

УДК 629.12-8

Голіков В. А., Онищенко О. А.  
НУ «ОМА»

## **РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ ТЕОРІЇ І ПРАКТИКИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОРСЬКОГО І РІЧКОВОГО ФЛОТУ: КОНЦЕПЦІЇ, МЕТОДИ, ТЕХНОЛОГІЇ**

### **Анотація**

Запропоновані науково-обґрунтовані вирішення комплексу актуальних завдань технічної експлуатації морського та річкового флоту, зокрема - підвищення еколого-енергетичної ефективності суден та підвищення рівня їх надійної та безпечної експлуатації. Обґрунтовуються і пропонуються нові концепції, методи, технології і прийоми, втілення яких у практику технічної експлуатації флоту забезпечує високий ступінь готовності суден до використання їх за технологічним призначенням, збереженням суден у справному й екологічно безпечному становищі, раціональному використанню суднової техніки, палива, мастил, збільшенню експлуатаційного періоду основного й допоміжного обладнання суден.

Наукові завдання виконані за принципами системного підходу до вирішення комплексної проблеми забезпечення прибуткового, надійного, безпечного й екологічного функціонування флоту при комерційній експлуатації суден із одночасним забезпеченням мінімальних витрат на їх технічну експлуатацію.

Ключові слова: технічна експлуатація флоту, наукові дослідження, методологія, експеримент, енергетична ефективність.

### **ВСТУП**

Ефективне функціонування, проектування й модернізація водного транспорту – актуальний і пріоритетний напрямок розвитку наукових знань у судноплаванні, як галузі економіки України [1]. Цей напрямок повинен бути заснованим на розробці теоретично обґрунтованих, методично забезпечених й практично реалізованих основ збалансованого розвитку технічної експлуатації флоту (ТЕФ) [1-3]. Системна основа [2] напрямку вимагає вирішення комплексу завдань: виявлення й класифікації факторів, що впливають на стійке функціонування та розвиток ТЕФ; обґрунтування й розробки наукового інструментарію аналізу й прогнозування збалансованого функціонування ТЕФ; оцінки мультиплікативного впливу ТЕФ на

ефективність роботи судноплавних компаній; дослідження доцільності й границь державної та комерційної підтримки функціонування й розвитку ТЕФ [3]. Всі означенні завдання системні.

Технічна експлуатація флоту, як крупного об'єднання близьких за призначенням суден, є невід'ємною частиною виробничого процесу транспортування вантажів, на яку поширюються фундаментальні виробничо-економічні закони. Для виникнення виробничого процесу, згідно існуючої економічної теорії, необхідна одночасна дія і сукупність трьох наступних функцій.

1. Праці, як доцільної, цілеспрямованої діяльності людини.

2. Предметів праці, на які спрямована діяльність людини.

3. Засобів праці, за допомогою яких людина впливає на предмети праці.

Як відомо, елементами комерційної експлуатації флоту є судно, як засіб праці і праця екіпажу суден (предмети праці – вантажі). Але при технічній експлуатації *флоту* кожне окреме судно є предметом праці, на який спрямована праця екіпажу, фахівців баз технічного обслуговування та судноремонтних підприємств.

При технічній експлуатації *суден* засобами праці є комплекс документації, устаткування, оснащення суден і низки берегових підприємств, за допомогою яких здійснюється технічна експлуатація всього флоту.

Таким чином, судно одночасно є й засобом праці і предметом праці. Саме тому кожне судно зв'язує між собою *суперечливі* виробничі процеси – комерційну експлуатацію й технічну експлуатацію.

Існує протиріччя у сучасній експлуатації флоту – забезпечення прибуткового, надійного, безпечного й екологічного функціонування суден при їх комерційній експлуатації із одночасним забезпеченням мінімальних витрат на технічну експлуатацію. Саме це дозволяє сформулювати наступні *ключові проблеми* вдосконалення методів, технологій і напрямків технічної експлуатації морського і річного флоту, які мають потребу у науковому вирішенні.

1. Забезпечення:

– високого ступеня готовності суден до використання за технологічним призначенням;

– високого рівня надійності суден і технічної безпеки судноплавства;

– збереження і експлуатації суден у справному й екологічному стані;

– раціонального використання всієї суднової техніки, палива й мастил;

2. Збільшення експлуатаційного періоду:

– суден, як окремих одиниць флоту;

– основного й допоміжного обладнання суден, його вузлів, устаткування.

