

Министерство транспорта Украины  
ОАО «Украинское Дунайское пароходство»  
Одесская государственная морская академия

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
РАЗВИТИЯ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА**

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ**

Межотраслевая  
научно-практическая конференция,  
посвященная 55-летию  
Украинского Дунайского пароходства

12 октября 1999 г.  
г. Измаил

ББК 65.9(ЧУКР)37  
С 66  
УДК 656.61:658(477)

Состояние и перспективы развития морского транспорта: Сборник докладов на межотраслевой научно-практической конференции, посвященной 55-летию Украинского Дунайского пароходства. - Измаил-Одесса: ОГМА, 1999. - 200 с.

Рассмотрены проблемы: развития, экономики и экологии водного транспорта; мореплавания и систем связи; портовой инфраструктуры и транспортно-экспедиторского обслуживания грузопотоков; строительства судов и судоремонта; отраслевого машиностроения и технической эксплуатации флота; морского права.

Для специалистов и научных работников отрасли транспорта и смежных отраслей.

Утверждено к печати ученым советом Одесской государственной морской академии 30.09.99, протокол №1.

Редакционная коллегия: д-р техн. наук, проф. Горб С.И. (редактор), Волков А.М., канд. техн. наук, проф. Голиков В.А., Гугуев Е.М., канд. техн. наук, проф. Залетов В.М., д-р техн. наук, проф. Козьминых А.В., д-р техн. наук, проф. Миосов М.В., д-р техн. наук, проф. Потемкин А.Э., д-р техн. наук, проф. Суворов П.С.

Адрес редакционной коллегии: 270029, г, Одесса, ул. Дидрихсона, 8, Одесская государственная морская академия (ОГМА), кафедра ТАУ и ВТ. Тел./факс (048) 732-53-03. E-mail: mar.ogma@paso.net

С **3201010000–1**  
**99** Без объявления

## СОДЕРЖАНИЕ

### *пленарные доклады*

Щипцов О.А. Передумови і фактори формування морської доктрини України.....	3
Волков А.М. Политика реновации и обновления флота в Украинском Дунайском пароходстве.....	29
Голубев В.К., Бойко П.В., Шахтарин А.В. Совершенствование национальной системы подготовки и дипломирования моряков.....	32

### *секционные доклады*

Белый В.Н. Замена озонирующих хладагентов в судовых холодильных установках на альтернативные.....	35
Богачева Т.Б., Вирский Б.Н., Гайдачук В.Е., Люшнин В.П., Мирзабейли В.А, Морозова Н.Ф. Контейнерно-пакетная транспортно-технологическая система обработки крупнотоннажных контейнеров.....	36
Бойко А.И. Структурная оценка ремонтпригодности конструкций.....	41
Бойко П.В. Метод оценки технико-экономических качеств судовой энергетической установки.....	43
Брошков С.Д., Шапо В.Ф. Перспективы развития судовых микропроцессорных систем управления.....	45
Варбанец Р.А., Ивановский В.Г. Система компьютерной диагностики судовых дизелей.....	50
Гайдачук А.В., Кобрин В.Н. Проблема безопасности жизнедеятельности в производстве судовых конструкций из полимерных композиционных материалов.....	53
Гайдачук В.Е., Люшнин В.П., Вирский Б.Н., Гарагуля В.И., Богачева Т.Б., Крамаренко Ю.П. Мобильные погрузчики на воздушной подушке для обработки грузопотоков.....	59
Голубев В.К., Дубовик В.А., Дубовик А.А. Развитие судовых утилизационных энергосистем вало- и ветрогенераторами.....	64
Горб С.И. Компьютеризация технического менеджмента в судоходных компаниях.....	67
Горб С.И. Статистика плавания украинских судов в зоне ответственности Украины на Черном море.....	72
Горб С.И., Туркин А.С. Информационная система по лицензированию перевозок водным транспортом, агентированию и фрахтованию флота.....	81
Дудюк Д.Л., Максимів В.М. Оптимальне керування вантажопотоками на складах лісоматеріалів.....	92

Егоров Г.В., Козляков В.В. Совершенствование и унификация требований к корпусам судов бассейна Дунай-Майн-Рейн.....	95
Калюх Ю.И., Норенко Н.Е. Динамический анализ плавучей подъемно-транспортной грейферной грязедобывающей установки.....	102
Каниболодский В.Л. Аспекты водоснабжения морских судов .....	107
Касилов Ю.И. Особенности экологии украинского участка Дуная и сопредельных водоемов .....	110
Копылов С.В., Яхно О.М. Расчет течения теплоносителя в индукционном насосе судовых атомных установок.....	112
Ловейкін В.С., Душанін Я.С. Оптимізація процесу зміни вильоту стрілових систем кранів.....	115
Ловейкин В.С., Човнюк Ю.В. Применение нейронных сетей для автоматизации и контроля качества электроприводов .....	122
Мирзабейли В.А., Вирский Б.Н., Люшнин В.П., Морозова Н.Ф., Богачева Т.Б., Сбойчаков В.Н. Опыт применения воздушной подушки для загрузки контейнеров большими грузами .....	129
Молодцов Н.С., Тарапата В.В. Совершенствование технологии судоремонта в условиях эксплуатации судна.....	136
Ничке В.В., Ермакова Е.А., Рыбалко И.В. Ускоренные испытания надежности машин.....	142
Парфілов В.Ф., Рядно О.А. Особливості митного оформлення вантажів та транспортних засобів, що слідують річкою Дунай .....	147
Писклов В.Т., Заичко С.И. Оценка эффективности применения дополнительного ветродвижителя на рудовозе «Илья Сельвинский» .....	151
Сивко В.Й., Кирющенко В.В., Коломиец А.И. Воздействие транспортирующего материала на корпус судна.....	160
Стеценко В.Т. Практика внедрения системы МКУБ и международного стандарта качества в судоходной компании.....	164
Суворов П.С. Принципы оптимизации планирования движения судов .....	170
Суворова Л.П. Проблемы создания транспортного коридора № 7.....	177
Чепок А.О. Компьютерные технологии планирования загрузки контейнеровозов .....	181
Шапо В.Ф. Применение технологии Wideband для повышения быстрой реакции вычислительных сетей .....	185
Юрчук И.И. Повышение эффективности топливо- и маслоиспользования в судоходной компании.....	188
Яровенко В.А. Способы решения экстремальных задач проектирования гребных установок электроходов .....	191

Подписано в печать 7.10.99. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная №1.

Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 11,7. Тираж 100 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета в Одесской государственной морской академии. 65029, г. Одесса, ул. Дидрихсона, 8

## ПЕРЕДУМОВИ І ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ МОРСЬКОЇ ДОКТРИНИ УКРАЇНИ

Географічне положення України визначило її роль як морської держави. Країна розташована на перехресті торгових шляхів Східної Європи і Середземноморського басейну з транспортними вузлами, що забезпечують найкоротшу і безпечну доставку товарів і вантажів споживачам Моря, що омивають узбережжя України і належать басейну Атлантичного океану, мають такі характеристики.

*Азовське море* мілководне; середня глибина - 8, максимальна - 15 м. Площа водної поверхні дорівнює 40,5 тис. кв. км, об'єм води - 320 кв. км; рельєф дна - плоска рівнина. Дно і береги вкриті піском і черепашником. Завдяки мілководдю вода влітку прогрівається до +25 ... +28 ° С у відкритому морі і до +30 ... +31 ° С поблизу берега. Солоність води у Керченській протоці - 14 ‰, ближче до порту Маріуполь вона знижується до 8 ... 9 ‰, а в північній частині Таганрозької затоки навіть до 3 ... 4 ‰. Ідеальні умови для нересту, велика кількість корму і мала солоність, що дозволяє прісноводним риbam співіснувати з морськими, створили прекрасний іхтіологічний заказник, який успішно використовується людиною протягом багатьох століть. Іхтіофауна Азовського моря налічує 79 видів: 47 морських, 7 прохідних, 12 напівпрохідних і 13 прісноводних [1, 2].

*Чорне море* унікальне за співвідношенням довжини і глибини. При відносно невеликій (420 тис. кв. км) площі водної поверхні (1167 км із заходу на схід і 624 км з півночі на південь) воно має середню глибину 1271 і найбільшу - 2245 м (північно-західніше від мису Синоп). Від південного краю п-ва Крим до берегів Анатолії - усього 263 км. Загальний об'єм води дорівнює 547 тис. кв. км, з яких 475 тис. кв. км (87 % загального об'єму) є сірководневою зоною. Солоність поверхневих вод у пригірлових районах - 5 ... 10 ‰, у центральній акваторії - 18,2; з глибиною занурення солоність збільшується і досягає 22,3 ‰ поблизу дна [2].

Іхтіофауна Чорного моря представлена 180 видами, з яких найбільше промислове значення мають пелагічні види: скумбрія, ставрида, оселедець, шпроти, пеламіда, барабуля, пикша, кефаль, бички, камбала й осетрові. Порівняльна рибопродуктивність наших морів становно Північного моря (найбагатшого на вилови за характеристикою європейських рибалок) на 1 кв. м поверхні виглядає таким чином, г.: Північне море - 5,5; Азовське море - 8,2; Чорне море - 0,5.

За рибопродуктивністю Чорне море значно поступається іншим морям, але потенційно багате на "неживі" ресурси. Результати геологічних розвідок у деяких районах дають підставу вважати наявність ресурсів в обсягах, які дозволяють вести видобуток нафти, газу, будівельних пісків та інших корисних копалин.

Ресурси Азовського і Чорного морів, як і усього Світового океану, визначаються основними характеристиками Світового океану як складної системи, де є дві основні складові - водна товща і земна кора, яка її тримає. Перша - джерело гідроресурсів, друга - мінеральних ресурсів, а загалом обидві є середовищем існування морських організмів рослинного і тваринного світу - біологічних ресурсів. За загальноприйнятою термінологією корисні запаси перших двох типів ресурсів належать до категорії морських "неживих" ресурсів, третього - морських "живих" ресурсів.

Вихід з Чорного і Азовського морів через протоки Босфор, Дарданелли, Гібралтар і Суецький канал у Світовий океан дає можливість морегосподарському комплексу України не лише використовувати ресурси океану для потреб економіки, але й відносити нашу державу до числа морських держав, що користуються найбільшими пільгами і привілеями згідно з міжнародними традиціями і прийнятими нормами міжнародного права. Наявність доступу до всіх просторів Світового океану дає можливість Україні бути серед законодавців норм морського права, що визначають порядок взаємовідносин між іншими такими користувачами.

Густа мережа портів, доступних для заходу морських суден, охоплює все узбережжя України від порту Маріуполь на сході до порту Кілія на заході. Тут, очевидно, варто відмітити одну суттєву деталь, що дозволить повніше оцінити масштаби зв'язків України з просторами Світового океану.

За практикою, що склалася, вважається, що у нашій країні всього 18 морських портів. Однак сучасна статистика припускається помилки, відносячи за галузевим принципом до морських портів України лише ті 18 портів, які раніше були підпорядковані Міністерству морського флоту (ММФ) колишнього СРСР. Такий підхід викривляє обчислення потенційних можливостей перевалки вантажів у транспортній системі море-берег-море. У цьому легко переконатися, згадавши численні приклади з минулого, коли через дефіцит причального фронту морські транспортні судна розвантажувалися і завантажувалися у рибних, річкових, військових портах. При цьому у звітних даних ММФ колишнього СРСР уже не фіксувалися ці обсяги вантажопереробки, виникало розходження в обліку просування вантажів за схемою перевезення-перевалка.

Серйозним аргументом на користь відмови від галузевого принципу при вживанні терміну "морські порти" може бути порівняння

порту Рені (на р. Дунай) із портом Запоріжжя (на р. Дніпро). Обидва розташовані на річках і успішно працюють з морськими суднами, але перший вважається морським, а другий, приймаючи морські судна, як морський не кваліфікується. Те саме стосується і відомчого порту Миколаївського глиноземного заводу, рибних портів міст Іллічівська, Севастополя, Маріуполя та портів інших відомств, які працюють з морськими суднами, проте офіційною статистикою не віднесені до портів цієї категорії.

На превеликий жаль, не вніс ясність у це питання і Кодекс торгового мореплавства України, який є зведенням основних нормативів національного судноплавства. Згідно з розділом IV цього документу термін "морський порт" застосовується лише до державних транспортних підприємств. За цією логікою, порт із зміною форми власності, наприклад такий, що став орендним підприємством або перестав бути транспортним, втрачає статус морського, хоча як і раніше продовжує обслуговувати морські судна. Тому для обліку всього потенціалу системи море-берег-море, застосовуючи термін "морські порти", слід виходити не з відомчих або топографічних характеристик, а з технологічної спроможності портів приймати й обробляти морські судна. За такої постановки питання реальний зміст вкладається у повсякденні вирази типу "Москва - порт п'яти морів".

Прийнявши ці умови, ми одержуємо право чіткіше визначити коло структур, що займаються морегосподарською діяльністю. Завдяки географічній можливості безпосереднього виходу через морські порти, внутрішні води, територіальне море до просторів Світового океану, користувачами його ресурсів стають численні суб'єкти господарювання різних галузей, які у сукупності слід розглядати як морське господарство країни.

Морегосподарські структури України можна класифікувати у такий спосіб:

*I група* - морські виробничі, до яких належать галузі і підприємства, що безпосередньо освоюють природні ресурси і простори морів і океанів у транспортних, промислових цілях; морська енергетика, хімія, водне господарство тощо;

*II група* - берегові виробничі, що займаються морегосподарською діяльністю (судноремонт, суднобудуванням, машинобудуванням, приладобудуванням), а також переробні підприємства (консервна, харчова, нафтопереробна тощо) і структури, що забезпечують безпеку судноплавства (гідрографія, картографія тощо);

*III група* - невиробничі галузі і установи, покликані обслуговувати і забезпечувати роботу галузей і підприємств перших зазначених груп, здійснювати рекреаційні заходи, природоохоронну діяльність, вести підготовку фахівців, культурно-просвітницьку роботу тощо.

Мабуть, було б неввічливо виключати взаємовплив функцій структур, що належать до різних груп, тому порівняльний аналіз має базуватися на пріоритетах. Так, транспорт, який є пріоритетним у I групі, вимагає вирішення проблем суднобудування, що є пріоритетним у II групі. Розвиток і модернізація суднобудування неминуче спричинять сплеск активності транспорту. Зазначена взаємодія функцій є доказом виробничої єдності усіх структур, які забезпечують функціонування комплексу морського господарства країни в цілому. Класифікація структур морського господарства України за визначеною схемою взаємозалежності дає можливість скласти цілісне уявлення про стан справ у цій сфері і визначити шляхи консолідації морегосподарського комплексу з позицій системного підходу. Розглянемо потенціал морського господарства, який мала країна на момент проголошення державної незалежності України.

ММФ колишнього СРСР на кінець 1980-х рр. мало на території України три великі підрозділи, що не залежали один від одного ні організаційно, ні економічно, ні територіально. Найбільшим з них (відносно) було Чорноморське морське пароплавство з управлінням у м. Одеса. ММФ делегувало йому права на управління портами і судноремонтними заводами, розташованими у регіоні, а також право розпоряджатися державним флотом, приписаним до його портів. Флот виконував міжконтинентальні перевезення; до портів Північної і Південної Америки, Південно-Східної Азії, Далекого Сходу, Європи, Австралії та інших регіонів Світового океану. До складу транспортного флоту пароплавства входило 247 суден сумарним дедвейтом 4,5 млн т, у тому числі 240 суховантажних і 7 наливних.

Чорноморському пароплавству було підпорядковано 11 морських торгових портів (Одеський, Білгород-Дністровський, Іллічівський, Миколаївський з портопунктом "Жовтневий", Херсонський, Скадовський, Євпаторійський, Севастопольський, Ялтинський, Феодосійський і Южний) і три судноремонтні заводи (Іллічівський, Одеський імені 50-річчя Радянської України і № 2). Пароплавству належав основний пасажирський флот Середземноморського басейну, що мав репутацію надійного перевізника на міжнародних туристичних лініях і обслуговував прибережні внутрішні (каботажні) лінії, виконуючи на них пасажирські, прогулянкові і круїзні перевезення.

Азовське морське пароплавство (АМП) спеціалізувалося на перевезеннях вугілля, руди, зерна, лісу і генеральних вантажів до портів Середземноморського басейну. Східної і Західної Африки, Європи та епізодично - Західної півкулі і Північного морського шляху.

Транспортний флот пароплавства налічував 103 судна сумарним дедвейтом 802,11 тис. т, у тому числі три наливні і 98 суховантажних. До структури АМП належало чотири морських торгових порти (Та-



ганрозький, Маріупольський, Бердянський і Керченський), три судноремонтні заводи (Таганрозький, Азовський, Керченський) і Бердянський дослідний завод портового обладнання. Специфічною для даного пароплавства була наявність підрозділів не лише на території колишньої УРСР, але й у Російській Федерації (Таганрозький порт і Таганрозький судноремонтний завод). На 1 січня 1992 р. обидва ці підприємства були зняті з балансу пароплавства як такі, що перейшли у власність Російської Федерації.

Унікальним за своєю структурою у системі ММФ було виробниче об'єднання "Радянське Дунайське пароплавство" (РДП), де поєднувалися функції як морського, так і річкового судновласника і здійснювалися перевезення між портами семи придунайських країн, доставка вантажів з Дунаю до портів середземноморських держав. На частку РДП припадало майже 55 % загальної транспортної продукції національних пароплавств басейну Дунаю. Пасажирський флот пароплавства обслуговував міжнародні лінії до портів Пассау і Відень, а також здійснював місцеві перевезення. Маючи основну базу у порту Усть-Дунайськ, функціонувало міжнародне господарське судноплавне підприємство "Інтерліхтер".

До складу морського транспортного флоту РДП входило 55 суховантажних суден сумарним дедвейтом 254,7 тис. т, річковий флот складався з 79 буксирних суден і штовхачів сумарною потужністю 116,8 тис. кВт, 80 самохідних вантажних суден, 806 несамохідних, а також 21 пасажирського судна на 5000 пасажирських місць. До складу РДП входило чотири морські порти (Ренійський, Ізмаїльський, Усть-Дунайський і Кілійський з портопунктом Вилково) і два судноремонтні заводи (Ізмаїльський і Кілійський). Флот трьох пароплавств виконував близько третини каботажних перевезень ММФ і майже четверту частину перевезень вантажів у закордонному плаванні. Морські торгові порти, що входили до складу пароплавств, перероблювали понад 1/5 загальносоюзної товарної маси вантажів, призначених для перевезення морем.

1989 р. взято не випадково, він був піковим за навантаженням. Ні до цього, ні опісля порти не переробляли такої кількості вантажів. Тому обсяги зазначеного року можна прийняти як вихідні для розрахунку пропускну здатності портів.

Найбільшу питому вагу у вантажопотоках, що йдуть через морські торгові порти, мають сировинні і масові вантажі, у тому числі по експорту: нафта і нафтопродукти (45,5 %), вугілля (16 %), руда ( 11,1 %), метали в роботі ( 11 %), хімвантажі (8,6 %) тощо. По імпорту переважали зернові (57,9 %), руди і концентрати (13,5 %), метали (7,6 %) і цукор-сирець (6,4 %). Основну частину каботажних вантажопотоків становили будівельні матеріали, руда, вугілля, зернові вантажі і наф-

топродукти. Переважна частина вантажопотоків (у тому числі усі каботажні, 45 % експортних і 50 % імпортних) зароджувалася і гасилася на території України; вантажі були безпосередньо пов'язані з її народним господарством. При цьому на експорт з України йшли нафтопродукти (22 %), вугілля (90 %), руда (95 %), хімвантажі (22 %), метали (48 %), машини і устаткування (20 %), тарно-штучні вантажі (50 %). Інші експортні вантажі, що проходили через порти України, надходили з території Росії (близько 48 %), Білорусі (5 %) і менше 2 % - з Прибалтики, Молдови, Закавказзя і Казахстану. Імпорт для підприємств України надходив у таких обсягах: руди і концентрати - майже 100 %, хімвантажі - понад 60 %, цукор-сирець - 54 %, зерно - близько 40 %, цемент і мінерально-будівельні матеріали - 53 %, метали - близько 20 %. Наведені цифри переконливо доводять, що морський транспорт в економіці колишньої Української РСР відігравав значну роль [3].

Не менш важливим був внесок другого учасника процесу освоєння морських ресурсів - промислового флоту.

За даними Держкомстату колишньої УРСР, споживання риби на душу населення України 1989 р. становило 18,6 кг на рік, що було близьким до рекомендованої норми (20,1 кг), розробленої Українським науково-дослідним інститутом гігієни харчування. Це споживання забезпечувалося реалізацією майже 1 млн т рибопродукції на рік, яку поставляли три великі організації: концерн "Південриба", "Укррибколгоспоб'єднання", "Укррибпромзбут".

Концерн "Південриба" Мінрибгоспу колишнього СРСР здійснював океанічний промисел у водах Атлантичного, Індійського і Тихого океанів. Він давав понад 80 % усієї риби і морепродуктів, що добувалися підприємствами Держкомрибгоспрому України в економічних зонах інших держав і з числа вільнодоступних ресурсів поза двохсотмильними економічними зонами. До складу океанічного флоту концерну "Південриба" входило понад 200 суден. З них 122 - великотоннажні добувні судна. Середньотоннажних суден було всього лише близько 40, такою самою була й кількість обробних баз, приймально-транспортних та буксирних суден. Це незвичайне співвідношення типів суден, що відрізняється від загальноприйнятих у світовій практиці, пояснюється прагненням Мінрибгоспу колишнього СРСР утримати за собою пріоритет на звання найбільшого у світі володаря промислового флоту (40 % загального тоннажу світового флоту).

Українським риболовецьким колгоспам "Укррибколгоспоб'єднання" належало понад 100 маломірних промислових суден і 50 малих приймально-транспортних суден. Цей флот давав понад 20 тис. т рибопродукції при обсягах вилову близько 50 тис. т. Інша продукція постачалася з внутрішніх водойм (близько 100 тис. т товарної живої риби), а також надходила ззовні на заводи Української господарської

асоціації торговопромислових об'єднань "Укррибпромзбут". Понад 300 тис. т морепродуктів щороку заводи одержували від підприємств Росії, прибалтійських і прикаспійських республік. Рибне господарство України мало могутню берегову інфраструктуру, морські рибні порти (Іллічівський, Севастопольський, Керченський, Маріупольський та ін.), рибзаводи, сучасну технічну оснащеність (транспортні під'їзні шляхи і залізницю, складські приміщення, холодильники, нафтобази, глибоководні причали тощо), що забезпечували повну обробку і переробку риби і морепродуктів.

Однак організаційно-управлінської цілісності сукупність рибопромислових підприємств колишньої Української РСР, що входили, як і підприємства морського транспорту, до загальносоюзної системи, не мала, а являла собою поріднені за діяльністю господарства, незалежні одне від одного ні адміністративно, ні економічно, ні, часто-густо, технологічно.

Наступним активним учасником діяльності українських організацій на морі були наукові установи й організації. До моменту розпаду СРСР інтерес людства до морських ресурсів уже повністю перейшов у стадію практичного вивчення потенціалу кількісної і якісної оцінки запасів сировини. Світовий океан вивчали гідрометеорологічні, науково-промислові, експедиційні та інші судна під різними прапорами. Останніми десятиліттями почали експлуатувати спеціально оснащені судна, які проводять комплексні морські та космічні дослідження. Все частіше можна було зустріти судна, обладнані для пошуку (у глибоководних районах) і розвідки нафти, газу, залізо-манганових конкрецій, вивчення тваринного й рослинного світу морів і океанів, а також пристосовані для інших цілей науки. Найбільший у світі науково-дослідний флот належав колишньому Радянському Союзу. До його складу входило майже 400 суден. У десятку країн з найчисленнішим науково-дослідним флотом також входили США (165 науково-дослідних суден - ЦДС), Японія (130), Англія (54), Франція (37), Канада (35), Німеччина (27), Австрія (17), Бразилія і Швеція (по 15 ЦДС у кожній).

Після розподілу союзної власності Україна одержала 54 ЦДС і відповідно увійшла до числа перших п'яти держав, що мають найбільший науково-дослідний флот. Раніше, входячи до складу Радянського Союзу, наша країна брала участь майже у всіх міжнародних експедиціях у рамках глобальних проектів. Провідна роль належала вченим України майже у всіх загальносоюзних проектах, що здійснювалися під керівництвом Академії наук колишнього СРСР. Одержані у власність країни ЦДС мали різнобічні характеристики, що дозволяли проводити дослідження по всьому фронту робіт. Можливості зазначеного флоту мали такі характеристики, %:

Пошук і розвідка корисних копалин	29
Океанографічні дослідження	25
Гідрографічні дослідження	17
Біологічні і рибогосподарські дослідження	8
Дослідження, пов'язані з екологією і контролем забруднення	8
Гідрометеорологічні дослідження	4
Інші	9

Власниками цього флоту стали дев'ять міністерств і відомств, а також близько 20 організацій судновласників. До них належали Морський гідрофізичний інститут (4 судна), його Відділення гідроакустики (2 судна), Інститут біології південних морів (2 судна), Інститут імпульсних процесів і технологій (2 судна) Національної академії наук України, Чорноморський науково-дослідний інститут суднобудування Мінмашпрому України та ін. Між міністерствами і відомствами, з одного боку, і організаціями-судновласниками, з другого, не було прямих контактів з питань використання ЦДС, тим більше не існувало єдиної узгодженої наукової програми досліджень за їх участю.

Підбиваючи підсумок аналізу стану активної частини основних виробничих фондів морегосподарських структур I групи, можна дійти такого висновку: до моменту розпаду СРСР галузі і підприємства України, що забезпечували вивчення і освоєння Світового океану, становили дієздатні регіональні підрозділи, які виконували локальні завдання загальносоюзної системи, їхні дії були підпорядковані стратегічним задумам глобального характеру, що обумовлювало тактику, технологію, технічне оснащення і структуру управління. Разом з тим як частина загальносоюзних структур вони були відносно автономними, хоча і не ставили свої інтереси вище за загальносоюзні.

Цими самими особливостями характеризувалися виробничі відносини у II групі структур морегосподарського комплексу, що забезпечували функціонування I групи або використовували результати її діяльності.

Як зазначалося раніше, підприємства галузі, що входять до II групи, характеризуються як берегові, технологічно пов'язані з I групою. Більш того, активна частина галузевих основних виробничих фондів може входити до I групи, а інфраструктура - до II групи, і навпаки. Таке взаємопроникнення може поширюватися на всі три групи. Характерним прикладом цього можуть бути, як вже зазначалося, взаємозв'язок і взаємодія елементів матеріально-технічної бази морського транспорту. Специфіка цього міжгалузевого комплексу визначає особливість структури його матеріально-технічної бази - відсутність сировини у складі матеріальних ресурсів. Вирішальним і необхідним елементом її є техніка, під якою розуміють штучно створені матеріа-

льні системи у єдності з технологією і організацією виробництва. За функціональною ознакою прийнято виділяти такі основні елементи: флот, портове господарство, шляхове господарство, судноремонтні заводи і бази технічного обслуговування, засоби зв'язку і електрорадіонавігації, автоматизовані системи управління. Виходячи з того, що усі ці елементи, врешті-решт, повинні забезпечувати безперервність і відповідний рівень транспортного процесу, їх підрозділяють на основні і забезпечуючі. До перших належить зазвичай флот. Однак і він підрозділяється на окремі категорії: транспортний, криголамний, днозаглиблювальний, службово-допоміжний, технічний, аварійно-рятувальний та ін. Тому віднесення до I групи тільки транспортного флоту можливе лише умовно, оскільки інші категорії флотів завдяки комплексному характеру галузі також можуть за певних обставин виходити до активної частини основних виробничих фондів [4, 5].

Комплексним є і наступний елемент матеріально-технічної бази транспортної галузі - портове господарство, яке належить до II групи. Його складові призначені для виконання різноманітних робіт і операцій: вантажно-розвантажувальних, складських і транспортно-експедиційних; обслуговування транспортних суден тощо. Аналіз по морських портах наведено на початку розділу, тому доцільно дещо детальніше зупинитися на другому за значенням комплексі "флот-судноремонтна база", що входить до II групи.

Взаємодія елементів цього комплексу, по суті, аналогічна взаємодії флоту і портів. Збільшення виробничої потужності судноремонтних заводів дає можливість скоротити тривалість ремонту суден і тим самим збільшити їхній експлуатаційний період. Тому основні завдання, які стояли перед судноремонтними підприємствами України напередодні розпаду союзних структур, полягали у повному задоволенні потреб флоту в ремонті на власних підприємствах (за винятком ремонту на закордонних базах суден, що перебували у тривалому фрахті або потрапляли в аварію у закордонному плаванні), створенні спеціалізованих суднобудівних комплексів по випуску малотоннажних допоміжних суден, а також спеціалізованих регіональних виробництв по виготовленню деталей знеособленої номенклатури для впровадження у судноремонті агрегатного і вузлового методів заміни механізмів, збільшенні обсягів ремонту суден зарубіжних фірм.

На території України на той період було вісім підприємств ММФ (Іллічівський, Одеський ім. 50-річчя Радянської України, Одеський №2, Ізмаїльський, Кілійський, Керченський, Азовський судноремонтні заводи і Бердянський дослідний завод портового обладнання), заводи Військово-морського флоту і Мінрибгоспу колишнього СРСР та невеликі ремонтні майстерні у портах, що виконували дрібні ремонтні

роботи на суднах портового флоту. Виробнича програма судноремонтних заводів ММФ в Україні становила в останній рік існування СРСР 179,7 млн крб, або 52,1 % програми усіх заводів галузі, у тому числі по судноремонту - 96,0 млн крб, суднобудуванню - 20,4, машинобудуванню - 38,1 млн крб.

Заводи мали 15 плавучих доків піднімальною силою до 4 тис. т, здатних виконувати доковий ремонт усіх суден, наявних у пароплавствах України. Потреба у заводському ремонті флоту пароплавств становила на той час близько 75,0 млн крб, тобто 78 % пропускної спроможності по судноремонту заводів галузі в Україні. Це дозволяло заводам ММФ брати на ремонт судна інших міністерств і відомств.

Варто зазначити, що загальний потенціал судноремонтних підприємств в Україні був значно вищим, ніж в інших республіках колишнього СРСР. Окрім перелічених судноремонтних заводів ММФ в регіоні було п'ять підприємств Українського міжгалузевого державного об'єднання річкового флоту "Укррічфлот" (Київський, Херсонський, Запорізький суднобудівні-судноремонтні заводи, Дніпропетровська, Чернігівська ремонтно-експлуатаційні бази флоту) і підприємства Держкомрибгоспрому (Севастопольський судноремонтний завод "Піадентрансбют", судноремонтні заводи: Керченський, Ізмайльський, Херсонський ім. Куйбишева, АТ "Антарктика" і завод "Фрегат" у м. Керчі, Вилковська ремонтно-експлуатаційна база флоту).

Сучасні виробничі потужності мали дев'ять підприємств Мінсуднопрому колишнього СРСР, які випускали військові кораблі і допоміжні судна, а також забезпечували ремонтні роботи на них (ВО "Чорноморський суднобудівний завод", ВО "Суднобудівний завод ім. 61 комунара" у м. Миколаєві, Херсонське суднобудівне виробниче об'єднання, суднобудівний завод "Океан", суднобудівний завод "Заточка", Феодосійське виробниче об'єднання "Море" і Севастопольський морський завод з дочірнім судноремонтним підприємством "Персей").

Оскільки судноремонтні підприємства майже чверть своїх виробничих програм віддавали суднобудуванню, а суднобудівні - майже стільки ж судноремонту, слід віднести їх до єдиного ремонтно-суднобудівного об'єднання, до якого входять і підприємства судового машинобудування та приладобудування. Не слід недооцінювати той факт, що вартість виробів сучасного судового машинобудування, які є невід'ємною часткою судового комплектного обладнання, становить 40 ... 50 % вартості одного транспортного судна і 45 ... 55 % - промислового. Для військових кораблів і науково-дослідних суден ця частка значно більша. Отже, підприємства судового машинобудування і приладобудування, що належать до II групи морегосподарських галузей, відіграють, разом з портовими ремонтно-бу-

дівними комплексами, провідну роль у берегових структурах, і знов-таки, як і у випадках з транспортним, промисловим і науково-дослідним флотом, це господарство на території України не мало єдиного центру, який би управляв або хоча б координував. Підприємства (окрім судноремонтних і суднобудівних заводів "Укррічфлоту") працювали відокремлено одне від одного, виконуючи програму, розроблену Держпланом колишнього СРСР, і забезпечувалися комплектуючим устаткуванням, витратними матеріалами й інструментарієм через Держпостач. Тому після переходу у власність України, підприємства Мінсуднопрому, Мінприладу колишнього СРСР та ін., які мали безпосереднє відношення до морегосподарських структур нашої країни, були залишені поза достатньою увагою і контролем, що негативно позначилося на їхній подальшій роботі.

Особливе місце у морському господарстві будь-якої прибережної держави завжди посідали служби, які забезпечували безпеку судноплавства. В їхньому веденні були системи оперативного контролю за навігаційною обстановкою, збиранням, обробкою і передачею мореплавцям навігаційних попереджень, топогеодезичного забезпечення гідрографічних робіт тощо. Для координації дій по запобіганню загибелі суден на морі морськими державами створено Міжнародну морську організацію (ММО, часто використовується англійська абревіатура ІМО - International Maritime Organization), за ініціативи якої створено Всесвітню службу навігаційних попереджень (ВСИП), схвалено Міжнародною гідрографічною організацією (МГО). На систему ВСНП покладено завдання своєчасного оповіщення мореплавців про загрози, що виникли на морях, запобігання порушенням міжнародного правового режиму судноплавства. Оповіщення здійснювалося передачею по радіо кораблям і суднам на морі навігаційних і прибережних попереджень. Система збирання, обробки і передачі навігаційних попереджень - комплекс оперативної роботи гідрографічної служби.

Гідрографічну службу (ГС) у колишньому Радянському Союзі очолювало Головне управління навігації і океанографії Міністерства оборони (ГУНЮ МО). ГС вирішувала завдання, які можна розподілити на два блоки. До першого належали завдання з інформаційного забезпечення навігаційної діяльності військово-морського, транспортного і промислового флотів, усього морегосподарського комплексу країни. До другого увійшли завдання з організації і розвитку морського приладобудування й технологій, пов'язаних з морською навігацією.

Після розпаду СРСР верхній рівень структури (ГУНЮ, учбові і науково-дослідні установи, основний інформаційний фонд, більшість підприємств, що виготовляють морські навігаційні карти, штурманське озброєння і здійснюють розробку нових технологій тощо) залишився в Росії. Середній (управління ГС флоту - підприємств

ва і підрозділи, що до нього належать, у м. Севастополі) і нижній (райони і дільниці ГС) рівні структури залишилися у розпорядженні Чорноморського флоту. Структурне упорядкування цієї найважливішої системи не завершено. Це дуже ускладнює забезпечення безпеки мореплавства у водах України.

До III групи морегосподарських структур України поряд з численними невиробничими галузями належить курортно-рекреаційне господарство приморського регіону, який мав особливо привабливу силу для усього населення колишнього Радянського Союзу. М'який клімат, тепле море, велика кількість фруктів та інші природно-економічні фактори приваблювали сюди влітку у період відпочинку мешканців більш холодних кліматичних зон. Однак відсутність чіткої програми розвитку приморських територій призвела до значної диспропорції у розміщенні виробничих сил, концентрації господарських об'єктів, структурно-технологічного дисбалансу виробництва та інфраструктури, неефективності використання морського природно-ресурсного потенціалу, розвитку сфери обслуговування. Так, на приморській території Одеської області, що становить третину її земель, проживає 79,5 % населення цього краю, тут зосереджено близько 86 % випуску промислової продукції часто з використанням досить неекологічних технологій. Україна на момент одержання незалежності мала велику прибережну територію, де майже безконтрольно господарювали різні установи й відомства, які не дбали про гармонійний і комплексний розвиток регіону. Враховуючи величезне соціально-економічне значення курортно-рекреаційного господарства на морському узбережжі і зростання антропогенного впливу на екологію регіону, а через нього - безпосередньо й на морське середовище, беручи до уваги, що всі ці процеси належать до зони юрисдикції України і тому не можуть корегуватися світовою громадськістю через міжнародні організації, підвищена увага до проблем III групи галузей морегосподарського комплексу має пояснення і заслуговує на всебічну підтримку.

Підбиваючи підсумки кількісного та якісного аналізу морського господарства, яке Україна одержала при розподілі власності колишнього СРСР, слід ще раз підкреслити, що на той період зазначені структури організаційно не були єдиною цілісною системою, адміністративно не підпорядковувалися республіканському господарському центру, не були пов'язані між собою ані економічно, ані технологічно. Вони були регіональними організаціями союзних структур, які проводили свою глобальну політику. Часто-густо функції структур перепліталися, дублювалися, що негативно впливало на розміщення виробничих сил, екологічну безпеку регіонів і призводило до диспропорції у розвитку приморського господарства.



Разом з тим не можна не визнати, що хоча морське господарство України не було єдиним цілісним організмом, воно було сукупністю підприємств різних галузей, морських виробничих і берегових морегосподарських структур, а також підприємств і організацій, що їх обслуговували, які виконували конкретні завдання економічного, екологічного і соціального характеру. Це дає підставу розглядати дану сукупність як систему, як різноманітне ціле в єдиному народногосподарському комплексі країни. Організаційно дану сукупність не оформлено, і вона є низовою ланкою загальнодержавної морегосподарської системи. Горизонтальні зв'язки між її окремими складовими слабкі або зовсім відсутні, проте ця система має беззаперечний фактор єдності на основі користування морем і його ресурсами. Отже, присутні ознаки, які з наукової точки зору можна віднести до ознак морегосподарського комплексу як до єдності галузей морського господарства; що динамічно розвиваються і забезпечують комплексний економічний, природоохоронний, науково-дослідний та інші види діяльності в океані і береговій зоні моря [6]. Цей висновок особливо важливий у теперішній час, коли процес формування системи управління народним господарством України вступає у вирішальну фазу пошуків оптимального варіанта структурної організації.

Нині теоретичні засади і напрямки морської політики України знайшли своє конкретне вираження у розробленій Концепції морської політики країни. При її формуванні було використано наступні основні методологічні принципи.

*Принцип стабілізації і розвитку народного господарства, науки, зміцнення обороноздатності України* передбачає забезпечення пріоритетів соціально-економічного і науково-технічного розвитку країни. Відповідно до нього метою морської політики України повинно бути зміцнення економічної і політичної незалежності країни на засадах збереження і розвитку своїх виробничого і науково-технічного потенціалів, підняття їх до рівня, необхідного для становлення України як могутньої морської держави.

*Принцип інтеграції морегосподарських структур у морегосподарський комплекс на основі програмно-цільового управління.* Окреме варто розглянути систему управління у морегосподарському комплексі у зв'язку з думкою про доцільність створення єдиних органів управління комплексом, що досить часто обговорюється. Розробка мети, концепцій, стратегій і методів практичної діяльності лише на галузевій основі вже не вважається перспективною. Такий підхід був основним на той час, коли морське природокористування не розглядалося як цілісна система, але він не враховував інтереси усіх об'єктів діяльності на морі, що часто-густо завдавало суттєвої шкоди і самим суб'єктам, і безпосередньо морському середовищу.

За сучасних умов, коли основою формування комплексів є системний підхід, виникла необхідність розглядати сукупність структур морського природокористування як цілісну систему. Однак було б помилковим створювати на даному етапі єдиний державний спеціалізований орган управління морегосподарським комплексом, оскільки це, з нашої точки зору, призведе до подвійного управління галузями з усіма тими негативними наслідками, які з цього випливають.

Зарубіжний і вітчизняний досвід свідчить, що на сучасному етапі головним інструментом ефективного проведення у життя морської державної політики є метод програмно-цільового планування і управління, що реалізується на державному рівні. Такий підхід є доцільним для вирішення проблем освоєння морів і океанів, як в масштабах країни, так і на рівні галузей морського господарства, окремих об'єднань і підприємств, а також на рівні окремих особливо важливих проблем. Програмно-цільовий підхід у морегосподарській діяльності України дозволяє позбутися негативної практики відомчих і групових інтересів, інтегрувати і скоординувати розрізнені дослідження і проекти, упорядкувати розподіл фінансових інвестицій і матеріальних ресурсів, налагодити сучасні економічні відносини між структурами морегосподарського комплексу, забезпечити соціально-економічну ефективність усього морегосподарського комплексу України.

*Принцип безумовної екологічної безпеки морських технологій* передбачає всебічну екологізацію виробництва і експлуатації морської техніки, створення і впровадження безпечних для довкілля технологій, виробництво і реалізацію кінцевих продуктів з мінімальними витратами сировини та енергії на всіх етапах виробничого циклу.

*Принцип наукового обґрунтування розвитку морського господарства* передбачає державну підтримку наукових досліджень Світового океану і його ресурсів, а також прийняття основних рішень щодо ключових галузей морегосподарського комплексу, що забезпечують нормальне функціонування активної частини основних виробничих фондів (транспортний і допоміжний флот, промисловий флот, науково-дослідний флот, суднобудування, утилізація тощо) лише на засадах науково обґрунтованих рекомендацій.

*Принцип інтелектуальної підтримки морегосподарської діяльності.* Враховуючи особливість роботи у небезпечних умовах і наявність великої кількості стохастичних факторів, кадрова політика у морегосподарському комплексі вимагає особливого підходу, який можна порівняти за мірою відповідальності з вимогами кадрової політики у ракетно-космічному комплексі. Тому повинна бути створена цілісна система навчання морським спеціальностям, підготовки і перепідготовки кадрів вищої кваліфікації, забезпечення учбових закладів і курсів підвищення кваліфікації новими технічними засобами навчання.

*Принцип стратегічної орієнтації.* Оскільки морегосподарська діяльність є особливо важливою для існування незалежної держави, питання стратегії у сфері освоєння Світового океану і вирішення проблем розвитку галузей морського господарства - предмет державної морської політики. Стратегічне планування - це система дій і рішень, що приймаються і виконуються на рівні вищих органів державної виконавчої влади і приводять до розробки та реалізації конкретних довгострокових заходів, з розвитку морегосподарського комплексу в цілому, а також забезпечення економічної, екологічної і військово-політичної безпеки. Базою зазначеної системи є чинне законодавство.

Завершується перелік принципів, які є основою морської політики країни, *принципом активної пропаганди.*

Світовий досвід створення і виконання будь-яких програм - від випуску продукції малими фірмами до здійснення найважливіших державних проєктів - свідчить про необхідність цілеспрямованої пропагандистської, роз'яснювальної і, врешті-решт, рекламної роботи, спрямованої на привертання громадської уваги до мети і завдань згаданих програм. Тому у процесі роботи над впровадженням у життя основ морської політики України вкрай необхідна організація цілеспрямованого формування громадської думки на всіх рівнях. Громадськість країни повинна проінятися думкою про важливість для держави питання відродження України як могутньої морської держави. З цією метою може бути використаний принцип "public relations", який передбачає активну пропаганду позитивного значення заходів з інтенсифікації морської діяльності в Україні, що плануються, залучення іноземних інвесторів до виконання галузевих програм морегосподарського комплексу, рекламу нових морських продуктів і послуг, обґрунтування значимості ідей соціально-економічних пріоритетів і національно-патріотичних завдань у справі відродження держави. Логічним завершенням цього складного процесу повинна стати процедура розробки і прийняття галузевих програм розвитку кожної складової морегосподарського комплексу країни. Орієнтація на концепцію морської політики позбавить ці програми відомчої обмеженості, дозволить широко застосовувати на практиці системний підхід і врешті дасть можливість прискорити реконструкцію усього комплексу, пристосовавши діяльність його структур до потреб оздоровлення економіки країни.

Концепція морської політики у загальному аспекті державної діяльності зводиться до такого.

Морська політика є складовою частиною державного будівництва, фактором забезпечення економічного і політичного суверенітету України, утвердженням її як морської держави, повноправного члена світової спільноти.

Морська політика держави - це визначення і вирішення завдань, спрямованих на забезпечення національних, політичних, економічних, соціальних і військово-стратегічних інтересів у діяльності, пов'язаній з використанням морських ресурсів і акваторій, а також у міжнародних відносинах. У цьому плані морська політика є напрямком державної політики, що синтезує її аспекти у даній сфері. Вона нерозривно пов'язана із загальною метою та інтересами держави, її ресурсними можливостями. Морська політика має бути спрямована на утвердження державності України, вихід суспільства на сучасний ступінь технологічного розвитку забезпечення якісно нового рівня життя народу.

Виходячи з національних інтересів, держава приділяє особливу увагу розвитку галузі і здійснює безпосереднє керівництво у таких пріоритетних напрямах:

- збереження і нарощування потенціалу морського транспорту; забезпечення потреб України в енергоресурсах на основі міжнародних перевезень нафти і освоєння паливно-енергетичних ресурсів шельфової зони Чорного і Азовського морів;

- екологічна безпека Чорного і Азовського морів, а також морського узбережжя України;

- розбудова державної системи навігаційно-гідрографічного забезпечення мореплавства;

- захист державного суверенітету, територіальної цілісності і недоторканості морських кордонів, захист українських суден у водах Світового океану.

Морська політика України повинна бути спрямована на вирішення таких стратегічних завдань:

- здійснення єдиного державного управління розвитком торговельного флоту, створення сприятливих і безпечних умов його функціонування для повного і своєчасного задоволення суспільних потреб у морських перевезеннях вантажів і пасажирів, а також постійного збільшення валютних надходжень від перевезення експортно-імпортних вантажів і експорту транспортних послуг;

- збалансований розвиток прибережної інфраструктури, формування портово-промислових комплексів;

- становлення Військово-Морських Сил (ВМС) України, реалізація ними завдань, пов'язаних з забезпеченням обороноздатності і захистом економічних інтересів країни в Азово-Чорноморському басейні, інших районах Світового океану;

- становлення Морських сил Прикордонних військ, реалізація ними завдань по охороні державного кордону на морі, виключної (морської) економічної зони;

структурна перебудова народного господарства приморських регіонів і забезпечення пріоритетності розвитку в них морегосподарських галузей;

досягнення ефективного балансу видобутку, переробки, використання і відтворення мінеральних і біологічних ресурсів Чорного і Азовського морів за умов гарантування екологічної безпеки;

становлення ефективної національної системи навігаційно-гідрографічного забезпечення мореплавства;

реалізація можливостей національного морегосподарського комплексу для інтеграції України у світову економічну систему;

захист інтересів України як морської держави у зовнішньополітичній та зовнішньоекономічній сферах.

Конструктивними принципами державної морської політики є:

цілісний розвиток морегосподарського комплексу країни (інтеграція і збалансована взаємодія усіх виробничих і невиробничих морегосподарських галузей);

взаємопов'язане вирішення економічних, соціальних, екологічних, науково-технічних, оборонних та інших питань у сфері морської діяльності на засадах єдиної державної політики;

закріплення статусу України як морської держави і реалізація на цій основі завдань соціально-економічного розвитку, підвищення рівня її обороноздатності, зростання геополітичної і економічної ролі у Чорноморському регіоні, співдружності придунайських країн у світовій економічній і політичній системі в цілому.

Важливими кроками у відновленні морської політики держави повинні стати такі.

1. Підтримка морського транспортного потенціалу держави, як одного з факторів гарантії її зовнішньоекономічної незалежності. Забезпечення мобілізаційних потреб і потреб цивільної оборони. Захист морських екосистем від шкідливого впливу деяких об'єктів транспортної галузі. Створення умов для стабільних валютних надходжень до бюджету.

2. Визначення кількісного і структурного складу торгового флоту на основі пасажиропотоків, що прогноуються, а також номенклатури і обсягів вантажопотоків, обумовлених потребами економіки країни, необхідністю розширення внутрішніх і зовнішньоекономічних зв'язків, забезпечення і стимулювання транзитних міжнародних перевезень.

