровым форкамерно-факельным зажиганием	142
Д. О. Зінченко. Способи зниження токсичності та димності відпрацьованих газів судових двигунів внутрішнього згорання	147
В. П. Савчук, Е. В. Белоусов, А. Ф. Симагин, А. И. Сатулов. Система мониторинга шатунных подшипников коленчатых валов судовых двигателей внутреннего сгорания	151

S. Neumann, R. Varbanets, O. Kyrylash, V. Maulevych, O. Yeryganov. Marine Diesels Working Cycle Monitoring on the Base of IMES GMBH Pressure Sensors Data	158
А. П. Попов, О. Ю. Дубинский, О. И. Савенков, А. Б. Рыбаков. Причины возникновения расцентровок осей соединяемых валов СЭУ и способы устранения их негативного влияния	169
Э. П. Богомолов. Возможности применения экзотермического центробежного способа наплавки при восстановлении внутренних геометрических размеров втулок цилиндров ДВС и компрессоров	176
Ю. А. Никифоров. Пути увеличения межремонтного периода эксплуатации судна	179
Д. В. Колесник. Моделирование судового дизеля, работающего на ВРК, в среде AVL BOOST	183
И. А. Селиверстов, С. Р. Селиверстова. Применение композиционных покрытий в двигателях внутреннего сгорания	184
Є. Ю. Зенкін. Діагностування систем турбонаддуву сучасних ДВЗ за зворотніми зв'язками системи електронного керування	186
М. В. Бабій. Забезпечення енергоефективності судових енергетичних установок	190
Ю. О. Богдан, А. П. Богдан. Оцінка технічного стану та ексергоекономічної ефективності охолоджувача наддувочного повітря суднового дизеля	193
Н. И. Александровская, Л. В. Пизинцали. Конкурентоспособность украинских судопромышленных предприятий по услугам утилизации судов	196
А. М. Левтєров, В. М. Бганцев. Покращення показників токсичності малолітражного дизеля шляхом додавання мікродомішок водню до дизпалива	202
Р. А. Варбанец, В. Г. Ивановский, В. И. Кырнац, А. В. Ерыганов. Диагностика и повышение эффективности ремонта и эксплуатации тепловозных дизелей K6S310DR	204
Р. А. Варбанець, І. В. Ташниченко, Р. О. Брусник. Використання безградієнтної мінімізації POWELL'64 в задачах моніторингу основних параметрів робочого процесу і результати діагностики головних двигунів «GREIFSWALD»	206
М. О. Бойко. Підвищення ефективності систем охолодження судових енергетичних установок в експлуатації	210

Ю. Н. Кучеренко. Метод контроля эффективных параметров судовых дизельных установок в эксплуатации	215
Ю. А. Гусев, А. В. Белогуб, А. А. Зотов. Экспериментальное исследование напряженно-деформируемого состояния поршня от теплового и силового воздействий	220
Нгуен Ван Зионг. Определение граничных условий для расчета термонапряженного состояния поршня ДВС на примере двигателей типа Д100	224
І. М. Іщенко, В. В. Даник, Ю. О. Лебеденко. Оптимізація процесів керування судновими комбінованими пропульсивними комплексами	225
І. М. Іщенко, С. В. Вороненко, Г. В. Рудакова. Підвищення ефективності процесів керування судових енергетичних установок з утилізаційними генераторами	228
В. С. Губин. Пути повышения мощности главного двигателя	230
Н. И. Лебедь, О. Н. Лебедь. Энергоэффективность судовых электрических установок на транспорте	232
А. В. Ерыганов. Оценка состояния деталей цилиндропоршневой группы дизеля по точке максимальной скорости нарастания давления кривой сжатия	235
А. Н. Шумило, О. Н. Кононова. Внедрение аналитических методов расчета судовых конструкций и деталей по критерию сопротивления усталости	244
О. Н. Лебедь. Расширение рабочих характеристик преобразователя частоты на судах	248
С. Г. Рябов, С. А. Рожков, К. В. Тимофеев. Анализ работы электролизера в импульсном режиме в системе резервного электропитания судна	251
О. Н. Лебедь. Тепловой режим работы судового электрооборудования	253
В. В. Груздев. Показатели оценки эффективности технической эксплуатации транспортных средств	256
Г. О. Оборський, Б. О. Моргун, А. М. Бундюк. Високоточний спосіб дистанційного вимірювання температури енергетичних судових установок	259
Л. С. Витюк, А. Н. Шумило. Экспериментальная установка по определению сжимаемости различных жидкостей	261
Д. И. Лацюк. Алгоритм коррекции максимального давления сгорания, применяемый в системах управления топливоподачей WECS RT-FLEX	266
П. С. Суворов, Т. В. Тарасенко, В. И. Залож, С. Б. Максимов. Энергоэффективность и экологичность судов в Дунайском судоходстве	270