3. Підвищення коефіцієнтів технічного використання суден і його обладнання з одночасним забезпеченням скорочення витрат на:

– технічну експлуатацію;

– ремонт, відновлення, модернізацію;

– діагностику несправностей.

Вирішення означених ключових проблем [2-8] ускладнюються тому, що сучасне судноплавство розрізнено на лінійне й трампове, саме це відбивається на методах вирішення окремих завдань технічної експлуатації флоту. Існує, також, сучасна і до кінця не вирішена, проблема можливого подвійного використання суден, яка може бути вирішена за рахунок конверсії, реновації існуючих суден, або проектування і створення нових, наприклад, криголамного класу, багатоцільових суден [6, 9, 10].

До того ж, основними вимогами до виконання досліджень є означена актуальність тематики [1-3], існування суттєвого запиту практики і невирішених проблеми ТЕФ за умови коректності постановки завдань, адекватності використаних математичних моделей реальним фізичним процесам і явищам, достовірності наукових результатів, доброго збігу і узгодженості результатів експериментів з теоретичними викладками.

При методологічному [2, 4, 5] обґрунтуванні проведення досліджень використані сучасні методи, що ґрунтуються на фундаментальних принципах класичної механіки та електромеханіки, теплопередачі, холодильної техніки, теорії автоматичного керування тощо, а також на сучасних, апробованих методах математичного моделювання та загальних прийомах використання системного підходу до всіх етапів дослідження.

При вирішенні окремих аспектів означеної проблеми розвитку сучасної теорії і практики технічної експлуатації морського і річкового флоту слід коректно використовувати відповідні методи загальної теорії теоретичної і прикладної механіки, теплопередачі,

холодильної техніки, тощо. При цьому використана предметна інтерпретація загальних методів теорії та методів математичного моделювання, програмування, оптимізації, проведення експериментів, тощо [2].

### **Мета і основні завдання дослідження**

Технічне забезпечення безпеки судноплавства, за умовою виконання кожним окремим судном особистої технологічної задачі, є метою і цільовим завданням технічної експлуатації флоту. Саме тому технічна експлуатація флоту є виробничою діяльністю, що забезпечує готовність суден до використання їх по призначенню, справність стану, надійне, економічне й екологічне функціонування.

Ураховуючи специфіку роботи водного транспорту, технічна експлуатація флоту – самостійна функціональна виробнича система, у якій кожне судно, як означено вище, є не засобом праці, а предметом праці. Перетворення судна із засобу праці у предмет праці відбувається за рахунок того, що у виробничій системі об'єктом додатка праці екіпажу і берегових фахівців є судно і його компоненти. Означене визначає необхідність випереджального розвитку внутрішньогалузевих принципів технічної експлуатації флоту, вимагає виявлення й класифікації факторів, що впливають на стійке функціонування й розвиток всієї інфраструктури водного транспорту.

Таким чином, *основною метою* роботи є наукове вирішення наступних, актуальних для сучасного судноплавства, *завдань* технічної експлуатації флоту.

1. Методологічної і науково обґрунтованої теоретичної підтримки заходів забезпечення високого ступеню готовності суден до використання за призначенням.

2. Наукового обґрунтування методів підтримки високого рівня надійності, екологічності, технічної безпеки суден та підтримки суден у справному стані із збільшенням їх експлуатаційного періоду.

3. Теоретично-обґрунтованої підтримки, розробки й використанню практичних методів раціональної, безпечної й енергетично ефективною технічної експлуатації всієї суднової техніки, обладнання, устаткування, палива, мастил.

4. Теоретичного обґрунтування й розробки сучасних методів скорочення витрат на технічну експлуатацію суден, діагностику несправностей, ремонт, обслуговування.

### **Аналіз сучасного стану проблеми**

Під технічним наглядом Регістру судноплавства України перебуває більше 230 суден. Їхній середній вік становить 25 років, причому є судна з віком більшим, ніж 50 років. За термін служби судна відбуваються суттєві зміни в структурі перевезень вантажів і технології вантажних робіт, змінюються умови комерційної і технічної експлуатації, з'являються нові прогресивні рішення у суднобудуванні, судноплаванні, ремонті, обслуговуванні. При цьому техніко-експлуатаційні характеристики суден залишаються незмінними, або погіршуються.