3. Розвиток і технічне переоснащення основних виробничих фондів морського транспорту. Пошук і розробка принципово нових енергозберігаючих технологій у суднобудуванні, а також систем навігаційного забезпечення і управління суднами, що підвищують безпеку мореплавства.

4. Удосконалення механізму зміни форм власності на морському транспорті з відповідною трансформацією структур управління.

5. Удосконалення правової бази галузі, яка регламентує основи взаємовідносин між суб'єктами морського транспорту і споживачами його послуг.

6. Впровадження у систему морського транспорту України принципів державного протекціонізму (найбільшого сприяння) у сфері каботажних сполучень і транспортного забезпечення зовнішньоекономічних зв'язків.

7. Залучення морського транспорту до забезпечення потреб країни у перевезенні нафтовантажів з відповідним розвитком танкерного флоту, і берегової інфраструктури за умов максимального виконання вимог щодо охорони довкілля.

8. Створення транспортно-технологічної системи море-ріка-море і використання морських і внутрішніх водних шляхів України, Росії і Центральної Європи для безперевалочного перевезення вантажів.

9. Проведення реконструкції, оновлення і розширення берегової інфраструктури, створення спеціалізованих (нафтових, цементних, рефрижераторних та ін.) перевантажувальних комплексів на базі існуючих, а також будівництво нових терміналів.

10. Удосконалення судноремонтних комплексів для забезпечення експлуатаційно-технічного стану активної частини основних виробничих фондів.

До основних напрямків державної морської політики слід віднести комплексне використання біологічних ресурсів, яке спрямоване на забезпечення потреб населення України у морепродуктах. Важливим кроком у цьому відношенні є ефективне функціонування морського промислового флоту. Для вирішення цих завдань домінуючими, на наш погляд, мають бути такі норми.

1. Модернізація і оновлення промислового флоту, докорінні зміни його структури, заміна застарілих суден сучасними, більш економічними. Кількість, тоннаж і спеціалізація цих суден повинні відповідати реальним умовам сьогоденної діяльності морського промислового флоту і на найближчу перспективу.

2. Визначення пріоритетів у роботі суден океанічного флоту в районах, віддалених від портів базування. Пошук менш віддалених районів відкритих вод Світового океану, перспективних з точки зору рибного промислу; розробка і впровадження організаційно-економічного і правового механізму, який регламентує діяльність промислового флоту в економічних зонах інших держав. Укладання міждержавних договорів на право вилову риби і морепродуктів у виключних (морських) економічних зонах Марокко, Мавританії, Намібії тощо.

Створення спільних з іноземними партнерами компаній, одержання спільних ліцензій на право вилову риби в економічних зонах.

3. Здійснення заходів, спрямованих на збільшення здобичі риби і морепродуктів в Азовському і Чорному морях, підсилення ролі цих морів у постачанні населення країни рибопродукцією. Відновлення і розвиток сировинної бази біоресурсів регіону. Реалізація комплексу великомасштабних природоохоронних заходів для захисту Чорного і Азовського морів від забруднення. Розширення і відновлення товарного виробництва цінних видів риб і молюсків. Удосконалення правового механізму регулювання видобутку морепродуктів.

Оскільки морський флот країни потребує майже повного оновлення, а можливості поповнення активної частини основних фондів українського флоту суднами зарубіжного виробництва обмежені, спід у вітчизняному суднобудуванні передбачити наступне:

по-перше, *переорієнтацію, перепрофілювання застарілих та створення нових виробництв* з метою, підвищення технологічного рівня суднобудівної промисловості, яка відповідала б сучасним вимогам і була спроможна вирішити завдання оновлення вітчизняного флоту. Спеціалізація суднобудівних заводів і пріоритети розвитку флоту дають підставу забезпечити будівництво танкерного флоту, суховантажних морських суден, рибпромислового флоту, суден типу "ріка-море", допоміжного і технічного флоту тощо;

по-друге, підприємства України, що мають необхідні виробничі потужності і технологічні можливості, повинні *освоювати виробництво* судового комплектного обладнання і засобів морського приладобудування, які надходять з-за кордону, при цьому необхідне гарантування стійких джерел фінансування на оновлення флоту з основною орієнтацією на залучення недержавних коштів.

Важливим заходом є впровадження *комплексної системи утилізації суден*, яка дала б можливість ефективно використовувати агрегатно-матеріальні ресурси суден і кораблів, що виводяться з експлуатації (високоякісний металобрухт чорних і кольорових металів, комплектне обладнання, механізми й агрегати), і одержання додаткових фінансових коштів для оновлення флоту, а також створення фонду розвитку і оновлення флоту шляхом акумуляції частини коштів, одержаних від утилізації суден і кораблів.

Певна річ, важливу роль відіграє стимулювання виробництва суден та їх продаж на експорт і передача частини валютних надходжень від експорту суден на потреби оновлення вітчизняного флоту. Неприпустимо неузгоджене перепрофілювання виробничих потужностей суднобудівних заводів.

У суднобудуванні має здійснюватися ефективний інвестиційний процес, поряд з цим технічне переоснащення і перепрофілювання діючих потужностей, введення нових потужностей відповідно до завдань оновлення флоту, усунення диспропорцій і незбалансованості між окремими виробництвами, а також виконання програм конверсії.

Створення системи навігаційно-гідрографічного забезпечення мореплавства включає вирішення таких завдань:

визначення цілей, заходів і способів навігаційно-гідрографічного забезпечення мореплавства у мирний час і в особливий період, невідкладних заходів для нормального функціонування системи навігаційного обладнання районів плавання, створення відповідних умов безпеки мореплавства на засадах єдиного державного управління і координації систем навігаційно-гідрографічного забезпечення, підпорядкованих різним відомствам;

розробка нормативно-економічного механізму надходжень фінансових коштів, необхідних для нормальної життєдіяльності системи навігаційно-гідрографічного забезпечення мореплавства, вирішення питань оплати послуг за нього Чорноморським флотом Російської Федерації, що тимчасово базується на території України;

розробка і впровадження організаційно-економічного механізму задоволення матеріально-технічних потреб системи навігаційно-гідрографічного забезпечення мореплавства, гарантування безперебійного функціонування засобів навігаційного обладнання у портах, портопунктах, на морських каналах і ділянках з інтенсивним судноплавством, визначення перелік навігаційних приладів і обладнання, що надходять по імпорту, створення сприятливого митного режиму для їх ввезення, використання для оплати імпортних поставок переважно коштів, що надходять за навігаційно-гідрографічне обслуговування іноземних суден;

розробка нормативно-законодавчої бази, що регламентує діяльність системи навігаційно-гідрографічного забезпечення; створення організаційної структури координації діяльності усіх гідрографічних підприємств і установ;

забезпечення суден і кораблів морськими і річковими навігаційними картами, посібниками для плавання; своєчасне внесення змін до них, оперативне доведення цих змін до відома мореплавців;

розвиток систем електронної картографії, видання морських і річкових навігаційних карт у цифровому вигляді;

укладання угод з провідними морськими державами світу і країнами Чорноморського басейну про співробітництво у сфері навігаційно-гідрографічного забезпечення мореплавства у Чорному і Азовському морях (постачання необхідного обладнання і приладів, надання можливості користування інформаційними фондами тощо);



реалізація державної програми формування національної системи навігаційно-гідрографічного забезпечення мореплавства під єдиним державним управлінням, використання науково-технічного потенціалу країни для створення умов ефективної діяльності єдиної національної системи навігаційно-гідрографічного забезпечення мореплавства, включаючи розробки навігаційних і гідрографічних технологій, випуск навігаційного обладнання і приладів, формування інформаційного банку гідрографічних даних, організацію виробництва морських навігаційних карт і випуск посібників для плавання, відновлення гідрографічного флоту, підготовку фахівців у сфері навігаційно-гідрографічного забезпечення, участь у роботі міжнародних супутникових навігаційних систем, системи INMARSAT тощо.

Комплексне використання біологічних, мінерально-сировинних, паливно-енергетичних і рекреаційних ресурсів морського середовища у приморських регіонах України передбачає вирішення широкого кола зазначених завдань. Перш за все мова іде про формування морського природоохоронного комплексу з метою запобігання подальшому забрудненню Азово-Чорноморського басейну, регулювання виробничо-господарських процесів та їхнього впливу на морське і приморське середовище. Зокрема, це стосується інвентаризації основних джерел забруднення (виробничих, сільськогосподарських і соціально-побутових підприємств та об'єктів, морського транспорту, морських портів і споруд, стоку рік, які впадають у море, дренажно-скідних вод зрошувальних систем тощо) і впровадження системи морського еколого-економічного моніторингу, який включає збирання, накопичення та аналіз інформації про стан морського і приморського середовища, його оцінку і прогнозування.

Важливе місце належить розробці правової бази морського природокористування, що передбачає реалізацію масштабних природоохоронних заходів, спрямованих на екологічну реабілітацію Азово-Чорноморського басейну. Серед них - вирішення проблеми берегозахисту, включаючи проектування і будівництво берегозахисних хвилеломів і протизсувних споруд.

Забезпечення потреб економіки України у мінерально-сировинних і енергетичних ресурсах Чорного і Азовського морів, інших районів Світового океану відбуватиметься на засадах створення і впровадження екологічно безпечних та економічно ефективних технологій видобутку, транспортування і переробки рудної сировини, будівельних матеріалів, нафти, газу та інших корисних копалин на морських акваторіях, а також інтенсифікації освоєння вуглеводневих ресурсів шельфу України. Держава має стимулювати розширення пошуково-розвідувальних робіт і промислового освоєння шельфових родовищ, визначати пріоритетні напрямки іноземного інвестування у цій сфері.

Комплексного використання, охорони і відновлення потребує рекреаційний потенціал морів і приморських регіонів, при створенні системного надання курортно-туристичних послуг на рівні сучасних світових стандартів. При цьому особливу роль відіграють стимулювання підприємницької діяльності і залучення іноземних інвестицій. Головним наслідком реалізації рекреаційного аспекту морської політики України буде забезпечення доступності оздоровлення і відпочинку у приморській зоні широким верствам населення.

Стратегічні і тактичні завдання збереження, використання і розвитку науково-технічного потенціалу морегосподарського комплексу, розвитку системи підготовки і перепідготовки кадрів, вирішення проблем функціонування науково-дослідного флоту України передбачають обов'язкове виконання таких важливих заходів:

визначення державних пріоритетів у розвитку науково-технічного потенціалу морегосподарського комплексу, державної підтримки найважливіших морських наукових і проектно-конструкторських організацій;

розробка і реалізація програми трансформації морського науково-технічного комплексу для забезпечення його відповідності вимогам національного морського господарства, переорієнтація наукових і проектно-конструкторських організацій, досланих та експериментальних виробництв з метою задоволення нагальних потреб морського господарства України;

запобігання невинуватому закриттю і перепрофілюванню наукових організацій, закладів, об'єктів, що є національним надбанням;

створення багаторівневої системи підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації кадрів для задоволення потреб в них всього морегосподарського комплексу України;

створення і розвиток чотирьох центрів підготовки кадрів: фахівців плавскладу за всіма спеціальностями і рівнями на базі Одеської державної морської академії; кораблебудівників (суднобудівників) - на базі Українського державного морського технічного університету; фахівців берегової інфраструктури, управління та обслуговування флоту - на базі Одеського державного морського університету; фахівців з гідрології, океанографії, геології океанів і морів, гідробіології, морської екології та інших - на базі Одеського державного університету і Одеського гідрометеорологічного інституту;

розробка організаційних структур і комплексної системи правових і економічних механізмів з метою становлення і розвитку мережі організацій підготовки кадрів;

створення на базі вищих навчальних закладів Міністерства освіти України та інститутів Національної академії наук України морських технопарків на рівні міжнародних вимог;

складання комплексного всеосяжного плану випуску довідкової, наукової, науково-технічної, учбової і науково-популярної літератури, включаючи періодичні видання, в першу чергу українською мовою, для задоволення інформаційних потреб студентів і фахівців різних галузей морегосподарського комплексу;

визначення складу і структури науково-дослідного флоту з урахуванням потреб науки, національного морського господарства та реальних економічних можливостей;

інвентаризація науково-дослідного флоту і визначення здатності суден за своїм технічним станом, оснащенням, енергоспоживанням забезпечити реалізацію необхідних наукових (пошукових, експедиційних тощо) і практичних завдань;

впровадження механізму вибіркової державної підтримки науково-дослідного флоту, організація комплексних морських експедицій, в яких протягом одного рейсу на одному судні проводяться дослідження і роботи, різні за профілем та напрямками;

правова регламентація використання ЦДС з комерційною метою і як наслідок - використання частини прибутку від їх комерційної діяльності, а також коштів, одержаних від продажу виведених з експлуатації ЦДС, на реалізацію програми відновлення і модернізації науково-дослідного флоту України.

Міжнародне співробітництво у сфері морської діяльності має розвиватися, виходячи із загальної стратегії входження національної економіки в світове господарство, утвердження України як морської держави. Необхідно забезпечити всебічне використання потенціалу і можливостей національного морського господарства України у структурах Чорноморського економічного співробітництва. Тактика міжнародного співробітництва повинна бути спрямована на ефективне використання просторів і природних ресурсів Світового океану та національних інтересах України. Для досягнення поставленої мети треба широко використовувати багатосторонні і двосторонні міжнародні угоди, укладені Україною з питань морського судноплавства, рибальства, проведення морських наукових досліджень, охорони і захисту морського середовища тощо. До того ж має бути використана практика неухильного виконання зобов'язань, що взяла на себе Україна, згідно з укладеними міжнародними угодами і створення необхідних для цього механізмів. Всі ці дії повинні супроводжуватися такими заходами:

розширенням договірно-правових відносин з державами світу у сфері використання просторів і природних ресурсів Світового океану з метою залучення іноземних інвестицій до морегосподарського комплексу України;

проведенням науковими організаціями і закладами України комплексних морських наукових досліджень у Чорному і Азовському мо-

рях та інших районах Світового океану і створенням сприятливих умов для участі українських вчених у морських наукових дослідженнях, що виконуються в рамках міжнародних організацій і відповідають інтересам України;

реалізацією державних програм розвитку приморських регіонів на основі спільного використання можливостей держави і регіонів, а також залучення іноземних інвестицій для здійснення необхідних структурних змін в економіці приморських регіонів, створення сприятливих умов для розвитку приморських зон відкритої економіки і спільного підприємництва;

розробкою правових і організаційно-економічних механізмів забезпечення ефективної і безпечної діяльності в тих районах, які функціонують за межами юрисдикції України (робота промислового і транспортного флоту у відкритих районах Світового океану, діяльність України в Антарктиці, а також реалізація економічних і політичних інтересів України з використання корисних копалин на дні відкритих морів Світового океану);

формуванням національної правової системи регулювання морегосподарської діяльності, забезпеченням її відповідності нормам міжнародного права як основи регулювання міждержавних відносин і міжнародного співробітництва у цій сфері, створенням правового механізму регламентації морегосподарської діяльності в береговій зоні Чорного і Азовського морів, включаючи правові основи використання національного узбережжя, видобуток корисних копалин на шельфі України, промисел риби у виключній (морській) економічній зоні, судноплавство, використання рекреаційного потенціалу і охорони довкілля;

реалізацією принципів і норм міжнародного права, у тому числі правил, що визначають правовий статус і режим морського простору, норм і стандартів регулювання морегосподарської діяльності в Чорному і Азовському морях;

розвитком міжнародного співробітництва в різних сферах морегосподарської діяльності, вирішенням міжнародних екологічних проблем Чорного і Азовського морів;

розробкою і створенням системи державного технічного спостереження та класифікації морських та річкових суден - Регістру України, забезпеченням постійного обліку всіх суден, які плавають під державним прапором України, і виданням Регістрової книги, що постійно має оновлюватися.

Слід також забезпечити державне регулювання атестації і дипломування фахівців плавскладу флоту України відповідно до міжнародних вимог.

Ситуація, що склалася у морському господарстві країни, потребує невідкладного проведення організаційних і правових заходів, які мог-

ли б забезпечити ефективне державне регулювання національного морського господарства і координацію діяльності морегосподарських галузей. У системі органів державної влади необхідно створити і впровадити механізм реалізації морської політики, за допомогою якого здійснювалася б підготовка законодавчих актів та інших нормативних документів, що регламентують морську діяльність, розроблялись і виконувались б державні програми розвитку морегосподарського комплексу, узгоджено вирішувались економічні, соціальні, науково-технічні та інші питання у цій сфері. Морська політика, як зазначалося раніше, повинна реалізуватися на основі програмно-цільового підходу і при цьому передбачати таке:

формування організаційних структур, використання методів і способів державного регулювання, здатних забезпечити дієвість морської політики, її спрямованість, на ефективний цілісний розвиток національного морського господарства; забезпечення державної підтримки у проведінні комплексних наукових досліджень, проектно-пошукових та інженерно-технічних робіт, морських експедицій; координацію діяльності органів державної виконавчої влади, підприємств і організацій, науково-дослідних установ, пов'язаної з дослідженням і використанням морських ресурсів;

розробку і виконання національних, державних, регіональних, галузевих цільових комплексних програм розвитку морегосподарського комплексу і його складових як механізму реалізації державної стратегії у сфері морегосподарської діяльності і морського природокористування;

розробку і створення правових, економічних, технологічних, адміністративно-організаційних та кадрових умов цілеспрямованого, збалансованого розвитку морегосподарського комплексу; забезпечення поглиблення наукових досліджень з питань морегосподарського комплексу шляхом концентрації і об'єднання зусиль провідних наукових закладів та організацій України; пристосування у ході виконання цих програм методів і способів мобілізації виробничих структур морегосподарської діяльності для вирішення головних завдань розвитку народного господарства і науково-технічної сфери, зміцнення обороноздатності держави; вирішення завдань практичного характеру, зокрема ресурсного забезпечення національної економіки, інтеграції морського господарства України, підвищення його еколого-економічної ефективності;

розширення кола конкретних завдань розвитку морегосподарського комплексу, здійснення функцій з формування національної системи навігаційно-гідрографічного забезпечення мореплавства та контролю за їх виконанням, впровадження системи комплексної ути-

лізації списаних суден і кораблів на основі її регулювання, координації і контролю за нею на державному рівні;

реалізацію державної політики освоєння Антарктиди - важливого напрямку утвердження України у світовому товаристві, розробку і виконання програм наукових, пошукових і рибпромислових робіт в Антарктиці, забезпечення діяльності постійно діючої української антарктичної станції, участь вчених України в антарктичних експедиціях та інших міжнародних програмах;

створення передумов докорінної зміни національного морського господарства на основі формування на рівні держави механізмів, які дали б змогу подолати відомчу відокремленість галузей морегосподарського комплексу.

У період становлення держави необхідно мати чітку визначеність основних пріоритетів його внутрішньої і зовнішньої політики. Важливе місце в цьому процесі, враховуючи географічне положення України і широку можливість її безпосереднього транспортного сполучення з прибережними державами земної кулі, посідає морська політика. Як за формою, так і за змістом вона істотно відрізняється від тієї, яка проводилася за часів колишньої УРСР. По суті, морська політика незалежної України повинна стати найважливішим інструментом оздоровлення економіки країни, увібрати всі позитивні особливості та переваги вільного ринку, що контролюється державою.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Циргоффер А. Атлантический океан и его моря. - М.: Гидрометеоздат, 1975. - С. 106.
2. Степанов В.Н., Андреев В.Н. Черное море: ресурсы и проблемы. - Л.: Гидрометеоздат, 1981. - С. 16.
3. Гурнак В.М., Ефремов В.С. До питання про розвиток і приватизацію підприємств морського транспорту України // Економіка України. - 1992. - №1. - С. 23.
4. Краев В.И., Пантин А.А. Экономика морского транспорта. - М.: Транспорт, - 1990. - С. 35.
5. Громов Н.Н., Персианов В.А. Управление на транспорте. - М.: Транспорт, - 1990. - С. 18.
6. Морехозяйственный комплекс Украины как фактор интеграции ее в мировую экономическую систему (по материалам докладов на 11 Международном конгрессе украинских экономистов). - Одесса, 1995. - С. 48.

## ПОЛИТИКА РЕНОВАЦИИ И ОБНОВЛЕНИЯ ФЛОТА В УКРАИНСКОМ ДУНАЙСКОМ ПАРОХОДСТВЕ

Сегодня Украинское Дунайское пароходство переживает не лучшие времена в своей производственной деятельности. Дают о себе знать распад Союза, эмбарго против Югославии, из-за которого грузопоток сократился в 2 - 2,5 раза, последствия войны на Балканах, из-за которой только прямые убытки компании составили более 50 миллионов ам. долларов. Балканская война разделила речной флот компании на две части, одна из которых работает выше разрушенных мостов, а вторая ниже.

Флот Украинского Дунайского пароходства на сегодняшний день состоит из 44 морских судов грузоподъемностью от 2 до 5 тысяч тонн для перевозки генеральных грузов и контейнеров, 78 речных буксиров и буксиров-толкачей, 19 сухогрузных речных теплоходов, 134 сухогрузных несамоходных речных барж, 137 секций, 273 лихтеров, 25 речных несамоходных наливных судов, 17 секций СЛ и 13 пассажирских судов. Средний возраст морского флота составляет 23 года, а по сериям судов:

типа «Росток» -	23 года;
типа «Кишинев» -	27 лет;
типа «Ю. Партизан» -	22 года;
типа «Сосновка» -	26 лет;
типа «Г. Агафонов» -	15 лет;
типа «Измаил» -	9 лет.

Возраст пассажирского флота:

морское круизное судно «Карина» -	23 года;
речные круизные суда типа «Амур» -	39 лет;
речные круизные суда типа «Днепр» -	27 лет;
речные круизные суда типа «Украина» -	20 лет.

Средний возраст речных буксиров и буксиров-толкачей составляет 33 года, сухогрузных самоходных судов - 17 лет, несамоходных речных сухогрузных барж - 27 лет, секций - 24 года, нефтеналивных судов - 25 лет и лихтерного парка - 19 лет. Для последних 10 - 13 лет характерно интенсивное старение флота, поэтому администрацией компании, с разрешения ГДМРТУ, Минтранса и Фонда Госимущества было принято решение о реализации части флота, отработавшего свой

нормативный срок и приносящего из-за своей неконкурентоспособности убытки компании. Это суда типа «Гарту», «Новый Донбасс», «А. Довженко». Из-за развала лихтеровозной системы, также было принято решение о реализации лихтеровозов. Все средства от реализации пошли на погашение кредитов на постройку судов типа «Измаил» и на реновацию судов типа «Кишинев» и «Росток». Также пароходство ставит вопрос перед Минтрансом и правительством о строительстве нового, конкурентоспособного на международном рынке, флота в количестве 10 - 12 судов дедвейтом 4 - 4,5 тысяч тонн.

До сегодняшнего дня проблема обновления флота лишь частично решалась нами реновацией судов типа «Кишинев» и увеличением их грузоподъемности на 450 тонн, реновацией судов типа «Росток», увеличением грузоподъемности судов типа «Измаил», за которые приходится расплачиваться со средств, получаемых от собственной коммерческой деятельности, переоборудованием секций в баржи РО-РО для перевозки автотранспорта, строительства танкеров CLT, а также путем стыковки двух лихтеров. Эта работа будет продолжаться и дальше на Килийском заводе, но пароходству не хватает собственных средств.

Конечно, мы понимаем, что этого недостаточно для того, чтобы успешно работать и конкурировать на мировом рынке. Реновационный ремонт судов типа «Кишинев» на класс ISS обходится примерно в один миллион долларов США. Такой ремонт нами выполнен на четырех судах. Однако грузовладельцы не желают брать во внимание проведенную реновацию и считают возраст судна с момента постройки и, как правило, снижают тайм-чартерную ставку, повышая уровень страховых платежей, чем создают отрицательную ситуацию окупаемости проведения таких работ. Даже если пароходство изыщет средства на реновацию судов типа «Росток», потеря морского флота пароходством до 2002 - 2003 года составит 75 %. Останутся только два типа судов - «Г. Агафонов» 17 - 18 лет и суда типа «Измаил» 9 - 10 лет. Вот почему пароходство многие годы на самых высоких уровнях ставит вопрос о строительстве 10 - 12 морских судов дедвейтом 4000 - 4500 тонн. По заданию правительства пароходством разработан план экономической стабилизации предприятия до 2005 года. В него вошли все предложения, как по строительству нового флота, так и по строительству канала Дунай - Черное море.

В результате переговоров и обращений в Минтранс, Минэкономики, Кабмин и к Президенту Украины, были получены положительные резолюции об изыскании средств и включении в планы верфей Украины строительства судов для Украинского Дунайского пароходства,



однако эти планы пока не реализуются.

В настоящее время с целью снижения стоимости строительства флота прорабатывается проект судна, которое планируется строить по частям: цилиндрическая и носовая часть - на Киевском судостроительно-судоремонтном заводе, а надстройка и насыщение всего оборудования - на Николаевском. Стыковку можно осуществить на Измаильском или Николаевском заводе. Это предлагается с целью загрузки судоремонтных заводов Придунавья и привлечения к данной работе специалистов парокходства и БТОФ.

Несмотря на тяжелое финансовое положение парокходства, изысканы средства для установки на всех морских судах системы ГМССБ, а также закуплен и введен в действие тренажер для обучения специалистов по ГМССБ. В это же время менялась и структура управления парокходством. Первым этапом совершенствования структуры стала сертификация парокходства по системе безопасности управления (СУБ) в соответствии с требованиями главы IX Конвенции СОЛАС-74 и стандарта ISO-2002. Продолжается сертификация судов парокходства.

Голубев В.К., Бойко П.В., Шахтарин А.В.  
Агентство по контр. ... подготовки и дипломир. моряков - ОГМА

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ И ДИПЛОМИРОВАНИЯ МОРЯКОВ

Фундаментальные основы классической системы образования и подготовки высококвалифицированных специалистов, материальная и научно-методическая базы морских и речных учебных заведений, сформированные на протяжении прошлых десятилетий исторического пути Украины к независимости, явились значимыми предпосылками становления национальной системы подготовки и дипломирования моряков.

Комплекс правовых и организационных мер со стороны представительных и исполнительных органов власти, направленный на скорейшее развитие морской отрасли, наряду с реформированием системы образования, позволил за короткий срок создать и обеспечить эффективное функционирование национальной системы подготовки и дипломирования моряков Украины.

Сегодня подготовка специалистов для судов морского, речного флота и разработки шельфа ведется в двенадцати учебных заведениях, включающих в себя два университета и колледжа, две академии, мореходное училище и школу, четыре высших профессиональных училища, и семи учебно-тренажерных центрах.

Для разработки научно-методической базы, учебников и учебных пособий, выполнения ряда других функций в общей системе морского образования создана и работает Научно-методическая комиссия по направлению образования «Судовождение и энергетика судов» при Министерстве образования Украины. С 1998 года выполнение контрольно-организационных функций подготовки и дипломирования моряков Министерством транспорта возложено на Агентство по контролю за осуществлением подготовки и дипломирования моряков, учрежденного на правах самостоятельного структурного подразделения Государственного департамента морского и речного транспорта Украины, и впоследствии переподчиненного Государственной инспекции безопасности мореплавания Украины, а к настоящему времени Государственной Администрации морского и речного транспорта Украины.

Признавая, что эффективность процесса отбора, подготовки и дипломирования может быть оценена только на основании навыков, умения и компетенции, которые демонстрируют моряки во время их

работы на судне, главной задачей Агентства стало объединение усилий учебных заведений Министерства образования и учебно-тренажерных центров, судоходных и круизных компаний, других учреждений и организаций Министерства транспорта Украины на анализе и развитии отдельных элементов системы и ее совершенствовании в целом.

Взаимное представительство вышеназванных органов в период заседаний Координационного совета Укрморречфлота, Ученого совета Одесской государственной морской академии, работа межотраслевых семинаров-совещаний обеспечивают их функциональную связь в структуре национальной системы подготовки и дипломирования моряков.

В связи с ратификацией Украиной Международной конвенции о стандартах подготовки и дипломирования моряков и несении вахты (ПДНВ-78/95) возникла необходимость коренного пересмотра основных подходов к организации управлением национальной системой подготовки и дипломирования моряков.

В настоящее время Государственная администрация морского и речного транспорта Украины совместно с Госфлотинспекцией Украины и Агентством строит свою деятельность по приведению в соответствие с современными Международными требованиями на основе рекомендаций ИМО национальных стандартов качества подготовки и дипломирования плавсостава, путем реализации комплекса организационных, нормативно-правовых и научно-методических мер, направленных на совершенствование национальной системы подготовки и дипломирования плавсостава морских и речных судов, разработке и внедрению системы государственного контроля за поддержанием на должном уровне таких стандартов, а также совершенствования правового механизма его осуществления.

Ведется кропотливая работа по доработке национальных документов, представленных в ИМО, согласно положений переходного периода Конвенции ПДНВ-78/95.

Деятельность Агентства способствует и помогает развитию сети учреждений, готовящих плавсостав. Созданы и совершенствуется базовый центр в г. Одессе и региональные в городах Измаиле, Мариуполе, Киеве, Севастополе, Херсоне, Николаеве, что создает удобства морякам при прохождении подготовки, переподготовки и повышении квалификации. Все это говорит о том, что, несмотря на экономические сложности в государстве, морской отрасли удалось и удастся создавать современную и признанную на международном уровне учебную и тренажерную базу для моряков.

В соответствии с Кодексом торгового мореплавания (КТМ) Гос-

флотинспекция Украины совместно с Агентством организовали и управляют работой Государственных квалификационных комиссий по дипломированию моряков, разработаны и утверждены "Положение о постоянно действующих квалификационных комиссиях", порядок их работы и методика прохождения проверки компетентности.

В Украине в этот период проходит реформа системы образования в соответствии с Законом "Про освіту" и постановлениями Кабинета Министров Украины "Об утверждении Положения про образовательные-квалификационные уровни - ступенчатую систему" и "О разработке государственных стандартов высшего образования", поэтому приходится учитывать и эти особенности в нашем государстве. Заканчивается согласование в установленном порядке национальных документов по дипломированию плавсостава - Положение о дипломировании плавсостава морских и морских рыболовных судов, Положение о званиях лиц командного состава морских судов и порядок их присвоения Гайденс (руководящий документ) для судоходных компаний, портов, учебных заведений и центров, по выполнению требований Конвенции ПДНВ-78/95.

## ЗАМЕНА ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИХ ХЛАДАГЕНТОВ В СУДОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ

В соответствии с Монреальским протоколом (сентябрь 1987 г.) Лондонской (1990 г.) и Копенгагенской (1992 г.) поправками к нему страны, которые его ратифицировали, обязаны с 1 января 1996 г. прекратить производство, а с 01.01.97 - применение хладагента R-12 (дифтордихлорметана) в холодильных установках как озоноразрушающего вещества (ОРВ).

Украина ратифицировала Монреальский протокол 20 сентября 1988 г. и постановлением Кабинета Министров № 1274 от 17 октября 1996 г. утвердила "Программу прекращения в Украине производства и использования ОРВ".

В Одесской государственной морской академии творческим коллективом секции судовых холодильных установок и их технической эксплуатации проведены разработки по замене (ретрофиту) хладагента R-12 на альтернативные хладагенты R-134А, СУВА МР39 (R40-В), СУВА МР66 (R40-1В), применение которых подтверждено в 1995 г. Главным Управлением морского Регистра судоходства (г. С.-Петербург). При этом замены оборудования не требуется.

К услугам заказчиков работы имеются следующие документы: Программа Кабмина Украины; письмо (разрешение) ГУМРС на применение альтернативных хладагентов; термодинамические расчеты по ретрофиту хладагентов; заключение независимого эксперта; инструкция по эксплуатации СХУ на альтернативном хладагенте.

Срок выполнения работ по любой холодильной установке - 2 ... 4 дня. Стоимость работ (без учёта налогов, командировочных и стоимости хладагента и масла) - 2400 ... 2800 у.е. в зависимости от технического состояния СХУ.

Бригада для выполнения работ в портах Украины состоит из 3 - 4 чел. При выполнении работ в иностранных портах - 1 ...2 чел. Заказчик поставляет хладагент и масло и материал фильтра-осушителя, а также необходимые запасные детали, если это необходимо.

С 16 октября по 16 ноября 1998 г. впервые в Украине на теплоходе "Александр Матросов" пять компрессорно-конденсаторных агрегатов переведены на альтернативный озонобезопасный хладагент. Параметры работы СХУ и в охлаждаемых объектах соответствуют нормам и совпадают с расчётными.

Богачева Т.Б., Вирский Б.Н., Гайдачук В.Е.,  
Люшнин В.П., Мирзабейли В.А, Морозова Н.Ф.  
Гос. аэрокосмич. универ. «ХАИ» - ЗАО «Национальн. транспортн. системь»

## КОНТЕЙНЕРНО-ПАКЕТНАЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ

Контейнерно-пакетная транспортно-технологическая система (КП ТТС) была разработана Минморфлотом, Харьковским авиационным институтом, Дальневосточным высшим инженерно-морским училищем при участии Северо-Восточного главного территориального управления Госснаба бывшего СССР и внедрена на перевозках в Дальневосточном бассейне.

КП ТТС - система перевозки крупнотоннажных контейнеров с грузами, сформированными в пакеты, на большегрузных поддонах грузоподъемностью 4,5 ... 18 т, перегружаемых транспортными устройствами на воздушной подушке (ТУВП) как со снятием контейнера с автоконтейнеровоза, так и без снятия.

Система включает в себя:  
крупнотоннажные контейнеры;  
площадки или рампы для перегрузки пакетов в/из контейнер/ов;  
ТУВП, как средство перегрузки пакетов;  
поддоны;  
средства крепления пакетов на поддоне и в контейнере;  
транспортные средства для перевозки контейнеров и необходимое перегрузочное оборудоване, входящие в ныне действующую систему.

*Крупнотоннажные контейнеры.*

Используются 20-футовые контейнеры международного стандарта, в том числе изготавливаемые Ильичевским СРЗ (Украина) и Абаканским ЗПК (Россия), имеющие гладкие и воздухонепроницаемые полы.

*Площадки и рампы.*

Перегрузка пакетов производится на специально оборудованных площадках (вариант со снятием контейнера с автоконтейнеровоза) или рампах (без снятия). Поверхность площадки (рампы) должна быть: воздухонепроницаемой и гладкой; снабжена поворотным устройством для раздачи сжатого воздуха; совпадать с уровнем пола устанавливаемого контейнера. Образующийся зазор между площадкой (рампой) и контейнером перекрывается воздухонепроницаемым мостиком.

Авторские права защищены на: устройство поворота полуприцепа контейнеровоза при установке контейнера в требуемом месте рампы;

устройство с гравитационной загрузкой контейнера, использующее наклон поверхности в сторону движения пакета; устройство для установки и фиксации контейнера при перегрузке под заданным наклоном; систему для завода пакета на ТУВП в контейнер по заданной траектории.

#### *ТУВП.*

ТУВП представляет собой устройство, соответствующее грузоподъемности используемого поддона, с опорными органами - модулями на воздушной подушке, соединенными системой воздухопроводов. Принцип работы заключается в создании области повышенного давления воздуха между модулем и опорной поверхностью. За счет избыточного давления модуль (устройство) поднимается над полом. Между модулем и опорной поверхностью образуется тонкий зазор, через который воздух истекает наружу.

ТУВП могут быть выполнены в нескольких вариантах: специальные конструкции для различных грузоподъемностей (рис.1), конструкции, набирающиеся из отдельных модулей (рис. 2).



Рис. 1. Вывод специального устройства ТУВП 55 из-под поддона (Находка, 1983 г.)



Рис. 2. Модульное ТУВП 55 перед сформированным пакетом (Москва, 1989 г.)

В устройствах может использоваться регулировка подачи сжатого воздуха в каждый модуль с воздушной подушкой, так как для успешной эксплуатации немаловажное значение имеет центровка груза. Наличие пневмоподъемника позволяет увеличить высоту подъема устройства и перевозить грузы по волнистой поверхности. Автоматическое регулирование подачи сжатого воздуха применяется для экономии энергозатрат, для этих же целей предусмотрен клапан предельного раздувания пневмоподъемника. Для предотвращения соударения ТУВП с препятствием в ограниченном пространстве предусмотрено устройство торможения.

Разработан типоразмерный ряд ТУВП с различной грузоподъемностью для обработки 20-футовых контейнеров [1] (табл. 1).

ТУВП могут быть ручными, самоходными с приводом или выполнены в виде приставки к маломощным погрузчикам. Электродистанционное управление позволяет процесс перегрузки легко роботизировать.

#### *Поддоны.*

Поддоны позволяют перевозить грузы широкой номенклатуры, включая все пакеты стандарта ИСО, а также длинномерные, крупногабаритные, соответствующие внутренним размерам 20-футового контейнера массой до 18 т. Поддон однонастильный, трехпорный, двухзаходный. Разработан типоразмерный ряд для поддонов (табл. 2).

На поддоне предусмотрены места для крепления пакетов.



Таблица 1

## Технические характеристики типоразмерного ряда ТУВП

Характеристика	ТУВП 55	ТУВП 110	ТУВП 220
Грузоподъемность, кН	55	110	220
Количество рядов грузонесущих элементов, шт.	2	2	2
Максимальная ширина грузонесущего ряда элементов, мм	800	800	800
Количество опор на воздушной подушке, шт.	4	8	16
Высота грузонесущей части ТУВП: в рабочем состоянии (min), мм	130	130	130
в нерабочем состоянии (max), мм	80	80	80
Давление в зоне воздушной подушки, МПа (избыточное)	0,05	0,05	0,05
Давление источника питания, МПа	0,6	0,6	0,6
Потребный расход воздуха (при эксплуатации на рампе, зашитой стальным листом), м <sup>3</sup> /мин	5,5	10	20
Максимально допустимая длина воздухоподводящего рукава, м	10	14	20
Усилие транспортировки по горизонтальной поверхности, Н	300	600	1200
Наличие привода	-	+	+
Преодолеваемые неровности опорной поверхности не более, мм	5	5	5
Время загрузки контейнера, мин	10	8	5
Собственная масса ТУВП, кг	60	100	130

Таблица 2

## Типоразмерный ряд для поддонов

Количество поддонов в контейнере, шт.	4	3	2	1
Размеры в плане, мм	2200x1450	2200x1930	2200x2900	2200x5800
Грузоподъемность, т	4,5	6	9	18
Соответствующее ТУВП	ТУВП55	не разрабатывалось	ТУВП110	ТУВП220

*Средства крепления пакетов на поддоне и в контейнере.*

Универсальным средством крепления грузов в контейнере являются резинотканевые воздухопроницаемые мешки (рис. 3), надув которых осуществляется от источника сжатого воздуха. Крепление грузов на поддонах возможно металлической или синтетической лентой, а также мягкими сетками или металлическими сетчатыми ограждениями.

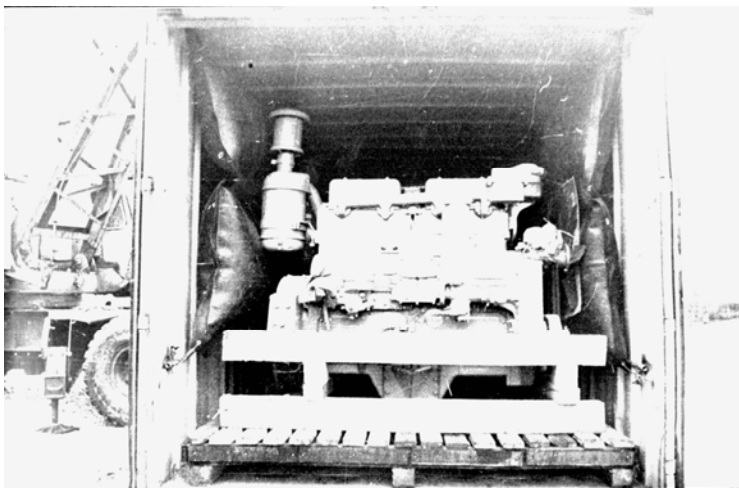


Рис. 3. Пакет, раскрепленный в контейнере надувными мешками (Магадан, 1985 г.)

Внедрение КП ТТС в 1985 г. дало экономический эффект от перевозки 14 тыс. т грузов 750 тыс. руб [2].

Система позволяет: повысить производительность труда на перегрузочных работах и улучшить его качество; ускорить оборачиваемость контейнеров; исключить использование последних в качестве временных складов; расширить номенклатуру контейнеропригодных грузов. Имеют место низкая стоимость капитальных и эксплуатационных расходов, а также простота и доступность изготовления всех элементов КП ТТС.

Разработанная система защищена 20 авторскими свидетельствами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование и разработка ряда транспортных устройств на воздушной подушке: Комплексы для загрузки-разгрузки крупнотоннажных контейнеров с использованием транспортных средств на воздушной подушке. //Отчет (заключительный), - Харьков: ХАИ. - №ГР01870088966, инв. № 029.10.00560, -1990. - 58 с.

2. Новая контейнерно-пакетная транспортно-технологическая система: Проспект. - М.: В/О «Мортехинформреклама», 1985. - 7 с.

## СТРУКТУРНАЯ ОЦЕНКА РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ

Ремонтопригодность, являясь одной из основных составляющих надежности, занимает особое место в оценке конструкций машин в том числе и морского транспорта. Приспособленность изделий к ремонту играет важную роль при ведении разборочно-сборочных работ и, к сожалению, не полностью учитывается при разработке техники. Не достаточно определены критерии оценки ремонтпригодности, а общепринятые из них не полностью характеризуют уровень адаптации той или иной конструкции к ведению ремонтных работ.

Оценка ремонтпригодности изделия может быть осуществлена путем анализа его структуры и выявления основных взаимосвязей между отдельными элементами. Особенно это приемлемо в случаях, когда во всем комплексе выполняемых ремонтных работ, сборочно-разборочные занимают существенный удельный вес.

Последовательность операций, связанных с разборкой-сборкой удобно представить в виде соответствующего графа состояний. Построение графа подчинено необходимости как можно более полно охарактеризовать доступность проведения ремонтных операций. При этом вершины графа фиксируют непосредственно выполняемые работы, а связи между ними в виде направленных отрезков указывают на последовательность проведения ремонтных операций. Начало работ обозначается нулевой вершиной от которой получают развитие весь граф. Последующие вершины обозначаются соответствующими цифрами, которые показывают последовательность ремонтных операций. Пример графа доступа показан на рис.

Если каждое ребро графа, связывающие вершины, принять за некоторый фиксированный шаг  $\Delta$ , то расстояние между вершинами может быть представлена как некоторый ремонтный путь

$$h = n_i \cdot \Delta,$$

где  $n_i$  – количество шагов от нулевой вершины до  $i$ -й операции.

Чем больше будет это расстояние, тем более затруднителен доступ к необходимой детали или узлу.

Поскольку выполнение работ связано с трудоемкостью, то целесообразно для их характеристики ввести условную оценку в виде некоторого показателя  $q_i$ . Он определяет степень связи данной вершины

графа с сопряженными узлами и деталями. Чем больше величина показателя, тем совершеннее конструкция с позиции ремонтпригодности.

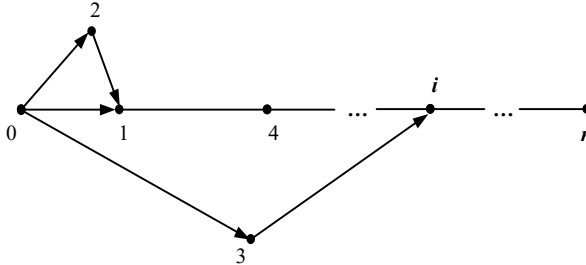


Рис. Граф доступа выполнения ремонтных операций

Обобщая влияние ремонтного пути и показателя связи ремонтной работы с сопряженными деталями и узлами, доступность ведения разборочно-сборочных работ целесообразно определить обобщенной характеристикой в виде некоторой величины

$$D = \frac{q_i}{h} = \frac{q_i}{n_i \Delta}.$$

Очевидно, что показатель  $D$  увеличивается с ростом числителя и уменьшением знаменателя и наоборот – уменьшается, если числитель убывает, а знаменатель растет. Такая взаимосвязь делает показатель чувствительным к определяющим его компонентам. Он может быть эффективно использован совместно с графом доступа для количественной оценки структурной ремонтпригодности технических устройств, включая и морской транспорт.

## МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

На флоте преимущественно используются дизельные установки, высокая топливная экономичность которых достигается благодаря повышенной экономичности главных дизелей, эффективный КПД которых превышает 50 %, глубокой утилизации тепла и совершенствования эксплуатационных технико-экономических качеств судовой энергетической установки. Наряду с оборудованием судов высокоэкономичными энергетическими установками, необходимо в эксплуатации обеспечивать топливную экономичность судового энергетического комплекса, его надежность и безопасность.

Очевидно, если принять за базовые показатели оценки эксплуатационных технико-экономических качеств судовой энергетической установки (СЭУ), подсчитанные по параметрам и режимным показателям, полученным при приемо-сдаточных или паспортных нормировочных испытаниях, то в процессе эксплуатации судна режимные показатели в значительной мере изменяются, существенно влияя на надежность, долговечность и экономичность ее эксплуатации. Изменение эксплуатационных технико-экономических качеств СЭУ вызвано изменением технического состояния элементов судового комплекса, параметров окружающей среды, и, в конечном счете, режима расхода теплоэнергетических ресурсов на судне. Следовательно, по эффективности использования теплоэнергетических ресурсов на судне можно судить об эксплуатационных технико-экономических качествах СЭУ. Для этого необходимы инженерные критерии и методика, позволяющие оценивать эксплуатационные технико-экономические качества СЭУ с учетом режима ее работы и факторов, влияющих на ее эксплуатацию.

Некоторые показатели оценки качества судового гидромеханического комплекса разработаны на базе адмиралтейского коэффициента, который сам принимается за показатель его технической эффективности.

В зарубежной практике судовладельцы широко используют так называемый «топливный коэффициент».

При выборе экономичной скорости за основной критерий экономичности принимают путевой расход топлива.

Оценка эксплуатационных технико-экономических качеств судовой энергетической установки обычно производится по значительному количеству разнообразных абсолютных и относительных показателей: энергетических - индикаторной, эффективной, подведенной к гребному винту и движущей мощностям, адмиралтейскому коэффи-

циенту, или коэффициенту гидромеханического качества; экономических - путевому расходу топлива, топливному коэффициенту, коэффициенту режима движения судна, удельному расходу топлива на судовой гидромеханический комплекс и коэффициенту удельной транспортной производительности.

Обобщенным показателем качества судового гидромеханического комплекса принят его КПД

$$\eta_{ск} = \eta_i \eta_m \eta_n \eta_6 \eta_p \eta_k = \eta_e \eta_{en} \eta_{np}, \quad (2)$$

где  $\eta_i, \eta_m, \eta_n, \eta_6, \eta_p, \eta_k$  - соответственно индикаторный и механический КПД главного двигателя, КПД передачи, валопровода, гребного винта и коэффициент влияния корпуса;  $\eta_e \eta_{en} \eta_{np}$  - соответственно эффективный КПД главного двигателя, КПД валопровода и передачи, пропульсивный коэффициент.

Обобщенным показателем оценки качества судовой энергетической установки и судна в целом принимается энергетический КПД судовой энергетической установки

$$\eta_{cy} = \eta_{ск} x, \quad (3)$$

где  $x = \frac{B_{чг}}{B_{чy}} = \frac{1}{1+a}$  - относительный расход топлива,  $B_{чy}$  - часовой

расход топлива на всю судовую энергетическую установку, кг/ч;

$a = \frac{B_{чг} + B_{ча}}{B_{чг}}$  - относительный расход топлива на вспомогательные

нужды ( $B_{чг}$  - часовой расход топлива на вспомогательные двигатели,

$B_{ча}$  - часовой расход топлива на остальные судовые нужды).