СЕКЦІЯ 2. «Морські гідротехнічні споруди», «Транспортні системи», «Морська логістика», «Підготовка фахівців морського транспорту»

- Є. І. Трушляков, С. О. Слободян, Д. О. Жук, А. М. Носовський.** Навчально-тренажерна підготовка суднових електромеханіків 280
- L. Filina-Dawidowicz, D. Możdrzeń, M. Ya. Postan.** Prospects for Świnoujście Ferry Terminal Development as an Important Link of Intermodal Transport Chains 287
- D. Reshetkov, T. Tarasenko.** Priority Directions of Development of Sea and River Transport of Ukraine for the Period Up to 2030 291
- С. И. Рогачко.** Учет ледовых воздействий при проектировании гидротехнических сооружений 294
- С. И. Рогачко, Е. О. Плясунова.** Проблемы заносимости подходных каналов морских портов Украины 295
- С. И. Рогачко, И. Н. Панова.** Волновые нагрузки на надводные части морских сооружений 297
- D. Vishnevskiy, O. Vishnevskaya, S. Onyshchenko.** Estimation of Vessels' Variants of Operation within Conditions of Uncertainty 298
- P. Vorobyov, P. Nosov, K. Hurova, O. Harbolinska, S. Zinchenko.** Development of a Roboted Device for Fairing the Board of the Ship while Passage 303
- P. Nosov, G. Krapivko, A. Ben, M. Safonov, S. Zinchenko.** Disabling the Dynamic Positioning of the Vessel as a Cause of the Negative Influence of Human Factor in Maritime Transport 309
- А. В. Петровський.** Шляхи вдосконалення засобів ECDIS при обсерваціях на прикладі NAVI SAILOR 4000 316
- В. М. Питерская.** Портфельное управление научной деятельностью университетов в рамках инновационных программ 320
- С. А. Волошинов, А. Ю. Юрженко.** Формування англомовної професійної компетентності у майбутніх суднових механіків в умовах дуальної освіти 324
- О. П. Безлуцька, А. М. Лещенко.** Тренажерна підготовка майбутніх моряків як один із методів попередження прояву «людського фактору» на морі 329
- О. О. Доброштан, Т. С. Спичак.** Синергетичний підхід до навчання вищої математики майбутніх фахівців морської галузі 332

В. В. Очеретна. Проектування параметрів транспортно-складської інфраструктури при умовах невизначеності ринку транспортних послуг	340
S. M. Zinchenko, P. S. Nosov, V. M. Mateichuk, P. P. Mamenko, O. O. Grosheva. Automatic Collision Avoidance with Many Targets, Including Maneuvring Ones	343
S. M. Zinchenko, P. S. Nosov, V. M. Mateichuk, P. P. Mamenko, O. O. Grosheva. Use of Navigation Simulators for Development and Testing Ship Control Systems	350
О. П. Паніна. Інтерактивні методи викладання та контролю знань з фізики у морських навчальних закладах: переваги та недоліки	356
О. Л. Плотнікова. Бінарні заняття як дієвий засіб формування професійної компетенції курсантів у ВНЗ I-II рівня акредитації морського профілю	360
С. О. Крамський, Л. О. Гушля. Використання компетентнісного методу при визначенні мінімального складу екіпажу морського судна	363
О. В. Захарченко, М. Захарченко, С. О. Крамський. Формування команди реалізації проекту на базисі імітаційної моделі	366
Ю. О. Богдан, Г. Ю. Васильченко, В. С. Манжелей. Теоретичні і практичні аспекти застосування тренажерів при підготовці курсантів спеціалізації «Експлуатація суднових енергетичних установок»	370
І. В. Безуглова, Т. А. Стовба. Синергетика у підготовці фахівців морського транспорту	374
В. В. Щербина. Тенденції розвитку портової логістики в Україні	376
О. Г. Шибасєв, І. В. Чайковський. Математичні методи в контролі та аналізі роботи морського транспортного флоту	379
Н. М. Тимченко, О. Ю. Кузьменко. Необхідність розвитку транспортно-логістичної інфраструктури підприємств водного транспорту України	382
Д. Г. Круглый, Е. С. Аппазов. Основы создания территориально распределенной системы автоматического управления движением судов	384
В. А. Добровольська. Особливості викладання дисципліни «Географія судноплавства» на засадах компетентнісного підходу	389
І. М. Панченко. Проблеми розвитку морського транспорту України	393
В. Г. Бааджи. О ледовых нагрузках на сооружения откосного профиля	395
С. В. Іванова, Г. В. Налева, В. В. Іванов. Навчально-дослідні завдання як засіб реалізації компетентнісно зорієнтованої підготовки студентів з математики	396