У своєму життєвому циклі судна піддаються фізичному й моральному зношуванню.

Фізичне зношування проявляється у зміні геометричних розмірів і форми суднових конструкцій, деталей і структури матеріалів, зміни механічних властивостей і хімічного складу, у вигляді корозії та ерозії, зміни шорсткості поверхні і обростання тваринними й рослинними організмами, нагару, накипу, забруднень і інших чинників.

Ці процеси відбуваються як під час нормального функціонування суден й їхніх елементів (механічне зношування третьових пар суднових механізмів, утомне зношування деталей, що працюють зі знакозмінним навантаженням), так і під дією сил природи (корозійне роз'їдання деталей і вузлів механізмів, зміна властивостей матеріалів). При цьому основні елементи суден – корпус, суднові пристрої, піддаються спільному впливу обох факторів.

У результаті фізичного зношування погіршується технічний стан і техніко-експлуатаційні характеристики суден, збільшується ймовірність виникнення відмов, аварій, забруднення навколишнього середовища. Підтримка заданого рівня технічного стану судна досягається шляхом відновлення його елементів, заміною зношених частин запасними, регулюванням систем, механізмів, апаратів і проведенням інших технологічних операцій, сукупність яких являє собою технічне обслуговування й ремонт. Їхнє виконання є об'єктивною необхідністю й неодмінною умовою ефективного функціонування суден.

Моральне зношування не залежить від технічного стану суден і пов'язане з появою нових, технічно більш досконалих суден. Ці нові судна мають кращі техніко-експлуатаційні характеристики і тому більш високу конкурентоспроможність, тобто забезпечують більш

високий фінансовий і соціальний результати при менших витратах на одиницю транспортованої продукції.

Одним із способів протидії моральному зношуванню є модернізація суден. Якщо застаріли, проблемні елементи та технічні засоби судна мають недоліки, які приводять до необхідності виконання передчасних робіт або впливають на безпеку судна, існує єдине рішення – модернізація. У процесі модернізації усуваються конструктивні недоліки, виконуються роботи з покращання техніко-експлуатаційних характеристик суден і його елементів, робляться відновлення корпусів, судно оснащують засобами нової техніки. Таким чином, при модернізації покращуються техніко-експлуатаційні характеристики судна шляхом зміни конструкцій його елементів, заміни окремих судових механізмів, систем і пристроїв на більш сучасні й ефективні. Модернізація забезпечує високу ефективність капітальних вкладень тому, що при реконструкції піддаються тільки окремі елементи судна, основна ж частина упредметненої праці зберігається. Практично доведено, що чим вища будівельна вартість судна й менший його фізичний знос, тим вища очікувана ефективність від проведення модернізації судна.

Можна стверджувати наступне: якщо наслідки фізичного зношування суден усуваються шляхом проведення ремонту, то наслідки морального зношування – тільки шляхом проведення модернізації.

Таким чином, існуючий стан проблеми удосконалення методів і технологій технічної експлуатації суден: а) модернізації окремих його елементів; б) розроблення нових методів діагностування несправностей, ремонту, обслуговування; в) підвищення екологічної і енергетичної ефективності судового обладнання; г) ефективного використання палива і мастил, потребує для вирішення системного, науково обґрунтованого підходу, тобто, подальшого розвитку сучасної теорії і практики технічної експлуатації морського і річкового флоту, зокрема його методів, технологій і прийомів, розробки нових ідей, гіпотез і концепцій експлуатації суден.

### **Застосовані методи, засоби, підходи, ідеї, робочі гіпотези та їх практичне використання**

На кафедрі технічної експлуатації флоту (ТЕФ), у межах виконання науково-дослідної роботи ДР № 0114U000346, постійно здійснюється вирішення означених проблем удосконалення

методів і технологій технічної експлуатації суден. Зокрема, для вирішення основних завдань дослідження застосовано системний підхід [2], який передбачає використання методів декомпозиції при проведенні окремих етапів досліджень, як складових загальної теорії, принципів побудови та традицій функціонування технічної експлуатації флоту. Згідно резолюції комітету з захисту навколишнього середовища (*Marine Environment Protection Committee*) МЕРС.213(63) від 02.03.2013 р., для кожного судна обов'язковою є розробка і застосування плану керування енергетичною ефективністю судна. Резолюцією МЕРС.213(63) до технічних і експлуатаційних заходів щодо зниження викидів парникових газів віднесені розробка й використання судових планів енергетичної ефективності (*SEEMP*) для всіх типів суден, як нових, так і існуючих, з попередньою розробкою експлуатаційного критерію енергетичної ефективності судна *EEDI*.