Изменение эксплуатационных технико-экономических качеств оценивается относительными показателями, т.е. отношениями их абсолютной текущей величины к принятому базовому (эталонному) значению. Относительные показатели рассматриваются как величины нормирующих факторов, задание которых позволяет определить изменение как ее технического состояния - ресурсные показатели, так и уровня технического использования - эксплуатационные показатели.

Если базовую величину КПД гидромеханического комплекса  $\eta_{ско}$  при паспортной скорости хода судна, корпус которого хорошо окрашен, свободен от обрастания и не имеет повреждений, принять за оценку «хорошо», то для отдельных категорий оценок можно рекомендовать величины нормирующего фактора  $П_{ск}$ : оценка «хорошо»  $0,8 < П_{ск} \leq 1$ ; «удовлетворительно» -  $0,5 < П_{ск} \leq 0,8$ ; «ограниченно годное» -  $0,3 < П_{ск} \leq 0,4$ .

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СУДОВЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

В настоящее время все строящиеся суда мирового транспортного флота оснащаются бортовыми управляющими вычислительными машинами или микропроцессорными системами обработки информации.

В навигации микропроцессорные системы используются для: автоматической прокладки курса на основе данных лага и гирокомпаса; определения местоположения судна по сигналам искусственных спутников Земли или радионавигационных станций; решения задач удержания судна на заданном курсе с учётом дрейфа, течения и фактического волнения; предупреждения столкновения судов в условиях интенсивного движения и (или) плохой видимости; выполнения навигационных расчётов.

В управлении судовыми установками и механизмами микропроцессорные системы управления (МСУ) используют для контроля их работы и оптимизации режимов подачи топлива, воздуха, воды и смазочных материалов. Эти системы постоянно следят за состоянием процессов во всех основных устройствах энергетического комплекса, анализируют тенденции в изменении значений контролируемых величин, дают рекомендации относительно предупредительных действий или включают сигналы опасности, если какие-либо показатели рабочих процессов вышли за пределы допустимых значений.

МСУ находят широкое применение при автоматизации процессов контроля и управления судовыми техническими средствами. Наибольший эффект от внедрения микропроцессорных систем управления достигается в сложных судовых технических устройствах, в которых применение средств и методов цифровой обработки данных до появления микропроцессоров было нерентабельным. Относительно низкая стоимость, малые габаритные размеры и потребляемая мощность, высокая надёжность и исключительная гибкость в применении обеспечивают микропроцессорным системам большие преимущества по сравнению с другими средствами автоматизации.

Применение средств вычислительной техники в системах управления и контроля имеет ряд преимуществ, важнейшие из которых: возможность одновременного выполнения измерительных и вычислительных процедур; представление информации на экране дисплея в виде списков, диаграмм, гистограмм, мнемосхем и т.д.

Учитывая высокие эксплуатационные качества МСУ, можно по-новому организовать эксплуатацию технологического оборудования, управление режимами в нормальных условиях и аварийных ситуациях. Сигналы с датчиков на судовых технических средствах поступают на микропроцессорные блоки, с которых информация поступает на центральную ЭВМ, которая вырабатывает сигнал управления. Число параметров, контролируемых таким образом в пределах всей судовой энергетической установки, очень велико. Кроме этого, МСУ постоянно информирует о своей готовности, сигнализирует о неисправности и даёт рекомендации по её устранению аппаратным или программным способом.

Важнейшим преимуществом МСУ является высокая ремонтпригодность, в основе которой лежит блочное исполнение аппаратуры. Вышедший из строя блок заменяется без нарушения физической целостности коммуникационных цепей с помощью системных разъемов. Это значительно уменьшает время ремонта, вероятность внесения неисправностей персоналом при обслуживании, что особенно важно, когда количество эксплуатируемых систем управления растёт, а численность эксплуатационного персонала сокращается.

Основная масса эксплуатируемых судовых МСУ (FANM-S, SELMA-MARINE, GENA-S и др.) построены с использованием морально устаревших микропроцессоров Intel 8080, Intel 8086, Intel 8087. Современный рынок предлагает мощные микропроцессоры 80386, Intel-80486, Pentium, Pentium II или Pentium III производства Intel. По производительности такие микропроцессоры в десятки и сотни раз превосходят своих предшественников. Так, тактовая частота микропроцессора Intel 8086 равна 4,77 МГц, а микропроцессора Pentium III – 600 МГц, что примерно в 150 раз больше. Таким образом, использование мощных микропроцессоров вместо морально устаревших позволит существенно увеличить скорость работы системы, увеличить круг решаемых задач, упростить конфигурацию системы.

Следует отметить целесообразность применения в качестве управляющих элементов подсистем микроконтроллеров. Микроконтроллер представляет собой функционально завершённое однокристалльное изделие, объединяющее процессор, оперативную и постоянную память, а также ряд необходимых периферийных устройств. В качестве примера использования микроконтроллеров на флоте можно привести один из самых дорогих военных проектов США - атомную подводную лодку Seawolf SSN21 стоимостью свыше 1 млрд. долл. Боевое управление подсистемами лодки, способной погружаться на глубину до



610 м, двигаться в погруженном состоянии со скоростью 35 морских миль в час (почти 65 км/ч) и оснащенной атомным реактором мощностью 52 тыс. л. с., доверено распределенной вычислительной системе, содержащей свыше 70 микропроцессоров M68030 фирмы Motorola (максимальная тактовая частота которых не превышает 50 МГц). Фирма Motorola долгое время остаётся одним из ведущих производителей микропроцессоров и микроконтроллеров. Первый процессор этой фирмы M68000 за всю продолжительную историю (с 1979 г.) претерпел незначительные изменения и вместе с остальными представителями семейств Motorola 680x0, 683xx остается одним из самых популярных микропроцессоров для промышленных, военных и научных приложений. Это стимулируется как высокой надежностью и отработанностью конструкций, так и разумной ценовой политикой. Кроме того, исторически сложившееся разнообразие вычислительной техники на этих процессорах привело к формированию громадных «залежей» программного обеспечения. На процессорах семейства M680x0 были основаны персональные компьютеры Apple, Amiga, старшие модели Sinclair, рабочие станции Sun, Apollo, NeXT, что также упрощает применение этих «старичков» в разнообразной «умной» технике даже завтрашнего дня.

Перспективным направлением в развитии микропроцессорных систем управления является использование в качестве операционной системы какой-либо операционной системы реального времени (ОСРВ) – QNX, VxWorks, OS9, pSOS+ и др. На сегодняшний день операционная система (ОС) QNX охватывает 80 % рынка ОСРВ.

Основные принципы архитектуры QNX остались неизменными с момента создания ее коммерческого варианта в 1982 году. Она состоит из микроядра, окруженного группой взаимодействующих процессов, которые обеспечивают высокоуровневый сервис ОС. Производительность QNX значительно возросла, пройдя эволюционный путь от версии 1.00 до версии 3.15.

Ранее общая проблема создания всех ОСРВ заключалась в том, что каждая такая система снабжалась своим собственным уникальным интерфейсом. При отсутствии промышленного стандарта это было нормальным состоянием при жесткой конкуренции на рынке. С появлением стандарта POSIX 1003.4, разработчики ОСРВ получили ориентир для стремления к всеобщей совместимости.

В 1989 году была начата разработка версия QNX (4.0), отвечающей стандарту POSIX. Целью этого проекта было повышение производительности и гибкости, которые обеспечивали предыдущие поколения системы. Новая версия была выпущена в 1991 году.

Благодаря соответствию стандарту POSIX, пользователи QNX получили целый ряд преимуществ: совместимость исходных текстов прикладных программ, составленных в разных операционных системах; независимость от типа процессора; возможность сокращения штата разработчиков за счет того, что программисты, имеющие опыт работы в других POSIX-стандартных ОС, без особого труда могут работать в среде QNX.

Необходимость лучшей совместимости особенно актуальна для рынка ОСПВ, который отличается большим разнообразием используемых процессоров и операционных систем. Кроме того, дополнительная проблема при создании таких систем заключается в том, что многие разработчики большую часть программ пишут на языке ассемблера, пытаясь обеспечить лучшую производительность. Недостаток такого подхода очевиден: для переноса таких программ на другую аппаратную платформу требуется полная их переработка. Использование компилятора языка С фирмы Watcom в среде ОС QNX позволило пользователям составлять свои критичные к временным задержкам программы на языке высокого уровня без снижения производительности.

В настоящее время QNX версии 4.21 представляет собой гибридный 16/32 - битовой операционной системы, которую пользователь может конфигурировать по своему усмотрению. Время, необходимое для полной инсталляции системы, которая занимает на диске менее 7 Mb, составляет 15 - 20 минут, в зависимости от быстродействия компьютера.

Особенностью ОСПВ QNX является разнообразие графических интерфейсов: библиотека графических функций в составе пакета Watcom C; полнофункциональная оконная система QNX Windows, выполненная в соответствии со стандартом Open Look; графический интерфейс для ограниченной в ресурсах встраиваемой системы - Photon, поддерживающий стандарт Motif и требующий всего 256K оперативной памяти; X Window - графический стандарт для всех открытых систем; возможен запуск Microsoft Windows с помощью утилиты Rundos.

Благодаря своей модульной архитектуре QNX обладает чрезвычайной гибкостью при конфигурировании системы, поэтому она может использоваться и как среда разработки на мощных компьютерах, и как среда исполнения в миниатюрных встраиваемых системах. С точки зрения разработчика большое преимущество заключается в том, что разработку и отладку можно производить в той же среде, в которой будет функционировать готовая система. При желании в качестве кросс-среды можно использовать UNIX или DOS. Это свидетельствует о совместимости программных продуктов для этих систем на уровне исходных текстов.

Более чем 10-летняя проверка временем подтверждает жизнеспособность ОС QNX. Со времени первого появления QNX на рынке операционных систем она была использована во многих тысячах проектов. Наиболее яркими примерами ее использования является всемирно известная система учёта использования кредитных карточек VISA; система обработки видеоизображений фирмы Kodak; система управления ядерным реактором, разработанная приморским отделением канадской компании Atomic Energy of Canada Ltd.; система автоматизации добычи нефти и газа фирмы Техасо; система управления движением городского транспорта в городе Оттава - Карлетон (Канада).

Таким образом, представляется целесообразным применение в судовых МСУ дешевых быстродействующих микропроцессоров и специализированных микроконтроллеров, данные от которых должны обрабатываться центральной ЭВМ, оборудованной средствами связи с технологическими объектами. На центральной ЭВМ, в роли которой может использоваться персональная ЭВМ с мощным микропроцессором фирм Intel или AMD, должна быть установлена многозадачная ОСРВ или стандартная многозадачная ОС (Unix или Windows NT), имеющая специальные приложения реального времени.

## СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

В Приложении VI Международной конвенции по предотвращению загрязнений с судов МАРПОЛ 73/78 регламентированы нормы выбросов окислов азота и серы в выпускных газах судовых дизелей. Контроль выбросов окислов серы  $SO_x$  производится путем лабораторной проверки содержания серы в топливе. Содержание окислов азота  $NO_x$  в выпускных газах может быть значительно уменьшено путем соответствующей настройки топливной аппаратуры дизеля. Этот факт является одним из аргументов в пользу применения стационарных и переносных систем компьютерной диагностики рабочего процесса судовых дизелей в процессе их эксплуатации.

Разработанная совместно со специалистами кафедры СЭУ и ТЭ ОГМУ система компьютерной диагностики DEPAS дает инженерам, эксплуатирующим судовые главные и вспомогательные дизели, следующие возможности:

производить комплексную оценку технического состояния ЦПГ по среднему индикаторному давлению  $p_i$  в каждом цилиндре, индикаторной мощности  $N_i$ , максимальному давлению сжатия  $p_C$  в цилиндрах, максимальному давлению сгорания  $p_Z$  в цилиндрах, периоду задержки самовоспламенения топлива, скорости нарастания давления газов при сгорании и др.;

оценивать техническое состояние топливной аппаратуры с помощью анализа действительных и геометрических фаз топливоподачи;

давать оценку технического состояния механизма газораспределения с помощью анализа фаз газораспределения в динамике.

Параметры рабочего процесса дизеля определяются во время эксплуатации дизеля без принудительного изменения режима его работы.

На рисунке приведен пример отчета стационарной системы DEPAS по определению параметров рабочего процесса цилиндра №1 двухтактного дизеля 6ДКРН60/229-13 Брянского машиностроительного завода. При этом представлены: индикаторная диаграмма "А" и вибродиаграммы ТНВД "В", форсунки "С", крышки цилиндра вблизи выпускного клапана "D" и демпфера выпускного клапана "Е".

Точками на диаграмме обозначены:

точка, соответствующая моменту начала самовоспламенения топлива;

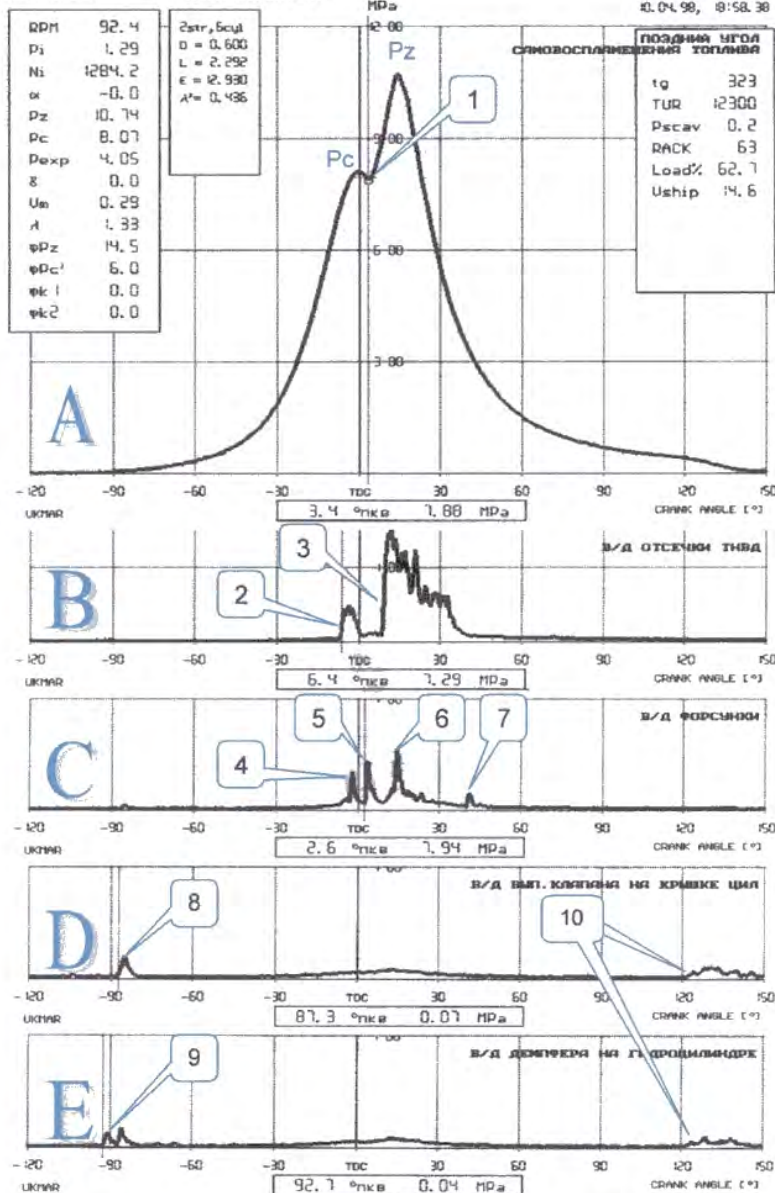


Рис.

геометрический угол опережения подачи топлива ТНВД (начало перекрытия плунжером отсечного окна);

отсечка топлива (открытие отсечного окна нижней кромкой плунжера ТНВД);

подъем клапана распылителя и прекращение циркуляции топлива (РТ=1,0 МПа);

подъем иглы форсунки (РТ =  $25,0 \pm 2$  МПа) - действительный угол начала впрыска топлива;

посадка иглы форсунки - действительный угол окончания впрыска топлива;

посадка клапана распылителя - начало циркуляции топлива;

угол полного закрытия выпускного клапана - посадка тарелки клапана на седло;

угол начала действия демпфера в конце хода выпускного клапана;

повышение уровня высокочастотного шума во время открытия выпускного клапана.

Проведенные работы по определению основных параметров рабочего процесса дизеля дают инженеру следующие возможности:

уменьшить расход топлива (за счет точной настройки топливной аппаратуры и механизма газораспределения) от 2,5 до 7 % в зависимости от исходного состояния дизеля;

уменьшить дымность выпускных газов;

увеличить моторесурс главной и вспомогательной силовых установок (за счет равномерного распределения мощности по цилиндрам и оптимизации температурного режима дизеля);

осуществить дефектацию элементов топливной аппаратуры (форсунки, ТНВД) и обосновать необходимость их ремонта или замены;

точно количественно оценить мощность дизельной силовой установки.

Использование систем DEPAS одобрено Российским речным регистром (письмо ЛИ16-/5 от 05.02.1999).

В настоящее время системы DEPAS установлены на судах ряда украинских и российских судоходных компаний (см. <http://www.paco.net/~depas>).

## ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В последнее десятилетие во всех странах мира в производстве судов, как малотоннажных, так и крупнотоннажных, широко используются полимерные композиционные материалы (ПКМ), эффективность применения которых теоретически обоснована и практически подтверждена опытом их эксплуатации [1 – 3].

В то же время производство таких конструкций сопряжено с необходимостью повышения требований техники безопасности и охраны труда (безопасности производственной жизнедеятельности) для участков и цехов, в которых реализуются технологические процессы подготовки армирующих материалов, связующего, а также формообразования, формования, механообработки и сборки изделий из ПКМ, так как для судовых конструкций широко используются стиролосодержащие полиэфирные смолы и другие компаунды, выделяющие вредные для здоровья операторов продукты [4].

Проблема безопасности жизнедеятельности в производстве судовых конструкций, как и других технических объектов из ПКМ, имеет два принципиальных взаимосвязанных аспекта [5]: защита оператора от вредных воздействий реализуемого технологического процесса (ТП) и разработка ТП, обеспечивающего допустимый уровень вредных факторов с учетом многолетней работы операторов с регламентированной длительностью производственного цикла.

Для кардинального решения проблемы в обоих ее аспектах необходима теоретически обоснованная и практически апробированная концепция самой оценки безопасности ТП уже на ранних стадиях подготовки производства [6].

Нормативные акты регламентируют предельно допустимые уровни или концентрации опасных факторов при действии их независимо друг от друга. На практике опасные факторы воздействуют на оператора комплексно и их суммарное действие может превосходить эффект последовательного воздействия каждого из них. Кроме того, экологическая экспертиза проекта в существующем виде осуществляется уже после завершения работы над проектом. В этом случае корректировка проекта по результатам экспертизы сопряжена с дополнитель-

ными техническими трудностями и затратами. Регламенты безопасности жизнедеятельности (БЖД) должны охватывать возможно более ранние стадии технологической подготовки производства (ТПП) и обладать системными признаками, нормализуемыми соответствующим математическим аппаратом.

Анализ опасных и вредных факторов, имеющих место при проведении технологических процессов (ТП), показывает, что все факторы, влияющие на БЖД по объекту, времени и пространству представляется целесообразным разделить на три группы: факторы, непосредственно влияющие на оператора, степень воздействия которых может накапливаться или релаксировать во времени – факторы инкубационного действия (ФИД); факторы мгновенного действия (ФМД), носящие случайный (вероятностный) характер, воздействие которых распространяется на оператора или локализовано пространством данного производства; факторы экологического воздействия (ФЭВ), как правило, непрямого действия, проявляющиеся вне оператора, вне данного производства, но являющиеся следствием реализации конкретного ТП на данном производстве.

ФИД воздействует на различные анализаторные системы организма. В то же время весь организм функционирует как единое целое и деление его на системы в соответствии с видами перерабатываемой информации, поступающей от воздействий окружающей среды и откликами на эти факторы, не информативно. Более оправданным является деление организма на ряд функциональных систем. Внутри этих систем имеют место саморегулирующиеся замкнутые цепи, имеющие собственную обратную связь. К таким системам относятся: центральная нервная система и органы восприятия ( $X$ ); сердечно-сосудистая и кровеносная системы ( $Y$ ); системы терморегуляции ( $Z$ ); система пищеварения ( $XZ$ ); выделительная система ( $XY$ ); система дыхания ( $YZ$ ). В математическом смысле эти системы как бы функционируют преимущественно в соответствующих плоскостях декартовой системы координат  $XYZ$ .

В основе БЖД лежит биологическая стабильность – способность организма к адекватному отклику на воздействия окружающей среды, обеспечивающая всем системам организма нормальное функционирование без паталогических изменений. Возникновение таких изменений в организме может рассматриваться как предел биологической стабильности.

Биологическая стабильность – понятие индивидуальное, зависящее от целого ряда факторов. Если рассматривать субъект как представи-



теля определенной группы, то можно ввести количественный средний уровень биологической стабильности. Тогда, абстрагируясь от всех видов жизнедеятельности кроме производственной, можно говорить о биологической стабильности оператора, связанной с реализацией конкретного технологического процесса.

Обоснованным техническим аналогом предела биологической стабильности представляется статический предел прочности анизотропного материала, все свойства которого зависят от направления приложения силового воздействия и его характера.

При принятии этой аналогии можно говорить об “анизотропии” - биологической стабильности при действии определенного фактора на оператора в процессе выполнения конкретных технологических операций. Развивая предложенную концепцию, можно говорить о биологической нагруженности организма тем или иным фактором. Тогда биологическая нагруженность идентифицируется с компонентами напряженного состояния, возникающего в конструкционном материале под воздействием силовых факторов.

Как известно, механика, на основе которой строится решение задач определения напряженно-деформированного состояния, базируется на трех основных законах: физическом законе; законе равновесия; законе сплошности. Реализуя установленную выше аналогию, соответствующие законы БЖД можно сформулировать следующим образом.

Закон взаимодействия организма с факторами окружающей среды (аналог физического закона); относительные отклики организма пропорциональны (адекватны) его сопротивляемости факторам окружающей среды

$$\varepsilon_{ik} = C_{iklm} \sigma_{lm}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_{ik}$  - относительные отклики организма;  $\sigma_{lm}$  - сопротивляемость организма факторам окружающей среды;  $C_{iklm}$  - константы биологической устойчивости организма.

Закон адекватности взаимодействия организма с факторами окружающей среды (аналог закона равновесия): изменение биологической напряженности систем организма под воздействием соответствующих факторов окружающей среды адекватно действующим обобщенным факторам

$$\sum_1^3 \frac{\partial \sigma_{lm}}{\partial l} + F_l = 0, \quad l = x, y, z; \quad m = x, y, z, \quad (2)$$

где  $F_x, F_y, F_z$  – обобщенные факторы внешней среды.

Закон непрерывности откликов организма на факторы окружаю-

щей среды (аналог закона сплошности): относительные отклики систем организма на факторы окружающей среды равны их изменениям под воздействием этих факторов, -

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{\partial u}{\partial x}; & \varepsilon_z &= \frac{\partial w}{\partial z}; & \gamma_{yx} &= \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z}; \\ \varepsilon_x &= \frac{\partial v}{\partial y}; & \gamma_{xy} &= \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}; & \gamma_{zx} &= \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $u, v, w$  – изменение откликов систем организма  $X, Y, Z$ .

Введение компонентов биологической устойчивости в известной мере снижает грубость описания систем организма системой координатных осей  $XYZ$  и координатных плоскостей  $XY, XZ, YZ$ .

Система из 15 уровней, являющаяся аналитическим выражением законов БЖД, включающая 15 неизвестных (6 компонент биологической напряженности систем организма, 6 относительных откликов и 3 обобщенных отклика организма на окружающую среду) с математической точки зрения полностью решает задачу жизнедеятельности субъекта в окружающей среде и сводится к нахождению 15 функций, удовлетворяющих этим уравнениям, а также условиям равенства соответствующих факторов и напряженности организма в момент их взаимодействия (аналог граничных условий).

Описанная выше концепция применительно к ФИД решает задачу относительно короткого времени их воздействия на организм при реализации оператором конкретного ТП. При этом реализация концепции приводит к определению компонент сопротивляемости систем организма ФИД, но не решает задачу БЖД в критериальном аспекте как исчерпание биологической стабильности при воздействии ФИД на все системы организма.

Введя понятие пределов биологической стабильности  $\sigma_g$  можно по аналогии с предельными поверхностями прочности анизотропного материала ввести идентичную предельную поверхность биологической стабильности систем организма, описываемую функцией, подобной критериям прочности

$$\sum \frac{\sigma_{lm}\sigma_{ml}}{\sigma_{elm}\sigma_{eml}} \leq 1 \quad \begin{matrix} l = X, Y, Z \\ m = X, Y, Z \end{matrix}, \quad (4)$$

где  $\sigma_{lm, ml}$  - сопротивляемости организма факторам внешней среды;  $\sigma_g$  - пределы биологической стабильности соответствующих систем организма.

В то же время ФИД по своей природе имеют тенденцию к накоп-

лению и релаксации, причем характер этой тенденции, по разному проявляющийся в различных сочетаниях факторов (интенсивность накопления или релаксации), по-видимому должен характеризоваться определенной критической количественной мерой.

По физической природе свойство накопления последействия ФИД, по-видимому, аналогично накоплению усталостных повреждений в материалах, подвергающихся действию циклически повторяющихся воздействий,

$$\sum_{i=1}^v \frac{n_i}{N_i} \leq 1, \quad (5)$$

где  $n_i$  – число циклов воздействия ФИД на каждую систему организма за определенное время;  $N_i$  – число циклов воздействия ФИД на каждую систему организма, необходимых для достижения предела биологической стабильности.

Однако зависимость (5) не учитывает релаксационные процессы, отражающие уменьшение вредного влияния на организм вредных веществ, излучений и т.д.. В качестве составляющей критерия накопления интенсивности последействия ФИД можно предложить дробно-экспоненциальную функцию Ю.Н. Работнова:

$$\varepsilon_i(t) = \varepsilon_{0i} \left( 1 + \frac{\lambda}{\beta} \left( 1 - \exp(-\beta\gamma t^{1+\alpha}) \right) \right), \quad (6)$$

где  $\varepsilon_{0i}$  - относительный отклик подсистемы организма без учета фактора времени (релаксации);  $t$  – время;  $\alpha, \beta, \gamma$  - параметры функции релаксаций, определяемые экспериментально.

Все ФМД имеют вероятностный характер и, следовательно, могут критерияльно оцениваться аппаратом теории вероятности и математической статистики

$$\bar{P}(A) = \sum_{i=1}^n \frac{P(H_i)P(A/H_i)}{[P_i(A)]}, \quad (7)$$

где  $P(H_i)$  – вероятность гипотезы  $H_i$  проявления фактора  $F_i$ ;  $P(A/H_i)$  – условная вероятность события при гипотезе  $H_i$ ;  $\bar{P}(A)$  - для полной вероятности всего комплекса ФИД;  $[P_i(A)]$  - допускаемая вероятность возникновения фактора  $F_i$ .

ФЭВ, по-видимому, могут учитываться аналитически на основе концептуальных подходов, сформулированных выше ФИД и ФМД в зависимости от характера ФЭВ (инкубационного или мгновенного).

Особенностью аналитических зависимостей критерияльной оценки

последствия ФЭВ является комбинация функций структурно идентичных аналогичным функциям оценки последствия ФИД и ФМД.

Таким образом, концептуально выявлены и обоснованы критериальные оценки последствия из трех групп факторов БЖД в их взаимодействии. Однако при реализации любого ТП в общем случае имеют место все три группы факторов. Рассматривая критериальные функции каждой группы факторов как некоторые поверхности соответственно в  $n$ -,  $m$ -, и  $l$ -мерном векторном пространстве, естественно эти поверхности в свою очередь интерпретировать как супервекторы (комплексные, обобщенные векторы), образующие новую предельную суперповерхность в их декартовой (трехмерной) системе координат. Если каждому из этих супервекторов, описывающих некоторую поверхность, можно поставить в однозначное соответствие предельную поверхность (супервектор предельной поверхности), то функция, описывающая суперповерхность, может быть построена как поверхность, например, второго порядка:

$$\sqrt{\chi_{\text{ФСВ}_U} \chi_{\text{ФСВ}_B} + \chi_{\text{ФМВ}}^2 + \chi_{\text{ФЭВ}_U} \chi_{\text{ФЭВ}_B}} \leq 1, \quad (8)$$

где  $\chi_i$  - правые части критериев (4) - (7), если  $\chi_i < 1$ ; индексы "u" и "d" - принадлежность критериальной оценки соответственно к инкубационному и длительному действию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цыплаков О.Г. Производство судовых крупногабаритных изделий из стеклопластиков. - Л.: Судостроение, 1987. - 141 с.
2. Смирнова М.К. Прочность корпуса судна из стеклопластика. - Л.: Судостроение, 1965. - 331 с.
3. Справочник по композиционным материалам: в 2-х кн. Кн. 2 / Под ред. Дж. Любина. Пер. с англ. - М.: Машиностроение, 1988. - 584 с.
4. Технологія виробництва літальних апаратів із композиційних матеріалів. / Бичков С.А., О.В. Гайдачук, В.Є. Гайдачук, В.Д. Гречка, В.М. Кобрін: Підручник. - К.: ІСДО. - 1995. - 376 с.
5. Безпека життєдіяльності при проектуванні та виробництві аерокосмічних літальних апаратів. / О.Я. Азаревич, О.В. Гайдачук, В.М. Кобрін та ін: Підручник. - Харків: Харк. авіац. ін-т, 1997. - 366 с.
6. Гайдачук А.В. Новый подход к оценке безопасности технологических процессов на ранних стадиях подготовки производства. / Авиационно-космическая техника и технология: Тр. Харьк. авиационно-ин-та (за 1995 г.). - Харьков.: Харьк. авиационно-ин-т, -1996. - С. 369 - 373.

Гайдачук В.Е., Люшнин В.П., Вирский Б.Н.,  
Гарагуля В.И., Богачева Т.Б., Крамаренко Ю.П.  
Гос. аэрокосмич. универ. «ХАИ»

## МОБИЛЬНЫЕ ПОГРУЗЧИКИ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГРУЗОПОТОКОВ

Государственный аэрокосмический университет «ХАИ» имеет определенный опыт по разработке образцов напольного технологического оборудования на воздушной подушке (ВП). Конструкция имеет модульный принцип. Набором модулей можно создавать транспортные системы различной грузоподъемности и различного назначения. Имеются примеры разработок систем общей грузоподъемностью 10, 30, 40 и 100 т.

Одним из перспективных направлений является разработка специальных погрузчиков на ВП, которые обеспечивают погрузку грузов в морские контейнеры, судовые трюмы, на складах и в других местах, где применение традиционного оборудования либо невозможно, либо нецелесообразно.

Конструкции погрузчиков на ВП можно классифицировать по ряду отличительных признаков, в число которых следует отнести: количество воздушных опор, тип привода, схему пневмопитания, конструктивное исполнение ВП и др. Предлагаемая авторами классификация конструкций погрузчиков на ВП представлена на рис.

По количеству воздушных опор различают конструкции многоопорные и одноопорные. Традиционные конструкции выполняют многоопорными, чаще всего - из четырех воздушных опор. Однако, увеличение числа опор при заданной грузоподъемности  $W$  экономически не выгодно, т.к. увеличивается суммарный периметр истечения, а следовательно - расход воздуха и потребные энергетические затраты.

В этом отношении конструкции, представляющие комбинацию одной воздушной опоры и нескольких колесных (шаровых) опор, являются более перспективными. Основную нагрузку (приблизительно 95 %) воспринимает воздушная опора, а колесные опоры обеспечивают лишь устойчивое положение груза. Ниже будет показано, что при таком конструктивном исполнении энергетические затраты уменьшаются в два раза по сравнению с четырехопорной системой при одинаковой грузоподъемности. В комбинированных колесно-подушечных погрузчиках предусматривают либо подвижное закрепление воздушной опоры относительно неподвижных колесных опор, либо колесные опоры выполняют подвижными.

## Схема классификации погрузчиков на ВП

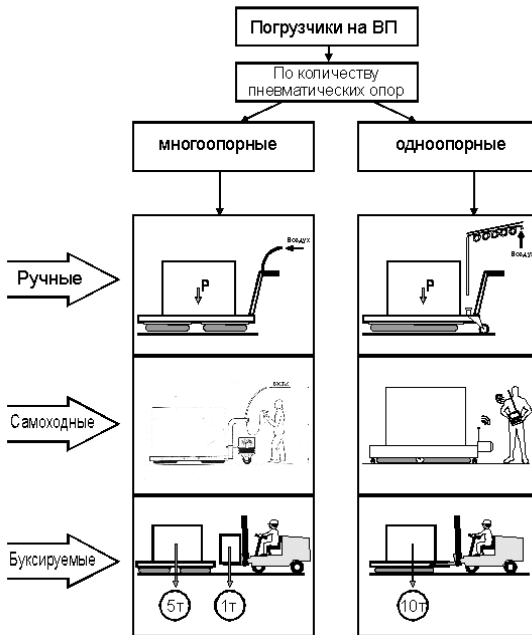


Рис. Схема классификации погрузчиков на ВП

По типу привода погрузчики на ВП разделяются на ручные, самоходные и буксируемые. На самоходных устройствах в качестве движителя используют мотор-колеса, которые могут быть реверсивными или поворотными относительно вертикальной оси. Привод самих колес выполняют пневматическим, либо электрическим. Вместо мотор-колес в качестве движителя иногда применяют линейные асинхронные двигатели, которые используют эффект бегущего электромагнитного поля в алюминиевом листе, уложенном по маршруту движения.

В качестве буксира (для буксируемых устройств) могут использоваться существующие маломощные тягачи, погрузчики, электрокары, лебедки. Например, маломощные электропогрузчики контейнерные (ЭПК-1205, Тойота) грузоподъемностью всего в одну тонну могут буксировать платформу на ВП, загруженную грузом 10 и более тонн, т.е. в комбинации с платформами на ВП расширяются их функциональные возможности при погрузочных работах.

По системе пневмопитания различают погрузчики на ВП с внешней подачей сжатого воздуха по гибкому шлангу, а также с бортовыми нагнетателями. Внешним источником обычно служит цеховая пневмосистема, компрессор или ресивер. В качестве бортовых нагнетателей можно использовать либо специально спроектированные, либо приспособлять существующие готовые агрегаты, например, элементы наддува авиационных двигателей, пылесосные электрические агрегаты и др.

Опоры скольжения на воздушной подушке (ОСВП) являются основными рабочими органами в устройстве или транспортной системе. Конструктивно ОСВП представляют собой проточную камеру с наддувным гибким ограждением. Под действием избыточного давления гибкое ограждение раздувается и опора вместе с грузом поднимается на высоту  $H$ . В равновесном состоянии воздух из ВП истекает через зазор  $h_0$  в окружающую атмосферу. Благодаря воздушной прослойке силы трения при движении значительно уменьшаются и могут составлять  $1/1000$  от внешней нагрузки  $W$ . Наддувное ограждение выполняет функции уплотнения следящего действия и уменьшает утечки воздуха при движении опоры над неровной поверхностью. Для обеспечения режима ВП и скольжения опоры с грузом требуется непрерывная подача воздуха. При прекращении подачи воздуха ОСВП под воздействием груза опускается на специальные посадочные элементы.

Важным признаком для опоры является соотношение между давлением ВП  $P_{II}$  и в гибком ограждении  $P_O$ .

ОСВП могут иметь различную форму в плане: круглую, овальную, прямоугольную или квадратную. Круглая ВП имеет минимальный периметр истечения при заданной площади  $S$  и поэтому является оптимальной в аспекте энергетических затрат. В опорах скольжения может быть реализовано высокое или низкое давление воздушной подушки  $P_{II}$ . Оно определяется нагрузкой, габаритами опоры, а также источником питания.

Погрузчики на ВП типовой конструкции имеют в своем составе следующие элементы: грузовую платформу, опоры на ВП, пневмопитание, привод и управление. Груз, как правило, формируется на однонастильном поддоне. Под грузовой платформой закрепляются воздушные опоры и колесные приводы. Управление движением и раздача воздуха осуществляется с пульта, который может быть закреплен на грузовой платформе или быть переносным и соединенным с устройством электрическим кабелем. В комплект погрузчика входит также эстакада или катушка со шлангом, по которому подается сжатый воздух из пневмосети. Полностью автоматизированные погрузчики

обычно управляются компьютерами, которые передают исполнительную информацию по сигнальной дорожке, вмонтированной в полу.

Погрузчики на ВП, как напольные транспортные системы, имеют хорошие удельные экономические показатели, которые обусловлены эксплуатацией по относительно гладкому полу.

Для определения удельных энергетических затрат на единицу массы предложена следующая формула:

$$N_{\Pi} / W = c * (\sqrt{n} / \eta) * (h_0 / \sqrt{S}) * (\sqrt{W/S}),$$

где  $N_{\Pi}$  - мощность ВП;  $n$  - число воздушных опор;  $S$  - суммарная площадь ВП;  $\eta$  - КПД нагнетателя или коэффициент потерь подводящей сети;  $c$  - постоянный размерный коэффициент.

Как следует из формулы, для снижения энергетических затрат необходимо уменьшать число опор, воздушный зазор и давление ВП ( $W/S$ ), но увеличивать площадь ВП и КПД нагнетателя. Из формулы также видно, что удельные энергетические параметры для четырехопорной ВП в два раза больше, чем для одноопорной.

Воздушный зазор  $h_0$  зависит от высоты подъема  $H$ . Авторами получены теоретические зависимости  $h_0 = f(H)$ , с помощью которых можно определить  $h_0$ . Однако, с точки зрения эксплуатации устройств на ВП, зазор  $h_0$  необходимо выбирать также из условия  $h_0 > R_z$ , где  $R_z$  (мм) - шероховатость (микронеровности) пола. Существуют индексы качества поверхности пола: 1, 2, 3 ... 10 ... 50, которые указывают, во сколько раз увеличивается расход воздуха по сравнению с идеальной гладкой поверхностью (индекс 1).

Из сравнения энергетических затрат на транспортировку грузов с помощью транспортных средств, как колесных так и на ВП, получено условие:

$$f_k > N_{\Pi} / (W * V),$$

где  $f_k$  - коэффициент трения качения колес;  $V$  - скорость движения устройства.

Это условие определяет область эффективного применения ВП.

Аэрокосмический университет имеет опыт разработки погрузочной техники на ВП следующих типов:

погрузчики на ВП с ручным приводом грузоподъемностью 1 ... 5 т (одноопорные и четырехопорные);

самоходные погрузчики на ВП грузоподъемностью 5 т (четыреопорные опытно-промышленные образцы);

самоходный погрузчик на ВП типа транспортного робота с элек-



тродистанционным управлением грузоподъемностью 1 т (одноопорный, в стадии изготовления);

платформы на ВП (буксируемые) грузоподъемностью 10 т в качестве приставки к маломощному погрузчику (одноопорные и четырехопорные, в стадии разработки).

К достоинствам устройств на ВП данного типа относятся: малая собственная масса при большой грузоподъемности; экологичность и пожаровзрывобезопасность; распределенная нагрузка на пол; высокая маневренность и мобильность; простота конструкции и относительная дешевизна; возможность перемещения «нежных» и хрупких грузов.

Технические показатели на 1 т груза:

удельный расход воздуха, м<sup>3</sup>/мин, - 0,4 ... 0,8;

удельная мощность на подъем, кВт/т, - 1,2...2,0;

коэффициент трения скольжения - 0,003.

Аэрокосмический университет готов к сотрудничеству по разработке и изготовлению устройств на ВП по заказу и под конкретные задачи.

## РАЗВИТИЕ СУДОВЫХ УТИЛИЗАЦИОННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ ВАЛО- И ВЕТРОГЕНЕРАТОРАМИ

Морской, речной и рыбопромысловый флот является крупным потребителем жидкого топлива, и повышение его стоимости влечет за собой поиски путей экономии за счет возможного использования нетрадиционных источников энергии, а также сокращения различного рода потерь. Возможности сокращения потребностей в топливе зависят от конструктивно-технических, эксплуатационных и транспортно-технологических мероприятий. Поэтому создание и развитие судовых утилизационных энергосистем вало- и ветрогенераторами - есть один из путей уменьшения потребления топлива, разгрузки главной энергетической установки и оптимального выбора режима работы судовой электростанции.

Судовая утилизационная энергосистема (рис.) представляет собой совокупность агрегатов, преобразующих механическую, тепловую и ветровую энергии в электрическую.

В судовых условиях широко используется утилизация тепловой энергии выпускных газов дизелей. Утилизированная энергия расходуется на генерирование пара с последующим его использованием для отопления и хозяйственных нужд, а также для привода паровой турбины, вращающей общесудовой синхронный генератор. Значительно рациональнее, если параллельно с утилизационным турбогенератором при недостающей мощности электростанции будут работать вало- и ветрогенераторы (ВТГ). Это повышает КПД установки, обусловленный полным использованием “бесплатной” энергии выпускных газов, энергии ветра и уменьшением расхода топлива вспомогательных дизелей.

Однако, параллельная работа турбо-, вало- и ветрогенераторов имеет определённые сложности. Главный из них - это выработка электроэнергии стабильной частоты и напряжения при колебаниях нагрузки судовой электростанции и частоты вращения гребного вала и ветрогенератора.

Рассмотрим судовую утилизационную энергосистему, где в качестве генераторных агрегатов используются синхронный и биротативный асинхронный с короткозамкнутым ротором генераторы (БАГ).

Механическая энергия, отбираемая от главного двигателя, преобразуется в электроэнергию посредством БАГ, в котором частота пере-

менного тока стабилизируется за счет постоянства относительной частоты вращения между его внутренним ротором, сочленённым с главным двигателем, и наружным (регулируемым) ротором, сочленённым с регулирующей машиной. В качестве последней используется машина постоянного тока  $B$  (см. рис.), называемая машиной опоры, якорь которой подключен к обратимому источнику постоянного тока, изменяемого в широком диапазоне (с реверсом), а обмотка возбуждения – регулятору  $R_B$  с изменяемым в ограниченном диапазоне выходным напряжением постоянного тока.

В схеме обратимым источником изменяемого напряжения постоянного тока является также машина постоянного тока  $D$ , аналогичная машине опоры и называемая машиной обмена. Для замыкания регулируемой активной мощности на сеть и в обратном направлении через контур регулирования, составленный из обратимого источника изменяемого напряжения  $D$ , регулирующей машины  $B$  и наружного регулируемого ротора БАГ, а также для генерирования активной мощности на возбуждение БАГ и на общесудовую нагрузку используется синхронная машина  $L$ , сочленённая с машиной  $D$ . Машины  $L$  и  $D$  конструктивно оформлены в виде отдельно устанавливаемого двухмашинного агрегата. Обмотка возбуждения машины  $D$  подключена ко второму регулятору  $R_D$  с изменяемым в широком диапазоне (с реверсом) выходным напряжением постоянного тока.

Указанными двумя регуляторами стабилизируется частота переменного тока на выходе валогенераторной системы.

В автономном режиме ветрогенераторы могут использоваться для обогрева помещений, подогрева воды и топлива, аккумуляирования энергии, освещения. При этом требуется поддержание постоянного напряжения при помощи автоматически регулируемого автотрансформатора.

Таким образом, рассмотренная энергосистема может обеспечивать судовые потребители электроэнергией переменного тока с высокоточной стабилизацией частоты и напряжения без искажений синусоидальности формы напряжения.

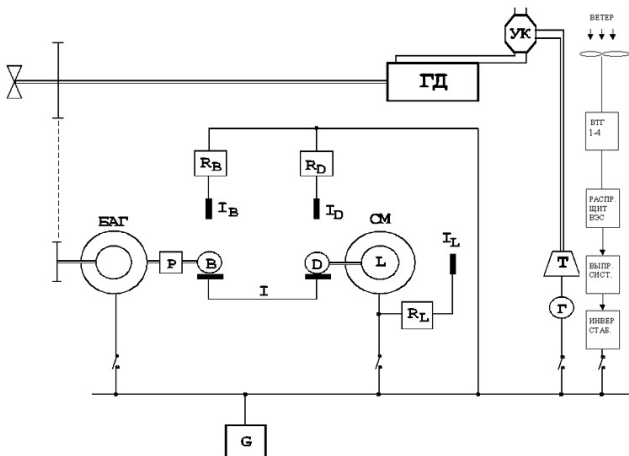


Рис. Функциональная схема судовой утилизионной энергосистемы

## КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В СУДОХОДНЫХ КОМПАНИЯХ

Технический менеджмент в судоходных компаниях имеет особенности, связанные с существенным удалением производственных объектов - судов - как от офисов компаний, так и от смежных предприятий, обеспечивающих снабжение и надзор за эксплуатацией судов. Естественно, что в таких условиях судовладелец или оператор судна должен обеспечить эффективный контроль над деятельностью удаленных объектов и создать систему оперативного реагирования и принятия решений по любым штатным и нештатным ситуациям на его флоте. Причем данная проблема осложняется следующими причинами:

флот пополняется более энергонасыщенными судами, которые имеют большее количество технологического оборудования и требуют более объемного технического обслуживания;

повышается интенсивность эксплуатации судов (сокращаются стоянки в портах и уменьшается продолжительность заводских ремонтов);

сокращаются трудовые ресурсы для технического обслуживания судов (уменьшаются судовые экипажи, практически не направляются в рейсы ремонтные бригады, выделяется минимум времени на смену экипажей).

В указанных условиях высокий уровень технического менеджмента может быть обеспечен только при использовании современных компьютерных технологий. Использование компьютерной техники в техническом менеджменте обеспечивает следующие преимущества.

1. Становится возможным передавать электронной почтой всю необходимую оперативную информацию с судов в офис и с офиса на суда при одновременном сокращении затрат на аренду каналов связи. Объясняется это тем, что по сравнению с факсовой и телексной передачей электронная почта является более скоростной, может осуществляться в дуплексном режиме (данные одновременно передаются в двух направлениях), менее подвергается искажениям в каналах связи и более приспособлена к выбору временных периодов, когда стоимость аренды каналов связи минимальна. Кроме того, при использовании компьютерной техники минимизируется сам объем передаваемых данных, т.к. имеется возможность передавать только произошедшие изменения в базах данных, как на судне, так и в офисе (вместо записей передаются отдельные их поля, которые претерпели изме-

нения). Последнее сокращает объем передаваемых данных до 80 % и по оценкам судоходных компаний позволяет экономить по несколько тысяч долларов США в год на одно судно.

2. Усиливается контроль офиса за проведением технического обслуживания на судах, т.к. в офис регулярно поступает информация о проведенных на судах регламентных и аварийных работах, израсходованных материалах и запасных частях. Усиление контроля согласуется с требованиями Международного Кодекса для безопасного управления судами и по предотвращению загрязнения (ISM Code) и облегчает получение судоходной компанией сертификата соответствия. Это, в свою очередь, позволяет рассчитывать на дополнительные страховые скидки и более выгодное положение на рынке транспортных услуг.

Особенно следует отметить, что наличие компьютеризированных систем технического менеджмента сокращает продолжительность сюрвейерских проверок судов на несколько дней в году, что равносильно экономии нескольких тысяч долларов в год на каждое судно.

3. Повышается оперативность принятия управленческих решений, эффект от чего особенно заметен на процедуре закупок запасных частей. Объясняется это тем, что исключаются ошибочные заявки на поставку запасных частей, заявки с разных судов автоматически объединяются по поставщикам, причем комплектуются с оптимальной периодичностью и посылаются заблаговременно. За счет этого судоходные компании добиваются максимальных скидок у поставщиков и экономят до 5 тыс. долларов в год на каждое судно.