О. І. Россомаха. Аналіз проблем і перспективи розвитку річкового транспорту в Україні	399
В. О. Допілка, С. О. Загороднюк. Міжнародно-правові стандарти підготовки та дипломування моряків	402
А. В. Слободяник, Н. Б. Долинская. Противооползневые мероприятия морских побережий	406
О. І. Сагайдак. Алгоритм дій капітана при прийомці судна у світлі Конвенції з управління баластними водами	407
І. В. Ходікова. Використання «туристичного потенціалу» в процесах управління проектами транспортного забезпечення туристичних центрів	411
Т. А. Ковтун, А. Г. Габ, І. О. Фіногенова. Особливості підготовки фахівців морської галузі в Україні	414
М. Matviienko. Ways of Reducing the Cost of the Logistics Component by Blockchain System	417
П. В. Нікітін, І. М. Ганношина, О. М. Коломієць, А. В. Зазірний. Аналіз та систематизація умов інтеграції української освіти у світовий освітній простір	421
Г. А. Оборский, А. Н. Бундюк, Б. А. Моргун, Р. А. Бундюк. О менеджменте круизной деятельности при подготовке морских специалистов	427
Д. О. Мечетнер, С. В. Бугасва. Використання сучасних матеріалів для посилення гідротехнічних споруд	432
И. П. Крижановская. Определение эффективности управления проектом ремонта причальных сооружений	435
О. О. Балобанов. Безпека мореплавства та проблеми боротьби з судновласниками, які використовують «субстандартні» судна	437
О. В. Акімова, О. А. Кравченко. Перспективи розробки нафтогазових родовищ в українській частині шельфу Чорноморсько-Азовського регіону	440

НАВЧАЛЬНО-ТРЕНАЖЕРНА ПІДГОТОВКА СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКІВ

Є. І. Трушляков, С. О. Слободян, Д. О. Жук, А. М. Носовський

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова (Миколаїв)

Вступ. У світовій практиці основним керівним документом щодо підготовки командного складу морських суден, у тому числі електромеханіків суднових, є Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ-78) з поправками 2010 р.

Розділ А-III/6 конвенції ПДНВ вперше з 2010 р. охоплює і упорядковує всі стандартні компетентності, необхідні при підготовці електромеханіків – галузь компетентності, знання, розуміння та професійні навички, методи демонстрації та критерії для оцінки компетентності за різними функціями: електрообладнання, електронна апаратура та системи керування на рівні експлуатації; технічне обслуговування та ремонт; управління операціями судна та піклування про людей на рівні експлуатації.

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.

Досвід, накопичений у минулі десятиріччя навчальними закладами України, забезпечує глибоку теоретичну і лабораторну підготовку електромеханіків з експлуатації судового електроустаткування і засобів автоматики, які отримують міжнародне визнання та користуються попитом у працевлаштуванні.

Актуальність досліджень. Зорієнтованість провідних світових виробників на безперервне технічне вдосконалення судового силового електрообладнання та засобів комплексної автоматизації суден, застосування на них сучасних інформаційних технологій і засобів комп'ютерної техніки вимагає постійного підвищення рівня практичних навичок персоналу, який їх обслуговує, як при стандартних, так і при нестандартних ситуаціях.

Постановка задачі. Основним завданням роботи є розробка концепції навчально-дослідницького лабораторного обладнання, призначеного для наступних функцій:

– підготовка фахівців з експлуатації, обслуговування і проектування суднових автоматизованих електроенергетичних систем;

– виконання широкого спектру наукових досліджень у галузі електромагнітної сумісності та якості електроенергії в суднових електроенергетичних системах з електроустановками на базі напівпровідникових перетворювачів.