З урахуванням вказаних резолюцій, виконання досліджень за темою ДР № 0114U000346 відбулось також і згідно низки рекомендацій *IMO*, зокрема, статтю 38-а Конвенції *IMO*, яка встановила, що виміром енергетичної ефективності суден є конструктивно-експлуатаційний індекс енергетичної ефективності (*EEDI*), визначений для кожного окремого судна. Так, найбільш загальна формула *EEDI* була застосована у вигляді виразу:

$$EEDI = \frac{\text{Користь для суспільства}}{\text{Вартість навколишнього середовища}}.$$

Більшість отриманих результатів використані у проектах модернізації і проектування нових суден, судових СЕУ при підготовці судових планів енергетичної ефективності суден, при визначенні конструктивно-експлуатаційного індексу енергетичної ефективності суден, при проведенні первинної науково-технічної експертизи з кримінального провадження за фактом затонулого судна "Іволга", тощо.

Наприклад, судовий план енергетичної ефективності *SEEMP* включає в себе виконання комплексу вимог, зокрема, використання – основних результатів дослідження: оптимізація швидкості, потужності, роботи, управління енергетичною ефективністю судна.

Експлуатаційний критерій енергетичної ефективності судна, як нового, так і експлуатованого встановлює взаємозв'язок між споживанням пального (тонн), кількістю вантажу (тонн) і маршрутом судна в рейсі (миль):

$$EEDI = \frac{\text{Фактичний показник споживання палива}}{\text{Маса вантажу на борту} \times \text{Пройдений шлях}}$$

Також враховано, що у концептуальному плані судноплавні компанії України керуються міжнародною системою стандартів якості та міжнародними конвенційними вимогами Міжнародної морської організації стосовно безпеки життєдіяльності, захисту навколишнього середовища, безпеки судноплавства енергоефективності, компетенції та дієздатності людського ресурсу.

У зв'язку із тим, що структура сучасних компаній залежить від призначення суден та децентралізована на групи з 4-5 суден, тому для кожної з них, на прикладі Українського Дунайського пароплавства, розроблені та реалізовані суднові плани енергоефективності суден серії “Ізмаїл” при рейсовому плануванні та аналізі звітів суден при їх роботі на коротких морських лініях Чорного, Азовського та Середземного морів.

Проведена експертна оцінка джерел, чинників і елементів очікуваного рівня підвищення енергетичної ефективності суден (табл. 1.) [6, 10].

Таблиця 1. Очікуваний рівень підвищення енергетичної ефективності суден

Життєвий цикл судна	Заходи, елементи	Рівень підвищення, %	Всього, %
<b>Проектування, будівництво (тільки для нових суден)</b>	Концепція, швидкість і потужність	2÷50	6÷90
	Корпус і надбудова	2÷20	
	Силова і <u>пропульсивна</u> системи	0,5÷5	
	Паливо з низьким вмістом сірки	0,5÷5	
	Поновлювані джерела енергії	1÷10	
	Скорочення вмісту CO <sub>2</sub> у вихлопних газах	0	
<b>Експлуатація (усі судна)</b>	Управління флотом, логістика та стимулювання	5÷50	7÷70
	Оптимізація рейсу	1÷10	
	Управління енергетичною ефективністю	1÷10	

Таким чином, методи, засоби, підходи, ідеї, робочі гіпотези, які використані для вирішення визначених вище завдань, розподілені на наступні складові блоки загальної проблеми розвитку теорії і практики технічної експлуатації флоту.



**1. Для забезпечення ефективного використання суднових палив з низьким вмістом сірки** проведено аналіз існуючих вимог до суднових палив, оцінено вплив палив з низьким вмістом сірки на технічний стан суднових технічних засобів – зносу деталей суднових двигунів внутрішнього згоряння (СДВЗ), корозії поверхонь нагріву суднових котлів, та на основі авторських доробок розроблені науково-обгрунтовані методи й засоби адаптації суднових двигунів внутрішнього згоряння (СДВЗ) та суднових котлів до використання ними палив з низьким вмістом сірки.