4. Улучшается и облегчается учет движения в судоходной компании запасных частей и материалов, а также расходов на покупки и техническое обслуживание судов. Это уменьшает вероятность производительных потерь.

Если учесть, что внедрение компьютеризированных систем технического менеджмента обходится судоходной компании в среднем из расчета 10 ... 12 тыс. долларов США на одно судно плюс 20 ... 25 тыс. долларов на офис, то можно полагать, что эти системы окупаются в среднем за один год. В дальнейшем они обеспечивают экономию не менее 10 тыс. долларов США в год на одно судно.

История компьютеризированных систем технического менеджмента в судоходных компаниях начинается с начала 80-х годов. Первоначально эти системы выполняли только функции планирования и учета выполнения плановых и аварийных работ на судах. Затем их функции были расширены до учета движения запасных частей и материалов. Впоследствии их стали дополнять модулями организации покупок, ведения бюджета и обмена данными между судами и офисом.

В настоящее время лидирующее положение в поставках компьютеризированных систем технического менеджмента занимают фирмы:

СпецТес (Visma Marine Division), Stabekk, Norway, которая имела более 6000 продаж и программы которой используются более, чем на 4000 судах;

Marine Management System (MMS), Stamford, CT, USA, программы которой используются более, чем на 1700 судах.

Компьютеризированные системы технического менеджмента фирм: Norwegian Shipping & Offshore Servies, Norway, (семейства NSOS); STN SYSTEMTECHNIK, Germany; Shipmanagement Expert Systems S.A., Greece, (Shipmanager); ABS, USA, (SafeNet); Logimatic, Danish; Kockumation, Finland; ЦНИИМФ, Россия, (Мотор), - имеют существенно меньшее распространение (фирма Kockumation вошла в состав Visma и прекратила развитие компьютеризированной системы технического менеджмента; ЦНИИМФ также прекратил поддержку своего программного продукта).

Главным программным продуктом фирмы СпецТес является информационная система AMOS-D<sup>1</sup>, которая с 1992 г. поставлялась совместно с системой связи AMOS-Link. Эта система обеспечила мировое признание фирмы и является наиболее распространенной на флоте. С 1997 г. фирма СпецТес предлагает к продаже систему AMOS for Windows, которая в отличие от AMOS-D предназначена для работы в среде Windows. Также произошла трансформация программы AMOS-Link в программу AMOS-Mail. Начата поставка и отдельного модуля организации покупок AMOS-Purchase.

Успех фирмы СпецТес на рынке программного обеспечения для доходных компаний связан, прежде всего, с широкой сетью сервисных центров: в настоящее время они открыты в 34 странах (у фирмы MMS имеется 20 филиалов и агентов).

Фирма MMS поставляет программный продукт Fleet Manager Interprise, функции которого аналогичны AMOS for Windows. Несколько большее внимание в нем уделено удобству интерфейса пользователя и оптимизации объема «выборки» данных из базы данных при обменах информацией с офисом. Однако более лидирующее на рынке положение фирмы СпецТес, вынудило фирму MMS подписать в январе 1999 г. договор с фирмой СпецТес (Visma) об интеграции их программных продуктов. Фактически фирма СпецТес этим договором «подчинила» себе фирму MMS, что полностью согласуется с ее ранее

---

<sup>1</sup> - Горб С.И., Туркин А.С. Информационная система организации технического обслуживания судов: Учеб. пособие для вузов. - Одесса: ОГМА, 1996. - 52 с.

проводимой политикой по «приобретению» и «включению в состав» Vista конкурентов.

С 1998 г. активно продвигается на рынок компьютеризированная система TRIM-SP, разработанная НПП «СпецТек», Россия. Эта система первоначально предназначалась для управления сбытом и снабжением в крупных торгово-закупочных компаниях, однако впоследствии включила модули организации технического обслуживания оборудования. Поэтому по своим функциям она стала аналогичной AMOS for Windows, но имеет, в ряде случаев, более прогрессивные технологические и программные решения. Сдерживается внедрение этой системы малым сроком апробации на практике и менее активной рекламной кампанией.

Для внедрения компьютеризированных систем технического менеджмента судоходная компания должна располагать следующим оборудованием:

в офисе - компьютерами у суперинтендантов, в отделе закупок и в отделе связи, включенными в сеть. Рекомендуются компьютеры типа Pentium с процессором не хуже 233 МГц, 32 или 64 RAM, свободным пространством на жестком диске 400 MB. Также необходимы источники бесперебойного питания, ZIP Drives и профессиональный модем;

на судах - компьютер типа Pentium с процессором не хуже 166 МГц, 32 RAM, свободным пространством на жестком диске 150 MB, источником бесперебойного питания, ZIP Drive, а также любой компьютер в радиорубке с профессиональным модемом.

В случае приобретения такой техники специально для внедрения компьютеризированной системы технического менеджмента, затраты не превышают 1000 долларов США на одно судно. При этом следует учитывать, что данная техника используется и для решения других судовых задач.

Опыт внедрения компьютеризированных систем технического менеджмента в судоходных компаниях позволил выявить следующие типовые ошибки, допущенные судоходными компаниями.

1. При подписании контрактов на поставку компьютеризированных систем некоторые судоходные компании формулировали дополнительные требования к программному обеспечению, стараясь увязать его со сложившейся в компаниях технологий технического менеджмента либо с уже используемым программным обеспечением. Такая «модернизация» хорошо отлаженных, апробированных и устоявшихся компьютеризированных систем неизбежно приводила к серьезным проблемам: возрастала стоимость поставки; появлялись новые ошибки в программном обеспечении; возникали конфликты версий систем; не полностью использовались возможности компьютеризированной тех-



нологии. В результате отрицательный эффект мог превысить положительный.

2. Некоторые судоходные компании переоценили свои возможности и с целью уменьшения стоимости поставки возложили на себя функции разработки баз данных, инсталляции программного обеспечения на судах и привязку баз данных к складу судов. В результате процесс внедрения систем растянулся на длительное время, базы данных содержали многочисленные ошибки и на их устранение, а также на устранение последствий от этих ошибок, были затрачены гораздо большие средства, чем сэкономленные. Использование собственных сил давало положительный эффект исключительно только в случае, если компьютеризированные системы были полностью «освоены» судоходными компаниями и осуществлялось расширение их применения.

3. Крайне отрицательный эффект от внедрения компьютеризированных систем технического менеджмента наблюдался, если ответственность за их использование возлагалась не на должностных лиц, для которых они предназначены (суперинтендантов, отдел закупок, капитанов, старших механиков и помощников), а на второстепенных лиц (например, отдел АСУ в судоходной компании либо специально назначенных специалистов). В этом случае не обеспечивалась интеграция компьютеризированных систем с административно-управленческой деятельностью компаний, компьютерные технологии дублировались «ручными», ответственные работники не желали осваивать и соответственно не использовали компьютеризированные системы.

4. В ряде случаев судоходные компании не учли, что переход на компьютеризированные технологии требует дополнительного обучения специалистов. Причем, если освоение информационной системы типа AMOS-D требовало прохождение вводного учебного курса в объеме 40 часов и дополнительного обучения на рабочем месте в объеме 16 часов, то для освоения информационных систем, работающих в среде Windows, вводный курс должен быть увеличен не менее чем на 20 % и, кроме того, для пользователей, не имеющих квалификацию программиста, его должен предварять общий курс компьютерной подготовки в объеме 40 часов.

Действующий с 1994 г. в ОГМА Центр специальных технологий по организации технического обслуживания судов располагает полной информацией об имеющихся на рынке программных продуктах, проводит обучение пользователей и оказывает содействие судоходным компаниям во внедрении компьютерных технологий в организацию технического менеджмента.

СТАТИСТИКА ПЛАВАНИЯ УКРАИНСКИХ СУДОВ В ЗОНЕ  
ОТВЕТСТВЕННОСТИ УКРАИНЫ НА ЧЕРНОМ МОРЕ

Начиная с 1996 г. в Украине совершенствуется организационная система аварийно-спасательной деятельности в зоне ответственности на Черном и Азовском морях. С этой целью создан Государственный морской спасательно-координационный центр в г. Одессе с обособленными подразделениями в городах Керчи и Мариуполе, а также обновлена нормативная база по проведению аварийно-спасательных мероприятий. Однако дальнейшее развитие аварийно-спасательной деятельности возможно только при тесном взаимодействии органов управления морским транспортом с аварийно-спасательными предприятиями и судовладельцами, эксплуатирующими флот в зоне ответственности Украины на море.

В связи с вышеизложенным, представляется актуальным выявление украинских судовладельцев, имеющих наибольшую заинтересованность в совершенствовании аварийно-спасательной деятельности в зоне ответственности Украины на море. Эта заинтересованность должна основываться на вероятности убытков судовладельцев в случае неэффективного действия аварийно-спасательной службы.

Для решения поставленной задачи в 1997 г. были собраны статистические данные о плавании украинских судов в северной части Черноморско-Азовского бассейна. Для этого были использованы данные регистраций рейсов судов в инспекциях портового надзора украинских и части российских портов.

Перед сбором данных был обоснован параметр судна, который одновременно подлежит регистрации и имеет хорошую корреляцию с убытками от аварийных ситуаций судов. Этот параметр может быть выбран из следующего перечня подлежащих регистрации параметров судов:

- полная (валовая) вместимость судна в регистровых тоннах;
- чистая вместимость судна в регистровых тоннах;
- чистая грузоподъемность;
- осадка в грузу;
- длина;
- ширина.

Так как параметры, характеризующие грузоподъемность судна, имеют низкую информативность по отношению к негрузовым судам, а основные размерения погруженного в воду корпуса судна в недостаточной степени характеризуют объемные показатели судна, было решено в качестве основной характеристики судов для оценки величины убытков от аварийных ситуаций выбрать показатель “полная вместимость судна”. Этот показатель, кроме того, используется для расчета величины портовых сборов. Поэтому можно считать, что вероятность ошибок регистрационных данных по нему в инспекциях портового надзора гораздо меньше, чем по другим показателям.

Следующий вопрос, который предварил процедуру сбора статистических данных, - обоснование рейсов судов, которыми можно пренебречь при решении поставленной задачи. Очевидно, что это рейсы в малоопасных районах плавания и рейсы маломерного флота. К ним были отнесены такие, которые удовлетворяют следующим критериям:

- рейсы в Азовском море без выхода в Черное море;

- рейсы нерыбных судов, которые начинаются и оканчиваются в одном порту (выходы на испытания, для выполнения гидротехнических работ, для снабжения и проводки судов и т.д.);

- рейсы судов между близко расположенными портами - Одесса-Южный, Одесса-Ильичевск, Николаев-Октябрьск-Херсон, - а также между головным портом и портопунктами (например, Евпатория-Донузлав);

- рейсы судов полной вместимостью менее 1000 регистровых тонн (в эту группу практически полностью попадают буксиры и суда снабжения);

- рейсы аварийно-спасательных судов.

Остальные рейсы судов в северной части Черного моря было предложено разбить на две категории:

- короткие рейсы, к которым относить рейсы прибрежного плавания между соседними портами (Усть-Дунайск или Сулина - Белгород-Днестровский, Белгород-Днестровский - Ильичевск или Одесса, Ильичевск - Южный, Южный - порты Днепровского лимана, порты Днепровского лимана - Скадовск, Скадовск - Евпатория, Евпатория - Севастополь, Севастополь - Ялта, Ялта - Феодосия, Феодосия - Керчь);

- рейсы обычной протяженности, к которым относить остальные рейсы между портами Украины и рейсы зарубежного плавания.

По отношению к коротким рейсам при оценке заинтересованности в организации аварийно-спасательной службы было предложено применить коэффициент веса 0,5.

Предложенный подход к оценке рейсов в северной части Черного

моря позволяет выполнить групповую обработку рейсов и одновременно повышает объективность оценки заинтересованности судовладельцев в наличии аварийно-спасательной службы.

Последней задачей, которая была решена перед сбором статистических данных, является обоснование величины выборки этих данных. Другими словами была обоснована величина временного интервала, за который наступает требуемая стабилизация расчетных показателей. С этой целью были обработаны статистические данные о рейсах судов, зарегистрированных в Одесском морском торговом порту. Причем данные обрабатывались отдельно за четыре временные интервала:

- 3 месяца - с 7.09.96 по 6.12.96;
- 4 месяца - с 7.09.96 по 6.01.97;
- 5 месяцев - с 7.09.96 по 6.02.97;
- 6 месяцев - с 7.09.96 по 6.03.97.

В каждом случае в выборку включались следующие показатели: название судна; наименование судовладельца; полная вместимость судна; даты приходов в порт; даты отходов из порта; названия портов, из которых прибыли суда; названия портов, в которые убыли суда.

Эти данные позволили рассчитать общее на временном интервале количество переходов (рейсов) судов (с учетом понижающего коэффициента для коротких рейсов). Количество переходов умножалось на полную вместимость судов и полученные результаты суммировались по каждому судовладельцу и по всем судовладельцам. Это позволило определить долю полной вместимости судов каждого судовладельца по отношению к анализируемому району плавания.

Результаты анализа для выбранных четырех интервалов времени приведены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что в инспекции портового надзора Одесского морского торгового порта за 6 месяцев регистрировались суда 25 судовладельцев. Однако существенной долей пребывания в северной части Черного моря можно считать суда только пяти судовладельцев: Глобус - 31,8 %; Трансшип - 21,2 %; Украинский центр экологии моря - 12,3 %; ЧМП - 8,6 %; УДАСКО - 5,4 %.

По отношению к этим судовладельцам увеличение интервала выборки от трех до четырех месяцев позволяет уточнить долю пребывания судов в районе плавания до 2,6 %, от четырех до пяти месяцев - дополнительно до 0,7 % и от пяти до шести месяцев - дополнительно до 1,5 %. По отношению ко всем судовладельцам увеличение интервала выборки от трех до четырех месяцев позволяет уменьшить максимальную погрешность расчета до 2,8 %, а от четырех до пяти месяцев

и от пяти до шести месяцев - также дополнительно соответственно до 0,7 и 1,5 %. Средняя погрешность расчета, определенная относительно шестимесячной выборки, составляет:

- при использовании трехмесячного интервала - 0,7 %;
- при использовании четырехмесячного интервала - 0,4 %;
- при использовании пятимесячного интервала - 0,3 %.

Таблица 1

Доля полной вместимости флота судовладельцев (которые воспользовались услугами Одесского морского торгового порта), %, в северной части Черного моря

№	Наименование судовладельца	Анализируемый временной интервал			
		7.09.96 - 6.12.96	7.09.96 - 6.01.97	7.09.96 - 6.02.97	7.09.96 - 6.03.97
1	Американ Игл	1,3	1,0	1,1	1,3
2	Азовск. морск. пароходство	1,1	2,1	2,2	2,6
3	ВТФ “Энергия”	0	0,2	0,2	0,2
4	Вьетсовлихтер	1,0	0,8	0,7	0,6
5	Глобус	33,5	33,7	33,3	31,8
6	Днепр. бюро судоходства	0,3	0,2	0,2	0,2
7	Измаильский порт	0,2	0,1	0,1	0,1
8	Илиас шиппинг корп.	0	0	0	1,2
9	Ильичевский порт	0,2	0,6	0,5	0,5
10	Инфлот (Азовский)	0,4	0,3	0,3	0,2
11	Киев ЛТД	0,4	0,3	0,3	0,2
12	Киевский ССРЗ	1,1	0,8	0,7	0,7
13	ОГМА	2,0	1,5	1,3	1,9
14	Одесса Блэк Си	1,4	1,3	1,1	1,2
15	Одесский порт	1,6	1,4	1,5	1,7
16	Пасифик	0,3	0,2	0,2	0,2
17	Престиж	1,1	0,8	0,7	0,7
18	Траншип	24,5	21,9	22,2	21,2
19	УДАСКО	3,7	3,6	4,3	5,4
20	Украучфлот	3,0	2,3	2,0	1,8
21	Укрречфлот	3,9	3,4	3,1	2,9
22	Украинское морское пароходство	0	2,8	2,4	2,2
23	Херсонский порт	0	0,4	0,3	0,3
24	Укр. центр экологии моря	12,1	11,5	11,9	12,3
25	ЧМП	6,9	8,8	9,4	8,6
Все		100,0	100,0	100,0	100,0

Полученные данные показывают, что, если объем выборки равен или больше 5 месяцев, то погрешность определения доли пребывания судов в районе плавания не превышает 2 %, что вполне допустимо для решения поставленной задачи. Дальнейшее увеличение объема выборки приводит к малому уменьшению погрешности, так как изменение доли пребывания судов при больших выборках в основном связано с передачей флота от одного судовладельца к другому либо полным изменением района плавания. Другими словами, если оценивать долю пребывания судов различных судовладельцев в районе плавания за период, существенно превышающий последние пять месяцев, то погрешность расчета несколько уменьшится, но появится ошибка, связанная с использованием старых значений тоннажа флота судовладельца.

В связи с изложенным, полагалось правомерным ограничиваться выборкой данных за последние 5 месяцев, предшествующих их сбору. Причем при объединении данных по различным портам вполне допустимо применять разные конечные даты пятимесячного интервала. В этом случае будет достигнута максимальная новизна выборок при незначительном увеличении погрешности за счет несовпадения временных интервалов. Также следует учитывать, что объединение данных по различным портам приведет к дополнительному сглаживанию “выбросов”. Поэтому при использовании пятимесячной выборки данных, максимальную погрешность расчета долевой заинтересованности судовладельцев в аварийно-спасательных мероприятиях по предложенной методике можно полагать меньшей 2 % (более вероятной является величина 1,5 %).

При сборе данных по различным портам следует исключить двойной подсчет одних и тех же рейсов: не допустить суммирования рейсов, зарегистрированных по отходу судна в одном порту Украины и по приходу в другом порту Украины. Для этого предлагается в каждом последующем при сборе данных порту не включать в выборку рейсы, которые начались и окончились в ранее “обработанных” портах. В этом случае по мере сбора данных объем выборок в портах будет уменьшаться.

Статистические данные о рейсах украинских судов в северной части Черного моря собраны в инспекциях портового надзора морских торговых, рыбных и специализированных портов, а также речных портов. Собранные статистические данные сортировались по судовладельцам с проверкой на непротиворечивость заявленной капитанами валовой регистровой вместимости судов в различных портах. Выявленные несоответствия (более 30) устранены с использованием данных Государственного реестра судов, справочной литературы и дополнительных устных запросов судовладельцев.

Статистическим анализом охвачено 27 портов (с их портопунктами), включая 3 российских, при движении в которые суда проходят зону ответственности Украины на Черном море. Не учитывались только данные по порту Черноморск в связи с тем, что он обслуживает только технологические суда с малой валовой регистровой вместимостью и число судозаходов в этот порт мало. В статистической выборке отсутствуют также два рыбных порта: Мариупольский и Николаевское морское агентство, - в которые не было заходов украинских судов с валовой регистровой вместимостью более 1000 т.

В табл. 2 приведены сводные статистические абсолютные долевые характеристики (суммы произведений валовой регистровой вместимости судов, т, на количество их рейсов) пребывания судов в северной части Черного моря по их владельцам и дополнительно эти характеристики пересчитаны в процентные отношения.

Таблица 2

Долевая характеристика судовладельцев

№	Судовладелец	Абсолютная характеристика доли	Доля владельца в районе плавания, %	Владельцы с долей 0,5 % и выше	Владельцы с долей 1,0 % и выше
1	2	3	4	5	6
1	Азовдоброфлот	18284	0,2		
2	Американ Игл	40479	0,4		
3	АМП	1528978	16,5	x	x
4	Антарктика	19515	0,2		
5	Атлантика	32404	0,4		
6	Б.-Днестровский порт	75424	0,8	x	
7	Вернал	15096	0,2		
8	Глобус	568356	6,1	x	x
9	Гюйс-СТД	27186	0,3		
10	Днепровск. бюро судоходства	61110	0,7	x	
11	Дунайводпуть	2669	0,0		
12	Елена, ПКФ	25494	0,3		
13	Измаильский порт	5706	0,1		
14	Илиас шиппинг корпор.	25452	0,3		
15	Ильичевский торг. порт	13274	0,1		
16	Институт биолог. южн. морей	55426	0,6	x	
17	Инфлот, Азовский	49140	0,5	x	
18	Керченский рыб. порт	8960	0,1		

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6
19	Керчьрыбпром	73033	0,8	x	
20	Киев ЛТД (Посейдон)	23328	0,3		
21	Килен-Балка	13526	0,1		
22	Крымтрансгаз	31305	0,3		
23	К.С.К., морская компания	19128	0,2		
24	Морская звезда	5164	0,1		
25	Морской гидрофиз. институт	90746	1,0	x	x
26	Николаевский мор. порт	31624	0,3		
27	НИЭСКО	66623	0,7	x	
28	ОГМА	69635	0,8	x	
29	Одесса Блэк Си	44642	0,5	x	
30	Одесский порт	54118	0,6	x	
31	Пасифик (Марга шиппинг)	8260	0,1		
32	Персей	796	0,0		
33	Престиж	151963	1,6	x	x
34	Россия, рыбколхоз	2370	0,0		
35	Севастоп. рыб. порт	5676	0,1		
36	СОПО	7932	0,1		
37	Транзит	10926	0,1		
38	Трансшип	366254	4,0	x	x
39	Трансюг	17262	0,2		
40	УДАСКО	848044	9,2	x	x
41	Укрнауцфлот	29584	0,3		
42	Укрречфлот	1292484	14,0	x	x
43	Укрферри	1406646	15,2	x	x
44	УМП	382188	4,1	x	x
45	ХЕАСККО	38766	0,4		
46	Херсонский мор. порт	55791	0,6	x	
47	Центр экологии	362164	3,9	x	x
48	ЧАУБССФ	6159	0,1		
49	Черазморпуть	10389	0,1		
50	Черкасский речной порт	13200	0,1		
51	Черноморец, рыбколхоз	4756	0,1		
52	Черноморский судостр. завод	4380	0,0		
53	ЧМП	942580	10,2	x	x
54	Энергия, ВТФ	13937	0,2		
55	Югрефтрансфлот	75419	0,8	x	
56	Югрыбпоиск	8535	0,1		
57	Южный, порт	3848	0,0		
58	Ялтинский порт	76603	0,8	x	
Всего		9242734	100,0	94,0	85,8



Из табл. 2 следует, что в северной части Черного моря эксплуатируют суда с валовой вместимостью более 1000 т 58 судовладельцев, причем доля большей части из них незначительна: 25 из 58 судовладельцев имеют долю менее 0,5 % и 47 из 58 - долю менее 1 %. Анализ данных табл. 2 позволяет выделить 11 «существенных» судовладельцев с долей 1,0 % и выше (вопрос наличия судовладельца «Глобус» или отнесения закрепленных за ним судов к другому судовладельцу требует дополнительного уточнения).

В связи с изменениями тоннажа флота у судовладельцев и изменениями районов плавания их судов, выборка «существенных» судовладельцев может периодически корректироваться. При этом статистический анализ можно существенно упростить за счет неучета регистрации заходов судов в малозначимых для данной задачи портах.

С целью выявления таких малозначимых портов все порты были ранжированы по сумме произведений количества зарегистрированных рейсов на валовую регистровую вместимость судов. Затем были рассчитаны доли выявленных основных судовладельцев, в случаях последовательного исключения из выборки малозначимых портов. Сначала из выборки были исключены данные по Ильичевскому морскому рыбному порту, у которого вышеуказанный показатель наименьший (27059 усл. ед.). Затем дополнительно были исключены данные по морскому торговому порту Азов (показатель 37663 усл. ед.), после этого - по Скадовскому морскому торговому порту (показатель 43826 усл. ед.) и т. д. Результаты такого анализа приведены в табл. 3.

Из табл. 3 следует, что с уменьшением объема выборки в долевой характеристике судовладельцев возникает погрешность, однако максимальная погрешность при неучете данных по пяти портам: Ильичевскому морскому рыбному; Морскому торговому Азов; Скадовскому морскому торговому; Морскому торговому Ейск; Керченскому морскому рыбному, - не превышает 0,47 % (доли, соответствующие критическим отклонениям в каждом столбце таблицы, выделены наклонным жирным шрифтом). Это позволяет признать эти порты малозначимыми для решаемой задачи и в дальнейшем исключить из перечня анализируемых.

Таким образом, предложена и обоснована методика сбора статистических данных для анализа рейсов судов с целью определения заинтересованности украинских судовладельцев в развитии аварийно-спасательной службы в зоне ответственности Украины на Черном и Азовском морях. Полученные данные могут быть также использованы для анализа лицензирования осуществления перевозок пассажиров и грузов морским и речным транспортом, а также портового надзора и государственной регистрации флота.

Таблица 3

## Долевые характеристики основных судовладельцев при неучете отдельных портов

№	Судовладелец	Доля владельца в районе плавания, %	Доля, %, без порта №1	Доля, %, без портов № 1, 2	Доля, %, без портов № 1 - 3	Доля, %, без портов № 1 - 4	Доля, %, без портов № 1 - 5	Доля, %, без портов № 1 - 6	Доля, %, без портов № 1 - 7	Доля, %, без портов № 1 - 8	Доля, %, без портов № 1 - 9	Доля, %, без портов № 1 - 10
1	АМП	<b>16,54</b>	<b>16,59</b>	<b>16,66</b>	16,74	16,65	16,75	16,87	17,03	17,15	17,08	16,87
2	Глобус	<b>6,15</b>	6,17	6,19	6,22	6,26	6,30	6,34	6,40	6,47	6,53	6,62
3	Морской гидрофизич. институт	<b>0,98</b>	0,98	0,99	0,99	1,00	1,01	1,01	1,02	1,03	1,04	1,06
4	Престиж	<b>1,64</b>	1,59	1,55	1,55	1,50	1,51	1,52	1,54	1,55	1,57	1,59
5	Траншип	<b>3,96</b>	3,97	3,99	4,01	4,03	4,06	4,09	4,12	4,17	4,21	4,26
6	УДАСКО	<b>9,18</b>	9,18	9,21	9,26	9,31	9,37	9,43	8,98	8,94	8,91	8,88
7	Укрречфлот	<b>13,98</b>	14,02	13,96	<b>13,54</b>	<b>13,51</b>	<b>13,60</b>	<b>12,98</b>	<b>12,76</b>	<b>12,83</b>	<b>12,86</b>	12,97
8	Укрферри	<b>15,22</b>	15,26	15,33	15,40	15,49	15,58	15,69	15,84	16,00	16,17	<b>16,37</b>
9	УМП	<b>4,14</b>	4,15	4,16	4,18	4,21	4,23	4,26	4,30	4,35	4,39	4,45
10	Центр экологии	<b>3,92</b>	3,93	3,95	3,96	3,99	4,01	4,04	4,08	4,12	4,16	4,22
11	ЧМП	<b>10,20</b>	10,23	10,27	10,32	10,38	10,44	10,52	10,61	10,72	10,84	10,54
	Всего	<b>85,9</b>	86,1	86,3	86,2	86,3	86,9	86,8	86,7	87,3	87,8	87,8
	Максимальное отклонение доли, %		0,05	0,12	0,44	0,47	0,38	1,00	1,26	1,15	1,12	1,15

Номера портов: 1 - Ильичевский рыбный; 2 - Азов; 3 - Скадовский; 4 - Ейск; 5 - Керченский рыбный; 6 - Евпаторийский; 7 - Усть-Дунайский; 8 - Белгород-Днестровский; 9 - Таганрогский; 10 - Феодосийский

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПО ЛИЦЕНЗИРОВАНИЮ ПЕРЕВОЗОК ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ, АГЕНТИРОВАНИЮ И ФРАХТОВАНИЮ ФЛОТА

Процедура лицензирования предусматривает ряд технологических операций, в которых целесообразно использовать компьютерную технику. Это накопление данных о заявителях на получение лицензий, подготовка протоколов заседания комиссий, оформление бланков лицензий, ведение Книги учета лицензий, подготовка регламентированных отчетов о выданных лицензиях, составление различных списков субъектов предпринимательской деятельности, имеющих лицензии. Использование компьютерной техники позволяет повысить качество лицензионной работы, обеспечивает быстрый и удобный доступ к информации, а также позволяет повысить оперативность в принятии управленческих решений. Кроме того, становится возможным обмениваться данными между Книгами учета различных лицензий.

Таким образом, необходимость внедрения в процедуру лицензирования компьютеризированной информационной системы вытекает из практической потребности улучшения лицензионной работы, а также из постановления КМ Украины «О Едином лицензионном реестре» от 27.03.96, №364, так как пополнение данных этого реестра предусмотрено в электронном виде.

Предлагаемая информационная система выполняет все необходимые для лицензирования технологические операции и обеспечивает передачу данных в Единый лицензионный реестр Украины. Работает система следующим образом.

После запуска программы на экран выводится главная форма системы, представленная на рис.1, которая состоит из следующих четырех групп элементов.

1. *Системное меню* (расположено в верхней части экранной формы по всей ее ширине), которое обеспечивает выполнение всех функций системы. Его заголовки вызываются щелчком левой клавиши мыши или одновременным нажатием клавиши ALT и подчеркнутой буквы.

2. *Панель кнопок* (расположена под системным меню), которая дублирует основные функции системы. Она содержит семь кнопок:

«Нова ліцензія» - предназначена для ввода в систему новой лицензии;

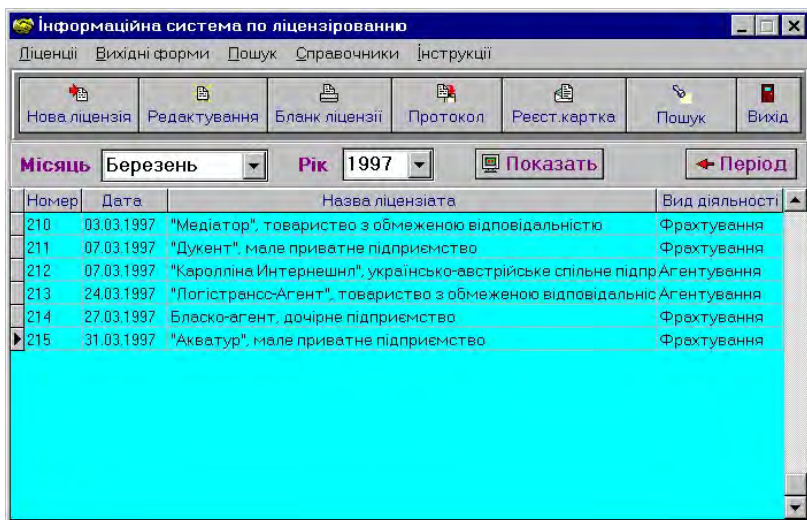


Рис. 1

«Редагування» - предназначена для просмотра или редактирования выбранной в списке лицензии;

«Бланк ліцензії» - предназначена для вывода экранной формы бланка лицензии, его редактирования и распечатки самой лицензии или ее корешка;

«Протокол» - предназначена для формирования по введенным данным выбранной лицензии протокола заседания комиссии по выдаче лицензий и его распечатке;

«Реєстраційна картка» - предназначена для формирования по введенным данным выбранной лицензии регистрационной карты и вывода ее на печать;

«Пошук» - предназначена для поиска лицензий по различным параметрам (дате выдачи лицензии, ее номеру, названию предприятия, типу лицензии);

«Вихід» - предназначена для завершения работы.

При установке курсора мыши на любую кнопку появляется всплывающая подсказка, поясняющая назначение кнопки.

3. *Панель діапазона ліцензій* (расположена под группой кнопок), которая предназначена для задания диапазона вывода списка лицензий. Панель имеет два состояния. Первое состояние панели (выводится по умолчанию при запуске системы) представлено на рис. 2.



Рис. 2

Данная панель позволяет выводить список лицензий за определенный месяц года и состоит из двух выпадающих списков и двух кнопок. По умолчанию система выводит список лицензий за текущий месяц.

Кнопка «Период» предназначена для переключения состояния панели диапазона. Нажатие на нее приведет к переводу панели в новое состояние, показанное на рис. 3.



Рис. 3

Данное состояние панели предназначено для задания диапазона вывода лицензий по датам. Пользователь системы может последовательно ввести диапазон дат, а затем нажать кнопку «Показать». Это позволяет вывести более широкий список лицензий, вплоть до всех лицензий, введенных в системе.

Кнопка «Месяць» предназначена для возврата к первому состоянию панели (рис. 2).

4. *Список отчетов* (расположен в нижней части формы), который содержит перечень лицензий, отобранных системой согласно данным, установленным на панели диапазона. Список выводится на экран в виде четырех основных полей лицензии: ее номера, даты выдачи, названия предприятия, которому выдана лицензия и типа лицензии (агентирование, фрахтование или перевозка грузов и пассажиров) и сортируется по номеру лицензии. В правой части списка расположена линейка прокрутки, предназначенная для перелистывания лицензий.

Новая лицензия вводится нажатием кнопки «Нова ліцензія» вне зависимости от состояния панели диапазона и списка лицензий.

После нажатия кнопки на экране появляется форма, представленная на рис. 4, и предназначенная для ввода основных данных лицензии.

В экранную форму вводятся следующие значения:

*номер лицензии* - трехзначное число (с лидирующими нулями если необходимо), являющееся регистрационным номером лицензии. В системе автоматически контролируется правильность присвоения номера. Если в базе данных существует лицензия с вновь введенным номером, то при сохранении новой лицензии система выдаст сообщение о том,

что лицензия с таким номером уже введена и предложит изменить номер вновь введенной лицензии. Данное поле является ключевым, поэтому при вводе параметров лицензии необходимо обязательно ввести ее номер, иначе система не сохранит введенные данные;

Формирование новой лицензии

Номер ліцензії:

Дата дії ліцензії: початок  закінчення

Вид діяльності:

Вид перевозок:

Ліцензіар

Код ЄДРПОУ  Код відомч. підпорядк.  Код р-ну

Індекс  Адреса

Відповідальний за видачу:

Посада:

Телефон  Факс

Ліцензіат

Код ЄДРПОУ  Код відомч. підпорядк.  Код р-ну

Індекс  Адреса

Ознака  Телефон  Факс

Код форми власності  Код орган.-правової форми господарювання

Особливі умови та правила здійснення даного виду діяльності

Строк продовження: з  до

Рис. 4

*початок дії ліцензії* - числовое поле, в которое следует ввести дату начала действия лицензии в формате «дд.мм.уууу». Если год начала действия лицензии меньше 2000, то возможно введение двух послед-

них цифр года вместо четырех. После перехода на новое поле система автоматически преобразует цифры года в четырехзначное значение. В случае, если неверно введен день или месяц года, система не позволит оператору покинуть поле ввода до тех пор, пока дата не будет исправлена. По умолчанию система предлагает в этом поле текущую дату;

*кінець дії ліцензії* - числовое поле, в которое следует ввести дату окончания действия лицензии в формате «дд.мм.уууу». По умолчанию система предлагает в поле дату на три года больше текущей, а при изменении даты начала действия лицензии система автоматически пересчитывает дату окончания так, чтобы срок действия лицензии был равен трем годам.

*від діяльності* - выпадающий список, позволяющий выбрать один из трех видов лицензий: агентирование, фрахтование или перевозка грузов и пассажиров;

*від перевозок* - выпадающий список, который становится активным, если в списке «вид деятельности» выбрано значение «перевозка грузов и пассажиров»;

*ліцензіар* - панель, позволяющая выбрать организацию, которая выдает лицензию. Панель имеет два поля, которые можно изменять - выпадающий список лицензиаров и выпадающий список «Відповідальний за видачу». Остальные поля панели (серого цвета) - информационные и для их редактирования следует использовать кнопку «Редагування», расположенную справа на панели;

*ліцензіат* - панель, позволяющая выбрать организацию, которой будет выдана лицензия. Панель имеет одно редактируемое поле - выпадающий список предприятий - субъектов предпринимательской деятельности. Если предприятия нет в списке, то его следует ввести, нажав кнопку «Новий-редагування», расположенную справа на панели;

*особливі умови та правила здійснення даного виду діяльності* - текстовое поле, состоящее из двух строк, позволяющее ввести текстовую информацию, которая потом будет перенесена в бланк лицензии;

*строк продовження ліцензії: з ... до* - два поля, в которые вводятся даты, если срок действия лицензии продлен лицензиаром.

После ввода всех или части вышеперечисленных данных следует нажать кнопку «Сохранить» (в случае ненужности сохранения данных нажимается кнопка «Отменить»).

В случае, если в справочнике организаций-лицензиатов отсутствует требуемое предприятие, его следует дополнить, нажав кнопку «Новый, редактирование» на экранной форме лицензии. Нажатие клавиши приведет к выводу экранной формы ввода нового лицензиата, которая представлена на рис. 5.

Рис. 5

Экранная форма субъекта предпринимательской деятельности имеет следующие поля ввода:

*повне найменування ліцензіата* - текстовое поле, предназначенное для ввода названия предприятия (до 150 символов);

*код ЄДРПОУ* - текстовое поле, предназначенное для ввода восьмизначного кода предприятия. Данное поле является ключевым в записи, поэтому оно должно быть уникальным и обязательно введено;

*відомча підпорядкованість* - код министерства или ведомства, которому подчинено предприятие. Выбирается из выпадающего списка или добавляется в справочник, путем нажатия кнопки «Новый» справа от текста;

*область, район* - 10-значный код территории, на которой юридически расположено предприятие;

*індекс* - текстовое поле, позволяющее ввести шестизначный код района, в котором находится предприятие;

*юридична адреса ліцензіата* - текстовое поле, позволяющее ввести адрес предприятия (до 120 символов);

*телефон* - текстовое поле, позволяющее ввести телефон предприятия (до 7 цифр);

*факс* - текстовое поле, позволяющее ввести факс предприятия (до 7 цифр);

*форма власності* - код формы собственности предприятия. Выби-



рается из выпадающего списка или добавляется в справочник, путем нажатия кнопки «Новый» справа от текста;

*організаційно-правова форма господарювання* - код формы управления предприятием. Выбирается из выпадающего списка или добавляется в справочник, путем нажатия кнопки «Новый» справа от текста;

*директор* - текстовое поле, позволяющее ввести фамилию, имя и отчество руководителя предприятия;

*переключатель «Юридична чи физична особа»* - кнопка, позволяющая зафиксировать статус лицензиата как субъекта предпринимательской деятельности.

Все заполненные поля в выпадающих списках можно очистить (в случае ошибки ввода информации). Для этого следует нажать кнопку очистить, расположенную справа от выпадающего списка.

Сохраняется вновь введенная организация в справочнике нажатием кнопки «ОК». Нажатие кнопки «Отмена» приведет к потере вновь введенной или отредактированной информации.

Нажатие кнопки «Редактирование» справа от названия лицензиара приводит к выводу на экран формы, которая позволяет отредактировать основные поля организации, выдающей лицензию. Данная форма содержит, поля аналогичные полям лицензиата, за исключением списка лиц, ответственных за выдачу лицензии.

Данные о предприятии-лицензиате редактируются нажатием кнопки «Новый, редактирование», расположенной справа от текста названия организации. Если выпадающий список заполнен названием предприятия, то нажатие кнопки приведет к выводу экранной формы с данными этого предприятия, доступными для редактирования. Если окно выпадающего списка чисто, то нажатие кнопки приведет к выводу чистой экранной формы, позволяющей ввести нового лицензиата.

Удаляется лицензия, в случае необходимости, выбором лицензии в списке и нажатием клавиши «F8» или выбором пункта «Знищення» в системном меню.

Следует отметить, что количество введенных лицензий не сказывается на быстродействии системы, и нет необходимости удаления лицензий, у которых закончился срок действия.

Нажатие кнопки «Бланк лицензии» приводит к появлению экранной формы бланка лицензии, представленной на рис. 6. В экранную форму в поля редактирования автоматически заносятся все данные по субъекту предпринимательской деятельности, а также номер и дата лицензии.

Промежуточная форма между данными по лицензии и распечаткой бланка лицензии необходима для того, чтобы можно было отредактировать окончания в названии фирмы, ввести дополнительную информацию в поля редактирования (на экране редактируемый текст синего цвета).

**Ліцензія**

**ЛІЦЕНЗІЯ**  
серія АФ № 201  
на здійснення фрахтування морського торгового флоту

Видана "Діліжанс Тур", товариство з обмеженою відповідальністю

Відомості про власника ліцензії:  
Почтова адреса м.Одеса, просп.Гагарина, 7

Телефон 210554                      Факс 210555                      Телекс

Ця ліцензія є дозволом на здійснення фрахтування морського торгового флоту

Особливі умови та правила здійснення даного виду діяльності:  
Наявність працівників, які відповідають вимогам п.п. "А" і "Б" пункту 5.1. "Умов і правил здійснення агентування і фрахтування..."

Місце здійснення діяльності:

№ реєстрації 201

Строк дії ліцензії з	17 січня 1997 р.	до	16 січня 2000 р.
Строк продовження з		до	
Дата видачі	17 січня 1997 р.		

Печать      Сохранить      Удалить      Отмена

Рис. 6

Після виконання редагування, бланк ліцензії можна зберегти окремо від самої ліцензії, натиснувши кнопку «Зберегти». В цьому випадку при наступному зверненні до форми бланка буде завантажуватися отредагована форма, і не буде необхідності кожного разу редагувати закінчення.

Після корекції даних в формі бланка ліцензії можна надрукувати, використовуючи кнопку «Друк». Диалогове вікно друку містить перемикач з двох положень. При бажанні надрукувати ліцензію на чистому листі паперу слід вибрати пункт «Друк тексту і бланка ліцензії». Якщо текст необхідно вивести в готовий бланк, то слід вибрати пункт «Друк тексту в готовий бланк».

Натискання кнопки «Протокол» призводить до появи екранної форми бланка протоколу. В екранну форму в поля редагування автоматично вводяться дані за суб'єктом підприємницької діяльності. Після корекції даних, внесених в протокол,

его можно записать в базу данных, используя клавишу «Сохранить».

Нажатие клавиши «Печать» приводит к выводу протокола в режиме предварительного просмотра на экран.

В случае, если лицензия удаляется из базы данных, автоматически удаляются записи бланка лицензий и протокол заседания комиссии.

Нажатие кнопки «Реест.картка» приводит к заполнению регистрационной карты данными о лицензии, лицензиаре и лицензиате и выводу карты в виде предварительного просмотра на экран.

Вывод бланка лицензии, протокола или регистрационной карты производится для активной (выбранной) лицензии. Если в списке главной формы нет ни одной лицензии, то все три эти кнопки не активны (серого цвета) и нажатие на них не приведет ни к каким результатам.

Нажатие кнопки «Поиск» приводит к появлению диалогового окна поиска лицензий, которое представлено на рис. 7. Экранная форма поиска лицензий состоит из двух панелей: задания условий поиска и результатов поиска.

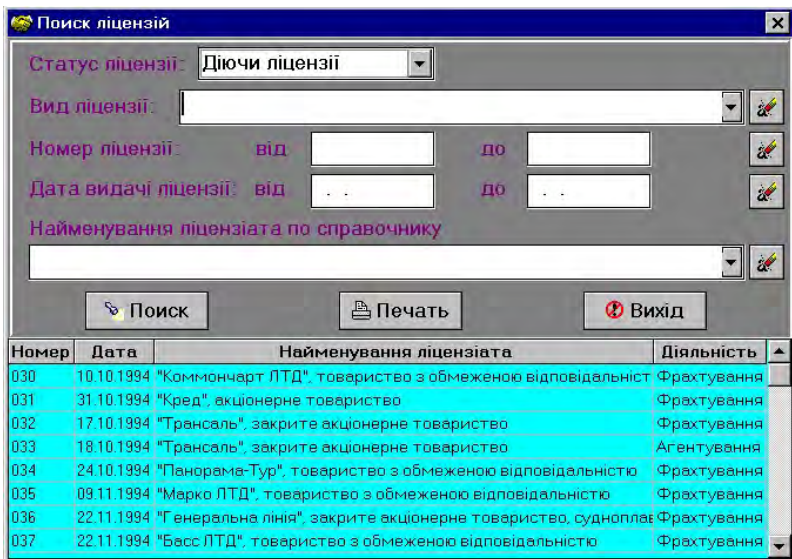


Рис. 7

По умолчанию список результатов поиска заполняется действующими на настоящий момент лицензиями. Система предполагает задание пяти различных вариантов фильтров или комбинации между ними:

1. Выпадающий список статуса лицензии - действующие, продленные, не действующие со сроком окончания действия меньше текущей даты;

2. Выпадающий список видов лицензий - агентирование, фрахтование, перевозка грузов и пассажиров;

3. Фильтр по номеру лицензии - предлагает возможность поиска от начального номера до конечного включительно, введенных в два окна ввода. Если не введен конечный номер лицензии поиск будет осуществлен до последнего максимального номера;

4. Фильтр по дате начала действия лицензии - предлагает возможность поиска от начальной даты до конечной включительно, введенных в соответствующие окна. Если конечная дата не будет введена поиск будет осуществлен до текущей даты;

5. Выпадающий список предприятий - фильтр выбора лицензий, выданных определенному субъекту предпринимательской деятельности.

Для отмены того или иного фильтра справа от текста фильтра расположена кнопка «Очистить», нажатие которой приводит к исключению данного параметра из условий поиска.

После задания всех условий необходимо нажать кнопку «Поиск» для вывода результатов в список в нижней части диалогового окна.

Результаты поиска можно распечатать в виде таблицы со столбцами: номер лицензии; дата начала и окончания действия лицензии; наименование и фамилию руководителя лицензиата; индекс и адрес лицензиата; вид лицензии.

Информационная система содержит семь справочников:

районов и областей Украины;

кодов ведомственной принадлежности;

кодов форм собственности;

кодов организационно-правовых форм управления;

видов деятельности;

видов перевозок;

субъектов предпринимательской деятельности.

Все справочники представляют из себя списки, ключевым (уникальным) полем которых является цифровой код. В случае попытки ввода строки с кодом, который уже существует в справочнике, система выдаст предупреждение о невозможности записи и необходимости отредактировать код. Экранная форма одного из справочников показана на рис. 8.

Удаляется запись лицензиата кнопкой «Удалить», но только в том случае, если данный субъект не имеет лицензий, введенных в системе.

Ліцензії	
<input type="button" value="Новий"/> <input type="button" value="Редактирование"/> <input type="button" value="Удаление"/> <input type="button" value="OK"/>	
Код ЄДРПОУ	Повне найменування ліцензіата
00017733	"Укрінфлот", акціонерна судноплавна компанія
00256806	"Бласплан", українсько-швейцарське суспільне підприємство
00461882	"Ентерпрайс", спільне українсько-німецьке підприємство
01000381	"Нієско", товариство з обмеженою відповідальністю
01027076	"Динамит Ко ЛТД", товариство з обмеженою відповідальністю
01125548	"Севастопольский мирской торговельний порт", державне підприємство
01125666	Одеський морський торговельний порт
01125732	"Азовське морське пароплавство", арендне підприємство
01125821	Українська Дунайська судноплавна компанія, акціонерне товариство
01180553	"Інфлот", державне Азовське головне морське агентство
01180568	"Інфлот", чорноморське головне морське агентство
01192906	"Інтерпромсервіс", товариство з обмеженою відповідальністю
01860124	"Іллічівськзовніштранс", акціонерне товариство
01860667	"Азовзовніштранс", закрите акціонерне товариство

Рис. 8

## ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ВАНТАЖОПОТОКАМИ НА СКЛАДАХ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ

На підприємствах лісозаготівельної, лісопильної, деревообробної та багатьох інших галузей промисловості і транспорту часто використовуються різноманітні машини і механізми для підйомно-транспортних і сортувальних операцій. Їх взаємодію можна проілюструвати за допомогою простої лінійної схеми (рис.), де основний вантажопотік (ВП) розподіляється за допомогою транспортерів (Т) по нагромаджувачам (Н) залежно від типорозмірів і сортності лісоматеріалів. Підйомні крани (ПК) або автотрансвантажувачі подають ці лісоматеріали з нагромаджувачів до місць штабелювання (Ш). Посортовані таким чином лісоматеріали відвантажуються споживачам зі штабелів або безпосередньо з накопичувачів. В процесі нормального функціонування виділеної тут системи обладнання сортувальний транспортер знаходиться в режимі постійного включення, переміщуючи один або декілька вантажів (когод) до місця призначення, а підйомний кран переміщується вздовж сортувального транспортера від одного накопичувача (і штабеля) до іншого для їх відповідного обслуговування. У зв'язку з тим, що обсяги типорозмірів лісоматеріалів не однакові, по-різному завантажуються нагромаджувачі, і від послідовності їх розташування істотно залежить ефективність використання як сортувального транспортера (Т), так і штабелювально-навантажувального крана (ПК).