Результати досліджень. У ході дослідження питань щодо створення навчального тренажера вирішено, що до складу лабораторного обладнання мають бути включені такі основні сегменти – апаратна модель суднової електростанції з головним розподільчим щитом та імітаторами дизель-генераторних установок; групи навантажень; персональні комп'ютери; вимірювальні прилади зі стандартними інтерфейсами з ПЕОМ.

До головних ознак лабораторного обладнання відноситься конструктивна і функціональна схожість з реальними судновими аналогами; використання елементної бази, аналогічної суднової; технічна реалізація із врахуванням типових схемних рішень, запроваджених на сучасних судах; забезпечення можливості відпрацювання всіх основних технічних функцій електромеханіка за змістом його підготовки згідно ПДНВ.

Силова частина лабораторного стенду для вивчення суднової електростанції може бути виконана за схемою (рис. 1), де прийнято наступні позначення: ЩДГ1, ЩДГ2, ЩАДГ/ЖБ, ЩВГ – відповідно щити допоміжних дизель-генераторів, аварійного/живлення з берега і валогенератора; ШВ1-ШВ3 – шинні вимикачі; СГ1-4 – синхронні генератори; АД1-4 – асинхронні двигуни; ПЧ1-4 – перетворювачі частоти; ПЧ1,2-АД1,2-СГ1,2 імітують допоміжні дизель-генераторні установки, ПЧ3-АД3-СГ3 імітує аварійний дизель-генератор, ПЧ4-АД4-СГ4 імітує валогенератор; С1гр, С2гр – споживачі першої і другої групи; АВ1-АВ14 – автоматичні вимикачі; ТН1, ТН2 – підвищувальний і знижувальний трансформатори; РЩ 24В – розподільчий щит 24 В; ЗП – зарядний пристрій акумуляторних батарей АВ; СВ – стабілізований випрямляч.

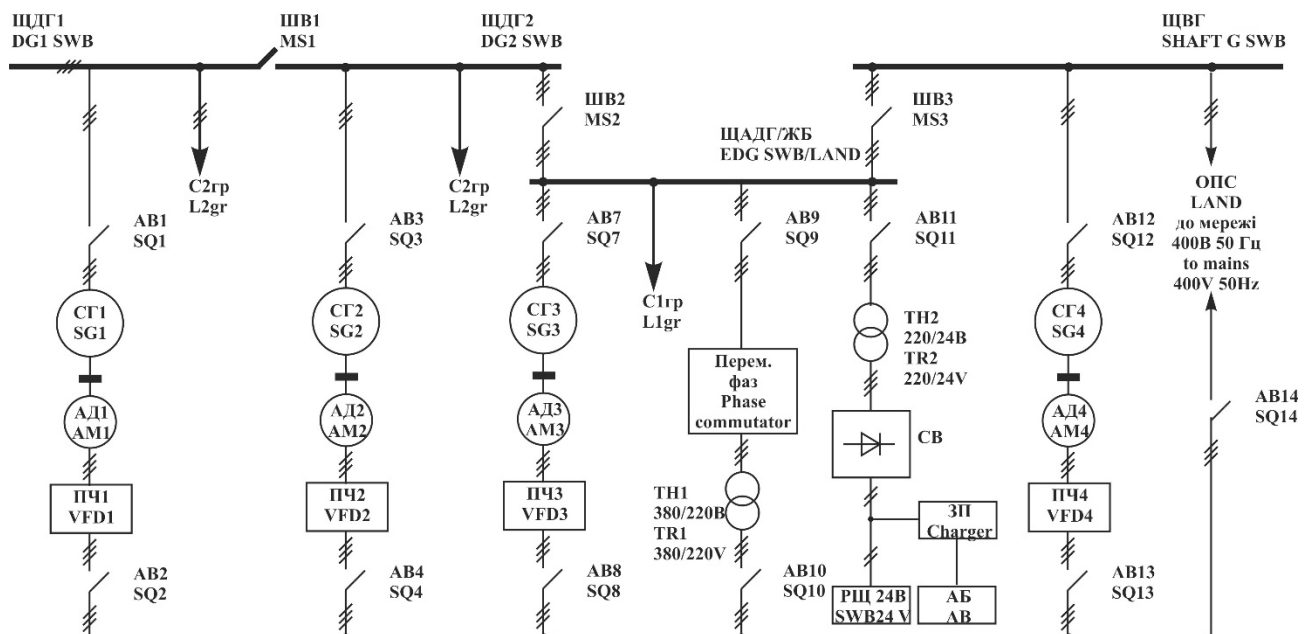


Рис. 1 – Скелетна схема силових частин лабораторних стендів

Крім функції навчально-практичної підготовки суднових електромеханіків, запропонована модель лабораторії за складом і змістом є повноцінним об'єктом для виконання науково-дослідницьких робіт. Зокрема, наявність в лабораторній установці напівпровідникових перетворювачів і