**2. Для істотного скорочення витрат на виробництво теплової та електричної енергії суднами** проведено аналіз джерел, присвячених впливу електромагнітних та акустичних полів на рідкокристалічну (РК) структуру вуглеводневих палив, на основі експериментальних досліджень РК структури вуглеводневих палив та використання авторських доробок запропоновані науково-обгрунтовані принципи керування реологічними властивостями суднових вуглеводневих палив.

**3. Для підвищення експлуатаційної надійності суднової паливної апаратури високого тиску** оцінено сучасний стан досліджень структури високов'язких нафтопродуктів, їх вплив на властивості палив, виявлені аналогії між високов'язкими нафтопродуктами та пружним континуумом. На основі експериментальних досліджень хвилевих процесів у паливопроводах малообертових дизелів (МОД) та авторських доробок, науково обгрунтовані методи модернізації існуючих паливних систем МОД, розроблені принципово нові системи паливопроводів високого тиску, створені методи запобігання розриву паливопроводів МОД.

**4. Для підвищення ефективності ремонту суднових технічних засобів** проведено аналіз механізму зношування пар тертя, сучасних методів ремонту деталей та трибологічних систем суднових механізмів. З урахуванням авторських доробок, науково обгрунтовані нові технології відновлення деталей в суднових умовах, методики збільшення терміну служби деталей суднових технічних засобів (СТЗ), трибологічних систем та корпусу судна.

**5. Для забезпечення ефективного використання сучасних методів технічної діагностика суднових енергетичних установок та з метою оптимізації витрат палив та мастил,** класифіковані системи та засоби технічного діагностування суднових систем, проведені теплотехнічні дослідження суднових енергетичних

установок (СЕУ) та науково обґрунтовані рекомендації з технічного обслуговування СЕУ. З урахуванням авторських доробок розроблені методики випробовувань СЕУ в умовах експлуатації зі складанням режимних карт навантажень [7].

**6. Для ефективної і достовірної діагностики стану суднових технічних засобів,** проведені експериментально-аналітичні дослідження коливань мастильного клину. З урахуванням авторських доробок створенні математичні моделі коливань вільного ротору, оцінено вплив коливань мастильного клину на стан поверхонь тертя, змащувальної рідини та частоти обертів двигуна.

**7. Для проведення функціональної діагностики стану різноманітних суднових технічних засобів,** на основі аналізу особливостей функціонального діагностування вузлів тертя й систем змащення віброакустичними методами, з урахуванням авторських доробок, науково-обґрунтовані діагностичні моделі технічного стану поршневого кільця.

**8. Для підвищення рівня комфортності праці і відпочинку екіпажу суден** досліджені системи суднового мікроклімату на основі математичного моделювання за допомогою сучасних програмних середовищ. З урахуванням авторських доробок розроблені науково-обґрунтовані системи вимірювання комфортності мікроклімату необхідні для створення систем соціально-екологічної безпеки внутрішньо-суднового повітряного середовища [8].

**9. Для забезпечення енергетично-ефективного керування роботою суднових холодильних установок (СХУ)** проведено аналіз існуючих принципів побудови математичних моделей суднових холодильних установок та їх елементів, способів керування продуктивністю СХУ. З урахуванням авторських доробок розроблені науково-обґрунтовані математичні моделі енергетично-ефективних систем керування СХУ у середовищі Матлаб/Симулінк [8].

**10. Для підвищення ефективності використання суднових систем опріснювання морської води** проведено аналіз фізико-хімічної природи води, опріснювальних систем та систем підготовки питної води. З урахуванням авторських доробок науково обґрунтовані та запропоновані різноманітні системи отримання питної води.

**11. Для визначення техніко-експлуатаційних вимог до терміналів з морській доставці скраплених та стиснених природних газів (Ск ПГ, Ст ПГ),** проаналізовані загальні підходи

до експлуатації Ск- та Ст- терміналів, визначені умови постачання, транспортування та зберігання ПГ. З урахуванням авторських доробок науково обгрунтовані та запропоновані системи управління СП-терміналами.