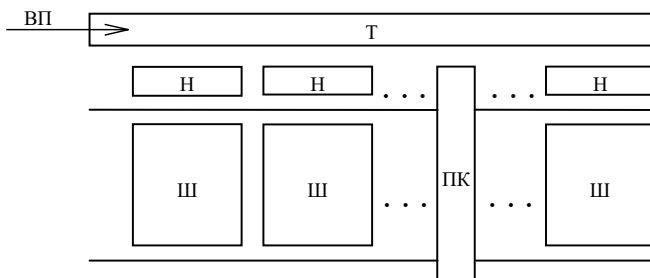


Рис. Загальна схема вантажопотоків: ВП - основний вантажопотік; Т - сортувальний транспортер; Н - нагромаджувач; Ш - підштабельне місце; ПК - підйомний кран

З метою мінімізації шляху поздовжнього переміщення крана часто рекомендується розташовувати нагромаджувач з найбільшим обсягом вантажів, що надходять до нього, в центрі фронту сортувальних робіт. По обидві сторони від нього симетрично розташовуються нагромаджувачі з нижчим обсягом вантажопотоків у порядку його зменшення. Але така послідовність розташування нагромаджувачів і штабелів приводить до завищених обсягів вантажних робіт для сортувальних транспортерів.

Для знаходження оптимальної послідовності розташування нагромаджувачів за критеріями мінімуму обсягу вантажних робіт для сортувального транспортера і шляху поздовжнього переміщення крана ми пропонуємо використати метод послідовного аналізу варіантів. Він полягає в послідовному конструюванні часткових варіантів порядку розташування обмеженої кількості нагромаджувачів, їх аналізі та відборі для дальшого розвитку.

Пошук оптимальної послідовності розташування нагромаджувачів розпочинається зі статистичної оцінки обсягів вантажів, що надходять до відповідних накопичувачів. За цією оцінкою будується ряд обсягів нагромаджувачів у порядку їх зменшення. Першими в ряду розташовуються найбільш завантажені нагромаджувачі, останніми - нагромаджувачі з найменшими обсягами вантажопотоків і резервні.

Наступний крок - вибір та аналіз перших трьох нагромаджувачів з найбільшими вантажопотоками. Для них будуються всі шість можливих варіантів послідовностей  $\Pi(1,2,3)$  -  $\Pi_1(1,2,3)$ ,  $\Pi_2(2,3,1)$ ,  $\Pi_3(3,1,2)$ ,  $\Pi_4(3,2,1)$ ,  $\Pi_5(1,3,2)$  і  $\Pi_6(2,1,3)$  та визначаються для кожного з них відповідні оцінки критеріїв оптимізації - вантажної роботи для сортувального транспортера,  $A_T$ , шляху поздовжнього переміщення крана  $S_T$ . За цими оцінками вибирається перспективна послідовність для подальшого розвитку. Якщо взяти за основу шлях поздовжнього переміщення крана  $S_T(\Pi)$ , то в результаті отримаємо дві взаємосиметричні (пряму і зворотню) послідовності розташування трьох найбільш завантажених нагромаджувачів з однаковим шляхом поздовжнього переміщення крана, але з різною величиною вантажної роботи сортувального транспортера.

Відібрані на першому кроці дві послідовності розвиваються шляхом долучення до них четвертого за завантаженням нагромаджувача, розташовуючи його на початку або в кінці двох первинних послідовностей. Тепер з чотирьох новоутворених послідовностей відбирається дві найперспективніші для дальшого розвитку. Так продовжується до того часу, поки не отримується послідовність всіх  $K$  нагромаджувачів.

Оскільки на кожному кроці оптимізації отримується два перспективні варіанти з мінімальним шляхом переміщення крана, в яких одна послідовність розташування нагромаджувачів є оберненою до іншої, то достатньо розвивати лише одну з них. Лише на заключному кроці оптимізації необхідно оцінити обсяг вантажної роботи сортувального транспортера для обох взаємообернених послідовностей з однаковим мінімальним шляхом поздовжнього переміщення крана. В такому випадку для знаходження оптимальної послідовності  $K$  нагромаджувачів достатньо проаналізувати лише  $2K$  варіантів з  $K!$  можливих. Критеріальні оцінки проміжних і кінцевого оптимального варіанту послідовності розташування нагромаджувачів і штабелів можна визначити аналітично за їх середніми значеннями, імовірностями поздовжніх переходів кранів або за допомогою імітаційного моделювання. Досвід показує, що в результаті впорядкування послідовності розташування нагромаджувачів і штабелів вздовж сортувального транспортера скорочується шлях поздовжнього переміщення крана у два - два з половиною рази та підвищується його продуктивність на 15 - 20 відсотків. Оптимізуючи послідовність розташування нагромаджувачів можна оперативно здійснювати раціональне керування вантажопотоками в реальних умовах їх обслуговування.



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И УНИФИКАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ К КОРПУСАМ СУДОВ БАССЕЙНА ДУНАЙ-МАЙН-РЕЙН

Создание единой системы европейских внутренних водных путей с постройкой соединительных каналов обусловило необходимость унификации параметров судов внутреннего плавания (СВВП), в частности к прочности корпусов этих судов.

Постройка канала Дунай-Майн-Рейн имеет большое экономическое значение для Украины, т.к. открывает выход в порты Северного моря и существенно активизирует роль р. Дунай в функционировании современных пан-европейских транспортных коридоров.

Требования к корпусам украинских судов, и судов бывших стран СЭВ, эксплуатирующихся на р. Дунай, представлены в правилах Российского морского Регистра, 1978 - 1988 г. [1] и согласованных правилах ОТНК [2] 1990 г., базирующихся в значительной степени на требованиях правил Российского речного Регистра 1984, 1995 г. [3].

Оригинальные требования к судам СВВП содержатся в правилах Германского Ллойда [4], Французского бюро Веритас [5], Американского Бюро судоходства [6] и других классификационных обществ.

С 1991 г. решением 49-й сессии Дунайской комиссии вся река Дунай отнесена к 3-й зоне с высотой волны 5 % обеспеченности до 0,6 м. К этой же зоне отнесены и реки Рейн и Майн. В Правилах [1] р. Дунай подразделяется на две зоны: первая зона от г. Белграда и выше, и вторая зона ( $h_{1\%} \leq 1,2$  м) – ниже г. Белград. Практически все суда Украины проектировались по требованиям для второй зоны. Устранение деления р. Дунай на две зоны позволит смягчить требования к корпусам, особенно в части надводного борта и снабжения.

Для судов, выходящих в прибрежные участки морей, особенно пассажирских, в Европейских правилах имеется зона 1 с  $h_{3\%} \leq 2$  м.

В Правилах Речного Регистра [3] европейским зонам 1, 2 и 3 соответствуют классы судов «О» ( $h_{3\%} \leq 2$  м), «Р» ( $h_{1\%} \leq 1,2$  м) и «Л» ( $h_{1\%} \leq 0,6$  м).

Водные пути Дунай-Рейн-Майн относятся в основном к 3-й зоне и поэтому в докладе рассматриваются пути совершенствования требований к корпусам грузовых судов 3-й и 2-й зоны Европейской классификации, соответствующим классам «Л» и «Р» Российского Речного Регистра.

Основное внимание уделено требованиям к общей прочности корпусов и к минимальным толщинам, поскольку требования к местной прочности основного и рамного наборов являются более однородными.

Требования к общей прочности корпусов СВВП в начале срока службы наиболее четко сформулированы в Правилах Речного Регистра [3] на базе критерия предельной пластической прочности (КППП).

КППП при расчетных нагрузках

$$|M_{\text{пр}}| \geq K \cdot |M_{\text{р}}|,$$

где  $K = 1,35 \dots 1,5$  – коэффициент запаса для поясов корпуса не несущих и несущих поперечную нагрузку, соответственно;

$$M_{\text{р}} = M_{\text{тв}}^{\text{max}} + M_{\text{в}} -$$

сумма максимальных изгибающих моментов на тихой воде и волнении;

$$M_{\text{пр}} = W_1 \cdot \varphi_{\text{р}} \cdot \sigma_{\text{T}} -$$

предельный изгибающий момент при прогибе и перегибе судна;  $W_1$  – момент сопротивления крайнего пояса корпуса в I-м приближении без едуцирования;

$$\varphi_{\text{р}} = W_{\text{пр}} / W_1 -$$

редукционный коэффициент, учитывающий степень устойчивости связей и их начальную погибь.

В [7] обосновано значительное уменьшение величины  $M_{\text{в}}$  для судов класса «Л» и «Р».

Отметим, что в соответствии с [3] при поперечной системе набора редуцируются и растянутые связи.

КППП при аварийных нагрузках, кН·м,

$$|M_{\text{пр}}| \geq M_{\text{А}} = \Delta c \cdot L \cdot K_{\text{пр}}(L),$$

где  $M_{\text{А}}$  – максимальный изгибающий момент в аварийных ситуациях;  $\Delta c$  – полное водоизмещение, кН;  $K_{\text{пр}}(L)$  – определяется по табл. 2.2.8.8 [3] (например, для сухогрузных самоходных судов  $K_{\text{пр}}(L) = 0,043 \dots 0,021$  при  $L = 60 \dots 100$  м).

Расчетные волновые моменты следует суммировать с моментами на тихой воде, возникающими только в процессе рейса с учетом возможной неравномерности распределения груза. Для СВВП значительные и даже определяющие величины  $M_{\text{тв}}^{\text{max}}$  часто возникают в процессе интенсивной погрузке, особенно в один слой. Эти моменты также являются расчетны-

ми, хотя они и не суммируются с волновыми [8].

Для иллюстрации значимости различных критериев рассмотрим пример для типовой сухогрузной баржи типа Европа-2Б, имеющей следующие характеристики:

$$L_p = 75,96 \text{ м}; B = 11 \text{ м}; D = 3,2 \text{ м}; D' = 4,24 \text{ м}; d = 2,7 \text{ м}; \\ \Delta c = 21062 \text{ кН}; W_1^k = 0,22 \text{ м}^3; W_1^{\text{пал}} = 0,33 \text{ м}^3; W_1^{\text{дн}} = 0,48 \text{ м}^3.$$

Система набора – поперечная, шпация 600 мм. Корпус из СтЗсп,  $\sigma_T = 235 \text{ МПа}$ . Комингс из Ст10ХСНД с  $\sigma_T = 390 \text{ МПа}$ .

$$M_A = \pm \Delta c L_0 0,031 = \pm 46,62 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

В табл. 1 приведены величины изгибающих моментов на тихой воде и волновых, определенных прямым расчетом с учетом различной неравномерности распределения груза в рейсе, а также в процессе погрузки в один и два слоя. Неравномерности распределения груза характеризуется коэффициентом

$$\mu_{\text{гр}} = P_{\text{пер}} / P_{\text{гр}} = 0 \dots 0,2.$$

Таблица 1  
Расчетные величины изгибающих моментов по [3]

Обозначения моментов	Правила [3] для класса		Проект [7] для класса	
	Л	Р	Л	Р
$M_B, \text{МН} \cdot \text{м}$	$\pm 2,54$	$\pm 6,44$	$\pm 0,27$	$\pm 2,60$
$M_{\Sigma}^0 = M_{\text{ТВ}}^0 + M_B$ $\mu = 0$	-7,84	-11,77	-5,60	-2,60
$M_{\Sigma}^I = M_{\text{ТВ}}^0 + \Delta M_{\text{ТВ}}^I + M_B$ $\mu_{\text{гр}} = 0,05$	-10,34	-14,23	-8,075	-10,39
$M_{\Sigma}^{II} = M_{\text{ТВ}}^0 + \Delta M_{\text{ТВ}}^{II} + M_B$ $\mu_{\text{гр}} = 0,2$	-17,73	-21,63	-15,46	-17,79
$M_{\text{ТВ}}^{III}$	+16,76	+16,76	+16,76	+16,76
$M_{\text{ТВ}}^{IV}$	-22,30	-22,30	-22,30	-22,30
$M_{\text{ТВ}}^V$	+11,15	+11,15	+11,15	+11,15

$M_{\text{ТВ}}^0 = -5328 \text{ кН} \cdot \text{м}$  – момент при равномерном распределении всего груза.

$\Delta M_{\text{ТВ}}^I = -2464 \text{ кН} \cdot \text{м}$  – добавочный момент от неравномерности распределения груза при  $\mu_{\text{гр}} = 0,05$ .

$\Delta M_{\text{ТВ}}^{II} = -9858 \text{ кН} \cdot \text{м}$  при  $\mu_{\text{гр}} = 0,2$ .

$\Delta M_{\text{ТВ}}^{III} = +16758 \text{ кН} \cdot \text{м}$  – момент при погрузке в один слой  $\approx 25 \%$  груза.

$\Delta M_{\text{ТВ}}^{IV} = -22302 \text{ кН} \cdot \text{м}$  – момент при погрузке в один слой  $\approx 75 \%$  груза.

$\Delta M_{\text{ТВ}}^V \approx \pm 11150 \text{ кН} \cdot \text{м}$  – момент при погрузке в два слоя.

Если исключить мало реальный вариант с  $\mu_p = 0.2$ , то из табл. 1 следует, что максимальные расчетные изгибающие моменты возникают при грузовых операциях в порту, причем с переменной знака, которые значительно превышают величины суммарных моментов в рейсе, особенно для судов класса «Л» (3-я зона) и с учетом предложений [7].

Этот вывод согласуется с требованиями правил [4, 5 и 6], где изгибающие моменты определяются при погрузке в один или два слоя без учета волнового момента.

В табл. 2 приведены величины редуционных коэффициентов  $\varphi_p$  при перегибе и прогибе, а также величины соответствующих предельных моментов

$$M_{пр} = W_i^1 \cdot \varphi_{pi} \cdot \sigma_{Ti} ,$$

и коэффициентов запаса

$$K_i = M_{при} / M_p .$$

Таблица 2

Коэффициенты запаса по предельным моментам

$M_p$ , МН·м	+16,76	-22,3	+46,62	-46,62
$M_{пр}^k$ , МН·м *	96,5	68,64	69,5	68,64
$\varphi_p^k$	0,81	0,8	0,81	0,8
$K_k = M_{пр}^k / M_p$	4,15	3,07	1,49	1,47
$M_{пр}^{дн}$ , МН·м	39,48	67,68	39,48	67,68
$\varphi_p^{дн}$	0,35	0,6	0,81	0,6
$K_{дн} = M_{пр}^{дн} / M_p$	2,35	3,03	0,85	1,45
$K_{к}^{доп}$	1,35	1,35	1,35	1,35
$K_{дн}^{доп}$	1,5	1,5	1,5	1,5

\* - индекс “к” относится к верхней кромке комингса.

Из табл. 2 следует, что требования КППП при расчетной нагрузке выполнены с избытком, а при аварийной нагрузке не выполнены при сжатии днища. Критерий аварийной прочности, хотя и является практически важным, но пока еще не введен в Правила иностранных классификационных обществ и нуждается в более детальном обосновании.

Отметим, что в иностранных Правилах требования к общей прочности корпусов СВВП сформулированы не в виде четких критериев, а косвенно, причем характеристики эквивалентного бруса определяются в первом приближении без редуцирования сжатых и растянуто-изогнутых связей, что не позволяет в полной мере учесть различия

корпусов с продольной и поперечными системами набора. Вместо этого рекомендуется либо контроль уровня сжимающих напряжений в пластинах при поперечной системе набора [4], либо контроль толщины сжатых пластин [5, 6].

В частности, для корпуса рассматриваемой баржи в Правилах [4], рекомендуются допускаемые напряжения в сжатом днище  $\sigma_{\text{доп}} \leq 0,8\sigma_s = 28,5$  МПа, а в сжатой палубе  $\sigma_{\text{доп}} \leq \sigma_s = 55,6$  МПа. Расчетные величины изгибающих моментов при нагрузке в один слой по приближенным формулам дают величины:

при перегибе

$$+M = BdL^2 \cdot \lambda_2(L) = 17994 \text{ кНм};$$

при прогибе

$$-M = BDL^2 \left( 1,37 \frac{d}{D} - 0,37 \right) \lambda_3(L) = 21230 \text{ кНм}, -$$

почти совпадающие с определенными выше величинами путем прямого расчета.

Напряжения в сжатом днище составляют

$$\sigma_{\text{дн}} = 17,99/0,48 = 37,5 \text{ МПа} = 1,32\sigma_{\text{доп}}.$$

Напряжения в сжатой палубе

$$\sigma_{\text{пал}} = 21,23/0,33 = 64,3 \text{ МПа} = 1,16\sigma_{\text{доп}}.$$

Из этого следует, что корпус рассматриваемой баржи не удовлетворяет требованиям [4], хотя с избытком удовлетворяет требованиям Правил [1, 2 и 3] даже для класса “Р” (2-я зона). Аналогичная ситуация с требованиями Правил [5, 6], которые не выполняются для сжатых пластин днища при поперечной системе набора.

Действительно, в соответствии с [5], для пластины днищевой обшивки при поперечной системе набора рекомендуется большая из двух величин:

$$t'_{\text{дн}} = 6E\sqrt{d_1} \quad \text{или} \quad t''_{\text{дн}} = 2,34E\sqrt[3]{\frac{M_{\text{н}}}{BD}},$$

которая при  $E = 0,6$  м (шпация) и расчетном напоре на днище  $d_1 = 2,7, 3,0$  и  $3,3$  м соответственно для третьей, второй и первой зон,

$$t'_{\text{дн}} = 6 \cdot 0,6\sqrt{2,7 \div 3,3} = 5,91; 6,24; 6,53 \text{ мм}.$$

При погрузке в первый слой, момент при перегибе

$$M_{\text{н}} = M'_{\text{н}} + \varphi = 6523 + 23416 = 29939 \text{ кНм.}$$

При погрузке в 2 слоя

$$M_{\text{н}} = M'_{\text{н}} + \varphi = 6523 + 11756 = 18289 \text{ кНм,}$$

$$t''_{\text{дн}} = 2,34 \cdot 0,63 \sqrt{\frac{29939 \div 18289}{11 \cdot 3,2}} = 13,29; 11,28 \text{ мм.}$$

Фактическая толщина

$$t'_{\text{дн}} < t^{\Phi}_{\text{дн}} \ll t''_{\text{дн}}.$$

Столь жесткие требования Правил [4, 5 и 6] к сжатому поясу корпуса при поперечной системе набора можно объяснить только грубой косвенной приближенной формулировкой КППП с явной ошибкой в безопасную сторону.

В Правилах [4, 5 и 6] сформулированы очень жесткие требования к минимальным толщинам, особенно ширстрека, что объясняется, по видимому, условиями частого шлюзования судов.

В частности в Правилах [4] для определения толщины ширстрека рекомендуется формула

$$t_{\text{ш}} \geq 2,2\sqrt{L},$$

что для рассматриваемой баржи дает

$$t_{\text{ш}} = 2,2\sqrt{75,90} = 19,17 \text{ мм,}$$

т.е. величину в 1,6 раза превышающую фактическую толщину 12 мм.

В заключение можно отметить, что для новой редакции требований к прочности корпусов судов для водной системы Дунай-Майн-Рейн можно рекомендовать структуру, использующую положительные рекомендации как в Правилах [1, 2 и 3], так и в Правилах иностранных классификационных обществ.

Для контроля общей продольной прочности целесообразно использовать форму критерия предельной пластической прочности Правил [3], позволяющую четко учитывать различия продольной и поперечной систем набора.

Максимальные величины изгибающих моментов следует определять прямым расчетом путем моделирования процессов нагрузки-выгрузки в один или два слоя, а также уточнить предельные аварий-

ные изгибающие моменты с корректировкой коэффициентов запаса на статистической базе.

Требования к местной прочности пластин и набора целесообразно унифицировать с использованием метода предельных нагрузок.

Требования к минимальным толщинам также следует унифицировать, используя опыт эксплуатации СВВП во всех странах бассейна Дунай-Рейн-Майн.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания (для Дунайского бассейна). Том 1. Регистр СССР. - Л., -1978.
2. Согласованные Правила ОТНК: Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания. Часть II. Корпус. - 1990.
3. Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания. Том 1. Российский Речной Регистр. - М., - 1995.
4. Правила классификации и постройки. Часть 2: Суда внутреннего плавания. Германский Ллойд. - Гамбург, - 1992.
5. Bureau Veritas. Rules and Regulation for the Construction and Classification of Inland Navigation Vessels. Paris, - 1984.
6. Rules for Building and Classing Steel Vessels for Service on River and Intercoastal Waterways. American Bureau of Shipping. - New York, - 1997.
7. Гирин С.Н., Фролов А.М. Обоснование методики назначения дополнительных волновых усилий при оценке общей продольной прочности судов внутреннего и смешанного плавания. - Нижний Новгород: ВГАВТ, - 1998.
8. Ершов Н.Ф., Свечников О.И. Повреждения и эксплуатационная прочность конструкций судов внутреннего плавания. - Л.: Судостроение, - 1977.

## ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЛАВУЧЕЙ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЙ ГРЕЙФЕРНОЙ ГРЯЗЕДОБЫВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья являются уникальными природными системами, обладающими значительными природно-ресурсным потенциалом. Разработка методов рационального природопользования в таких комплексах представляет сложную и малоизученную проблему.

По морфологическим особенностям строения чаш лиманы Причерноморья делятся на три группы: 1) малые (Хаджибейский, Малый Сасык, Бурнас, Будаки) - с площадью водного зеркала менее 50 км<sup>2</sup>; 2) средние (Сасык, Шаганы, Алибей, Хаджибейский, Куяльницкий, Тилигульский) - с площадью водного зеркала 50-250 км<sup>2</sup>; 3) большие (Днестровский и Днепрово-Бугский) - с площадью водного зеркала более 250 км<sup>2</sup>.

Поскольку в развитии биопродуктивности лиманов решающим фактором является соленость вод, установлено также четыре типа лиманов по солености водных масс: 1) олигогалинный (Днепровско-Бугский, Днестровский) со средней соленостью 0,5-4 %. Соленость Днестровского лимана в среднем равна 2 %, соленость Днепровско-Бугского изменяется от 0,45 % в авандельте до 16 % на выходе; в средней и верхней частях лимана она не превышает 4 %, а в западной - 6 %; 2) мезогалинный (3 - 12 %, Березанский и Тилигульский лиманы). Соленость Березанского лимана изменяется в пределах 4 - 9 %, Тилигульский лиман более засолен (8 - 13 %); 3) понтический морской (15 - 18 %, Григорьевский и Сухой лиманы); 4) полигалинный (15 - 35 %, Сасык, Будацкий, Хаджибейский, Дофиновский лиманы). Соленость лиманов этого типа превосходит таковую черноморских вод, поэтому эти лиманы заселены в основном эврогалинной морской фауной.

Куяльницкий лиман является крупнейшим месторождением сульфидных иловых лечебных грязей на территории не только Украины, а и бывшего Советского Союза. Его эксплуатационные запасы с учетом коэффициента эксплуатации составляют более 15 млн. 327 тыс. кубических метров. На базе Куяльницкого лимана с 1843 года функционирует один из старейших и популярнейших бальнеологических курортов. Это санатории им. Пирогова, им. Сеченова и др.



Физико-химические свойства биопродуктивной грязи Куяльницкого лимана:

влажность, %,	49,73 ... 56,09;
сероводород, %,	0,078 ... 0,173;
объемный вес, г/см <sup>3</sup> ,	1,37 ... 1,52;
теплоемкость, кал/г/град,	0,60 ... 0,65;
сопротивление сдвигу, дин/см <sup>2</sup> ,	4299 ... 12017;
липкость, дин/см <sup>2</sup> ,	9998 ... 13329.

По химическому составу рапа Куяльницкого лимана представляет собой высокоминерализованную хлоридно-натриевую воду с содержанием, мг/л:

натрий	26,80;
кальций	1,20;
магний	5,06;
хлор	56,38;
сульфаты	2,45;
карбонаты	0,036;
гидрокарбонаты	0,77;
минерализация	92,10.

В рапе Куяльницкого лимана выявлены следующие микроэлементы:

марганец, мг/л,	2,0;
медь, мг/л,	0,6 ... 0,8;
свинец, мг/л,	0,13 ... 0,8;
германий, г/л,	$2,0 \cdot 10^{-5}$ ... $11,0 \cdot 10^{-4}$ ;
йод, мг/л,	0,42 ... 5,0
бром, мг/л,	23,9 ... 64,20
фтор, мг/л,	20,0 ... 55,0
уран, г/л,	$1,3 \cdot 10^{-6}$
кремневая кислота, мг/л,	13,0 ... 70,0.

Разработка Куяльницкого подводного месторождения биоактивных грязей осуществляется в южной части лимана. Ввиду планируемой постройки цеха по фасовке биоактивной грязи Куяльницкого подводного месторождения и использования ее лечебных свойств для санаторно-курортного лечения за пределами Одессы, по всей Украине и за рубежом, встал на повестку дня вопрос об увеличении годовых объемов добычи биоактивной грязи. Увеличение добычи биоактивной грязи потребует разработки и поставки дополнительных плавучих подъемно-транспортных грязедобывающих установок.

В условиях эксплуатации динамическая система, состоящая из грузового судна с размещенным на нем подъемно-транспортным грязедобывающим оборудованием, непрерывно находится под воздействием

широкого спектра ветро-волновых случайных возмущений. Эти возмущения являются причинами возникновения сил и моментов, вызывающих пространственное движение грузового судна, возникновения нештатных режимов работы кранового оборудования, обрыва и потери груза и т.д.

Вследствие этого важной задачей является исследование динамики системы корабль-кран-трос-рабочий грузовой орган, которая неразрывно связана с вопросами повышения надежности системы в целом, определением норм и правил эксплуатации подъемно-транспортного грядедобывающего оборудования в различных (в том числе экстремальных) условиях морского волнения.

В настоящее время существуют два подхода в решении этой проблемы: натурные экспериментальные исследования с последующей обработкой их результатов и полное математическое описание динамики системы корабль-кран-трос-рабочий грузовой орган (ККТРГО), анализ и моделирование на ПЭВМ различных режимов ее эксплуатации.

Оба подхода имеют свои положительные и отрицательные стороны.

Так, к преимуществам первого следует отнести достоверность информации, а к недостаткам - ее ограниченность по возможности изучения конкретных динамических систем ККТРГО и спектру возмущений. Кроме того, первый путь трудоемкий, дорогостоящий и длительный.

К преимуществам второго пути относится его универсальность, т.е. возможность получения силовых и геометрических характеристик пространственного движения различного типа динамических систем ККТРГО при различных возмущениях в широком диапазоне частот еще на стадии проектирования. Это позволяет вносить изменения в конструкцию проектируемого кранового оборудования.

Однако второй путь не лишен недостатков. Один из них - сравнительно низкая точность определения динамических характеристик системы ККТРГО из-за ограниченного учета всех действующих сил.

В представленном докладе предлагается обобщенная нелинейная математическая модель динамической системы ККТРГО на основе второго подхода с использованием метода декомпозиции, предположив относительную независимость каждой из рассматриваемых подсистем. Так, грядедобывающая плавучая установка участвует в качке и передает ветроволновые возмущения крану, который их трансформирует в колебания троса, соединенного с рабочим грузовым органом. В зависимости от места расположения крана на грядедобывающей пла-

вучей установке, трансформация этих колебаний может усиливаться или уменьшаться. Кроме того, используя гасители колебаний, можно изменить спектр колебаний между грязедобывающей плавучей установкой и тросом, т.е. сдвинуть диапазон частот выше или ниже в зависимости от конструкции конкретного подъемно-транспортного оборудования.

Далее, в зависимости от того однородный трос или нет (наличие упруго-демпфирующих связей) можно также изменить картину колебаний троса от верхней до нижней точки стрелы крана. От расположения места крепления троса с рабочим грузовым органом (РГО) может существенно изменяться динамика РГО при ветро-волновых возмущениях и спуско-подъемных операциях. В первую очередь это связано с крутильными и изгибными колебаниями, наличием упруго-демпфирующих вставок или их отсутствием.

Исходя из вышеописанного для корректного анализа динамической системы ККТРГО необходимо провести ее многофакторный анализ, включающий:

1. Математическое моделирование качки грязедобывающей плавучей установки на волнении и выбор точки размещения крана на корабле, уменьшающий трансформацию ветро-волновых возмущений грязедобывающей плавучей установки в колебания кранового оборудования. Выбор динамической развязки между кораблем и краном.

2. Определение динамики троса и картины трансформации колебаний от грязедобывающей плавучей установки к РГО. Выбор упруго-демпфирующих вставок, сдвиг диапазона частот колебаний и т.п.

3. Определение динамики РГО. Выбор точки крепления РГО к тросу с целью снижения его колебаний. Стабилизация РГО во время спуско-подъемных операций на течении и волнении, выбор конструкции крепления РГО к тросу.

4. Совместное решение каждой из отдельно поставленных задач. Оптимизация динамической системы корабль-кран-трос-рабочий грузовой орган, исследование возможностей снижения динамических перегрузок при математическом моделировании.

5. Экспериментальная проверка теоретических исследований. Совместная идентификация результатов математического моделирования и натурных испытаний.

Нелинейной динамики системы ККТРГО описана системой 18 уравнений в частных производных. Для замыкания полученной математической модели сформулированы соответствующие граничные и начальные условия, определяющие различные режимы работы кранового оборудования грейферной грязедобывающей плавучей установки

на морском волнении и при его отсутствии.

Проведен анализ полученной системы уравнений согласно следующему алгоритму:

решение плоской задачи по определению силовых и геометрических характеристик ККТРГО;

решение пространственной задачи по определению силовых и геометрических характеристик ККТРГО;

построение линеаризованных уравнений на основе нелинейной модели динамики ККТРГО, изложенной выше (исследуется режим вибраций, определяются АЧХ и ФЧХ системы, собственные частоты и резонансные режимы, ускорения отдельных точек ККТРГО);

построение пространственной линейной модели ККТРГО и определение аналогичных предыдущей задаче характеристик системы с учетом трехмерности;

решение плоской нелинейной задачи динамики ККТРГО.

## АСПЕКТЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МОРСКИХ СУДОВ

Прогрессирующее ухудшение экологической обстановки среды обитания человека с каждым днем все серьезнее ставит вопрос о защите качества питьевой воды, как в общечеловеческом, так и в региональных масштабах. И естественно, этот вопрос еще острее стоит на судах, когда приходится брать воду в «прок» и хранить совершенно не в идеальных условиях. Отсюда вытекает, что для обеспечения экипажей судов качественной водой необходимо выполнение двух условий:

*первое* – на борт должна приниматься качественная вода, отвечающая требованиям ГОСТ2874-82 «Вода питьевая»;

*второе* – на борту должны быть обеспечены условия для сохранения этих качеств в процессе хранения воды.

Это аксиома. Однако, к великому сожалению, вода, получаемая от береговых централизованных источников, как правило, не отвечает этим требованиям ни по химическим, ни по органолептическим, а иногда и по бактериологическим показателям. Это, к сожалению, реальность. Естественно, такая вода еще более не пригодна для многосуточного хранения в судовых цистернах.

Объективных причин несоответствия качества питьевой воды, подаваемой на суда, великое множество и не в наших силах их ликвидировать. Но почти в каждом конкретном случае в наших силах доочистить, обеззаразить принимаемую на борт воду и законсервировать ее на время рейса. Тем более что санитарные Правила для морских судов предписывают иметь на судне возможность обеззараживания питьевой (мытьевой) воды при приеме на борт, в процессе хранения, перед подачей потребителям.

На основании многолетнего опыта можно полагать, что наиболее экономичной и приемлемой для судов является установка, состоящая из: модернизированного ионатора серебра, обеспечивающего обеззараживание и консервацию воды; фильтра грубой очистки, установленного на приеме воды с берега для доочистки водопроводной воды от механических примесей, ржавчины, гидроокисей металлов, коллоидов, органических веществ, свободного хлора, цинка и др. элементов и с целью стабилизации работы ионатора; сорбционного фильтра, установленного перед гидрофором, для повышения органолептических показателей качества воды и снижения концентрации серебра в воде перед подачей потребителям.

Почему мы остановились на обработке воды ионами серебра? Прежде всего, потому что, только серебро обладает пролонгированным действием или последствием. То есть единожды обработанная вода надолго сохраняет антимикробные свойства. Во-вторых, только установка ионатора с фильтрами позволяет выполнить все требования санитарных Правил с минимальным набором оборудования. И, в третьих, обработка воды серебром на много дешевле обработки другими дезинфекторами.

Скажите, при каком другом способе обработки воды ее стоимость при 15-ти суточном рейсе с экипажем в 20 человек при норме водопотребления 150 литров на человека в сутки (45 т на рейс) будет стоить 2,80 грн и не за тонну в сутки, а всего за рейс? Потребляемая мощность 60 Вт! [(15 сут. х 20 чел. х 0,15 т чел. сут. х 0,05 г/т Ag) при приеме + (7 сут. х 20 чел. х 0,15 т чел. сут. х 0,05 г/т Ag) в процессе хранения х 0,7 грн/г + 20 % НДС = 2,8 грн].

Для сведения сообщаем: обработка тех же 45 тонн воды хлорсодержащими препаратами обойдется судовладельцу в 29,25 грн с НДС, при этом гарантированная эффективность не превышает 4 - 5 суток (данные ОПД СЭС портов Николаева).

Мы не знаем, чем объяснить нежелание судовладельцев и судостроителей устанавливать на судах ионаторы серебра, особенно на переоборудуемых, где они наиболее эффективны - возможно, просто укоренившееся в нашем сознании понятие, что серебро это драгоценный металл и не гоже его так прозаически использовать! Но ведь все относительно – и один грамм этого металла очищает и защищает 20 тонн питьевой воды!

Мы надеемся, что наша информация заинтересует как проектантов, так и судовладельцев, и что на космических кораблях экипажи судов будут использовать только серебряную воду.

Ориентировочная стоимость установки, состоящей из ионатора серебра, фильтра грубой очистки, сорбционного фильтра и прибора для измерения концентрации серебра колеблется в пределах 3,8 – 8,0 тыс. у. е. в зависимости от производительности установки и массы серебра в электролизе ионатора. Предусмотрено семь типоразмеров по производительности для экипажей судов от 10 до 20 человек. Ресурс серебра в электролизе на 4 года эксплуатации, ресурс кассет фильтрующе-сорбционных материалов в фильтрах – один год. Максимальная площадь станции приготовления питьевой воды 2,4 х 1,2 м с габаритами обслуживания. Масса сухого оборудования 100 – 350 кг.

Методические указания по гигиене хозяйственно-питьевого водоснабжения морских судов №1975–79 предписывают периодически осуществлять дезинфекцию цистерн запаса питьевой (мытьевой) воды

на судах.

На проведение этих работ есть соответствующие методические указания, есть расценки, есть, и специальные подразделения в портовых СЭС, которые призваны выполнять эту работу. Дезинфекция выполняется хлорсодержащими препаратами.

Однако в портах Украины есть три действующих водолея и несколько судов, оборудованных отечественными или импортными ионаторами серебра на которых дезинфекцию цистерн проводить хлорсодержащими препаратами абсурдно! Абсурдно потому, что в процессе обработки хлором стенок цистерн, поверхности оборудования и труб нейтрализуется серебро, покрывающее эти поверхности, и уничтожается бактерицидная поверхность, стабилизирующая качество воды. При этом расход хлорсодержащих препаратов увеличивается (нейтрализация серебра)!

Не проще ли заполнить цистерны водой с более высокой концентрацией серебра, гарантирующий дезинфицирующий эффект! А после получения данных баканализа просто разбавить эту воду.

Если санитарная обработка цистерн питьевой воды хлорированием на портовом буксире не отражается на бюджете порта, то обработка 8 танков по 100 т на водолее «Нарзан» весьма ощутима для бюджета водолея, да и прямой вред окружающей среде – воду с хлором спускают за борт прямо у причала. Выигрывает только СЭС – за работу платят!

В методических указаниях по гигиене хозяйственно-питьевого водоснабжения морских судов №1975–79 есть пункт 2.6.1, запрещающий использовать цемент для покрытия цистерн питьевой (мытьевой) воды, как при строительстве, так и при ремонте или переоборудовании. Приходится соглашаться с этим требованием при строительстве, хотя это и дороже. Но как полностью снять старое цементное покрытие с корпусных цистерн, сформированных в оконечностях судна с усиленным набором, и есть ли в этом необходимость?

Не целесообразнее ли воспользоваться рекомендациями ВОЗ, которая в аналогичных случаях не выставляет безаппеляционных требований, а предлагает находить компромиссные решения. В данном случае мы считаем, что таким решением является установка дополнительного угольного фильтра перед подачей воды потребителю, так как цементное покрытие снижает органолептические показатели воды, а если на судне нет обеззараживающего устройства (при автономности более 10 суток) то и бактерицидную установку.

Посчитайте и убедитесь что дешевле, а главное качественней!

## ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ УКРАИНСКОГО УЧАСТКА ДУНАЯ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ

Экономическое развитие придунайских государств, в частности Украины, во многом зависит от экологического состояния реки Дунай и его притоков.

Так, химический состав токсикогенного стока Дуная различен в различные годы и зависит от многих трудноучитываемых факторов. Промышленный сток придунайских стран «обогащает» Дунай такими элементами как: титан, ванадий, марганец, алюминий, ртуть, цинк, хлор, где практически представлена вся таблица Менделеева, но преобладают металлы, наиболее широко используемые в металлургии, машиностроении и других отраслях промышленности.

Широкое применение хлорорганических пестицидов, появившееся в 50-е годы повсеместно способствовало тому, что в донных отложениях и в гидробионтах начали резко возрастать концентрации ДДТ и гексахлорана, накапливающихся в первую очередь в липидосодержащих тканях (жир, мозг, ганады). В 70-х начале 80-х явно преобладает ДДТ, но с проведением в ряде стран ограничений или даже запрета на применение ДДТ, стали преобладать его метаболиты ДДД и ДДЭ. Последние 5 - 10 лет резко возросла роль гексахлорана, применяемого взамен ДДТ, причем пик концентрации того и другого пестицида приходится на поздний весенний период.

Высокая мутность дунайской воды определяет многие стороны экологического состояния устьевой области реки. Так, при прочих равных условиях большое содержание взвешенных минеральных частиц ограничивает развитие фито-, зоо- и бактериопланктона, а также определенных видов бентоса. В тоже время, взвешенные частицы абсорбируют подавляющее количество загрязнителей таких как, тяжелые металлы и многочисленные органические соединения – пестициды, нефтепродукты, фенолы, синтетические поверхностно активные вещества.

Промысловая ихтиофауна Дуная следующая. Судак (*Lucioperca lucioperca*) обитает в дельте Дуная и придунайских водоемах круглый год и распространен повсеместно. В период половодья годовики и двухгодовики выходят в авандельту для нагула. Судак в Дунае хорошо приспособился к условиям мелководья, мутной воде и высокой температуре в летнее время, и, при условии улучшения нерестилищ и разведения в нерестово-выростных хозяйствах, его численность не



падает до нуля. Уловы же леща (*Abramis brama*) в Дунае за последние годы резко снизились. Снижение улова вызвано уничтожением в большей части естественных нерестилищ и мест нагулов в связи с обвалованием пойменных земель для нужд сельского хозяйства.

Притоки Дуная – это реки находящиеся на Румынской стороне. Загрязнение реки Жиу вызвано, главным образом, эксплуатацией существующих нефтяных разработок. Река Олт – наибольший приток Дуная на Румынской территории. Ее загрязнение вызвано слиянием с притоками мелких рек зоны города Брашова. Биомасса беспозвоночных в некоторых районах реки в связи с этим очень незначительна. В реке Серет кое-где наблюдается отрицательное влияние некоторых загрязненных притоков. Кроме всего, загрязнение реки Дунай очень велико из-за сброса моющих средств через канализационную систему без предварительной очистки сточных вод.

Из всего изложенного можно сделать вывод, что река Дунай испытывает мощное антропогенное воздействие на свои ценозы, которые могут не выдержать этой нагрузки, что приведет в конечном итоге к остановке регенерирующей функции этой биосистемы.

## РАСЧЕТ ТЕЧЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ИНДУКЦИОННОМ НАСОСЕ СУДОВЫХ АТОМНЫХ УСТАНОВОК

В ряде известных схем теплоноситель в первом контуре судовых атомных энергетических установок прокачивается индукционными насосами. Насосы представляют собой трехфазный линейный асинхронный электродвигатель, имеющий продольный кольцевой канал 1, образованный двумя коаксиальными цилиндрами, через который прокачивается теплоноситель (рис.). Имеется также сердечник (магнитопровод 2 и плоский индуктор с обмоткой 3). Обмотки создают бегущее по оси магнитное поле, индуцируя токи в сердечнике. Взаимодействие токов с магнитным полем создает продольную силу, действующую на жидкость. Определение давления и подачи насоса осложняется, тем, что неньютоновская жидкость имеет нестабилизированное течение в канале.

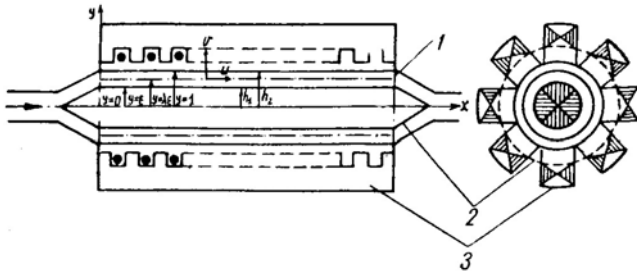


Рис. Индукционный насос

Для определения параметров насоса используем систему уравнений [1]:

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{dP}{dx} + \frac{1}{\rho r} \frac{\partial}{\partial y} (y, \tau),$$

где  $\tau = -K \left( -\frac{\partial u}{\partial y} \right)^n$ ; (1)

$$\frac{\partial y u}{\partial x} + \frac{\partial y v}{\partial y} = 0; K - \text{консистентная постоянная, } \tau - \text{касательное напря-$$

жение,  $n$  - индекс течения,  $\rho$  - плотность,  $\bar{P}$  - давление.

При этом считаем, что при имеющихся небольших зазорах канал между индуктором и сердечником можно считать кольцевым или плоским, имеющим симметричный профиль скоростей. Граничные условия на входе:

$$\begin{aligned}
 u = v = 0 & \text{ при } y = 1, x = 0; \\
 u = v = 0 & \text{ при } y = \varepsilon, x > 0; \\
 v = 0 & \text{ при } \tau = 0, y = \chi\varepsilon;
 \end{aligned}$$

$u$  и  $v$  - безразмерные скорости теплоносителя в канале по осям  $x$  и  $y$  ( $v_x = uv_{xcp}$  - размерная скорость [2]);  $\chi$  - коэффициент (постоянная интегрирования при  $\tau = 0$ );  $\varepsilon = h_1 / h_2$ ;  $\rho = 1$ .

Умножим уравнение (1) на  $y$  проинтегрируем его на интервале  $[\chi\varepsilon; 1]$ . Тогда

$$\int_{\chi\varepsilon}^1 yu \frac{\partial u}{\partial x} dy + \int_{\chi\varepsilon}^1 yv \frac{\partial u}{\partial y} dy = \frac{d\bar{P}}{dx} \int_{\chi\varepsilon}^1 y dy + \int_{\chi\varepsilon}^1 \frac{\partial}{\partial y} (y, \tau) dy.$$

Почленно имеем:

$$\begin{aligned}
 \int_{\chi\varepsilon}^1 yu \frac{\partial u}{\partial x} dy &= \frac{\partial}{\partial x} \int_{\chi\varepsilon}^1 y \frac{u^2}{2} dy; \quad \int_{\chi\varepsilon}^1 yv \frac{\partial u}{\partial y} dy = \frac{\partial}{\partial x} \int_{\chi\varepsilon}^1 yu^2 dy; \\
 \int_{\chi\varepsilon}^1 (y\tau) dy &= \tau_w; \quad \frac{d\bar{P}}{dx} \int_{\chi\varepsilon}^1 y dy = \frac{1}{2}(1 - \chi^2\varepsilon^2) \frac{d\bar{P}}{dx}.
 \end{aligned}$$

После интегрирования уравнение (1) имеет вид:

$$\frac{d}{dx} \int_{\chi\varepsilon}^1 yu^2 dy = -\frac{1}{2}(1 - \chi^2\varepsilon^2) \frac{d\bar{P}}{dx} + \tau_w, \quad (2)$$

где  $\tau_w$  - касательное напряжение у стенки индуктора.

Величина градиента давления не зависит от  $y$ , поэтому полагая в уравнении (1)  $y = 1$  получим

$$-\frac{d\bar{P}}{dx} + \tau(1) + \tau_y^{\odot}(1) = 0 \text{ или } \frac{d\bar{P}}{dx} = \tau_w + \frac{\partial\tau_w}{\partial y}.$$

После вычисления  $\tau_w$  и  $\frac{\partial\tau_w}{\partial y}$  [2] имеем

$$\frac{d\bar{P}}{dz} = \frac{2^n [b(z) + 2]^n}{(1 - \chi^2\varepsilon^2)^{n+1}} [2nb(z) - (n-1) - (n+1)\chi^2\varepsilon^2]. \quad (3)$$

Для вычислений градиента давления  $\frac{d\bar{P}}{dz}$  необходимо иметь зависимость  $b(z) = f(z)$ .

В области  $x \geq 0$  при  $\chi\varepsilon \leq y \leq 1$  подбираем уравнение в безразмерном виде

$$u(x, y) = \frac{b(x) + 2}{b(x)} \left[ 1 - \left( \frac{y - \chi \varepsilon}{1 - \chi \varepsilon} \right) \right]^{b(x)}.$$

Подобранное уравнение подставляем в (2) и интегрируем:

$$\int_{\chi \varepsilon}^1 y u^2 dy = \left[ \frac{b(x) + 2}{b(x)} \right]^2 \int_{\chi \varepsilon}^1 y \left[ 1 + \left( \frac{y - \chi \varepsilon}{1 - \chi \varepsilon} \right) \right]^{2b(x)} - \left[ \frac{2(y - \chi \varepsilon)}{1 - \chi \varepsilon} \right]^{b(x)} dx.$$

Используя интеграл вида  $I = \int_{\chi \varepsilon}^1 y(y - \varepsilon)^t dx$ , получим

$$\int_{\chi \varepsilon}^1 y u^2 dy = \left[ \frac{b(x) + 2}{b(x)} \right]^2 \left\{ \frac{1 - \chi \varepsilon}{2} + \frac{(1 - \chi^2 \varepsilon^2)[2b(x) + 1 + \chi \varepsilon]}{2[b(x) + 1]2[b(x) + 1]} - \frac{2(1 - \chi \varepsilon)[b(x) + 1 + \chi \varepsilon]}{[b(x) + 1]2[b(x) + 1]} \right\}.$$

Дифференцируя уравнение по  $x$  и используя выражения (2) и (3), имеем зависимость  $b(x)$  просчитанную на ЭВМ. Для определения потерь в зазоре индукционного насоса или другого подобного оборудования проинтегрируем безразмерное уравнение (3):

$$\bar{P} = \int_{\chi \varepsilon}^1 \frac{2^n [b(x) + 2]^n}{(1 - \chi^2 \varepsilon^2)^{n+1}} [2nb - (n - 1) - (n + 1)\chi^2 \varepsilon^2] dx.$$

С учетом размерной величины  $P = 0,5 \bar{p} \rho v_{zcp}^2$  и формулы Дарси

$$P = \chi_1 \frac{x}{2(R_2 - R_1)} \frac{v_{zcp}^2}{2} \rho$$

получим коэффициент трения при нестабилизированном течении неньютоновской жидкости в зазоре

$$\chi_1 = \frac{2(R_2 - R_1) \int_{\chi \varepsilon}^1 \frac{2^n [b(x) + 2]^n [2nb(x) - (n + 1)\chi^2 \varepsilon^2 - (n - 1)] dx}{(1 - \chi^2 \varepsilon^2)^{n+1}}}{x}.$$

Коэффициент трения  $\chi_1$  просчитан на ЭВМ.