електроприводів на їх основі, ФКП та аналізаторів ПЯЕ дозволяє використовувати її при виконанні наукових досліджень у галузі електромагнітної сумісності і якості електроенергії в суднових електроенергетичних системах. Експерименти при різноманітних режимах суднової електростанції та її навантаженнях можуть проводитися вже при використанні штатних щитових вимірювальних приладів відповідного призначення – аналізатори якості електроенергії PM710 (з комп'ютерним інтерфейсом), LOVATO DMK 30 та ін. Оснащення лабораторії невеликою кількістю додаткового вимірювального обладнання (цифровий осцилограф, аналізатор спектра) з USB інтерфейсами у комплексі із сучасними засобами забезпечення EMC і підвищення ЯЕ, надасть можливість проведення повноцінних науково-дослідних робіт з автоматизацією обробки інформації на ПЕОМ при дослідженні електромагнітних процесів.

Лицеві панелі щитів ГРЩ, реалізованого за схемою (рис. 1), представлені на рис. 2. Щит розподілу навантажень на рис. 2. не наведений.

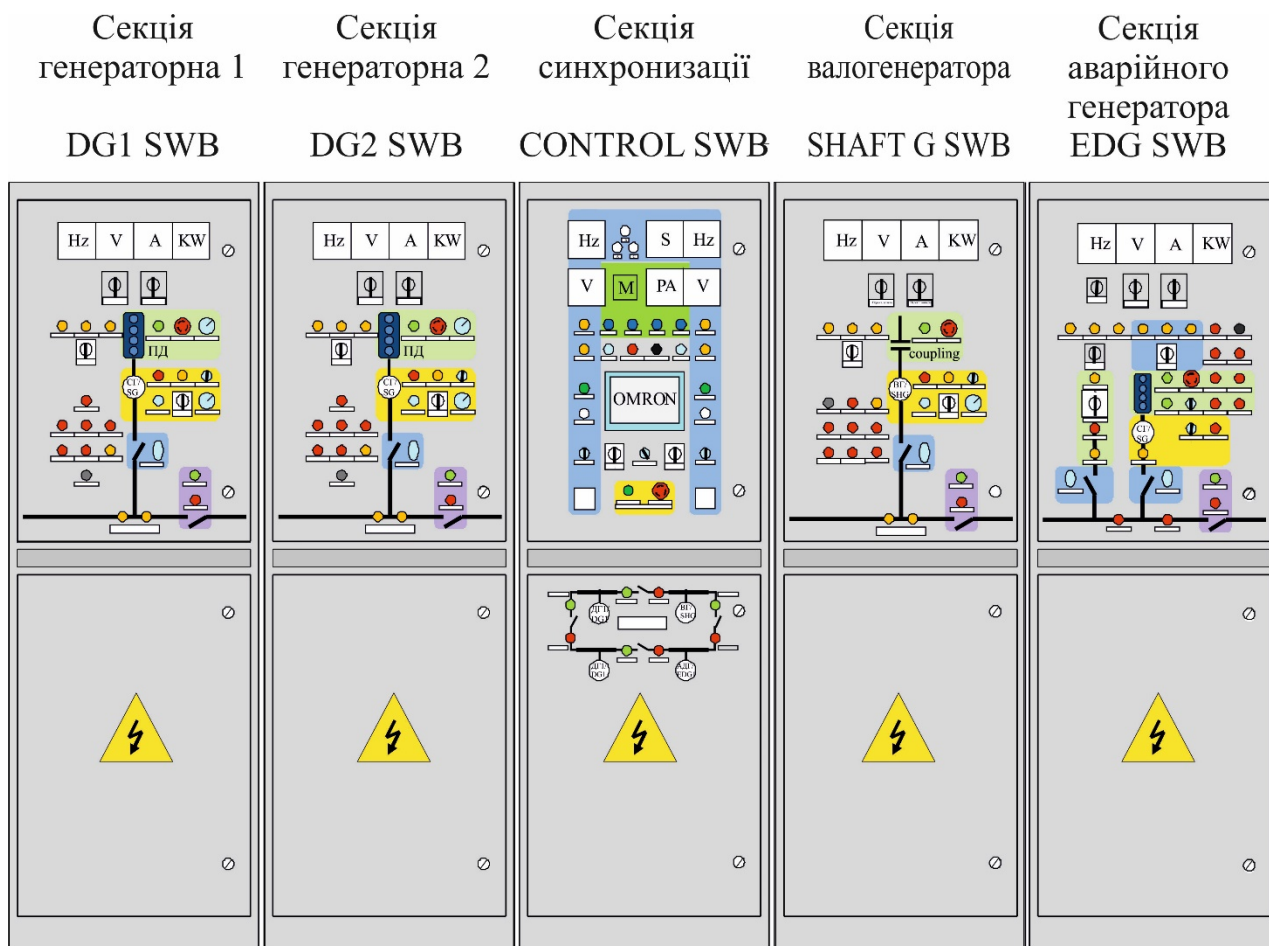


Рис. 2 – Зовнішній вигляд панелей головного розподільчого щита у складі апаратної моделі суднової електростанції



Рис. 3 – Апаратна модель суднової електростанції на черговому етапі монтажу

На схемі (рис. 4) наведено склад навантажень суднової електростанції, які імітують найбільш розповсюджені суднові електроустановки з напівпровідниковими перетворювачами та фільтрокомпенсуючі пристрої (ФКП) для забезпечення умов електромагнітної сумісності.

На рис. 4 прийняті наступні позначення: ЩСП – щит споживачів; АВ15-АВ20 – автоматичні вимикачі; КВ – керований випрямляч, БПЧ – безпосередній перетворювач частоти, ПЧ з АІТ – перетворювач частоти з автономним інвертором струму, ПЧ з АІН перетворювач частоти з автономним інвертором напруги; ФКП – фільтрокомпенсуючі пристрої; ШПС – шина постійного струму; АД5-8 – асинхронні двигуни; СД1,2 – синхронні двигуни; ЕМН1-7 – електромеханічне навантаження.