**12. Для модернізації експериментальної науково-дослідної бази, з урахуванням авторських доробок науково обгрунтовані та удосконалені системи фільтрації відпрацьованих газів суднових двигунів; проведено наукове обгрунтування та здійснена модернізація комп'ютерного тренажерного класу кафедри ТЕФ та системи керування двигуном внутрішнього згоряння (ДВЗ), модернізовано та відновлено дослідний дизель-генератор, створена система балансування роторів двигунів та інших обертових елементів.**

У результаті виконання НДР ДР № 0114U/000346 концептуально вирішені такі основні теоретичні і прикладні завдання.

1. Сформульовані найбільш актуальні для України завдання підвищення ефективності технічної експлуатації флоту.

2. Розроблені концептуальні моделі забезпечення прогнозування властивостей складних технічних систем при їх проектуванні.

3. Запропоновані методи підвищення енергетичної ефективності суден при їх роботі на коротких морських лініях.

4. Запропоновані методи підвищення ефективності роботи земснарядів при видобутку мулистих і піщаних ґрунтів.

5. Вдосконалені методи ідентифікації параметрів технічного стану поршневих кілець суднових малообертових дизелів.

6. Запропоновані методи підвищення надійності трубопроводів високого тиску паливної системи суднового малообертового дизеля.

7. Удосконалені прийоми фільтрації і охолодження відпрацьованих вихлопних газів суднових дизельних установок.

8. Вдосконалені системи охолодження наддувочного повітря головного суднового дизеля когенераційного типу.

9. Створена динамічна модель суднового кондиціонованого приміщення.

10. Розроблена концепція створення енергоефективних систем управління судновими холодильними установками.

11. Проведені експериментальні дослідження процесів подачі олії у циліндри суднових довгоходових дизелів.

12. Запропоновані методи забезпечення працездатності суднових валопроводів при обводненні мастила в підшипниках.

13. Запропоновані методи забезпечення ефективної експлуатації СЕУ у районах контролю викидів шкідливих речовин у атмосферу.

14. Запропонована концепція розвитку подальших досліджень у області ефективного застосування СЕУ для:

- комбінованих пропульсивних комплексів;
- систем динамічної стабілізації напруги суднових систем електропостачання.

15. Запропонована концепція конструкції і оцінювання характеристик багатогольового судна подвійного призначення льодового класу.

16. Запропонована концепція підвищення ефективності морського транспортування природного газу у стислому і зрідженому стані.

Деякі з результатів НДР ДР № 0114U000346 впроваджені:

1. У ПАТ «Українське Дунайське пароплавання» ("УДП") і його береговому підрозділі при розробці та виконанні суднових планів енергоефективності *SEEMP* судів серії «Ізмаїл», при рейсовому плануванні та аналізі звітів з суден ПАТ "УДП".

2. У судноплавній компанії «*STAMCO*», при використанні авторського пристрою діагностики технічного стану двигуна *MAN B & W 7S46MC-C* потужністю 9170 кВт т/х «*Seine Highwax*» за амплітудою частот акустичного сигналу при проходженні продувних вікон. Аналогічний пристрій використовується на т/х «*Thames Highwax*».

3. У системі діагностування та підтримки прийняття рішень операторів СЕУ фрегата «Гетьман Сагайдачний», корабля управління «Славутич», підводного човна «Запоріжжя», у методику динамічного аналізу суднового валопроводу при змінних реологічних характеристиках мастил.

4. У виробничу діяльність судноплавної компанії *WILHELMSEN*, у нафтосервісну компанію *SCHLUMBERGER* (системи забору ґрунту), при виконанні робіт по інтенсифікації нафтовидобутку судном "*BIG ORANGE VXIII*", видалення піщаних корок системою формування гідроімпульсов.

5. У судноплавній компанії *CMA CGM* (захист трубопроводів високого тиску).

6. У судноплавній компанії *TB Marine Hamburg* (система зниження температури суднових вихлопних газів, зниження викидів *SOx* при роботі на паливі з високим вмістом сірки).

7. Проведено експериментальні, аналітичні та модельні дослідження на кафедральному тренажерному комплексі «Дистанційне автоматизоване управління судновим дизель-генератором». У результаті налагоджено систему обмеження струму якоря і змінені налаштування регуляторів електродвигуна переміщення паливної рейки тренажера. Проведене дослідження дозволило повністю відновити тренажерний комплекс, встановивши нештатний електродвигун переміщення рейки, забезпечити нормальне функціонування тренажера і заощадити більше 1500 євро.