Таким образом приведенная математическая модель позволяет произвести расчет течения неньютоновской жидкости в щелевых каналах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. -Л.: Машиностроение, - 1969. - 520 с.
2. Копылов С.В., Яхно Б.О. Математическое моделирование течения аномально вязких жидкостей в цилиндрических зазорах // Международная научно -техническая конференция 25 - 28 мая 1998. - Киев: КПИ. 1998.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ СТРІЛОВИХ СИСТЕМ КРАНІВ

У врівноважених стрілових системах кранів (рис. 1) в процесі зміни вильоту вантаж 1 рухається горизонтально вздовж осі X, а стріла 2 врівноважена рухомою противагою 3 і приводиться в рух приводом 4. В таких стрілових системах енергія приводу, в основному, витрачається на тертя в кінематичних парах і на приведення в рух її елементів. Перший вид витрат залежить від типу конструкцій вузлів тертя і конструкційних та мастильних матеріалів, що в них використовуюються. Другий вид енергетичних витрат визначається режимом руху стрілової системи в процесі зміни вильоту вантажу.

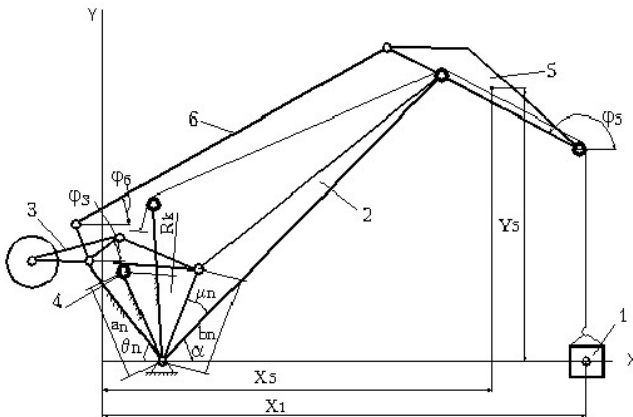


Рис. 1. Схема стрілової системи крана

Для опису руху системи, наведеної на рисунку 1, застосуємо рівняння Лагранжа другого роду [1]:

$$\ddot{\alpha} Q = \frac{T_6}{x_6} - \frac{T_6 b}{\dot{x}_6 \dot{\alpha} b} \quad (1)$$

де  $\alpha$  - узагальнююча координата;  $\dot{\alpha}$  - узагальнююча швидкість;  $Q_\alpha$  - узагальнююча сила, яка відповідає узагальнюючій координаті  $\alpha$ ;  $T = T(t, \alpha, \dot{\alpha})$  - кінетична енергія системи, яка є функцією часу  $t$  та узагальнюючих координат і швидкості.

Кінетична енергія стрілової системи знаходиться по формулі:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_5 + T_6 = \left\{ m_1 \left( \frac{\partial x_1}{\partial \alpha} \right)^2 + I_2 + I_3 \left( \frac{\partial \varphi_3}{\partial \alpha} \right)^2 + I_5 \left( \frac{\partial \varphi_5}{\partial \alpha} \right)^2 + m_5 \left[ \left( \frac{\partial x_5}{\partial \alpha} \right)^2 + \left( \frac{\partial y_5}{\partial \alpha} \right)^2 \right] + I_6 \left( \frac{\partial \varphi_6}{\partial \alpha} \right)^2 \right\} \frac{\dot{\alpha}^2}{2}, \quad (2)$$

де  $T_1, T_2, T_3, T_5, T_6$  - кінетична енергія вантажу, стріли, протизваги, хоботу та відтяжки, відповідно;  $m_1$  та  $m_5$  - маси вантажу та хоботу;  $I_2, I_3, I_5, I_6$  - моменти інерції стріли, протизваги, хоботу та відтяжки, відповідно.

Згідно з наведеною схемою приводу стрілової системи кутова швидкість стріли  $\dot{\alpha}$  при сталій швидкості двигуна ( $\omega = const$ )

$$\dot{\alpha} = - \frac{\omega R_{шл} \sqrt{a_n^2 + b_n^2 + 2a_n b_n \cos(\theta_n + \mu_n + \alpha)}}{i a_n b_n \sin(\theta_n + \mu_n + \alpha)}, \quad (3)$$

де  $\omega$  - кутова швидкість ротору двигуна приводу;  $R_{шл}$  - радіус основного кола шестерні приводу;  $i$  - передаточне число приводу від двигуна до шестерні;  $a_n$  - довжина стояка приводу;  $b_n$  - довжина коромисла приводу;  $\theta_n$  - кут нахилу стояка до горизонту;  $\mu_n$  - кут розхилу стріли;  $\alpha$  - кутова координата стріли, яка при  $\omega = const$  знаходиться по формулі

$$\alpha = \arccos \left( \frac{\left( \frac{\omega \bar{t} R_{шл} t_u}{i} + S_n^{\min} \right)^2 - a_n^2 - b_n^2}{2a_n b_n} \right) - \theta_n - \mu_n, \quad (4)$$

де  $t_u$  - час робочого циклу;  $S_n^{\min} = \sqrt{a_n^2 + b_n^2 + 2a_n b_n \cos(\theta_n + \mu_n + \alpha_{\max})}$ ;  $\bar{t} = 0 \dots 1$  - відносна координата часу руху стрілової системи.

Швидкості інших елементів стрілової системи, що входять в формулу (2), знаходяться з залежностей [2];

кутові швидкості:

$$\dot{\varphi}_3 = \dot{\alpha} \frac{\partial \varphi_3}{\partial \alpha}; \quad \dot{\varphi}_5 = \dot{\alpha} \frac{\partial \varphi_5}{\partial \alpha}; \quad \dot{\varphi}_6 = \dot{\alpha} \frac{\partial \varphi_6}{\partial \alpha}, \quad (5)$$

лінійні швидкості:

$$\dot{x}_1 = \dot{\alpha} \frac{\partial x_1}{\partial \alpha}; \quad \dot{x}_5 = \dot{\alpha} \frac{\partial x_5}{\partial \alpha}; \quad \dot{y}_5 = \dot{\alpha} \frac{\partial y_5}{\partial \alpha}; \quad (6)$$

де  $\frac{\partial x_1}{\partial \alpha}, \frac{\partial \varphi_3}{\partial \alpha}, \frac{\partial x_5}{\partial \alpha}, \frac{\partial y_5}{\partial \alpha}, \frac{\partial \varphi_5}{\partial \alpha}, \frac{\partial \varphi_6}{\partial \alpha}$  - оператори передачі руху першого порядку [3].

Підставляючи вираз для кінетичної енергії  $T$  з формули (2) в рівняння (1), з урахуванням залежностей (3), (5) та (6), знаходимо узагальнюючу силу як функцію часу та узагальнюючих координати, швидкості та прискорення

$$Q_\alpha = \ddot{\alpha} \left\{ m_1 \left( \frac{\partial x_1}{\partial \alpha} \right)^2 + I_2 + I_3 \left( \frac{\partial \varphi_3}{\partial \alpha} \right)^2 + I_5 \left( \frac{\partial \varphi_5}{\partial \alpha} \right)^2 + m_5 \left[ \left( \frac{\partial x_5}{\partial \alpha} \right)^2 + \left( \frac{\partial y_5}{\partial \alpha} \right)^2 \right] + I_6 \left( \frac{\partial \varphi_6}{\partial \alpha} \right)^2 \right\} + \dot{\alpha}^2 \left[ m_1 \frac{\partial x_1}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 x_1}{\partial \alpha^2} + I_3 \frac{\partial \varphi_3}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 \varphi_3}{\partial \alpha^2} + I_5 \frac{\partial \varphi_5}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 \varphi_5}{\partial \alpha^2} + m_5 \left( \frac{\partial x_5}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 x_5}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial y_5}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 y_5}{\partial \alpha^2} \right) + I_6 \frac{\partial \varphi_6}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 \varphi_6}{\partial \alpha^2} \right], \quad (7)$$

де  $\ddot{\alpha}$  - прискорення стріли, яке за умови сталої швидкості двигуна ( $\omega = \text{const}$ ) знаходиться по формулі

$$\ddot{\alpha} = -\dot{\alpha}^2 \left[ \frac{a_n b_n \sin(\theta_n + \mu_n + \alpha)}{a_n^2 + b_n^2 + 2a_n b_n \cos(\theta_n + \mu_n + \alpha)} + \text{ctg}(\theta_n + \mu_n + \alpha) \right]. \quad (8)$$

Характер зміни кінетичної енергії та узагальнюючої сили стрілоїх систем сьоми кранів з реальними параметрами приведен на рис. 2 та 3. На цих рисунках  $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7$  - кінетична енергія стрілової системи КПМ 32-35-10.5, КПМ 75-20-10.5, КПМ 40-27-10.5, “Черетті-Танфани”, КПМ 10-27-10.5, КПМ 63-24-10.5 та “Ардельтверке”, відповідно;  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6, Q_7$  - узагальнюючі сили тих же кранів.

В реальних конструкціях стрілових систем кранів їх елементи рухаються за різними законами. Це приводить до того, що кінетична енергія врівноваженої стрілової системи є величиною змінною і тому виникають допоміжні енергетичні витрати і збільшуються навантаження в елементах системи. Для розв'язання цієї проблеми розраховуємо оптимальні закони руху елементів стрілової системи, використовуючи критерій оптимізації кінетичної енергії

$$T_{CP} = \frac{1}{t_1} \cdot \int_0^{t_1} T(t, \alpha, \dot{\alpha}) dt \rightarrow \min, \quad (9)$$

де  $T_{CP}$  - середнє значення кінетичної енергії стрілової системи за час зміни вильоту,  $t_1$  - час, за який проходить зміна вильоту вантажу з одного крайнього положення в інше.

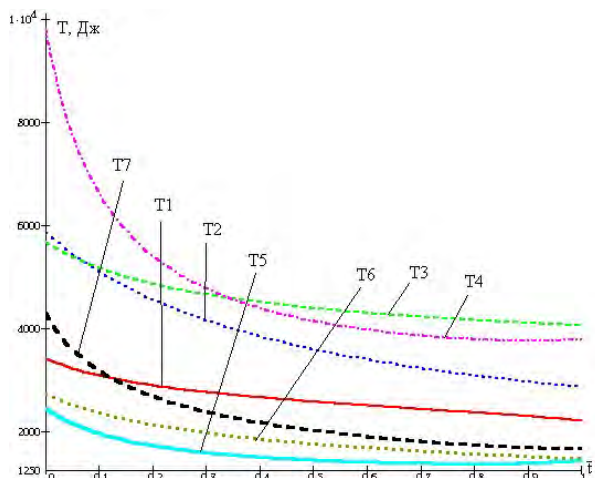


Рис. 2 Графіки зміни кінетичної енергії реальних стрілових систем кранів КІМ 32-35-10.5, КІМ 75-20-10.5, КІМ 40-27-10.5, "Черетті-Танфрані", КІМ 10-27-10.5, КІМ 63-24-10.5, "Ардельтверке"

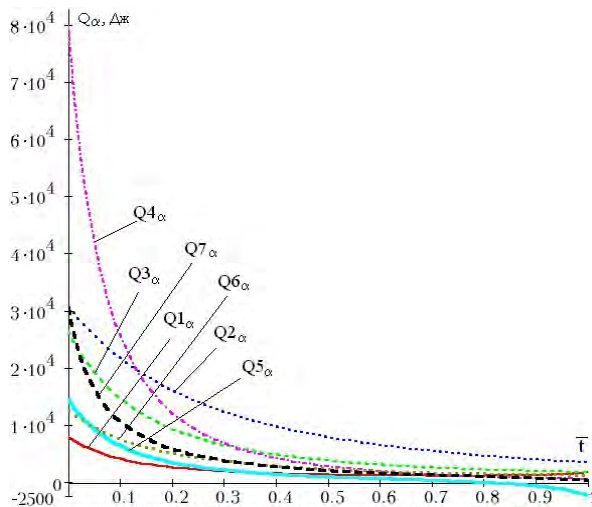


Рис. 3 Графіки зміни узагальнюючої сили реальних стрілових систем кранів КІМ 32-35-10.5, КІМ 75-20-10.5, КІМ 40-27-10.5, "Черетті-Танфрані", КІМ 10-27-10.5, КІМ 63-24-10.5, "Ардельтверке"



Підставляючи кінетичну енергію (2) в рівняння (1) (при  $Q_\alpha = 0$ ), отримуємо крайову задачу

$$\ddot{\alpha} = -\dot{\alpha}^2 \left[ I_n \frac{\partial \varphi_n}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 \varphi_n}{\partial \alpha^2} + I_x \frac{\partial \varphi_x}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 \varphi_x}{\partial \alpha^2} + I_o \frac{\partial \varphi_o}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 \varphi_o}{\partial \alpha^2} + I_y \frac{\partial \varphi_y}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 \varphi_y}{\partial \alpha^2} + m_x \left( \frac{\partial x_x}{\partial \alpha} \times \right. \right. \\ \times \left. \left. \frac{\partial^2 x_x}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial y_x}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 y_x}{\partial \alpha^2} \right) m_e \frac{\partial x_e}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 x_e}{\partial \alpha^2} \right] / \left\{ I_n \left( \frac{\partial \varphi_n}{\partial \alpha} \right)^2 + I_c + I_x \left( \frac{\partial \varphi_x}{\partial \alpha} \right)^2 + I_o \times \right. \\ \times \left. \left( \frac{\partial \varphi_o}{\partial \alpha} \right)^2 + I_y \left( \frac{\partial \varphi_y}{\partial \alpha} \right)^2 + m_x \left[ \left( \frac{\partial x_x}{\partial \alpha} \right)^2 + \left( \frac{\partial y_x}{\partial \alpha} \right)^2 \right] + m_e \left( \frac{\partial x_e}{\partial \alpha} \right)^2 \right\}. \quad (10)$$

з крайовими умовами:  $t = 0, \alpha = \alpha_0$  та  $t = t_1, \alpha = \alpha_1$ . Тут  $\alpha_0$  і  $\alpha_1$  – початкова та кінцева координати руху стрілової системи.

Рівняння (10) являє собою нелінійне диференціальне рівняння зі змінними коефіцієнтами. Тому для його рішення використан наближений метод колокацій [4]. При цьому рішення крайової задачі (10) шукається у вигляді

$$\alpha = \alpha_0 + \bar{t} \left[ \Delta \alpha + \left( 1 - \bar{t} \right) \left( a_1 + a_2 \bar{t} + a_3 \bar{t}^2 + a_4 \bar{t}^3 \right) \right], \quad (11)$$

де  $\Delta \alpha = \alpha_1 - \alpha_0$ ,  $\bar{t} = \frac{t}{t_1}$ ,  $a_1, a_2, a_3, a_4$  – постійні коефіцієнти, що

знаходяться з системи рівнянь

$$\left( a_1 + \frac{1296\Delta\alpha + 324a_2 + 84a_3 + 19a_4}{864} \right)^2 + \frac{-108a_1 + 54a_2 + 38a_3 + 13a_4}{24f_1} = 0; \\ \left( a_2 + \frac{81\Delta\alpha + 27a_1 + 15a_3 + 7a_4}{27} \right)^2 - \frac{54a_1 - 18a_3 - 16a_4}{3f_2} = 0; \\ (4\Delta\alpha + a_2 + a_3 + 0,75a_4)^2 - \frac{32a_1 + 16a_2 - 8a_4}{f_3} = 0; \\ (40,5\Delta\alpha - 13,5a_1 + 6a_3 + 8a_4)^2 - \frac{243[13,5(a_1 + a_2) + 9a_3 + 4a_4]}{f_4} = 0. \quad (12)$$

$$f_i = \left[ I_n \frac{\partial \varphi_n}{\partial \alpha_i} \frac{\partial^2 \varphi_n}{\partial \alpha_i^2} + I_x \frac{\partial \varphi_x}{\partial \alpha_i} \frac{\partial^2 \varphi_x}{\partial \alpha_i^2} + I_o \frac{\partial \varphi_o}{\partial \alpha_i} \frac{\partial^2 \varphi_o}{\partial \alpha_i^2} + I_y \frac{\partial \varphi_y}{\partial \alpha_i} \frac{\partial^2 \varphi_y}{\partial \alpha_i^2} + m_x \left( \frac{\partial x_x}{\partial \alpha_i} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \frac{\partial^2 x_x}{\partial \alpha_i^2} + \frac{\partial y_x}{\partial \alpha_i} \frac{\partial^2 y_x}{\partial \alpha_i^2} \right) + m_e \frac{\partial x_e}{\partial \alpha_i} \frac{\partial^2 x_e}{\partial \alpha_i^2} \right] / \left\{ I_n \left( \frac{\partial \varphi_n}{\partial \alpha_i} \right)^2 + I_c + I_x \left( \frac{\partial \varphi_x}{\partial \alpha_i} \right)^2 + \right. \\ \left. \times I_o \left( \frac{\partial \varphi_o}{\partial \alpha_i} \right)^2 + I_y \left( \frac{\partial \varphi_y}{\partial \alpha_i} \right)^2 + m_x \left[ \left( \frac{\partial x_x}{\partial \alpha_i} \right)^2 + \left( \frac{\partial y_x}{\partial \alpha_i} \right)^2 \right] + m_e \left( \frac{\partial x_e}{\partial \alpha_i} \right)^2 \right\}, \quad i=1, 2, 3, 4. \quad (13)$$

Вираз (13) відповідає кутовим координатам стріли в точках колокацій  $\bar{t}_1 = 1/5, \bar{t}_2 = 2/5, \bar{t}_3 = 3/5, \bar{t}_4 = 4/5$ .

Швидкості інших елементів стрілової системи знаходимо з залежностей (5) та (6) ( $\dot{\alpha}$  - похідна від (11)).

Характер зміни кінетичної енергії та узагальнюючої сили стрілоїх систем сьоми кранів з оптимальними параметрами приведен на рисунках 4 та 5 (позначення аналогічно рис. 2 та 3).

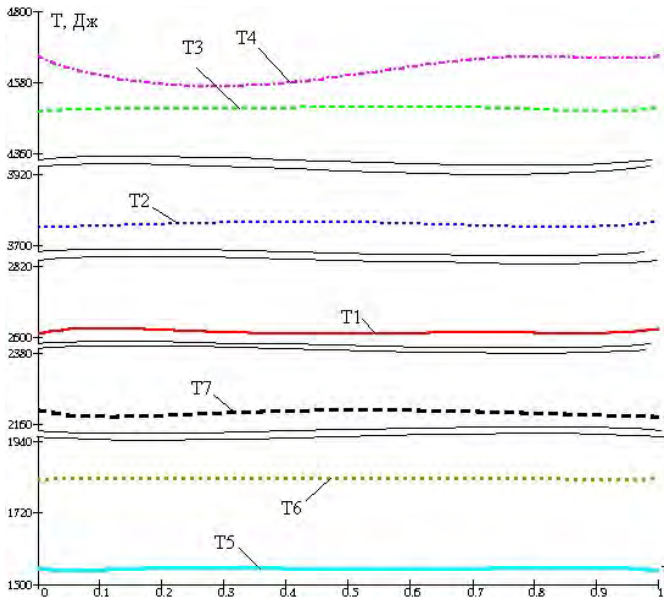


Рис. 4 Графіки зміни кінетичної енергії оптимізованих стрілоїх систем кранів КПМ 32-35-10.5, КПМ 75-20-10.5, КПМ 40-27-10.5, "Черегі-Танфан", КПМ 10-27-10.5, КПМ 63-24-10.5, "Ардельтверке"

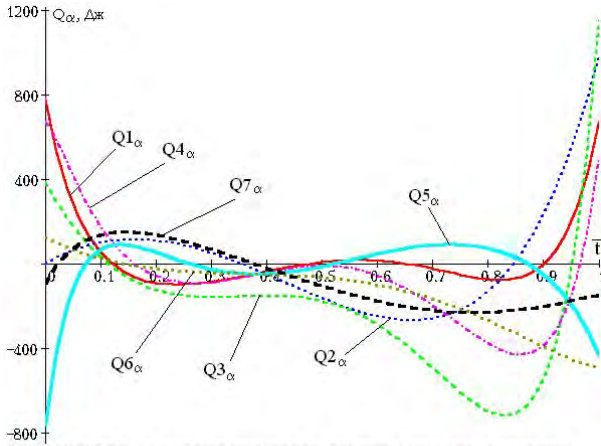


Рис. 5 Графіки зміни узагальнюючої сили оптимізованих стрілових систем кранів КПМ 32-35-10.5, КПМ 75-20-10.5, КПМ 40-27-10.5, "Черетті-Танфані", КПМ 10-27-10.5, КПМ 63-24-10.5, "Ардельтверке"

Таблиця

**Порівняльний аналіз кінетичної енергії та узагальнюючої сили  
рівноважених стрілових систем кранів**

Назва крану	Кінетична енергія				Узагальнююча сила	
	середня, кДж		відхилення, %		середня, кДж	
	реальна	оптимальна	реальне	оптимальне	реальна	оптимальна
КПМ 32-35-0.5	2.622	2.614	46.39	0.71	1.996	0.023
КПМ 75-20-10.5	3.803	3.764	79.02	0.43	10.387	0.002
КПМ 40-27-10.5	4.506	4.497	36.11	0.33	6.101	-0.219
"Черетті-Танфані"	4.688	4.614	128.67	2.03	8.679	-0.069
КПМ 10-27-10.5	1.556	1.547	69.10	0.56	1.993	-0.021
КПМ 63-24-10.5	1.838	1.825	68.77	0.19	3.380	-0.132
"Ардельтверке"	2.230	2.194	117.82	0.92	4.141	-0.073

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Григоров О. В., Ловейкін В. С. Оптимальне керування рухом механізмів вантажопідйомних машин: Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1997. – 264 с.
2. Левитський Н. И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1990. – 592 с.
3. Горский Б. Е., Ловейкин В. С. Методика составления операторов передачи движения // Горн., строит. и дор. машины. – К.: Техніка, 1979. – Вып. 28. – С. 99 – 105.
4. Копченова Н. В., Марон И. А. Вычислительная математика в примерах и задачах. М.: Главн. ред. физ. - мат. лит. изд. "Наука", - 1972. – 367 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Искусственные нейронные сети типа неокогнитрон используются для обработки и выделения признаков из частотно-временных распределений, соответствующих нестационарным виброакустическим сигналам [1, 2]. Предложенная авторами указанных работ методика статистической оценки признаков позволяет выявить наиболее значимые из них. При этом выделенные признаки обеспечивают классификацию диагностических сигналов с достоверностью порядка 95 %. Предложенный метод и соответствующее программное обеспечение могут использоваться для автоматизации и увеличения достоверности контроля качества различного рода вращающихся механизмов.

Как показывают исследования, для выделения признаков диагностических сигналов по соответствующим частотно-временным представлениям эффективно использование искусственной нейронной сети в сочетании с принципами, методами и моделями мехатроники [3]. Здесь и в дальнейшем под искусственными нейронными сетями понимается алгоритм обработки данных, построенный по подобию биологических моделей нейронных сетей.

Цель настоящей работы - анализ посредством нейронной сети типа неокогнитрон и выделение признаков из частотно-временных представлений нестационарных диагностических (виброакустических) сигналов, разработка методики анализа и отбора указанных признаков для электроприводов подъемно-транспортных машин (ПТМ) и устройств (типа кранов, роботов, манипуляторов). При этом виброакустические сигналы получают в режиме «выбега» электроприводов ПТМ (т.е. свободного вращения вала привода после отключения электродвигателя до полной остановки), которые соответствуют двум основным классам объектов исследования: исправным и неисправным.

Автоматизация процесса диагностики узлов ПТМ на различных стадиях их сборки позволяет существенно снизить производственные издержки, а также издержки, связанные с требуемыми современными нормами контроля качества продукции. В настоящей работе описывается разработанный метод автоматической классификации (разработки) узлов электромеханического привода ПТМ на основе анализа нестационарных виброакустических сигналов, реализованный в виде соответствующего программного обеспечения.

В современной технической диагностике зачастую возникает необходимость анализа и классификации нестационарных диагностических сигналов. Это связано, с одной стороны, с тем, что в большинстве случаев режимы работы оборудования, а следовательно, и соответствующие им диагностические сигналы являются, строго говоря, нестационарными, с другой стороны, рассмотрение сигналов как стационарных существенно снижает их информативность. Соответствующие методы анализа стационарных сигналов, основанные на представлении сигнала либо во временной, либо в частотной областях, не дают сведений о развитии со временем частотной структуры исследуемого процесса, которая несет диагностическую информацию. Поэтому для анализа нестационарных процессов широко применяются методы, обеспечивающие локализацию энергии как во временной, так и в частотной областях, в частности, частотно-временные распределения (например, псевдораспределение Вигнера, сглаженное распределение Вигнера) [4] и вейвлетное распределение [5].

В каждом конкретном случае предполагается соответствие сигнала некоторой модели (типу), которая определяет метод обработки. В самом общем плане среди диагностических сигналов выделяют сигналы с импульсными и непрерывными компонентами.

Для сигналов с импульсными компонентами хороший эффект обеспечивает вейвлетное преобразование, которое, по сути, дает представление (разложение) исследуемого сигнала в базисе импульсных функций заданного вида [5].

Для сигналов с непрерывными компонентами хороший эффект обеспечивает частотно-временное распределение типа сглаженного распределения Вигнера [6], распределения Чоя-Вильямса и др.

В диагностике задача анализа нестационарных сигналов возникает, как правило, в связи с задачей классификации объектов и состояний, описываемых соответствующими сигналами, решение которой основывается на классификации этих сигналов. Получаемое в результате обработки сигнала с помощью частотно-временного или вейвлетного преобразования двумерное представление (в пространстве время-частота, время-масштаб) полностью отражает развитие процесса, однако оказывается избыточно информативным для непосредственной классификации. Преодолеть указанную избыточность позволяет операция выделения заданных (с учетом конкретной модели сигнала) признаков.

Следует отметить, что задача формирования и отбора признаков не является тривиальной. На практике широко используются модели с

множеством параметров (задаваемые, например, числом и параметрами детерминированных компонент сигнала). Формируемые на основе таких моделей признаки требуют дополнительного анализа их представительности и способности характеризовать интересующий класс сигналов.

Приведенное в качестве примера в [2] представление в виде сонограмм сглаженное распределение Вигнера для электропривода бытовых агрегатов показывает существенное различие между исправными и неисправными. Следует отметить, что использование указанного выше частотно-временного представления для ПТМ может обеспечить, по мнению авторов настоящей работы, высокую разрешающую способность по частоте при низком уровне мешающих интерференционных составляющих и низкой чувствительности к шуму, как и в [6].

Отличительной чертой рассматриваемых сонограмм является наличие непрерывных линий, соответствующих порядковым компонентам частоты вращения вала ПТМ, параметры которых выступают в качестве признаков сигналов. Таким образом, в качестве признаков можно использовать: количество линий с превышающей заданный уровень амплитудой; толщину линии; угол наклона линии; положение линии на плоскости.

Основным функциональным звеном алгоритма выделения признаков (рис. 1) служит нейронная сеть типа неокогнитрон, которая, в данном случае, исполняет роль блока адаптивной обработки изображения [8]. При помощи неокогнитрона определяется угол наклона и положение линий на частотно-временной плоскости. На основании полученной информации происходит локализация отдельных частотных компонент и в дальнейшем определение их параметров (характеристик).

Первое звено структурной схемы представляет собой однослойный неокогнитрон, который выделяет элементы изображения, имеющие толщину больше определенной «пороговой», что позволяет исключить системные резонансы в блоках (узлах) ПТМ и случайный шум.

Вторым блоком системы анализа ПТМ является однослойный неокогнитрон, который выполняет функцию разделения частотных линий. Каждая плоскость слоя выделяет спектральную компоненту (линию) определенной ориентации. На основании совместного анализа нейронной плоскости, содержащей компоненту определенной ориентации, и входного изображения происходит локализация отдельных спектральных компонент.

Для определения параметров отдельной спектральной линии анализируется распределение интенсивности по длине и ширине спек-

тральной линии. Зависимость интенсивности компоненты от времени и распределение интенсивности по ширине линии характеризуют механические свойства исследуемой ПТМ.

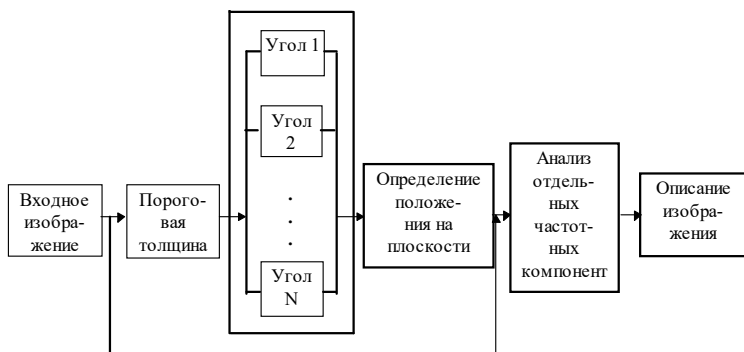


Рис. 1. Структурная схема системы анализа частотно-временных преобразований (применительно к ПТМ)

Таким образом, каждая линия характеризуется набором признаков: ориентацией каждой линии; длиной линии по заданному уровню; толщиной линии по заданному уровню.

Двухмерность нейронных плоскостей неокогнитрона и идентичность реакций нейронов в нейронной плоскости обеспечивают инвариантность выделения признаков по отношению к числу спектральных линий и их возможным ориентациям. Следует также отметить, что алгоритм обеспечивает выделение спектральных компонент, различающихся по интенсивности на несколько порядков. В процессе обучения нейронной сети подбираются: размеры входного изображения; количество плоскостей однослойного неокогнитрона (выделяющего элементы изображения различной толщины); значения толщины, на которые реагируют нейронные плоскости неокогнитрона.

Полученные в результате обработки частотно-временного распределения признаки должны быть статистически оценены с целью выделения наиболее информативных в смысле поставленной задачи классификации, т.е. таких, которые обеспечивают наилучшее разделение заданных классов. Это необходимо в связи с тем, что использование малоинформативных признаков снижает достоверность классификации [9].

Критериями отбора в данном случае, в соответствии с общей схемой дисперсионного анализа [9], являются: отношение внутригруппо-

вой дисперсии к полной дисперсии; нормированное расстояние между классами или расстояние Махалабониса по данному параметру; взаимная корреляция признаков.

Для достижения наилучшей классификации следует выбрать такие признаки, которые обеспечивают минимальное отношение внутригрупповой дисперсии к полной и максимальное расстояние Махалабониса между классами, и при этом с незначительной взаимной корреляцией.

Отношение  $F$  внутригрупповой дисперсии признака  $x$  к полной рассчитывается, в частности, как в [9]:

$$F = \frac{\sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^{n_k} (x_{ik} - \bar{x})^2}{\sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^{n_k} (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}, \quad (1)$$

а нормированное расстояние между классами

$$\rho = \frac{2\sqrt{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}, \quad (2)$$

где  $M$  - число классов,  $n_k$  - число представителей класса,  $\bar{x}$  - среднее значение для всех классов,  $\bar{x}_k$  - среднее значение для  $k$ -го класса,  $x_{ik}$  - значение признака  $x$  для  $i$ -го элемента  $k$ -го класса,  $\sigma_i$  - среднеквадратическое значение признака для  $i$ -го класса.

Отношение  $F$  является также базовым для критерия проверки значимости. Отобранные таким образом признаки могут использоваться далее при построении статистической классификационной модели или классифицирующей искусственной нейронной сети.

В рамках настоящей работы описываемый алгоритм реализован в виде программного пакета для обработки частотно-временных и вейвлетных распределений, включающего также предварительную обработку сигнала (в частности, фильтрацию и расчет частотно-временного распределения). Этот пакет был использован для обработки выборки виброакустических сигналов, соответствующих «выбегу» электрического привода крана для случая исправного и неисправного объектов исследования.

При этом для сигналов было рассчитано частотно-временное распределение типа сглаженного распределения Вигнера [6] (длительность временного и сглаживающего окон составляла  $\sigma_1 = 0,2$  с,  $\sigma_2 = 0,05$  с, что обеспечило частотное разрешение 0,9 Гц).

Длительность каждого сигнала составляла 5 с, а номинальная частота вращения редуктора – 400 Гц. Исследованная выборка состояла из 44 сигналов (24 соответствовали исправным объектам, а 20 - неис-



правным). В процессе обработки по сонограмме системой формировался 21 признак, среди которых: число доминирующих спектральных линий, длина соответствующих линий, ширина линий по трем заданным уровням, степень непрерывности линий.

В результате статистического анализа признаков соответственно описанной выше методике были выявлены наиболее информативные признаки для ПТМ. В табл. приведены значения отношения внутригрупповой дисперсии к полной и нормированное расстояние между классами для семи «лучших» признаков. Наилучшими среди этих семи для ПТМ являются: число доминирующих компонент и длина линии, соответствующей компоненте  $\Lambda$ .

Следует, однако, отметить, что для достижения хорошей классификации ПТМ только двух признаков может оказаться недостаточно, и тогда следует использовать дополнительно некоторые другие признаки, некоррелированные с уже выбранными.

Окончательная классификация ПТМ проводилась для сравнения двумя способами: 1) с помощью дискриминантного анализа; 2) с помощью трехслойной стохастической нейронной сети.

В статистической модели дискриминантного анализа использовались первые четыре признака из табл. Качество дискриминантной модели ПТМ характеризуется величиной  $\Lambda$  Вика [9], которая отражает долю общей дисперсии, не объясненной учтенными признаками. Составленная дискриминантная модель обеспечила реклассификацию с точностью 97 % ( $\Lambda$  Вика для выбранной модели составила 0,21, т.е. модель на 80 % описывает распределение признаков сигналов по классам).

Таблица

Признак	F	$\rho$
Число доминирующих компонент	0,66	2,26
Длина линии I компоненты	0,62	2,44
Ширина линии I компоненты	0,72	1,40
Длина линии II компоненты	0,98	0,42
Ширина линии II компоненты	0,84	0,32
Длина линии III компоненты	0,83	1,33
Ширина линии III компоненты	0,89	0,78

Второй метод классификации основывается на использовании стохастической искусственной нейронной сети с одним скрытым (промежуточным) слоем. Для модели четырех признаков, обеспечивающих максимальное межклассовое расстояние, нейронная сеть обучилась до

полного распознавания сигналов ПТМ за 5000 итераций, порог распознавания составил при этом 0,25 от межклассового расстояния.

Таким образом, разработанный метод позволяет автоматически анализировать и классифицировать частотно-временные и вейвлетные представления диагностических, в частности, виброакустических сигналов, характерных для различных типов роторных ПТМ. Лежащая в основе искусственная нейронная сеть позволяет осуществлять как автоматическое выделение признаков, так и оценку параметров сигнала при обеспечении гибкости и адаптируемости программного продукта к конкретной модели сигнала от ПТМ. Статистические критерии используются для отбора наиболее информативных признаков.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kunihiro Fukushima, Sei Miyaki, Takayuki Ito. Neokognitron: Neural Network Model For a Mechanism of Visual Pattern Recognition // IEEE Trans. On System, Men and Cybernetics. - 1983. - №5.

2. Слесарев Д.А., Барат В.А. Использование нейронной сети для выделения признаков и классификации нестационарных диагностических сигналов // Контроль. Диагностика. - 1999. - № 6. - С. 3 - 6.

3. Исии Т., Симояма И., Иноуэ Х., Хиросэ М., Накадзима Н. Мехатроника. - М.: Мир, - 1988. - 318 с.

4. Boashash B. Time-frequency signal analysis // Advances in Spectrum Analysis and Array Processing. Vol. 1. - Prentice-Hall. - 1991. - S. 485 - 510.

5. Астафьева Н.М. Вейвлет анализ: основы теории и примеры применения // Успехи физических наук. - 1996. - №11.

6. Слесарев Д.А., Гаев Г.П. Сравнение некоторых методов анализа многокомпонентных нестационарных сигналов // Измерительная техника. - 1996. - №10.

7. Барат В.А., Слесарев Д.А., Лунин В.П. Использование нейронных сетей для анализа изображений, соответствующих частотно-временным распределениям нестационарных сигналов // Вестник МЭИ. - 1997. - №6. - С.108 - 111.

8. Slesarev D., Barat V., Lunin V., H.-U. Seidel. Untersuchung der statistischen Eigenschaften und Aussagefahigkeit von mit Hilfe eines neuronalen Netzwerkes gewonnene Signalmerkmale. // 43 Internationales wissenschaftliches Kolloquim, 21-24 September 1998. - Ilmenau. - 1998. - S. 423 - 427.

9. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. - М.: Мир. - 1982.

Мирзабейли В.А., Вирский Б.Н., Люшнин В.П.,  
Морозова Н.Ф., Богачева Т.Б., Сбойчаков В.Н.  
ЗАО «Национальн. транспортн. системы» - Гос. аэрокосмич. универ. «ХАИ»

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКИ ДЛЯ ЗАГРУЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ БОЛЬШИМИ ГРУЗАМИ

В 1980 году Минморфлот СССР обратился в Харьковский авиационный институт с предложением принять участие в разработке средств механизации перегрузки крупнотоннажных контейнеров. Актуальность проблемы состояла в том, что резко возросшие грузопотоки на Северо-Восточный регион могли быть осуществлены лишь при широкой контейнеризации. Были построены контейнерные площадки, терминалы, закуплено высокопроизводительное оборудование для перегрузки контейнеров с железнодорожных платформ на погрузочные площадки, на судно и обратно. Но процесс загрузки грузов в контейнеры и их выгрузке оставался непроизводительным: либо вручную, либо погрузчиком «Тойота» грузоподъемностью 10 кН. Ручная перегрузка продолжительна и в жестких климатических условиях Севера вызывает серьезные затруднения. Однотонным погрузчиком редко удается использовать весь объем или грузоподъемность контейнера из-за несоответствия его внутренних размеров размерам стандартного поддона. Кроме того, неконтейнеропригодными остаются неделимые грузы массой более 1 т. В мировой практике существуют системы, способные загружать в контейнеры тяжеловесные грузы - ролганги и др., но это сложные и дорогостоящие системы.

Учитывая опыт ХАИ в постройке аппаратов и технологических устройств на воздушной подушке для авиастроения, Минэнерго и др., было предложено разработать технологические устройства на воздушной подушке (ТУВП) для перегрузки в контейнеры укрупненных грузовых единиц. Способность ТУВП поднимать и опускать груз, перемещать его с очень низким коэффициентом трения (0,01 ... 0,001) делает устройство высокоэффективным погрузчиком, которым вручную один оператор может перемещать груз до 5 т. Умело пользуясь торможением и наклоняя погрузочную площадку и контейнер, можно перегружать моногруз до полной грузоподъемности контейнера.

Использование ТУВП для обработки контейнеров требует наличия специально оборудованных площадок как у отправителя, так и у получателя, для чего необходим устойчивый грузопоток. Учитывая то, что

пятая часть объема перевозок Северо-Восточного региона приходилась на предприятия Севвостокглавснаба Госснаба СССР, было решено обработку системы осуществить на его базах в Находке и Магадане [1]. В работах под координацией Минморфлота принимали участие сотрудники Дальневосточного высшего инженерно-морского училища, ХАИ, Севвостокглавснаба и Дальневосточного морского пароходства.

За основу был принят пакет массой до 4,5 т, сформированный на двухзаходном поддоне размерами 2200x1450 мм. В контейнер загрузилось четыре пакета. На базе в Находке была изготовлена открытая площадка (рис.1), имеющая по периметру щель, при наезде на которую ТУВП автоматически останавливается, а также буртик для предотвращения схода ТУВП с площадки [2]. Для эксперимента пакеты были сформированы из различных грузов: ящичных (рис. 2), моногрузов (дизелей), бухт провода и т.д.. Испытаны различные конструкции ТУВП: с регулировкой подачи воздуха в каждую опору для загрузки пакетов со смещенным центром масс; без регулировки - для симметричных грузов и т.п.. Испытания проводились как в летний период, так и в осенне-зимний. Загруженные пакеты фиксировались внутри контейнера надувными мешками из прорезиненной ткани. Затем контейнеры доставлены автотранспортом в порт и погружены на судно-контейнеровоз «Пионер Находки». Контейнеры установлены во втором и третьем ярусах на палубе.



Рис. 1. Загрузка дизеля на открытой площадке (Находка, 1983 г.)



Рис. 2. Загрузка ящичного груза в контейнер (Находка, 1985 г.)

Переход судна из Находки в Магадан проходил с 27 октября по 1 ноября 1983 г. при волнении моря до 7 баллов.

Обрабатывались контейнеры на базе Магаданэлектромашснабсбыт на необогреваемой крытой площадке размерами 6х6 м (рис. 3). Контейнер снимался с автоконтейнеровоза козловым краном и устанавливался с одной стороны площадки. ТУВП вывозило пакет из контейнера и подавало его к нише с противоположной стороны площадки, откуда автопогрузчик увозил пакет на склад. Выгрузка происходила при температуре  $-3 \dots -12^{\circ} \text{C}$ . Несмотря на сложные условия морского перехода, смещения грузов за пределы поддонов не обнаружено.



Рис. 3. Разгрузка контейнера у крытой площадки. Магадан, 1985 г.

Следующим этапом была опытная отправка грузов между морпортами Владивосток и Петропавловск, где отработывалась выгрузка пакетов из контейнера, установленного на роллтрейлере (рис. 4).



Рис. 4. Разгрузка контейнера без снятия с роллтрейлера (Петропавловск-Камчатский, 1985 г.)

По результатам опытных перевозок была разработана контейнерно-пакетная транспортно-технологическая система (КП ТТС) перевозки грузов по различным схемам большегрузными пакетами массой 5500 ... 21760 кг с использованием ТУВП. Минморфлотом планировалось освоение перевозок в рамках этой системы на Дальневосточном и Северном бассейнах к 1990 г. в объеме 500 тыс. т..

В 1986 году Госкомитет по экономическим связям СССР поручил Минморфлоту обеспечить скрытную доставку партии снарядов зарубежному заказчику.

Сложность заключалась в том, что снаряды в заводской упаковке (деревянный ящик с оребрением) являются неконтейнеропригодным грузом. Отправка их традиционно производилась пакетами, укрытыми брезентом, что не обеспечивало скрытность при перегрузке с морского транспорта на железнодорожный или автомобильный.

Применение воздушной подушки позволило произвести загрузку снарядов в контейнеры по два крупных пакета, сформированных механизмами на открытой площадке. При этом объем контейнеров был использован полностью. Снаряды в контейнерах были погружены на судно в порту, затем контейнеры в порту заказчика были перегружены

на автотранспорт и доставлены непосредственно в район боевых действий. Скрытность была обеспечена.

Подобные задачи ставят перед разработчиками сегодня как российские, так и украинские экспортные предприятия.

В 1989 г. по инициативе Минморфлота СССР была разработана КП ТТС перевозки автокомплектов «Москвич 2141» в крупнотоннажных контейнерах взамен ящичной упаковки из ПО «Москвич» на автосборочный завод в г. Ловеч (НРБ). Эта КП ТТС представлялась особенно эффективной, так как существовал устойчивый грузопоток - 15 тыс. автокомплектов за год по схеме «от двери до двери». Транспортировка автокомплектов в контейнерах с применением многооборотного поддона дала бы экономию за год более 34 тыс. куб. м пиломатериалов, 100 т гвоздей, большого количества проволоки, ленты и др., что в денежном выражении составило бы более 3 млн. руб.

Опытные отгрузки сначала 16, а затем 144 автокомплектов, позволили отработать все аспекты КП ТТС: организационные, технические, технологические, коммерческо-правовые, экономические, а также вопросы управления транспортным процессом на основе информационного взаимодействия участников перевозки с использованием современных средств вычислительной техники и связи. Контейнеры с автокомплектами доставлялись из ПО «Москвич» в Измаил, затем судами Советско-Дунайского пароходства в порт Свищов (НРБ), откуда железной дорогой на автосборочный завод в г. Ловеч.

Для опытной отгрузки на ПО «Москвич» в цехе комплектации была оборудована площадка размерами 3x12 м, у которой устанавливался контейнер верхним транспортом. Также верхним транспортом на площадку перед контейнером устанавливался поддон с автокомплексом. ТУВП заводилось под поддон, увеличивалась подача воздуха и вручную поддон с автокомплексом по направляющим площадки заводился в контейнер. ТУВП выводилось из контейнера, двери закрывались, опломбировались и контейнер верхним транспортом подавался на железнодорожную платформу. Чистое время загрузки автокомплекта (рис. 5) составило 30 с, а общее время подачи, обработки контейнера и погрузки на железнодорожную платформу - до 5 минут.

В 1990 году была осуществлена опытная отгрузка из ХАИ на Кубу крупногабаритного моногруза - пресс-пушки массой 7,5 т. Был изготовлен упрощенный поддон, который имел настил только в местах опирания конструкции на ТУВП.

Поддон также обеспечивал расположение центра масс пресс-пушки в центре контейнера. Загрузка производилась с помощью ТУВП вручную по настилу, имеющему уклон в сторону контейнера.

Контейнер также имел уклон в сторону задней стенки, то есть использовалась сила гравитации для заводки груза в контейнер. Далее автотранспортом контейнер доставлен на товарную станцию, затем железнодорожным транспортом и морем на Кубу.

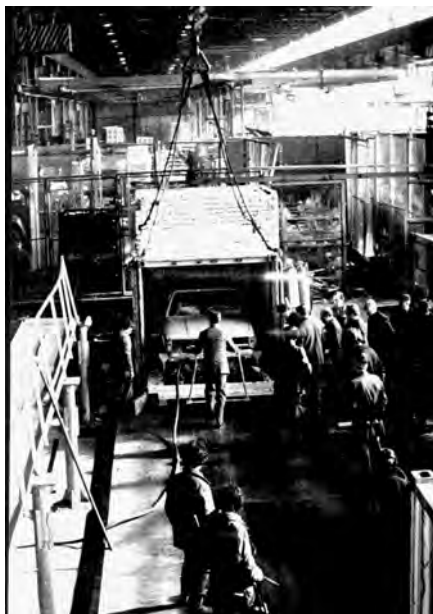


Рис. 5. Загрузка автокомплекта «Москвич-2141» (Москва, 1989 г.)

Серьезной задачей является доставка овощей в районы Крайнего Севера, так как в сентябре-октябре температура там достигает  $-20 \dots -40 \text{ }^\circ \text{C}$  и выгрузка из термостабилизированных контейнеров мелкой тарой обязательно приводит к промерзанию овощей. Решение задачи - в перегрузке овощей крутнотоннажными пакетами с помощью ТУВП. При этом полностью используется объем контейнера, а овощи доставляются в хранилище, не успевая замерзнуть. Такая задача прорабатывалась на линии Мурманск-Норильск.