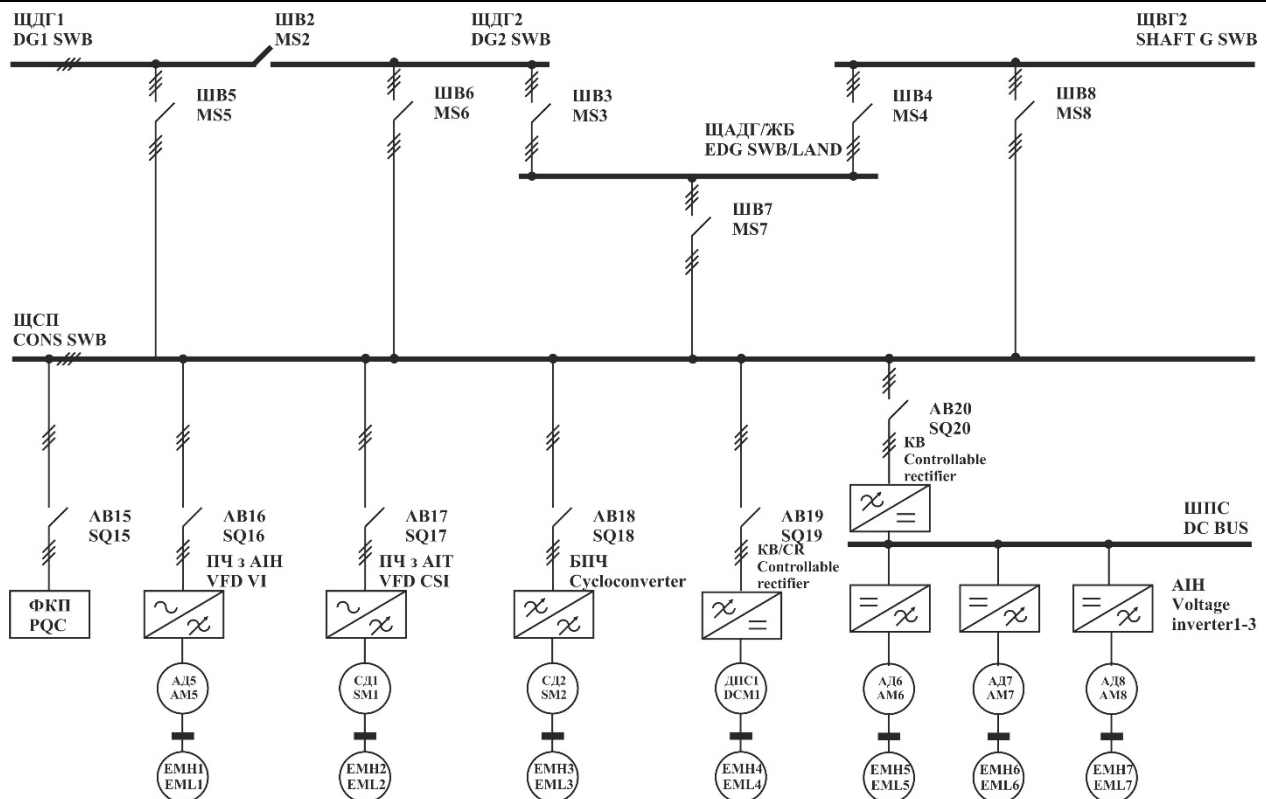


Рис. 4 – Схема підключення навантажень і фільтрокомпенсуючих пристроїв

При підготовці плавкладу запропонований тренажер дає можливість проводити наступні види робіт при імітації режимів роботи суднової електростанції: живлення навантажень від одного або двох допоміжних генераторів, ввімкнених паралельно; живлення навантажень від аварійного генератора; програмування пріоритету (черги) ввімкнення генераторів; синхронізація і розподіл потужності генераторів в ручному і автоматичному режимах; резервування потужності генераторів; роздільна робота секцій головної шини; синхронний і несинхронний перехід живлення суднової мережі на берегове джерело; облік споживаної потужності від берегового джерела; автоматичний запуск аварійного дизель-генератора при знеструмленні головної розподільчого щита; моделювання аварійних сценаріїв на головній шині, генераторних агрегатах; технічне обслуговування суднового електрообладнання; техніка безпеки при експлуатації та обслуговування суднового електрообладнання.

Основними видами робіт та режимами, що можуть виконуватись на навчальному тренажері при дослідженні електромагнітної сумісності і якості електроенергії в суднових електроенергетичних системах, є: дослідження електромагнітних процесів і показників якості електроенергії в системі з наступними навантаженнями: тиристорний електропривод постійного струму; асинхронний електропривод з перетворювачем частоти на базі автономного інвертора напруги; синхронний електропривод з перетворювачем частоти на базі автономного інвертора