8. Розроблено методика проведення і обробки результатів експериментальних навчально-лабораторних досліджень, пов'язаних із балансуванням обертових мас на спеціалізованому балансувальному верстаті, монтаж та експлуатація якого завершені кафедрі ТЕФ в 2016 році.

## ВИСНОВКИ

За останні три роки (2014-2016 р.р.) отримана наступна наукова та науково-технічна продукція.

1. Захищено 6 кандидатських дисертацій.
2. Підготовлені до захисту у 2017-2018 роках 2 докторські дисертації.
3. Підготовлено 4 деклараційних патенти (патенти на корисні моделі і технології).
4. Постійно функціонує у рамках співдружності з Військовою академією м. Одеси науковий семінар «Оптимальне управління і експлуатація електроприводів спеціальних установок» Вченої Ради Національної академії наук України з проблеми «Наукові основи електроенергетики», де опубліковані праці для службового користування, зокрема з технічної експлуатації флоту, побудови суден подвійного призначення, інноваційних СЕУ, тощо.

5. Опубліковано дві монографії, 30 статей у журналах, що входять до міжнародних науково-метричних баз даних, 6 навчальних посібників, зокрема - "Методологія наукових досліджень", "Управління технічною експлуатацією флоту", "Автоматизація холодильних установок". Опубліковані та апробовані результати досліджень у межах підготовки тез та доповідей на наукових конференціях, семінарах, наукових школах, студентських наукових олімпіадах. Отримано "Золоту" медаль за кращу наукову курсантську роботу у 2014 році.

6. Більшість результатів дослідів реалізовані у вигляді опублікованих нових технологій, принципів, методів, моделей, напрямків і концепцій, більшість яких впроваджені у навчальний процес НУ "ОМА" і можуть бути використані складовою частиною для становлення й розвитку загальної теорії технічної експлуатації флоту України.

7. Наукові результати роботи можуть бути використані в проєктних організаціях та конструкторських бюро – при створенні конкурентоспроможного обладнання для морського, рибпромислового, річкового, допоміжного і технічного флотів, залізничного і авіаційного транспорту, а також для енергетичної галузі економіки України.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року / Режим доступу: [http://new.mtu.gov.ua/files/transport\\_strategy\\_ua.pdf](http://new.mtu.gov.ua/files/transport_strategy_ua.pdf).

2. Голіков, В. А. Методологія наукових досліджень (навчальний посібник) / В. А. Голіков, М. А. Козьмініх, О. А. Онищенко. – Одеса: ОНМА, 2014. – 163 с.

3. Логишев, И. В. Управление технической эксплуатацией флота : учебник / И. В. Логишев, О. А. Онищенко. – Одесса: Феникс, 2016. – 232 с. ISBN 978-966-928-088-6.

4. Оптимальне управління та експлуатація електроприводів спеціальних установок: зб. праць наук. семінару НАН України (колективна монографія) / Під ред. В. Ф. Миргорода та О. А. Онищенко. – Одеса: Наука і техніка, 2015. – 168 с. ISBN 978-966-1552-63-9.

5. Будашко, В. В. Удосконалення системи управління підрулюючим пристроєм комбінованого пропульсивного комплексу / В. В. Будашко, О. А. Онищенко // Вісник НТУ “Харківський політехнічний інститут”. Зб. наук. праць. Темат. випуск “Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії”. – 2014. – № 62. – С. 66-69.

6. Обнявко, Т.С. Визначення ефективності тендерних проєктів у військовій економіці методами економетрики / Т. С. Обнявко, О. А. Онищенко // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія “Економічні науки”, № 9, Ч. 2. – 2014. – С. 212-218.

7. Демидова, Н. П. Основные показатели судового топлива и их эксплуатационные свойства / Н. П. Демидова, А. А. Марченко, О. А. Онищенко // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2015. – № 32. – С. 6-11.

8. Голиков, В. А. Автоматизация судовых холодильных установок / В. А. Голиков, Н. А. Козьминых, О. А. Онищенко. – Одесса: ОНМА, 2015. – 86 с.

9. Голиков, В. В. Особенности проектирования многоцелевого судна двойного назначения ледового класса / В. В. Голиков, О. Н. Мазур, О. А. Онищенко // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2016. – № 42 (1214). – С. 29-37.

10. Mazur, O. Decision support system in assessing technical design and tender purchases / O. M. Mazur, O. A. Onishchenko / Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса). – 2016. – № 1(5). – Р. 91-100.