Представляет интерес отправка в контейнерах на экспорт качественных пиломатериалов и древесностружечной плиты. Эта задача прорабатывалась на Монзенском ДСК Вологодской обл. в 1991 г. Была разработана из древесностружечной плиты  $16 \times 1830 \times 2750$  мм укрупненная грузовая единица длиной 2750 мм, шириной 2200 мм и высотой вместе с брусьями 2100 мм. Масса такого пакета составляла



10800 кг. При загрузке двух пакетов в контейнер коэффициент загрузки контейнера по грузоподъемности составил 0,99. В настоящее время прорабатывается терминал для отправки пиломатериалов в контейнерах на экспорт.

Выполненные исследования и проектные работы позволили разработать КП ТТС с применением воздушной подушки, включающую типоразмерный ряд ТУВП и поддонов. Опытные отгрузки показали высокую эффективность этой системы либо при отгрузке от отправителя к получателю либо при загрузке контейнеров на терминале в морпорту и выгрузке у получателя.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Испытания и внедрение новой КП ТТС обработки контейнеров на линии Находка-Магадан при помощи транспортных устройств на воздушной подушке: Отчет. - Харьков: ХАИ. - № ГР80074851, Инв. №0285.0032948. - 1984. - 116 с.

2. А.с. 1115357. Эстакада для обработки контейнеров с помощью погрузочно-разгрузочного устройства на воздушной подушке. /Б.Н.Вирский и др.- Оpubл. в Б.И., 1984, №47.

Молодцов Н.С., Тарапата В.В.  
ОГМА

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУДОРЕМОНТА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДНА

Эффективность работы морского транспорта во многом определяется качеством технической эксплуатации судов, в том числе ее важнейшей составляющей – технического обслуживания (ТО). Доля ТО в общем объеме работ, по данным судоходных компаний, довольно велика и зависит от возраста флота, конструктивных особенностей судового оборудования, квалификации экипажа и др. Немаловажным является и то обстоятельство, что в последнее время в мировом флоте четко прослеживается тенденция к его увеличению.

Исследования, выполненные сотрудниками кафедры технологии материалов и судоремонта ОГМА, показали, что все государственные судоходные компании сталкиваются с практически одинаковыми проблемами. Отличительной особенностью их является критический возраст большинства судов. Например, в Украинском Дунайском пароходстве (УДП) в настоящее время 55 % судов построены более 20 лет назад. При этом, из-за продолжающегося экономического спада ситуация постоянно ухудшается: средний возраст судов в 1994 г. и в настоящее время соответственно составляет 20,2 и 24 года. Аналогичные данные по Азовскому морскому пароходству – 18,2 и 23 года. Ситуация усугубляется также тем, что подавляющее большинство судовых технических средств (СТС) производства зарубежных фирм, имеющих индивидуальный подход к их конструированию и технологии изготовления. Так, на судах УДП используются главные двигатели и дизель-генераторы 143 марок производства 15 стран. Такое разнообразие, с учетом критического возраста судов пароходства, требует высокой квалификации работников, дополнительных материальных и финансовых средств для обеспечения их нормальной эксплуатации.

В настоящее время работы по ТО СТС выполняются судовыми экипажами, базами технического обслуживания флота (БТОФ), а также судоремонтными заводами (СРЗ) Украины и других государств, преимущественно Турции и России.

СРЗ выполняют практически все виды работ по ремонту: корпусов судов (35 ... 40 % от общей трудоемкости ремонта), энергетических установок (15 ... 20 %), механизмов и судовых систем (25 ... 30 %), прочих элементов судовых систем (15 ... 20 %). Однако заводы Украины сейчас практически не загружены: на них ремонтируются около 10 % судов. Основная причина – слишком большие потери паро-

ходств из-за вывода судов из эксплуатации на длительный период (от 56 до 719 дней), низкое качество работ. Учитывая, что убытки от простоев судов в среднем составляют 2 ... 4 тыс. у. е./сутки, ремонт на заводах Дальнего зарубежья продолжительностью до 2 ... 3 месяцев экономически оказывается выгоднее. При этом сокращение сроков ремонта связано не только с более высокой организацией труда, но и с лучшей оснащенностью оборудованием и современными технологиями.

В настоящее время для судоходных компаний Украины более предпочтительным является межрейсовый ремонт (с выводом судна из эксплуатации на 25 ... 50 суток) и выполнение ремонтных работ и технического обслуживания СТС в рейсах (без вывода судна из эксплуатации) работниками БТОФ в соответствии с нормативными документами. Помимо них, во время рейсов в работах участвуют также судовые экипажи. В этот период на судах проводится ТО судовых конструкций и СТС по план-графикам ТО, их непрерывное освидетельствование Регистром Украины. Кроме того, выполняется достаточно большой объем неотложных работ по устранению обнаруженных дефектов судовых машин и механизмов, без проведения которых невозможна безаварийная эксплуатация судна.

Экономический эффект при проведении работ силами БТОФ образуется в результате: а) существенного сокращения времени вывода судна из эксплуатации; б) повышенной на 30 ... 50 %, вследствие более высокой квалификации рабочих, производительности труда в сравнении с плавсоставом. Однако сразу же необходимо отметить, что использование бригад БТОФ на судах Украины в последнее время непрерывно сокращается, а на судах иностранных государств, под флагами которых приходится плавать нашим морякам, такая форма ТО вообще не используется. Таким образом, на плечи судовых экипажей ложится все большая нагрузка по выполнению судоремонтных работ. Однако в условиях работы сокращенными экипажами, плохой обеспеченности запчастями, качественное проведение этих работ становится проблематичным. Положение усугубляется еще и тем, что при проверке соответствующими службами иностранных портов экипажи наших судов показывают недостаточный уровень знания своих обязанностей, а также требований Конвенций ИМО (письмо ГГМИ №04/102 от 30.04.98).

Приведенные выше данные позволяют утверждать, что основные задачи, которые необходимо решить в области судоремонта для повышения эффективности работы морского флота Украины, таковы.

1. Значительное улучшение обеспечения СРЗ Украины и БТОФ паромодств новыми, конкурентоспособными технологиями и оборудованием.

2. Улучшение обеспечения судов запасными частями (новыми и восстановленными).

3. Повышение возможностей плавсостава судов в части выполнения работ по судоремонту.

Поскольку судоремонтные заводы не входят в состав пароходств, то каким-либо образом влиять на техническую политику СРЗ и, следовательно, участие в выполнении первой задачи практически невозможно. Для решения остальных проблем рычаги влияния у пароходств имеются. Рассмотрим более подробно имеющиеся, на наш взгляд, в этом плане возможности.

*Расширение производственных мощностей БТОФ и передача им некоторых работ заводского ремонта.* Технологическое оборудование и возможности БТОФ уже и сейчас достаточно велики. Основная его часть находится, как правило, в плавмастерских и позволяет выполнять обработку материалов резанием, сварку, наплавку, пайку, термообработку и другие важные технологические операции. В то же время в отрасли имеется во многом не востребованный опыт и знания по восстановлению изношенных деталей, накопленные в 1978 - 1991 г. Используя его, можно уже сейчас организовать восстановление и упрочнение клапанов ДВС, плунжерных пар ТНВД, поршневых пальцев тронковых дизелей, различных валов и др. Для этого необходимы сравнительно небольшие затраты на приобретение готового специального оборудования: электролизеров для газовой сварки и наплавки, металлизаторов, оборудования для гальванического железнения и т.п. Некоторое оборудование (например, установки для поверхностного упрочнения трением поверхностей вращения) может быть достаточно быстро изготовлено силами ОГМА. Особого внимания заслуживает использование блочных мобильных установок, которые можно было бы периодически грузить на судно и выполнять все работы на высоком техническом уровне непосредственно в рейсе силами экипажа. При этом ОГМА может взять на себя обеспечение БТОФ недостающей технологической документацией.

*Научная организация труда в обеспечении судов запчастями.* Во многом обеспеченность ими определяется экономическим положением пароходств. В то же время эти затраты можно минимизировать, используя результаты НИР и создав в рамках пароходств (или Государственной морской администрации Украины) компьютерный банк данных.

*Улучшение подготовки плавсостава в части выполнения ремонтных работ в условиях эксплуатации судна.* Стационарное технологическое оборудование морского судна, а также мобильных установок, достаточно многообразно. Его эффективное использование требует

наличия определенных технологических знаний у судового механика и определенных умений у рядового плавсостава. Поэтому задача должна решаться как путем улучшения подготовки командного состава судов, так и проведения аттестации уже функционирующего плавсостава с учетом требований Правил III/1 ПДНВ 78/95 и Спецификации минимальных стандартов компетентности Международного кодекса STEW-CODE, 1995.

Как известно, эти основополагающие для подготовки плавсостава документы предполагают выполнение функции судового механика на уровне эксплуатации, для чего необходимо:

а) знать характеристики и ограничения материалов и технологических операций, используемых при постройке и ремонте судового оборудования, в том числе технологию и основные технологические операции (обработки резанием, термообработки, сварки, пайки, склеивания, слесарной обработки и сборки), оборудование, инструмент, приспособления и материалы, применяемые при выполнении указанных операций, основные ограничения технологических процессов и операций, используемых для изготовления и ремонта СТС;

б) уметь выбрать соответствующие материалы для проведения работ по ремонту, использовать технологическое оборудование, приспособления и инструмент, имеющийся на судах, для изготовления компонентов СТС с установленным допуском, в том числе выполнять основные операции слесарной обработки изделий, их разборку и сборку, выполнять сварку стыковых, угловых, тавровых, нахлесточных и телескопических соединений в нижнем положении с регулировкой режима сварки, выполнять наплавку поверхностей вращения по образующей, выполнять пайку мягким припоем стыковых, нахлесточных и телескопических соединений, контролировать качество сварки, пайки и наплавки с использованием способов, применимых в условиях эксплуатации судна, выполнять клеевые соединения, изготавливать простые детали на станках, устанавливаемых в судовой механической мастерской (токарных, фрезерных и сверлильных), контролировать их качество, составлять карты маршрутной технологии для изготовления типовых деталей, технически грамотно ставить задачи по выполнению указанных работ рядовому составу судов.

Проанализируем соответствие указанным требованиям технологической подготовки командного состава морских судов в настоящее время. Как видно из разработанных на основании рекомендаций Минобразования Украины учебных планов различных специальностей ОГМА, необходимые для проведения ремонтных работ в условиях эксплуатации судна знания и умения курсанты получают в три этапа.

При укрупненном рассмотрении схема подготовки достаточно логична и последовательна. На первом этапе во время лекционных и практических и лабораторных занятий курсанты получают теоретические знания. На втором, во время технологической практики – обучаются приемам их практического использования при выполнении типовых работ по судоремонту с применением установленного в учебных мастерских ОГМА технологического оборудования морских судов (судовой механической мастерской и мастерской электромеханика, сварочного поста, слесарное оборудование). Последний, третий этап подготовки реализуется во время нахождения курсантов на плавпрактике при выполнении реальных производственных задач.

Однако более детальное рассмотрение позволяет сделать ряд замечаний.

1. Основополагающий курс – "Технология материалов" – по учебным планам читается на первом курсе в первом семестре, когда курсант не имеет представления не только по эксплуатации, но даже по устройству СТС и судна в целом. У него отсутствуют необходимые для принятия правильных решений знания по деталям машин, по допускам и посадкам, черчению и другим дисциплинам.

2. Общий объем курса технологии материалов явно недостаточен, так как не учитывает специфики будущей работы – необходимость принимать решения самостоятельно, с отрывом от береговых служб.

3. Разрыв в чтении курса технологии материалов и базирующегося на нем спецкурса судоремонта для судомехаников составляет более трех лет.

4. Информация по судоремонту излагается преподавателями различных кафедр, не имеющими специального технологического образования.

Дополнительно необходимо учитывать, что в ОГМА обучается достаточно много выпускников морских колледжей. При выполнении ими пробных заданий выявляются случаи несоответствия умений и навыков выполнения работ по судоремонту требуемому уровню. И, если в этом случае, повторное прохождение практики в ОГМА позволяет повысить квалификацию, то выпускники колледжей, прямо попадающие на флот, этой возможности лишены и вынуждены повышать ее методом проб и ошибок, иногда обходящихся слишком дорого. Вероятно, следствием этого и явилось упоминавшееся выше письмо Главной государственной морской инспекции.

Таким образом, для совершенствования подготовки плавсостава для проведения работ по судоремонту в условиях эксплуатации судна можно предложить следующие мероприятия.

1. Пересмотреть в сторону увеличения учебные планы по объемам и срокам в части подготовки выпускников к выполнению работ по ремонту СТС в условиях эксплуатации судна.

2. Откорректировать типовые и рабочие программы по технологии материалов, технологической практике и судоремонту с учетом требований международных документов и стандартов.

3. Передать чтение всех дисциплин, связанных с вопросами судоремонта в условиях эксплуатации судна, на кафедру технологии материалов и судоремонта.

4. Ввести обязательную независимую переаттестацию рядового состава судов на соответствие рабочих специальностей в части знаний и умений требованиям квалификационных характеристик.

5. Разработать для судоходных компаний комплект документации по выполнению операций судоремонта с использованием стационарного технологического оборудования морских судов и мобильных установок.

Следует отметить, что частично предложения по совершенствованию судоремонта без вывода судна из эксплуатации уже проводятся в жизнь. Так, в ОГМА приказом ректора создана кафедра технологии материалов и судоремонта; организован учебно-научно-производственный центр "Технология", основными функциями которого являются: повышение качества технологической подготовки командного состава морских судов; более активное привлечение сотрудников академии к решению конкретных научно-исследовательских и производственных задач; подготовка для флота специалистов массовых профессий и др. Разработана и утверждена принципиально новая программа технологической практики, обеспечивающая подготовку курсантов в соответствии с Правилами Ш/Л ПДНВ 78/95 и Спецификацией минимальных стандартов компетентности Международного кодекса STEW-CODE, 1995. Принято решение о значительном увеличении объема технологической практики для курсантов электромеханического факультета, что позволит им, наряду с другими мерами, получать права вахтенного механика. Увеличен также ее объем на факультете автоматике.

Реализация уже принятых решений, доработка и внедрение других предложений и других предложений должны, в комплексе, улучшить положение в вопросах судоремонта и повысить эффективность эксплуатации морского флота Украины, повысить авторитет выпускников ОГМА и других учебных заведений аналогичного профиля как на Украине, так и за рубежом.

## УСКОРЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ НАДЕЖНОСТИ МАШИН

Анализ состояния строительного и дорожного машиностроения в Украине и в ведущих зарубежных фирмах свидетельствует о значительных успехах в техническом развитии отрасли. Достигнуты существенные результаты в совершенствовании базовых тягачей машин, совершенствованы приводы и системы управления, созданы рабочие органы с интенсивным ведением рабочего процесса. В практике создания новых машин расширяется использование средств и методов автоматического проектирования. Однако надежность машин все еще недостаточна. Темпы создания новых машин еще низки, в процессе создания мало применяются современные методы испытаний. Одной из важных проблем является создание и обеспечение эффективного функционирования в различных условиях машин с заданными показателями качества, в первую очередь, надежности. Большие задачи необходимо решить в деле совершенствования испытаний надежности, совершенствовании их структуры и методов, создания системы комплексных исследований и испытаний. Для обеспечения минимальных затрат времени и средств на проведение испытаний и получения при этом достаточного объема данных при заданной их достоверности необходима разработка алгоритма проведения испытаний, устанавливающего последовательность, объемы испытаний, достоверность каждого их вида.

Организация системы испытаний требует решения ряда сложных научно-методических и организационных вопросов, вытекающих как из специфики отрасли, особенностей эксплуатации машин, так и из особенностей ускоренных испытаний.

К числу этих вопросов относятся:

- многообразие испытаний вследствие разнообразия конструкций машин, схем нагружения, что требует в каждом случае решения специфической задачи;

- необходимость учета фона эксплуатации, характеристиками которого являются грунтово-климатические условия, виды работ, культура технического обслуживания и управления машиной;

- значительное рассеивание результатов испытаний, требующее применения методов статистической оценки показателей надежности, определения необходимого и достаточного количества испытаний;



необходимость учета разброса показателей надежности вследствие нестабильности технологии, различного количества дефектов, пропущенных контролем.

Ускоренные испытания по своей сути - разновидность физического моделирования, в котором в зависимости от вида объекта испытаний моделируются условия работы и режим нагружения (при испытаниях натуральных конструкций) или производится моделирование как условий работы и режима нагружения, так и самого объекта испытаний (при испытаниях моделей деталей и конструкций машин). Поэтому для ускоренных испытаний применимы методы и математические модели физического моделирования [ 1].

При достаточно корректной математической модели потери работоспособности весьма привлекательной является система проведения математического моделирования испытаний надежности.

Характеристики деталей конструкций определяются условиями производства и, вследствие большого числа случайных влияний, изменяются от изделия к изделию. Однако при достаточно больших выборках изделий можно установить совершенно определенные законы распределения параметров изделия, характеристик его надежности. Корректные ускоренные испытания возможны лишь тогда, когда устанавливается распределение, постоянное для данного производства, данной конструкции машины, т.е. когда соблюдается так называемый "принцип наследственности" [ 2 ].

Этот принцип формулирует, что производство выпускает однотипные изделия или, в другой формулировке, что распределение начальных параметров изделия может изменяться от партии к партии, но вид функций распределения параметров и скорости их изменения будут сохраняться. Таким образом, при сравнении результатов ускоренных испытаний с данными эксплуатации необходимо предполагать сохранение некоторой закономерности, характеризующей распределение характеристик испытываемых партий и изделий.

При проведении как эксплуатационных, так и ускоренных испытаний, определения коэффициентов пересчета результатов ускоренных испытаний на эксплуатационные условия необходимо установить как расходуется работоспособность изделий в зависимости от режима нагружения, условий работы и других эксплуатационных факторов. В соответствии с постулатом Н.И. Седякина надежность изделий в различных условиях эксплуатации зависит от величины выработанного ресурса в прошлом и не зависит от того, как выработан этот ресурс [3].

Одной из основных проблем теории ускоренных испытаний является определение плотности распределения изучаемого функционального параметра по распределениям, полученным в результате ускоренных испытаний. Если оценки распределения, полученные в ускоренных испытаниях являются состоятельными, эффективными и несмещенными, подтверждаются данными эксплуатации, ускоренные испытания являются автомодельными, т.е. имеется соответствие результатов ускоренных испытаний и данных эксплуатации [2, 4]. Выполнение условий автомодельности происходит при соблюдении следующих двух постулатов, сформулированных В.А. Игнатовым [4].

Первый из них выражает условие автомодельности в широком смысле: распределение параметров условий и режимов функционирования изделий и его состояний при ускоренных испытаниях и в эксплуатации должны принадлежать одному классу. Математический смысл этого условия состоит в том, что связь между функционированием изделия в эксплуатации и в режиме ускоренных испытаний должна быть линейной.

Второй постулат выражает условие автомодельности в узком смысле: функция изменения распределения определяющих параметра и распределения времени безотказной работы в данных условиях и режимах функционирования должны быть линейны. Эти условия являются более строгими и, как правило, выполняются в узком диапазоне изменения параметров комплекса ускоряющих воздействий, могут не выполняться одновременно по всем параметрам или выполняться для различных параметров в различных диапазонах их изменения.

Проблема ускоренных испытаний включает две основные задачи: определение предельных условий и режимов функционирования, при которых нарушаются условия автомодельности и, следовательно, подобие процессов потери работоспособности методом экстраполяции “вперед”;

определение характеристик условий и режимов функционирования и соответствующих показателей надежности в эксплуатационных условиях методом экстраполяции “назад”.

Назначение режимов нагружения при ускоренных испытаниях осуществляется по результатам аналитических исследований рабочего процесса, статистической обработки данных определения режимов нагруженности элементов конструкции в характерных условиях эксплуатации. Изучение характерных условий эксплуатации заключается в определении видов и схем работы данной модели машины в эксплуатации, грунтового фона, на котором машина используется, исследова-

нии режимов работы машины. Кроме этого, производится обследование надежности машин в условиях эксплуатации, определяются виды отказов, последовательность их возникновения. Основным критерием правильности назначенных режимов нагружения является соответствие вида и характера получаемых повреждений, последовательности их появления при ускоренных испытаниях и в условиях эксплуатации.

Эквивалентная нагрузка (напряжение) для ускоренных испытаний определяется в зависимости от основных характеристик реального (эксплуатационного) режима нагружения на основе гипотезы о линейном суммировании повреждений, возникающих от действия различных напряжений [5]. При разработке программ ускоренных испытаний новых машин, для которых недостаточен объем данных об эксплуатационной нагруженности, можно использовать данные испытаний машин аналогичной конструкции. Уровни нагрузок расчетной гистограммы находятся по зависимости [6]:

$$Q_{ai} = Q_{bi} P_{a,max} / P_{b,max}, \quad (1)$$

где  $Q_{ai}$  - уровни нагрузки расчетной гистограммы для  $a$ -той машины;  $Q_{bi}$  - известные величины уровней нагрузки для  $b$ -той машины;  $P_{a,max}$  и  $P_{b,max}$  - максимальные нагрузки соответственно для  $a$ -той и  $b$ -той машин.

Коэффициент ускорения  $K_y$ , определяется в соответствии с зависимостью, описывающей кривую усталости. При наиболее широко используемом степенном уравнении  $\sigma^m N = const$  получим зависимость

$$K_y = \frac{N_e t_e}{N_c t_c k_b} \left( \frac{\sigma_c}{\sigma_{rc}} \right)^{m_c} \left( \frac{\sigma_{re}}{\sigma_e} \right)^{m_e} \frac{\omega_c}{\omega_e k_b}, \quad (2)$$

где  $N_e$  и  $N_c$  - число циклов нагружения до разрушения в эксплуатации и на стенде;  $t_e$  и  $t_c$  - соответственно время цикла напряжений в эксплуатации и на стенде;  $k_b$  - коэффициент использования по времени испытываемого изделия в условиях эксплуатации;  $\sigma_c$  и  $\sigma_e$  - максимальные напряжения цикла на стенде и в эксплуатации;  $\sigma_{rc}$  и  $\sigma_{re}$  - пределы выносливости при коэффициентах асимметрии  $r_c$  и  $r_e$ ;  $m_c$  и  $m_e$  - показатели кривой усталости при стендовых и эксплуатационных испытаниях.

При двухчастотном нагружении [7] при  $m_c = m_e = m$

$$K_y = \left( \frac{\sigma_{nc} + \sigma_{bc}}{\sigma_{ne} + \sigma_{be}} \right)^m \left[ \left( \frac{\omega_{bc}}{\omega_{nc}} \right)^{\nu \cdot \frac{\sigma_{bc}}{\sigma_{nc}}} / \left( \frac{\omega_{be}}{\omega_{ne}} \right)^{\nu \cdot \frac{\sigma_{be}}{\sigma_{ne}}} \right] \frac{\omega_{nc}}{\omega_{ne} k_b}, \quad (3)$$

где  $\sigma_{ni}$  и  $\sigma_{bi}$  - низкочастотные и высокочастотные составляющие напряжений;  $\omega_{ni}$  и  $\omega_{bi}$  - соответствующие частоты нагружения;  $\nu$  - коэффициент долговечности, зависящий от физико-механических свойств стали,  $\nu = 1,3 \dots 1,6$ , причем меньшие значения принимаются для низкоуглеродистых сталей, большие - для низколегированных.

Верхняя граница нагружения определяется из условия, чтобы сумма высокочастотной и низкочастотной составляющих напряжений не превышала  $0,9\sigma_T$  - предела текучести.

Нижняя граница повреждающих амплитуд определяется половиной предела выносливости  $\sigma_{rk}$  при коэффициенте асимметрии цикла  $r$  и коэффициенте концентрации напряжений  $k$ .

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. - М.: Высшая школа, 1981. - 335 с.
2. Перротэ А.И., Карташов Г.Д., Цветаев К.Н. Основы ускоренных испытаний радиоэлементов на надежность. - М.: Советское радио, 1968. - 224 с.
3. Седякин Н.М. Об одном физическом принципе надежности // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. - 1966. - № 3.
4. Игнатов В.А., Маньшин Г.Г. Проблема и возможности создания теории ускоренных испытаний // Материалы первой Всесоюзной конференции по методам ускоренных испытаний. - М.: Изд-во стандартов. - 1974. - С. 16 - 24.
5. Ничке В.В. Надежность прицепного и навесного оборудования тракторов. - Харьков: Вища школа, 1985. - 152 с.
6. Холодов А.М., Ничке В.В. Ускоренные испытания - эффективное средство повышения надежности строительных машин // Изв. ВУЗов. Строительство и архитектура. - 1980. - № 6. - С. 110 - 124.
7. Труфяков В.И. Некоторые вопросы повышения несущей способности и долговечности сварных конструкций // Надежность и долговечность машин и сооружений. - 1983. - Вып. 3. - С. 3 - 12.

## ОСОБЛИВОСТІ МИТНОГО ОФОРМЛЕННЯ ВАНТАЖІВ ТА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ЩО СЛІДУЮТЬ РІЧКОЮ ДУНАЙ

Історія судноплавства на Дунаї має глибокі коріння і давні традиції. В світі немає такої іншої річки, до басейну якої прилягала б така кількість країн як до Дунаю. Саме географічне розташування та важливість як транспортної артерії робить Дунай об'єктом багатьох міжнародних переговорів та угод. Починаючи з 11 травня 1949 року всі питання судноплавства на річці регулюються підписаною у Белграді 18 серпня 1948 року “Конвенцією про режим судноплавства на Дунаї”, членом якої на цей час є і Україна. Конвенція проголосила, що навігація на Дунаї вільна та відкрита для торговельних суден усіх країн на засадах рівності по відношенню до портових та навігаційних зборів та умов торговельного судноплавства. Конвенція складається з п'яти глав та сорока сьоми статей. Конвенція має важливе значення та вирішує за допомогою свого робочого органу – Дунайської Комісії, що складається з представників придунайських стран по одному від кожної, немало питань, що постають перед придунайським регіоном нині. Так 26.03.1998 було підписано додатковий протокол до Конвенції, який було ратифіковано Законом України № 664-XIV від 14.05.1999. У цьому протоколі Україна виступає вже як держава-учасник і в ньому приведені певні положення Конвенції у відпо-відність до політичних та економічних обставин, які змінилися.

Конвенцією були розглянуті і деякі питання митного контролю за вантажами та суднами що слідуєть Дунаєм. Так 26 січня 1961 року нею були прийняті “Рекомендації по уніфікації правил митного нагляду на Дунаї”. При вивченні Рекомендацій не можна не помітити, що багато статей та положень з них нашли своє відображення і в митному кодексі і в інших нормативних та законодавчих документах (наприклад цілий ряд статей Рекомендацій майже цілком увійшли до 283 наказу ДМКУ від 29.06.1995). Рекомендації складаються з 29 статей, які поділяються на шість частин: загальна частина, митний нагляд на кордоні, митний нагляд при транзиті вантажів, митний нагляд у портах, митне опломбування, та заключна частина. Стаття 3 цих Рекомендацій каже, що “суда та вантажі, що на них перевозяться, пасажери та їх багаж, що слідуєть Дунаєм, де він складає кордон між двома країнами, звільняються, якщо вони не сполучаються з берегом, від усіх митних формальностей”. Цією статтею встановлюється особли-

вий режим митного оформлення вантажів, які прийнято називати “Дунайським транзитом”. Особливість ця складається у тому, що на ділянці Дунаю від порту Рені до порту Усть-Дунайськ відбувається перевантаження вказаних вантажів з річкових суден на морські для подальшої їх відправки до місця призначення (перевантаження ведеться здебільше з судна на судно). На цій ділянці Придунайською митницею ведеться контроль за перевантаженням та пересуванням цих вантажів, облік кількості поступаючих та відбуваючих вантажів, оформлюються вантажні документи. Проте за митне оформлення та контроль даної категорії вантажів ніякі митні збори та інші платежі, згідно положень вищевказаної Конвенції, не справляються. Об’єм перевезень вантажів “Дунайського транзиту” завжди складав досить значний процент усіх водних перевезень у зоні діяльності Придунайської митниці. Але, починаючи з квітня місяця цього року, ці перевезення зовсім припинилися, що викликано останніми подіями у Югославії. Доречі, в зв’язку з цими подіями, значно скоротилися об’єми перевезень по Дунаю і багатьох інших категорій вантажів, що визване руйнацією біля м. Нові-Сад трьох мостів та перериванням на цій ділянці Дунаю вільного судноплавства. На цей час гостро стоїть питання необхідності скорішого вивільнення судноплавного фарватеру та вилучення усіх частин мостів, що знаходяться у річці на югославській частині Дунаю. Саме цьому питанню була посвячена робоча нарада директорів дунайських судноплавних компаній, яка відбулася 29 липня цього року у Будапешті. Багато уваги приділяється цьому і Дунайською комісією – постановою 57-й сесії була організована група експертів “Фарватер у Югославії”, яка провела вже три засідання і виробила ряд конкретних пропозицій та позначила шляхи їх втілювання, але політична та економічна ситуація, що склалася на цей час довкола Югославії не дає змоги зразу ж розпочати відбудову.

Якщо розповідати про особливості митного оформлення вантажів та транспортних засобів на Дунаї, то доведеться почати, звісно, з порядку та деяких особливостей митного оформлення та контролю за переміщенням через митний кордон України суден закордонного плавання. Цей порядок оговорено у “Правилах митного контролю за переміщенням через митний кордон України суден закордонного плавання”, затверджених наказом ДМКУ № 283 від 29.06.1995. Саме цим наказом керується інспекторський склад митниці під час митного оформлення суден по їх приходу чи відходу за кордон. В правилах указується перелік документів, що пред’являються капітаном по приходу-відходу судна (генеральна декларація, вантажна декларація, суднова роль, список пасажирів, вантажні документи, митні декларації членів

екіпажу, список суднових запасів), даються основні засади порядку митного огляду житлових і нежитлових приміщень судна, товарів, що на них перевозяться, майна та особистих речей членів суднової команди, вказується тривалість митного оформлення суден закордонного плавання в залежності від водомісткості і призначення. Крім того, в Правилах закладається основа для оформлення запасів, призначених для споживання. У подальшому це питання більш докладно розглядається у наказі ДМСУ №380 від 30.06.98, п. 8. У ньому ж дається і тлумачення терміну *запаси споживання* – це товари та інші предмети, призначені для матеріально-технічного постачання та спорядження, пально-мастильні матеріали, сировина для промислової переробки, продовольство, інші предмети, що вивозяться за межі митної території України для забезпечення виробничої діяльності суден українськими власниками цих суден або судновими агентами. Митне оформлення запасів споживання, що поставляються на українські транспортні засоби (а на практиці доводиться мати справу найчастіше саме з українськими суднами), здійснюється за поданням ВМД, заповненої згідно митного режиму тимчасового вивезення, без поставки її на контроль, а у разі поставки запасів споживання на іноземні або орендовані (зафрахтовані) іноземними суб'єктами зовнішньоекономічної діяльності судна, ВМД оформлюється відповідно до митного режиму експорту. Тлумачення порядку оформлення запасів споживання та заповнення ВМД на них дається також у листі ДМСУ №11/4-289 від 12.01.99.

Не можна не зазначити той факт, що митне оформлення та контроль за пересуванням суден на протязі усієї української ділянки річки Дунай в цілому значно спростилися, без зниження якості та ефективності, після створення Придунайської митниці. Це дало змогу загалом оцінити ситуацію на усій ділянці, створити єдину схему митного оформлення товарів та транспортних засобів а також дозволяє оперативно реагувати у випадках виникнення нестандартних ситуацій та непорозумінь, що значно прискорило та спростило процес митного оформлення.

Одним із найважливіших документів, яким керуються при митному оформленні товарів, що слідує Дунаєм є безумовно Наказ ДМКУ №7 від 30.12.1991, який затверджує “Тимчасове положення про порядок пропуску товарів, майна, транспортних засобів та інших предметів через митний кордон України”. Саме він дає роз'яснення основних термінів та порядок оформлення усіх категорій вантажів та транспортних засобів.

Можна виділити наступні категорії вантажів, що перетинають кордон у зоні діяльності Придунайської митниці та слідує Дунаєм –

експортні вантажі, що декларуються Придунайській митниці і там же перетинають митний кордон; експортні вантажі, що декларовані іншим митницям а кордон перетинають у зоні діяльності Придунайської митниці; імпорتنі вантажі, що декларуються Придунайській митниці; імпорتنі вантажі, що перетинають кордон у зоні діяльності Придунайської митниці і прямують у внутрішні митниці для наступного декларування; транзитні вантажі, що декларуються Придунайській митниці та направляються в інші прикордонні митниці для випуску за кордон; транзитні вантажі, що декларовані іншим прикордонним митницям а за кордон випускаються у зоні діяльності Придунайської митниці. Розглянемо деякі особливості митного оформлення цих вантажів.

Щодо митного оформлення експортних вантажів, що декларуються Придунайській митниці і кордон перетинають у зоні її діяльності, то тут можна відзначити те, що досить значна кількість цих вантажів випускається за загальними ВМД. Оформлення ведеться на підставі Наказу ДМКУ №172 від 18.04.1995 як однорідних товарів, що регулярно переміщуються через митний кордон по одному контракту в незмінному митному режимі. Рішення про використання загальної ВМД у кожному окремому випадку приймається начальником митниці.

Щодо експортних вантажів, що декларуються іншим митницям а кордон перетинають у зоні діяльності Придунайської митниці, то тут також іде значна кількість вантажів за загальними ВМД, що оформлені внутрішніми митницями а випускаються Придунайською митницею по належним чином оформленим супровідним документам та провізійної відомості з відміткою про загальну ВМД (лист ДМКУ № 11/1-2199 від 23.05.1995).

Щодо оформлення інших категорій вантажів, то митне їх оформлення проводиться на підставі законодавчих та нормативних документів і інструкцій і аналогічне оформленню на інших ділянках митного кордону України.

Відзначимо, що ділянка митного контролю за вантажами та транспортними засобами що слідує річкою Дунай є цікавою на-самперед тим, що тут доводиться мати діло з усіма видами перевезень (іде перевантаження вантажів з річкових суден на морські і з морських на річкові, з морських та річкових суден на залізничний та автомо-більний транспорт і навпаки, з залізничного та автомобільного транспорту на морські та річкові суда) і з усіма категоріями вантажів та митними режимами.



ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ВЕТРОДВИЖИТЕЛЯ НА РУДОВОЗЕ  
«ИЛЬЯ СЕЛЬВИНСКИЙ»

Первые результаты научных теоретических и экспериментальных исследований отечественных и зарубежных авторов по применению дополнительного ветродвижения на судах различного назначения, анализ особенностей обоснования состава, а также режимов совместной работы вспомогательной вероэнергетической установки (ВВЭУ) и судового пропульсивного комплекса (СПК) позволяют сделать вывод о:

составе ВВЭУ - информационно-измерительная система (ИИС) параметров вертового потока, ветродвижителя (ВД), устройсво поворота (УП) комплекса «мачта-парус», система управления установкой ВД относительно ветровго потока;

невозможности воссоздания в условиях стендовых испытаний всех требований, отвечающих практическим условиям эксплуатации, и нужного количества испытательных систем, соответствующих длительности испытания;

необходимости двухэтапного проведения испытаний ВВЭУ - у причала и в море, позволяющих оценить возможность и эффективность вовлечения в энергетический баланс судов энергии ветра.

Предлагаемый метод обоснования возможностей и эффективности применения ВВЭУ в различных эксплуатационных условиях, универсален и предусматривает их испытания в составе СПК в два этапа: на ошвартованном у причала судне; в море - в период ходовых испытаний и опытной эксплуатации. Программы испытаний у причала и в море, с обоснованием условий, целей и последовательности исследований, представлены в работе<sup>1</sup>.

Основной задачей судовождения судов-ветроходов, как и обычных, является точное и безопасное управление движением судна в соответствии с заданным курсом при минимальных эксплуатационных затратах. К важным мореходным качествам современного судна относится его управляемость, объединяющая два противоположных по своему характеру свойства: устойчивость движения на курсе – спо-

---

<sup>1</sup> Писклов В.Т. Вспомогательная ветроэнергетическая установка морского судна. – М.: Транспорт, 1993. – 144 с.

способность судна удерживать заданное прямолинейное направление движения и поворотливость – способность изменять нужным образом направление движения при повороте руля судна. В связи с чем, программа испытаний в море предполагает исследования по каналу управления авторулевой (АР) – рулевая машина (РМ) с целью подтверждения научных положений, связанных с обеспечением:

безопасности мореплавания, управляемости и преимуществ ветродвижения судна-ветрохода при различных тактики и стратегии применения ВВЭУ;

расширения возможностей ветродвижения за счет обоснования выбора типа РМ (рулевого привода и его элементов), удержания судна-ветрохода на заданном прямом курсе с наименьшими энергозатратами путем обоснования типа АР и параметров его настройки, в основе выбора которых лежит положение о необходимости малых значений амплитуд и частоты перекадки руля относительно диаметральной плоскости (ДП) судна.

Рассматриваемый метод натурных исследований оценки возможностей и эффективности применения вспомогательного ветродвижения предусматривает также планирование эксперимента и обработку измеряемых величин с учетом оценки основных свойств и статистических характеристик исследуемых процессов. Измерения величин в период сдаточных испытаний (швартовых и ходовых) ВВЭУ и в период опытной эксплуатации судна-ветрохода проводятся с применением современных приемов, оборудования, датчиков и фиксирующей аппаратуры.

Метод был апробирован на рудовозе "Илья Сельвинский" Украинского Дунайского пароходства, имеющего надстройку, расположенную в корме (наиболее распространенная архитектура морских судов), и винто-рулевой комплекс, состоящий из двух ВФШ (правого и левого вращения) и одного обтекаемого руля. Сведения о судне, характеристиках его оборудования и мягкого вспомогательного ВПВ (ВПВ) общей площадью 200 м<sup>2</sup>, способе крепления и установки ВПВ на грузовых краях судна (рис. 1), а также программа проведения эксперимента рассмотрены в работе<sup>1</sup>. Натурные испытания проводились с целью проверки, оценки и уточнения: надежности, работоспособности и безопасности использования мягкого ВПВ; адекватности разработанных математических моделей, расчетных и технологических схем, а также возможностей экспериментального образца ИИС; влияния применения ВПВ на характеристики качки, управляемости и мореходности судна, а также на режимы работы элементов СПК, РМ, характеристики и параметры настройки АР; влияния качества функционирования канала управления АР-РМ на основные результаты ветродвижения.

Испытания проводились в осенне-зимний период в Черном и Средиземном морях в условиях "тихой воды", а также при различных ветроволновых режимах и движении судна в грузу и в балласте. Так, условия "тихой воды" характеризовались скоростью кажущегося ветра 2 ... 4 м/с, а ветроволновые режимы - зыбью, волнением моря 4 - 6 баллов (по шкале Боффорта) и скоростью кажущегося ветра 4 ... 9,5 м/с, 12 ... 14 м/с, а в порывах - до 25 м/с. Испытания проводились при следующих режимах движения судна:

под двумя главными двигателями (ГД); два ГД + носовой парус;  
два ГД + кормовой парус, два ГД + ВПВ;

под ГД левого борта; ГД + носовой парус; ГД + кормовой парус;  
ГД + ВПВ; под ГД правого борта - то же, что и для ГД левого борта;

только под носовым и кормовым парусом в отдельности и под ВПВ.

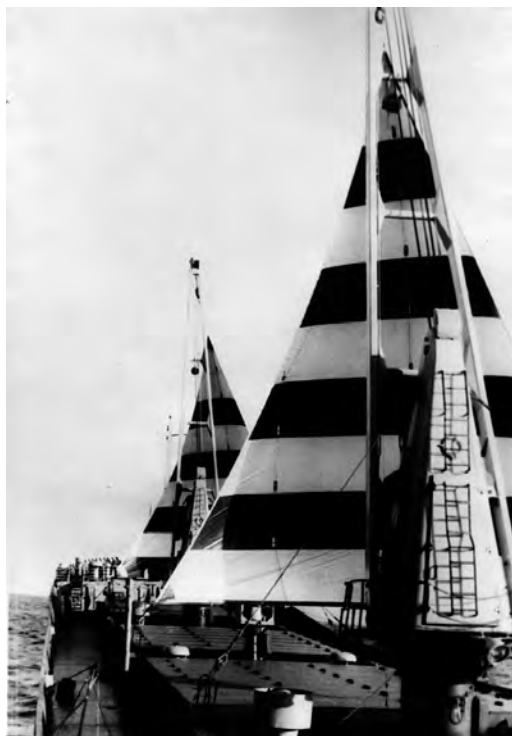


Рис. 1. Вспомогательное парусное вооружение рудовоза "Илья Сельвинский":  
1 - носовой парус; 2 - кормовой парус; 3 - грузовой кран

Средние значения измеряемых величин в натуральных условиях определялись из выражения:

$$\bar{A} = \sum_{i=1}^m p_i A_i,$$

где  $A_i$  - значение случайной величины;  $p_i = n_i/N$  — относительная частота появления  $A_i$ ,  $n_i$  - число замеров случайной величины со значени-

ем  $A_i$ ;  $N = \sum_{i=1}^m n_i$  - общее число замеров;  $m$  - число уровней фиксирования случайной величины  $A_i$ .

Фрагменты результатов таких исследований представлены на рис. 2 - 10. Так, результаты испытаний, связанные с оценкой работоспособности, надежности и безопасности использования мягкого ВПВ, позволили сделать следующие выводы:

оптимальный угол атаки ВПВ к направлению ветрового потока (угол между нижней шкаториной паруса и направлением ветра) равен  $90^\circ$ , что связано с особенностями конструкции ВПВ, а рабочими курсовыми углами будут бакштаг и "крутой" бакштаг ( $130 - 150^\circ$ ). При данных курсовых углах и углах атаки наблюдается наибольший положительный эффект - максимальное значение аэродинамической силы тяги на ВПВ;

рабочим диапазоном скоростей ветрового потока (при указанных выше курсовых углах и углах атаки) для данного ВПВ будет диапазон, соответствующий  $6 \dots 16$  м/с. Меньшее значение скорости кажущегося (вымпельного) ветра сопоставимо со скоростью судна, которую оно может развить при движении под ГД, а большее - связано с ограниченностью нагрузки на судовой кран со стороны ВПВ;

парус, установленный на носовом (ближе к баку) грузовом кране, работает более эффективно, чем парус, который установлен ближе к кормовой надстройке судна (см. рис. 1);

движение судна с ВПВ под АР (режим управления "автомат") при курсовом угле ветра  $75 \dots 80^\circ$ , угле атаки  $90^\circ$  и скорости вымпельного ветра  $8$  м/с сопровождается: увеличением несимметричности углов крена, причем, имеют место случаи, когда угол крена судна на ветер больше, чем в подветренную сторону; движением судна рывками с периодическим увеличением и уменьшением скорости на  $1$  узел, а также невозможностью управления судном под АР;

установка (уборка), обслуживание и управление ВПВ не требуют увеличения экипажа судна;

курсовой обзор при движении судна под ВПВ возможен только с крыльев ходового мостика.

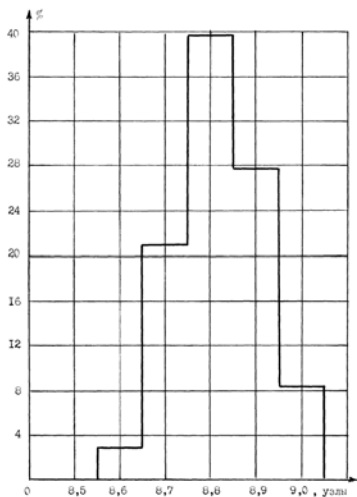


Рис. 2. Гистограмма скорости хода судна на тихой воде в балласте

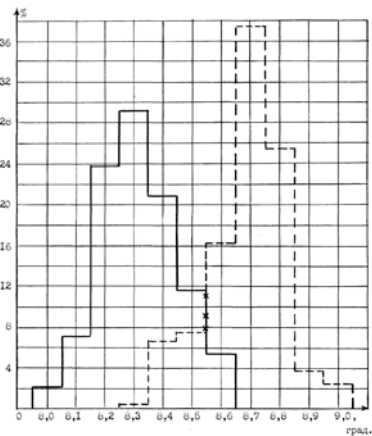


Рис. 3. Гистограмма скорости хода судна: без ВПВ - —; с ВПВ - - - - -; совпадение результатов - \* \* \*

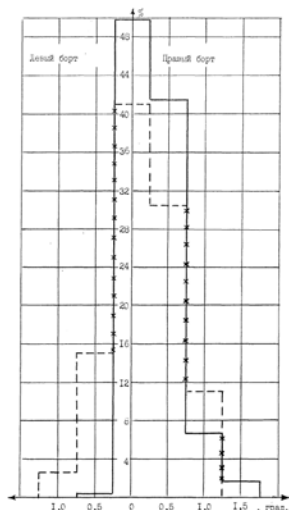


Рис. 4. Гистограмма курса судна при ходе на тихой воде: в балласте - —; в грузу - - - - -; совпадение результатов - \* \* \*

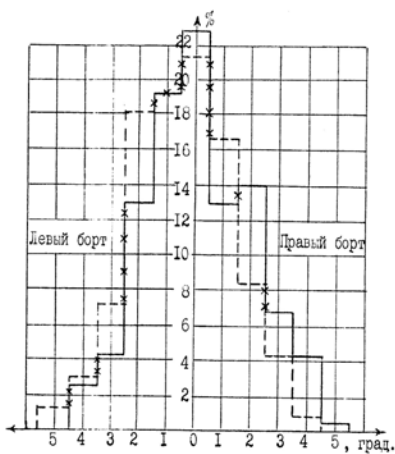


Рис. 5. Гистограмма курса судна при ходе: без ВПВ - —; с ВПВ - - - - -

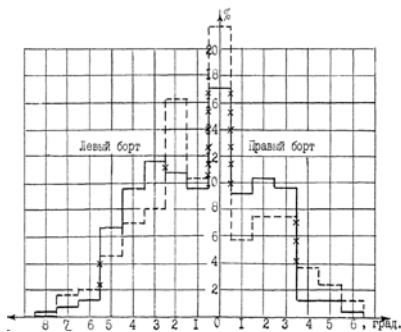


Рис. 6. Гистограмма крена судна при ходе: без ВПВ - —; с ВПВ - - - -; совпадение результатов - **✕✕**

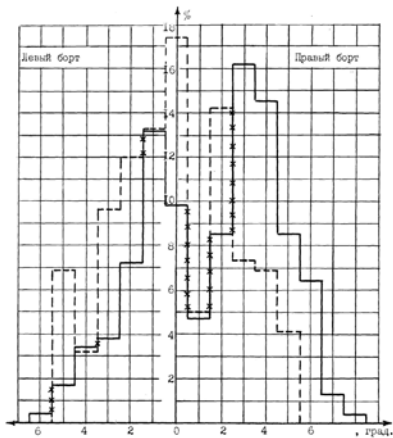


Рис. 7. Гистограмма кладок руля при ходе судна на тихой воде: в балласте - —; в грузу - - - -; совпадение результатов - **✕✕**

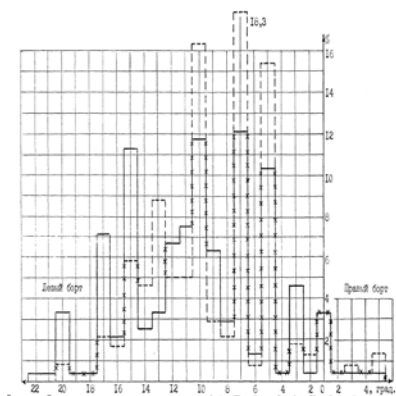


Рис. 8. Гистограмма кладок руля при ходе судна: без ВПВ - —; с ВПВ - - - -

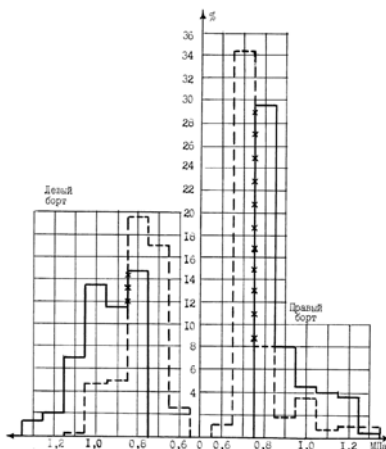


Рис. 9. Гистограмма давлений в гидроцилиндрах РМ при ходе судна на тихой воде: в балласте - —; в грузу - - - -; совпадение результатов - **✕✕**

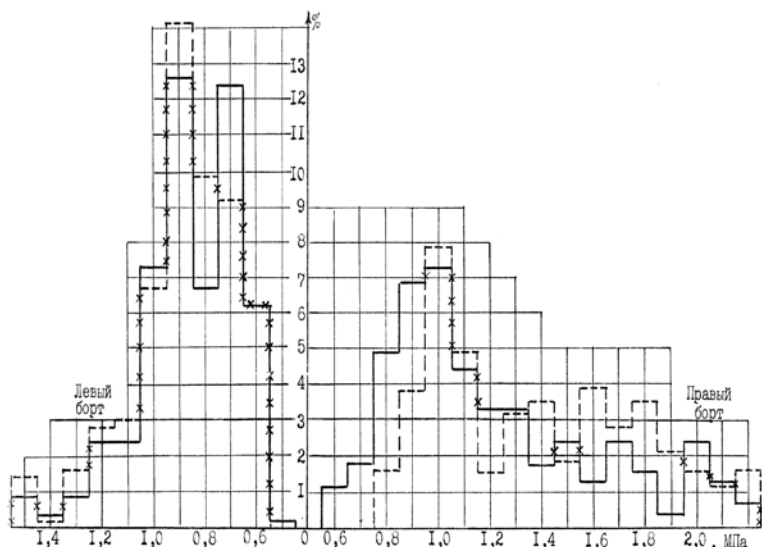


Рис. 10. Гистограмма давлений в гидроцилиндрах РМ при ходе судна: без ВПВ - —; с ВПВ - - - - -; совпадение результатов - \* \* \*

Испытания, связанные с оценкой влияния ВПВ, работающего совместно с ГД в режиме "ветровой разгон" (режим максимальной скорости), на характеристики мореходности и управляемости судна показали следующее:

постановка ВПВ создает динамическую стабильность движущегося судна и наблюдается увеличение скорости его движения до 1 узла (см. рис. 2, 3, 6);

использование ВПВ с целью получения основных результатов ветродвижения оказывает дополнительное влияние на положение руля относительно ДП судна, амплитуду и частоту его перекадки;

сравнение амплитуд углов рыскания судна, а также суммарного числа его рысканий относительно ДП, до и после установки ВПВ, позволяет заключить - постановка ВПВ увеличивает амплитуду углов рыскания, при равном суммарном числе рысканий судна относительно ДП (как с ВПВ, так и без него), число рысканий по бортам судна без ВПВ - равномерное, а у судна с ВПВ большее число рысканий приходится на подветренный борт, то есть в направлении действия ветрового потока (см. рис. 4, 5);

при постановке ВПВ амплитуды углов крена уменьшаются, а период бортовой качки увеличивается (рис. 6);

движение только под ВПВ невозможно по причине неуправляемости судна, что объясняется малой скоростью судна и незначительными значениями моментов на переложном руле и подтверждает корректность выбора рабочей площади ВПВ для рудовоза "Илья Сельвинский" при первом проектном варианте (около 400 м<sup>2</sup>).