струму; синхронний електропривод на базі циклоконвертора; багатодвигунний асинхронний електропривод із загальною шиною постійного струму; дослідження некерованих фільтрокомпенсуючих пристроїв; дослідження керованих фільтрокомпенсуючих пристроїв.

Враховуючи особливості запропонованого в роботі навчально-дослідницького лабораторного обладнання для тренування суднових електромеханіків, можна запропонувати наступний перелік лабораторних робіт. Лабораторна робота N1. Живлення навантажень від одного або двох допоміжних генераторів, ввімкнених паралельно.

Лабораторна робота N2. Живлення навантажень від аварійного генератора.

Лабораторна робота N3. Програмування пріоритету (черги) ввімкнення генераторів.

Лабораторна робота N4. Синхронізація і розподіл потужності генераторів у ручному та автоматичному режимах.

Лабораторна робота N5. Резервування потужності генераторів.

Лабораторна робота N6. Режим самосинхронізації.

Лабораторна робота N7. Роздільна робота секцій головної шини.

Лабораторна робота N8. Автономна робота валогенератора.

Лабораторна робота N9. Перехід живлення з валогенератора на головну мережу. Ручна і автоматична синхронізація валогенератора з шинами головного розподільчого щита для переходу на головну мережу.

Лабораторна робота N10. Перехід живлення суднової мережі з дизель-генератора на валогенератор і навпаки. Автоматичний і ручний розподіл потужності.

Лабораторна робота N11. Синхронний і несинхронний перехід живлення суднової мережі на берегове джерело і навпаки.

Лабораторна робота N12. Облік споживаної потужності від берегового джерела.

Лабораторна робота N13. Автоматичний запуск аварійного дизель-генератора при знеструмленні головного розподільчого щита.

Лабораторна робота N14. Моделювання аварійних сценаріїв на головній шині, генераторних агрегатах.

Лабораторна робота N15. Керування навантаженням суднової електростанції в аварійних ситуаціях в автоматичному і ручному режимах.

Лабораторна робота N16. Технічне обслуговування суднового електрообладнання.

Лабораторна робота N17. Техніка безпеки при експлуатації та обслуговуванні суднового електрообладнання.

Дослідження питань електромагнітної сумісності та якості електроенергії в суднових електроенергетичних системах передбачає виконання додаткових робіт:

Лабораторна робота N18. Дослідження електромагнітних процесів і показників якості електроенергії в системі з наступними навантаженнями: тиристорний електропривод постійного струму; асинхронний електропривод з перетворювачем частоти на базі автономного інвертора напруги; синхронний електропривод з перетворювачем частоти на базі автономного інвертора струму; синхронний електропривод на базі циклоконвертора; багатодвигунний асинхронний електропривод із загальною шиною постійного струму.

Лабораторна робота N19. Дослідження некерованих фільтрокомпенсуючих пристроїв.

Лабораторна робота N20. Дослідження керованих фільтрокомпенсуючих пристроїв.

Висновки

Запропонований тренажер надасть змогу значно підвищити якість підготовки фахівців-електромеханіків суднового спрямування та виконання основних вимог ПДНВ щодо їх знань і вмінь, а також забезпечить їх адаптацію до майбутнього робочого місця і функції.

Модульність сегментів тренажеру і використання у його складі сучасної бази програмованих логічних контролерів для реалізації функцій контролю, захисту і керування при необхідності забезпечить можливість гнучкого переналагодження або модернізації з часом.

Тренажер може бути корисним при підготовці судових механіків за функціями, пов'язаними із знанням електрообладнання.

За умови створення тренажеру виключно із комплектуючих суднового виконання він може бути сертифікований за Регістром судноплавства України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ/STCW-78) з поправками 2010 р.

2. Блінцов В. С., Жук Д. О. «Особливості підготовки вітчизняних судових електромеханіків в сучасних умовах» (Проблеми автоматики і електрообладнання транспортних засобів (ПАЕТЗ)). ІХ Всеукраїнська науково-технічна конференція з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2012. – С. 105–108.

3. Блінцов В. С., Жук О. К., Жук Д. О. «Напрямки удосконалення бази для практичної підготовки сучасних судових електромеханіків в НУК ім. адмірала Макарова» (Проблеми автоматики і електрообладнання транспортних засобів (ПАЕТЗ)). ІХ Всеукраїнська науково-технічна конференція з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2013. – С. 115–118.

4. Блінцов В. С., Жук О. К., Жук Д. О., Бондаренко С. М., Криворучко Д. В. Навчально-дослідницька лабораторія для підготовки електромеханіків судових. Сучасні проблеми автоматики та електротехніки. Всеукраїнська науково-технічна конференція з міжнародною участю. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2015 р.

Відомості про авторів

Трушляков Є. І. – канд. техн. наук, професор, ректор НУК.

Слободян С. О. – канд. техн. наук, доцент, професор НУК, проректор з науково-педагогічної роботи НУК.

Жук Д. О. – канд. техн. наук, доцент, заступник директора Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки, завідувач кафедри судових електроенергетичних систем, НУК.

Носовський А. М. – директор Миколаївського центру підготовки плавскладу (МЦПП), канд. техн. наук, доцент кафедри технічних систем та процесів управління в судоводінні ДУІТ.

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ

**МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ,
ПРИСВЯЧЕНОЇ ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРІВ
ФОМІНА Ю. Я. І СЕМЕНОВА В. С.**

FS-2019

**24–28 квітня 2019 року
Одеса (Україна) – Стамбул (Туреччина) – Одеса (Україна)**

Відповідальний за випуск *Варбанець Р. А.*
Технічний редактор, комп'ютерна верстка *Кирилай О. І.*

Підписано до друку **15.04.2019.**
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Ум. друк. арк. **26,00.**
Наклад 100 екз. Замовлення **№ И19-03-12**

Національний університет «Одеська морська академія»
Свідоцтво ДК №1292 від 20.03.2003
62029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 8, кор. 7
Тел./факс (0480)34-14-12
publish@ma.odessa.ua