Испытания, связанные с определением влияния ВПВ (работают два ГД или каждый в отдельности, а режим работы - "ветровой разгон") на качество функционирования канала управления АР-РМ, показали, что:

при установке каждого паруса в отдельности и всего ВПВ, судно управляемо при всех видах управления - "автомат", "дистанционное" и "простое";

движение судна с ВПВ на прямом курсе под АР сопровождается уменьшением амплитуд углов перекладки руля, но режимы работы рулевого привода связаны с увеличением энергозатрат из-за увеличения частоты перекладок руля (см. рис. 7, 8, 9, 10);

параметры настройки АР (КОС и ТГ) при движении судна под ВПВ (прямой курс) влияют на амплитуду углов рыскания, а также на амплитуду и частоту перекладок руля;

сравнение качества управления судна под ВПВ при видах управления "автомат" и "простое" (с помощью рулевого) позволяет отдать предпочтение виду управления "автомат";

при выполнении маневра "зигзаг" под ветер нагрузка на привод РМ уменьшается по сравнению с нагрузкой, когда судно было без ВПВ;

при выполнении маневра в наветренную сторону, нагрузка на привод РМ увеличивается из-за дополнительного сопротивления ВПВ и в связи с увеличением времени выполнения маневра.

Испытания, связанные с определением влияния качества функционирования канала управления АР-РМ на основные результаты ветродвижения рудовоза, позволили установить следующее:

построение диаграммы управляемости при движении судна в грузу и балласте в условиях "тихой воды" связано со следующей особенностью: при перекладках руля время до начала ухода судна с курса на правый борт больше, чем на левый, что объясняется "тяжелым" винтом правого борта;

в условиях "тихой воды" при режиме движения судна под двумя ГД на прямом курсе с АР, руль находится в районе ДП, что соответствует экономичному режиму работы РМ (см. рис. 2, 4, 7, 9);

при режиме движения судна в тех же условиях, но под одним ГД, положение руля зависит от работы ВФШ (левого или правого борта) и он будет переложен на борт с целью удержания судна на заданном прямом курсе, а также компенсации момента  $M_{ГД}$  результирующей гидродинамических сил, действующих на подводную часть корпуса судна;



руль, находясь на борту (левом или правом) судна, будет работать не относительно ДП, а относительно своего нового положения, оказывая сопротивление движению судна и способствуя неэкономичным режимам работы ГД и РМ;

величина амплитуд и частота перекадки руля будут зависеть от значений  $M_{ГД}$ , скорости (частоты вращения ВФШ) движения судна и параметров настройки АР;

при тех же режимах движения судна, но в условиях волнения и ветра, руль компенсирует не только действие момента  $M_{ГД}$ , но и момента  $M_{аэр}$  результирующей аэродинамических сил, действующих на надводную часть корпуса судна и его кормовую надстройку, отклоняясь от ДП на еще больший угол, оказывая тормозящее действие движению судна и способствуя неэкономичным режимам работы РМ (см. рис. 3, 5, 8, 10).

Натурные испытания, связанные с проверкой адекватности разработанных математических моделей в части оценки поведения судна с ВПВ на реальном морском волнении в условиях бортовой качки, проводились на рудовозе "Илья Сельвинский" путем сопоставления величины амплитуд, собственных периодов бортовой качки и рыскания судна (как с ВПВ, так и без него), полученных в результате теоретического расчета и зафиксированных в процессе эксперимента. В качестве расчетной модели реального морского волнения использовалась модель нерегулярного трехмерного волнения, которая наиболее приемлема для сопоставления с результатами натурального эксперимента. Сопоставление данных расчета с результатами эксперимента позволило сделать вывод о хорошем их согласовании для интенсивности волнения 4 балла, что, в свою очередь, соответствовало наблюдаемой визуально в процессе эксперимента высоте волны 2 м.

Сравнение результатов испытаний образца ИИС (элемент ВВЭУ) в реальных условиях эксплуатации с результатами теоретических исследований позволило:

уточнить и усовершенствовать электронные схемы приема и обработки сигналов от векторного датчика ветра корабельной метеостанции КМС-3;

выявить и устранить конструктивные недостатки датчика ветра;

стационарно установить данную систему на рудовозе "Илья Сельвинский" на базе штатного судового компьютера CHELENGER (типа IBM PC/XT) и применить ее в период испытаний мягкого ВПВ, а также для решения штурманских задач.

Результаты экспериментальных исследований, полученные на основании метода оценки возможностей и эффективности использования дополнительного ветродвижения на конкретном судне в реальных эксплуатационных условиях, подтвердили адекватность научных положений и результатов теоретических исследований.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ТРАНСПОРТИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА НА КОРПУС СУДНА

При транспортировании минеральных материалов (суперфосфата, боксита и других) они изменяют свои свойства, уплотняясь под действием вибрации и качки судна. При этом на корпус судна помимо статической силы действует динамическая составляющая, обусловленная процессом уплотнения материала (реакция). Как показало проведенное исследование, она может достигать существенной величины.

Для экспериментального исследования динамических сил в уплотняемом материале использована специальная установка, обеспечивающая нагружения при одноосном сжатии. В процессе нагружения измерялось перемещение на двух уровнях и давление. Ударный импульс, предварительно усиленный тензометрической установкой, регистрировался на фотобумаге шлейфного осциллографа.

Некоторые данные проведенных опытов представлены в табл. Опыты показали, что при одной и той же скорости деформаций различные материалы оказывают различные сопротивления (опыты 2, 14). Все исследуемые материалы располагаются в такой последовательности по убыванию сопротивления: песок, суперфосфат, боксит. В такой же последовательности располагаются материалы по величине относительной деформации.

Таблица

Результаты экспериментальных исследований  
динамических свойств материалов

№ опыта	Наименование материала	Плотность, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Перемещение		Напряжения $P \cdot 10^{-4}$ , МПа	Скорость $V$ , см/с
			$U_1 \cdot 10^{-1}$ , см	$U_{ост} \cdot 10^{-1}$ , см		
1	Песок, $W = 10\%$	1,42	0,51	0,4	67,2	4,0
2		1,55	0,32	0,01	64,2	15,6
3		1,66	0,90	0,21	86,5	28,0
4		1,52	0,58	0,21	75,0	17,2
5		1,68	1,79	0,22	256,0	84,0
6		1,53	1,37	1,38	65,2	9,1
7		1,65	3,10	0,74	140,2	85,9
8	Суперфос- фат	1,59	1,26	0,26	42,2	12,6
9		1,99	1,47	0,22	117,3	33,6
10	Боксит	1,46	0,18	0,18	21,6	2,2
11		1,57	0,91	0,05	64,9	26,2
12		1,65	2,00	0,01	151,0	120,0

На рис. 1 приведена характерная осциллограмма для песка влажностью 10 % и плотностью  $\rho = 1,55 \text{ г/см}^3$  (насыпная плотность; опыт 2). Кривая 2 соответствует напряжениям, а 1 - перемещениям материала. Точка *A* на кривой перемещений соответствует моменту начала нагружения среды (моменту начала соприкосновения ударника с бойком). Точки *B* и *C* – наибольшим значениям перемещения и напряжения, а точка *D* - моменту отрыва ударника от поверхности образца.

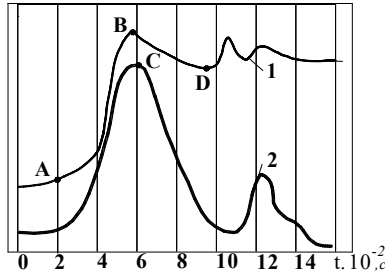


Рис. 1. Осевое напряжение и перемещение как функция времени при сжатии песка со скоростью нагружения  $V = 16 \text{ см/с}$

Исключая время, как параметр, можно построить диаграммы, требуемые для исследования характера динамического воздействия транспортируемого материала на корпус судна при его вибрации и качке. Эти диаграммы имеют вид петли гистерезиса (т.е. уравнения состояния материала или реологические уравнения).

Приведенные на рис. 2 диаграммы для песка влажностью 10 % и плотностью  $\rho = 1,55 \text{ г/см}^3$  при скоростях нагружения 16, 54 и 85 см/с, типичны для исследуемых материалов.

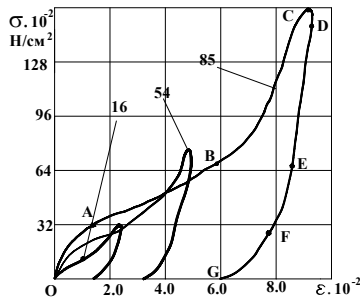


Рис. 2. Изменение деформаций от динамических напряжений

Нагрузки материала сопровождаются одновременным развитием обратимой и необратимой частей деформации. Точка  $A$  при этом соответствует пределу пропорциональности  $s_s$ . Нагрузки выше этой точки сопровождаются интенсивным развитием пластических деформаций. Кривая  $OAB$  характеризует материал как упрочняющуюся упругопластическую среду.

При дальнейшем нагружении в материале продолжается одновременное развитие упругих и пластических деформаций, однако последние не преобладают, т.к. в результате образования новых, более устойчивых связей, усиливается значение упрочнения. Точка  $C$  соответствует максимальному значению напряжений. Нами предлагается развитие деформаций на участке  $CD$  называть последствием нагружения. При полном снятии внешней нагрузки (отскок ударника) восстановление обратимой части деформации продолжается на участке  $FG$ . Это явление названо последствием разгрузки. Отрезок  $OG$  определяет остаточную деформацию.

При динамическом деформировании различных материалов наличие рассмотренных выше характерных участков диаграмм необязательно. Если энергия динамического воздействия не велика, нагружение может закончиться на участке  $AB$ , который при других условиях может вообще отсутствовать (рис. 2 при  $V=16$  см/с). Как показали результаты опытов, наличие участка  $AB$ , а также степень запаздывания деформаций при нагружении и разгрузке, зависят от вида материала, его плотности, жесткости (упругости), состава и скорости изменения напряжённого состояния (скорости вибрации).

Результаты опытов для других материалов приведены на рис. 3 и 4.

Зависимость деформационных свойств материалов при динамическом воздействии отличается от аналогичной зависимости при статическом нагружении (рис. 3, кривая 4). Деформации таких материалов подобны деформациям нелинейного вязко-упругого тела.

Суда, предназначенные для транспортирования материалов, должны рассчитываться для условий динамического воздействия на них транспортируемого материала через диаграмму  $\sigma - \epsilon$ .

Характер диаграммы слишком сложный для аппроксимации при расчетах непрерывной кривой. В этих условиях целесообразно при не слишком больших напряжениях аппроксимировать исходную зависимость схемой Прандтля с линейным упрочнением, которая может быть представлена уравнениями:

$$\begin{aligned} s &= s_0 + E_0 \epsilon && \text{при } s > s_s; \\ s &= s_s + E_1 (\epsilon - \epsilon_s) && \text{при } s > s_s; \\ s &= s_m + E_2 (\epsilon - \epsilon_m) && \text{при } s_m > s_s. \end{aligned}$$

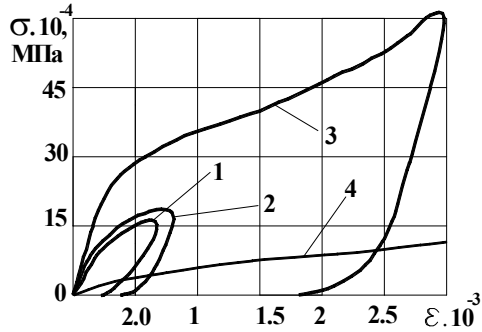


Рис. 3. Изменения деформаций от динамических напряжений для суперфосфата: 1 - плотность 1,4 г/см<sup>3</sup>, скорость нагружения 17 см/с; 2 - плотность 1,42 г/см<sup>3</sup>; скорость нагружения 25 см/с; 3 - плотность 1,46 г/см<sup>3</sup>, скорость нагружения 36,5 см/с

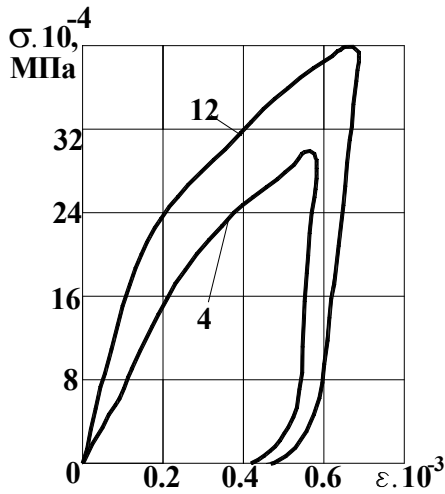


Рис. 4. Изменения деформаций от динамических напряжений для боксита: 4 и 12 – скорости нагружения

Выполненное исследование позволило также рассчитать основные параметры уравнения состояния суперфосфата при различных скоростях нагружения.

## ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МКУБ И МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА КАЧЕСТВА В ПАРОХОДСТВЕ

Принятые Международной Морской организацией ИМО ряд Конвенций, Кодексов и резолюций по вопросам спасению на море, обучению и дипломированию моряков, загрязнению моря, морской связи при бедствиях и другое, связанное с безопасностью судоходства, сконцентрированы в Международном Кодексе по управлению безопасностью и загрязнением, который вошел составной частью в СОЛАС, как его IX глава.

Сложности внедрения требований, определенных в Кодексе, заключались в том, что все эти, скажем так, "морские законы", обязательные для исполнения всеми судовладельцами, носят совершенно конкретный характер, конкретные сроки и внедрение их стоило огромных финансовых затрат. Но самое главное было - создания психологического настроя среди специалистов пароходства, понимания неотвратимости строго исполнения и ответственности в случае невыполнения положений Кодекса. Потребовалось значительное время для того, чтобы переломить стереотип старого мышления у специалистов пароходства и заставить их понять, что времени для раскачки и внедрения в практику всех требований уже не осталось. Все изданные ранее (с 1993 года) приказы и распоряжения по пароходству по этим вопросам, обязывающие конкретных лиц заняться их внедрением, практически не работали, остались невыполненными, и потребовалось серьезное вмешательство руководства пароходства в изменение сложившейся ситуации. Первым разумным шагом была переориентация и подбор специалистов, способных разобраться в этих вопросах и обеспечить их внедрение в систему управления безопасностью судоходства, ни в коей мере не подменяя службу безопасности мореплавания, СТЭФ и другие подразделения, а, наоборот, работая в параллели, обеспечить внедрение в практику и контроль выполнения всех конвенционных требований, как на флоте, так и в береговых подразделениях, прямо или косвенно вовлеченных в СУБ.

Приказом по пароходству в марте 1997 года в пароходстве был образован отдел сертификации и качества и началось его укомплектование специалистами.

Обязанности "назначенного лица" (по терминологии ИМО) возложил на себя Президент пароходства. Заместителем по навигационным

вопросам был назначен вице-президента по мореплаванию. На этот шаг необходимо обратить внимание. Дело в том, что одним из разделов Кодекса (раздел 6, "Ресурсы и персонал") назначенное лицо должно обладать прямым доступом к руководителю, обладающему возможностью *обеспечить предоставление достаточных ресурсов и оказать соответствующую помощь на берегу*. Всеми этими правами обладает Президент пароходства. Он согласился с этой ролью, хотя, скажем прямо, в силу своей загрузки, эти функции мог переложить и на других руководителей. Это говорит о том, что первый руководитель серьезно понял необходимость и неотвратимость выполнения в установленные сроки всех требований Кодекса, что, значительно облегчило внедрение в практику работы СУБ.

Первым шагом в области разработки и внедрения документации по Системе управления безопасностью (СУБ) была необходимость разработки политики пароходства в области безопасности судоходства. Такой документ был разработан и опубликован сначала в нашей бассейновой газете, а затем появилась публикация и в журнале Судоходство. Сегодня, по прошествию двух лет, нам отчетливо видно, что этот документ получился слишком большим и перегруженным. В дальнейшем, при пересмотре самого Руководства и совершенствованию всей системы, его необходимо будет сделать более лаконичным и легко читаемым.

Несмотря на то, что пароходство получало постоянные консультации со стороны специалистов Российского морского Регистра судоходства, прямо скажем, очень сложно и тяжело создавались первые основные документы особенно по Руководству пароходства по СУБ и Процедур по управлению Системой.

Поскольку дело было новое, и отсутствовали методики, документацию приходилось переделывать и согласовывать с Консультантом по несколько раз. Нужно сказать, что в разработке некоторых процедур принимали непосредственное участие специалисты соответствующих подразделений пароходства. Таким образом, были разработаны следующие документы:

- руководство по СУБ пароходства с процедурами;
- руководство по СУБ пассажирского судна;
- руководство по СУБ грузового судна с процедурами;
- процедуры и инструкции по СУБ;
- процедуры передачи сообщений по аварийным ситуациям;
- аварийные папки для каждого судна отдельно,

что составило около 700 страниц печатного текста. Не хочу сказать этим, что чем больше страниц, тем лучше. Вовсе нет, но хочу подчеркнуть, насколько трудоемкой была работа. Мы конечно далеки от

того, чтобы считать проделанную работу совершенной. Она нуждается в значительном развитии и шлифовке отдельных положений и инструкций и это дело еще впереди, но выполненная работа налицо.

Для того чтобы эта документация приобрела статус нормативной, требовалось ее одобрение одной из шести классификационных организаций, которые приказом Минтранса были рекомендованы пароходствам. Мы остановились на Российском Морском Регистре судоходства, специалисты которого хорошо знакомы с нашей системой и организацией службы на судах. В результате, с незначительными поправками вся документация была одобрена ГУР и приобрела статус нормативной.

Все эти документы размножены и разосланы на 41 морское судно, которые подлежат сертификации до 1 июля 2002 года - даты вступления в силу МКУБ, а также подразделения пароходства, прямо или косвенно задействованные в СУБ.

Не стану отнимать у Вас время на рассказ о самой методике подготовки подразделений и судов пароходства, поскольку надеюсь, что с ее элементами все знакомы. Поделюсь лишь соображениями организационного плана проведения наиболее сложной и трудоемкой работы по подготовке подразделений пароходства и судов к внешней аудиторской проверке Российским морским Регистром судоходства на предмет их сертификации.

Разослать документы - это только часть дела. Нужно было организовать их изучение, помочь экипажам судна и специалистам пароходства разобраться со всеми элементами требований Руководств и внедрения их в организацию службы. Сложность также заключалась еще и в том, что в силу объективных причин морские суда реже стали заходить в базовые порты и любое посещение судна требовало специального выезда в порты Одесса или Ильичевск или даже за границу.

Правилами предусматривается вначале сертификация пароходства, а уже затем флота. Поэтому нам пришлось работать параллельно и с подразделениями пароходства, прямо или косвенно вовлеченных в СУБ, и с судами.

Первым судном, которое нам следовало подготовить к сертификации, был пассажирский теплоход "Карина", так как пассажирские суда подлежало сертифицировать не позднее 1 июля 1998 года, и срок сертификации неуклонно приближался. Ознакомить под расписку 120 человек экипажа дело непростое, но еще сложнее было заставить осмысленно выполнять все требования, вытекающие из этой документации.

Основная тяжесть этой работы, как правило, ложится на старших помощников капитанов и старших механиков, на которых приказами по судну возлагаются обязанности внедрения и поддержания на уровне требований системы управления безопасностью. Этим лиц необхо-



димо было подробно проинструктировать и впоследствии неоднократно подправлять их действия. Постоянная кропотливая работа с экипажем дала свои результаты. Теплоход "Карина", получив Свидетельство о соответствии, в первом своем рейсе в порту Ницца (Франция) подвергся серьезной проверке специалистами PSC. При этом было обнаружено несколько несоответствий, в том числе два, связанные с недоработками береговых служб. Все несоответствия оперативно были устранены. В продолжении этого рейса судно еще дважды подвергалось проверкам в портах Антверпен и Лондон. Судно было найдено соответствующим требованиям МКУБ.

Сложно проходил и проходит процесс комплектования аварийной папки судов. Дело в том, что в принципе на каждом судне уже имеется аварийная папка, но нам нужно было ее укомплектовать в точном соответствии с требованиями СУБ, а для этого конструкторам предварительно пришлось усердно поработать по внесению изменений в некоторые чертежи или, как это называется в принятой практике, их актуализировать, внести соответствующие изменения в "фазр-план", а старшему помощнику капитана - в оперативные планы судна. И, тем не менее, проведя внутреннюю аудиторскую проверку, а это обязательное условие до проведения внешней аудиторской проверки на сертификацию судна, мы выявили значительное количество, так называемых по терминологии Кодекса, "несоответствий", которые подлежали устранению до предъявления судна внешнему аудиту.

Кстати сказать, чем больше мы выявляем "несоответствий", тем легче потом проходит сертификация судна.

Непросто проходила подготовка к сертификации и подразделений парокходства. В каждом подразделении, охваченном СУБ, были назначены ответственные за внедрение и поддержание на уровне требований СУБ лица, через которые, по существу, и проводилась вся работа. До проведения сертификации прошли обучение на курсах при институте последиplomного образования в Одессе девять специалистов. Поскольку отдел сертификации не обладал необходимым количеством работников, владеющих этими знаниями и способных внедрить систему, широко использовались для проверок специалисты других подразделений, прошедших обучение на этих курсах.

В 1998 году внутренней проверке подверглись 16 отделов и служб парокходства. Несмотря на серьезную подготовительную работу, было выявлено большое количество несоответствий, над устранением которых пришлось изрядно поработать.

Проведена работа по организации специальных курсов для комсостава судов при учебном центре парокходства по 18 часовой програм-

ме, разработанной Российским морским Регистром судоходства. После сдачи соответствующих экзаменов, абитуриенты получают специальные удостоверения Регистра. Эти курсы начали работать в первых числах октября.

С 4 по 22 марта 1998 года пароходство впервые подверглось серьезной проверке аудиторами Главного управления Российского морского Регистра судоходства на соответствие требованиям к управлению безопасностью пассажирским флотом. Было проверено 15 подразделений и выявлено 15 несоответствий в 6 подразделениях. Наибольшее количество несоответствий обнаружено в отделе сертификации и качества - 5, службе безопасности мореплавания - 3 и службе связи - 4, в остальных трех по одному несоответствию.

Мы достойно выдержали все проверки, но самое интересное произошло потом, когда мы, получив Документ о соответствии, обнаружили, что он подтверждает только управление безопасностью единственным пассажирским судном, и с удивлением узнали, что для получения такого же Документа по грузовым судам потребуются еще одно предъявление пароходства на соответствие управлению безопасностью грузовыми судами. Для тех компаний, которые будут сертифицироваться впервые такую тонкость нужно знать. Это приведет к сокращению расходов на оплату по сертифицированию, по крайней мере, вдвое.

При сертификации пароходства и судов мы впервые наблюдали и учились технике и объему проверок, что впоследствии оформилось в создание специальных чек-листов для наших аудиторов.

Подготовка грузовых судов проходила параллельно, и к октябрю 1998 года определились первые суда, которые были неплохо подготовлены сначала к внутренней проверке, а затем и к внешней сертификации. Но для этого необходимо было предъявить, как уже выше отмечалось, само пароходство. Повторная сертификация на управление безопасностью грузового судна, хотя и выявила десять несоответствий, прошла довольно легко, т.к. мы уже знали требования внешнего аудитора и учитывали наши предыдущие недоработки. Получив еще один Документ о соответствии, мы тут же подняли вопрос об объединении ДСК в один документ - как для пассажирского судна, так и для грузового. ГУР положительно отреагировал на нашу просьбу, но с одним условием, что общая дата для обоих типов судов будет зафиксирована по последнему предъявлению, т.е. октябрём месяцем. Согласившись на эти условия, мы получили возможность впоследствии предъявлять пароходство один раз в год вместо двух, что дало определенную экономию средств в валюте.

На сегодняшний день пароходство имеет 19 сертифицированных судов, что составляет 46,5 % от общего количества, подлежащих сертификации. Подготовлено к сертификации еще 13 судов, на которых уже прошла внутренняя проверка. До конца года будет сертифицировано одно-два судна.

Сейчас наступил новый период в нашей работе с флотом. Наряду с продолжением работы по подготовке флота к внутренней и внешней проверке и сертификации, необходима ежегодная повторная проверка на соответствие флота требованиям МКУБ. На сегодняшний день такую проверку прошли пока 3 судна и до конца года подлежат проверке еще 6 судов. Система работает тогда, когда все процедуры точно и безукоснительно выполняются лицами, ответственными за это. К сожалению, мы пока не можем сказать, что в нашей системе с этим все в порядке. На нашу службу возложена обязанность, кроме всего прочего, контролировать прохождения информации и информировать о ней Российский Морской Регистр судоходства обо всех авариях и аварийных случаях, гибели судов и людей, травматизме, пожарах, взрывах и т.д. Однако к нам такие сведения зачастую не поступают, и мы ведем постоянную борьбу с нарушителями. Дело в том, что сокрытие информации по вышеупомянутым случаям может повлечь негативные последствия для пароходства, вплоть до изъятия ДСК, а это автоматически приостанавливает действие Свидетельства о соответствии на судах, что после 1 июля 2002 года, даты введения в действие МКУБ, приведет к фактической остановке всего флота.

По вопросу подготовки пароходства к сертификации на соответствие требованиям Международного стандарта качества ISO9002 необходимо обратить внимание на два обстоятельства. Первое - сертификация на уровень требований Международного стандарта качества дело добровольное. И второе. Как известно МКУБ на 70 - 80 % базируется на требованиях, вытекающих из этого стандарта. Поэтому, разработав документацию по МКУБ и, взвесив наши возможности, руководство пароходства пришло к выводу, что внедрение в практическую работу требований этого стандарта должно существенно, по крайней мере, на порядок, улучшить управление всем транспортным процессом. Дополнительная разработка документации также легла на наши плечи. Сам стандарт довольно сложный и мы даже не предполагали, насколько трудным окажется его внедрение в сознание исполнителей.

Мы прошли весь этот путь и получили Сертификат соответствия по системе качества, но прямо говорим, что это только первый шаг к совершенствованию работы всего управленческого персонала пароходства и экипажей флота. Мы отлично понимаем, что нам, по сути, выдан пока только аванс и главная работа впереди.

## ПРИНЦИПЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ СУДОВ

Современное развитие судовых бортовых информационно-вычислительных комплексов реально обуславливает возможность постановки и решения локальных задач оптимизации движения судна.

Обобщение многочисленных исследований, проведенных в данной области [3], показывает, что рассматриваемые в них цели управления движением судна имеют, в основном, два направления: обеспечение безопасности движения с учетом надежности гидромеханического комплекса, и экономичность. В принимаемых при этом ограничениях в целевой функции учитывается требование обеспечения необходимого качества процесса, протекающего в цилиндре дизеля.

В связи с этим можно полагать, что целевая функция управления движением судна должна быть сформулирована путем компромиссного сочетания принципов безопасности (включая надежность), качества (включая качество процессов, протекающих в цилиндре дизеля) и экономичности (включая топливную), оценка эффективности и «веса», которых может быть выражена соответствующим комплексным показателем. Тем самым, глобальная целевая функция – это некий алгоритм выбора «наивыгоднейшего режима», в составе которого могут сочетаться как оптимальные (например, по времени перехода), так и не оптимальные (по расходу топлива) режимы работы главных двигателей.

В реальной ситуации бортовой информационно-вычислительный комплекс должен решать систему локальных задач по оптимизации расхода топлива, исходя из текущего значения фрахтовых ставок и технического состояния судна.

Например, наивыгоднейшая скорость быстро возрастает по отношению к экономической скорости (скорость по минимуму переменных и постоянных затрат) при увеличении фрахтовых ставок и должна быть менее расчетной экономической при предполагаемом росте стояночного времени в портах.

Для судов, построенных по одному проекту и работающих на одной линии, где значительно уменьшается число переменных величин, оптимизационные задачи решаются по единой глобальной целевой функции. Причем, многие из них целесообразно решить на стадии проектирования судна (соотношение основных размеров корпуса,

подбор «оптимального» винта для номинального режима). Это связано с тем, что неэффективная конструктивная схема судна неисправима в процессе эксплуатации и не позволяет при решении локальных задач обеспечить выполнение глобального критерия.

Практически все возможные обобщенные (глобальные) критерии опираются на произведение  $L_S v_s$ , где  $L_S$  - полезная нагрузка;  $v_s$  - скорость судна. На базе произведения, критериями качества проектных решений могут выступить:

критерий вместимости

$$E_G = \frac{L_S v_s}{V_G}, \quad E_N = \frac{L_S v_s}{V_H},$$

где  $V_G, V_H$  - соответственно брутто и нетто регистровая вместимости; критерии мощностей и топливной экономичности

$$E_N = \frac{L_S v_s}{N_d}, \quad E_B = \frac{L_S v_s}{B_{\text{ч}}},$$

где  $N_d$  - суммарная мощность главных двигателей;  $B_{\text{ч}}$  - часовой расход топлива.

Эволюция задач оптимизации движения судов проходила в вариациях выбора оптимальных (минимальных) значений времени рейса или времени (пути) торможения судна по заданной дистанции.

В качестве глобальной целевой функции принималось время разгона (торможения) двигателя

$$\tau = 2\pi J \frac{\eta_{\Delta H} \int_{\eta_0}^{\bar{\eta}}}{M_{\text{вн}} \int_{\eta_0}^{\bar{\eta}}} \frac{\alpha \bar{\eta}}{M_{\text{в}}(\bar{\eta}) - M_{\text{т}}(\bar{\eta}) - M_{\text{п}}(\bar{\eta})},$$

где  $J$  - суммарный момент инерции подвижных частей двигателя и гребного винта;  $M_{\text{в}}, M_{\text{т}}, M_{\text{п}}$  - соответственно движущий момент, момент сил трения валопровода, момент сопротивления винта;  $\eta_{\Delta H}, M_{\text{вн}}$  - номинальные значения частоты вращения дизеля и движущего момента при обычно принимаемых ограничениях по механическим и тепловым нагрузкам -

$$P_z \leq P_{z.\text{ог}}; \quad \left( \frac{dp}{d\phi} \right)_{\text{max}} \leq \left( \frac{dp}{d\phi} \right)_{\text{max.ог}}; \\ t_{\text{ц}} \leq t_{\text{ц.ог}}; \quad Q_{\text{п}} \leq Q_{\text{п.ог}};$$

$P_z$  - максимальное давление сгорания,  $\frac{dp}{d\phi}$  - максимальная скорость нарастания давления газов при сгорании,  $Q_{\text{п.ог}}$  - тепловой поток, проходящий через головку поршня.

Принципиально, при достаточно глубокой аппроксимации функционалов  $M_B(\bar{\eta})$ ,  $M_T(\bar{\eta})$ ,  $M_P(\bar{\eta})$  достигается реальный результат, выраженный в рекомендуемом и затем корректируемом по техническому состоянию времени разгона (нагрузки судна).

При развитых системах непрерывного контроля рабочего процесса в цилиндре дизеля с одновременным контролем процессов топливоподачи, решение оптимизационной задачи не вызывает сомнений.

Однако, рост числа ограничительных факторов, связанных с токсичностью выхлопа (показатели  $NO_x$ ), не усложнил и корректное решение по данной целевой функции.

Большой уклон в составе оптимизационных задач, в связи с ужесточением экономических требований, сводится к рассмотрению глобальной целевой функции компромисса «экономичность – экологичность» (токсичность):

$$Ц(\eta_{\Delta}) = B_{\text{ч}}(\eta_{\Delta}) + K\Delta NO_x(\eta_{\Delta}),$$

где  $K \geq 0$  - коэффициент веса, определяющий степень отклонения формы составляющих функций (рис. 1). Такую сложную, как теоретического, так и практического смысла задачу, можно оставить для судов с развитым цифровым информационным контролем рабочего процесса.

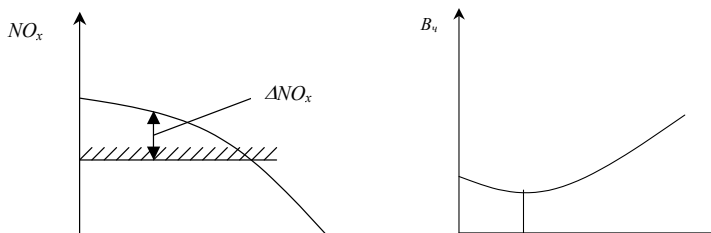


Рис. 1. Обобщенный вид функционалов  $NO_x(\eta_{\Delta})$  и  $B_{\text{ч}}(\eta_{\Delta})$

Естественное желание судовладельца на этапе заказа судна – избежать увеличения капитальных затрат, ограничиваясь лишь системами обеспечения экономичности хода либо подготовительными работами к будущему введению отдельных Конвенционных ограничений (например по  $NO_x$ ).

Наиболее удачным представляется в данном случае критерий топливной экономичности  $\bar{E}_B$  (при наличии соответствующей аналоговой системы расходомеров).

В течение определенного рейса при постоянной загрузке судна данный критерий  $\bar{E}_B$  будет зависеть от технического состояния двигателей и от воздействия внешних условий.

Изменение относительной величины критерия  $\overline{E}_B$  при идеальных внешних условиях, полученное пересчетом данных модельных испытаний теплохода «Капитан Антипов», показано на рис. 2 (кривая 1).

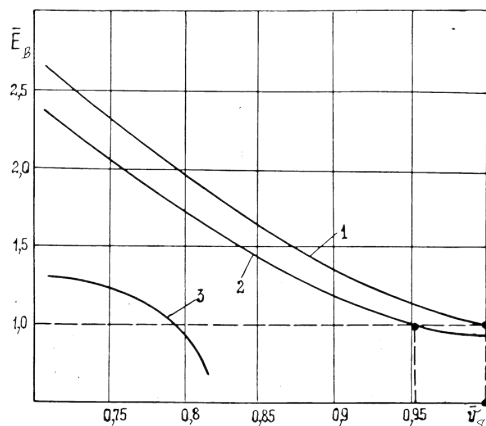


Рис. 2. Изменение коэффициента топливной экономичности в зависимости от условий плавания (мелководье): 1 -  $H/T = \infty$ ; 2 -  $H/T = 3,7$ ; 3 -  $H/T = 1,48$

Если полагать, что силы сопротивления движению судна  $R$  при любом виде влияния внешней среды изменяются пропорционально кубу частоты вращения гребного винта, то для математической модели можно воспользоваться типовым воздействием, например, отношением глубины фарватера к осадке судна  $H/T$ .

В идеальных условиях, когда  $H/T = \infty$ , для всех скоростных режимов  $\overline{E}_B > 1$ . Для других отношений  $H/T$  значение  $\overline{E}_B > 1$  будет достигнуто при более низкой скорости движения судна  $v$ .

Из графика рис. 2 можно оценить на какую величину необходимо снизить скорость движения судна для обеспечения  $\overline{E}_B > 1$ . Следовательно, при различных внешних условиях во время движения судна возможен выбор режима, обеспечивающего величину  $\overline{E}_B > 1$ .

При этом наибольшие значения критерия  $\overline{E}_B$  достигаются при экономической скорости судна, меньшей номинальной на 15 ... 20 % (что подтверждается практическими результатами эксплуатации судов). Если выбор критерия по одной из составляющих глобальных целевых функций управления в большинстве своем опирается на преоб-

ладающую эвристическую идеологию судовладельца, то выбор критерия качества рабочего процесса собственно двигателя (дизеля) представляет несомненную сложность [2, 3, 4].

Сам критерий должен быть в первую очередь логично выведен путем декомпозиции глобального критерия [5] и удовлетворять следующим общим требованиям: информативность, однозначность, управляемость, реализуемость.

Информативностью критерия качества будем считать достоверность и многосторонность отражения им реальных процессов, происходящих в двигателе, как элементе гидромеханического комплекса, так и в его цилиндрах.

Однозначность критерия можно определить, как его способность оценивать качество формирования на базе режимных показателей, характеризующих тепловую и механическую нагруженность дизеля в процессе нагружения.

Управляемость критерия предусматривает возможность его использования для режимов нагружения дизеля в любой точке поля эксплуатационных характеристик.

Под реализуемостью критерия будем понимать возможность реализации алгоритма управления, построенного на его основе при использовании существующих аппаратных средств.

При выборе критерия качества обычно исходят из формы вычисления одного из коэффициентов полезного действия. Формально как индикаторный  $\eta_i$ , так эффективный  $\eta_e$  КПД могут быть приняты за базу критерия, тем более что их зависимость от частоты вращения вала двигателя  $n_d$  в пределах возможного нагружения моментом сопротивления близка к линейной (рис. 3).

Применить формулу для вычисления КПД для практической оценки качества динамических процессов возможно, но в конечном итоге приходим к необходимости использовать значительное число вычисляемых рабочих показателей.

При анализе управления процессами нагружения дизеля не стоит цель улучшения рабочего процесса дизеля на режиме MCR или в точках номинальной винтовой характеристики, что представляет возможность использовать относительные величины, приняв за базовые их значения на номинальном режиме.

Попытки изменения известного критерия А.К. Костина  $q_k$  для разработки критерия качества неизбежно приводят к существенным упрощениям и, прежде всего, к линеаризации зависимостей и округлению величин показателей степеней, входящих в критерий [2]. Также сложен в расчетах и практическом использовании критерий В.С. Семенова  $q_c$  [2].



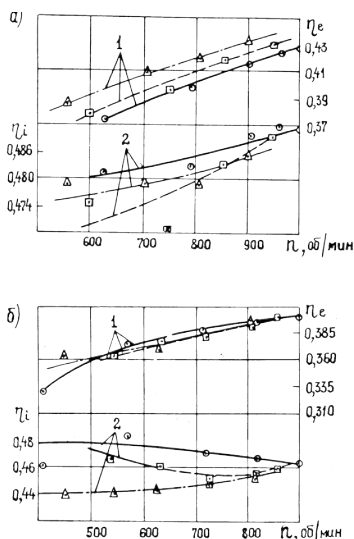


Рис. 3. Изменение эффективного 1 и индикаторного 2 КПД дизелей: а - SBV6M628; б - T112c-S; ———— - MCR; - - - - - 1,05 MCR; — · — · — · - 1,1 MCR

Если сравнивать форму критериев  $q_k$  и  $q_c$  в пределах изменения частоты вращения вала двигателя  $\eta$  при нагружении моментом сопротивления (рис. 4), то можно видеть, что они имеют противоположный характер.

В качестве альтернативного критерия качества протекания рабочего процесса в цилиндре дизеля, в том числе и, при нагружении предложено [6] использовать критерий в виде отношения показателя характера сгорания  $m$  в уравнении сгорания И.И. Вилбе к коэффициенту избытка воздуха при сгорании  $\alpha$ .

Изложенное показывает лишь частично возможности оптимизации режимов работы при движении судна.

В целом, оптимизация режимов движения судов сводится к поиску «наивыгоднейшего» режима, требующего отдельной теоретической интерпретации. В определенной мере эта задача поставлена и адаптируется для управления режимами движения речных судов УДП в виде программного комплекса «Ход», который учитывает при оценке качества управления ряд критериев и изменяющиеся условия внешней среды.

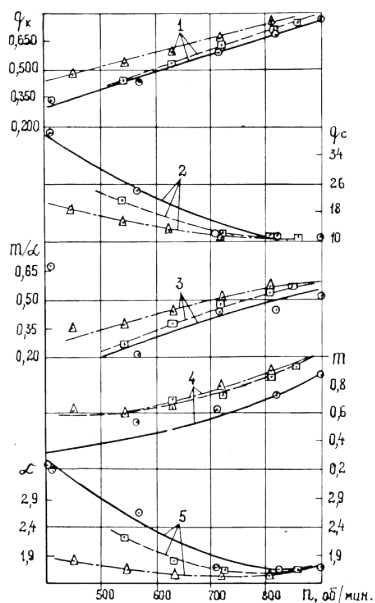


Рис. 4. Критерии качества рабочего процесса дизеля Т112с-S для режимов: — - - - - MCR; — - - - - 1,05 MCR; — - - - - 1,1 MCR; 1 – критерий А.К. Костина; 2 – критерий В.С. Семенова; 3 – критерий  $m/\alpha$ ; 4 – показатель характера сгорания; 5 – коэффициент избытка воздуха

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суворов П.С., Карпов Л.Н., Волосатов О.С. Мероприятия по уменьшению вредных выбросов судовых дизелей // Автоматизация судовых технических средств: науч. -техн. сб. – 1999. – Вып. 3 – Одесса: ОГМА. – С. 134 – 142.
2. Суворов П.С. Эксплуатационные режимы нагружения главных судовых среднеоборотных дизелей. – Одесса: Моряк, 1995. – С. 224.
3. Суворов П.С. Выбор критерия качества управления процессами нагружения главного судового дизеля // Диагностика и безразрушительный контроль. – Варна: - Издава МВМ. – 1995. Книга 3. – С. 3 - 6.
4. Suvorov P.S. The choice of criterion of optimum control over main ship's diesel loading process // Brodogradnja. – Zagreb. – 1995. - Volume 43. - N 1. – P. 48 - 51.
5. Suvorov P.S. The principles of formation of the purposive function of control over loading regimes of main ship's diesel // IMAM'95. – VII Congress/Proceedings. – Dubrovnik. - 1995 – P. 597 - 606.
6. Suvorov P.S. New aspects of the theory covering control of the main marine diesel load // IMAM'93 – VI Congress/Varna. Volume III. – 1993. – P. 199 – 206.

## ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА № 7

В настоящее время ситуация в регионе, охватываемом условиями Транспортного Коридора № 7, характеризуется как крайне депрессивная вследствие изменений глобального характера: распад СЭВ, СССР, ряда Придунайских стран, эмбарго ООН против Югославии и война на Балканах.

Разрушено пять и повреждено три моста, которые представляют угрозу судоходству. Самые большие негативные последствия разрушения конструкций мостов имеют место в районе г. Нови Сад с км 1254 - 1258, где разрушено три моста. В этой части, помимо того, что нельзя технически осуществить прохождение плавающих средств, дело дошло до изменения режима протекания (влияния картины прохождения линии тока, изменение скорости течения воды, перенос отложений и т. д.). Имея в виду разрушенные мосты в г. Нови Сад, оказался невозможным любой вид судоходства в данном районе.

Углубление кризисных явлений в экономике большинства бывших соцстран, очевидная переориентация их экономики на Запад не дает никаких шансов на реанимацию традиционных многомиллионных дунайских перевозок времен социалистической экономической интеграции.

Отсюда вытекают выводы:

объективных политико-экономических предпосылок для возрождения былых (достаточных для стабильной загрузки флота) дунайских перевозок - нет;

наиболее вероятный прогноз - сохранение и, возможно, углубление кризисной ситуации в ближайшие несколько лет;

транспортный рынок на Дунае в ближайшие годы будет характеризоваться избыточностью тоннажа в целом.

Жизненно важным является исправление нынешнего состояния в кратчайший срок, что в данных условиях возможно только через постройку понтонных мостов, которые все-таки будут предоставлять собой препятствие для свободного судоходства по Дунаю. На данный момент осуществлена прокладка понтонного моста в г. Нови Сад на км 1256 вверх по течению, считая от бывшего моста “Петроварадин”.

Имея в виду вышесказанное, необходимо одновременно приступить как к удалению конструкций разрушенных и поврежденных мостов из русла Дуная, так и к их постройке и восстановлению, а также -

и к установке необходимой инфраструктуры.

Война в Югославии привела не только к полному прекращению сквозного судоходства по Дунаю, но и к резкому подрыву доверия клиентуры к Дунаю, как транспортному пути.

Убытки, понесенные судоходными компаниями, портами и другими предприятиями *Украины* в результате прекращения полноценного судоходства на Дунае, характеризуются табл. 1.

Убытки, понесенные странами - членами Дунайской Комиссии вследствие прекращения судоходства на Дунае (по состоянию на 06.09.99) следующие.

*Румынские* судоходные и коммерческие предприятия, связанные с судоходством на Дунае, в результате прекращения судоходства на югославском участке Дуная понесли потери в сумме около 53, 4 миллионов долларов США. Судоходные и коммерческие предприятия порта Констанца понесли убытки на сумму около 11 миллионов долларов США. Выше югославского участка было заблокировано 13 буксиров - толкачей и 112 барж.

*Венгерские* судовладельцы понесли убытки в сумме около 28,5 млн швейцарских франков. Объем несостоявшихся перевозок составляет около 2,3 млн тонн. На Дунае ниже 112 км заблокированы суда и плавсредства: 4 толкача, 18 безэкипажных секций и 6 секций с экипажем АО "МАНАРТ"; 2 толкача, 2 безэкипажных секций и 3 самоходных баржи с экипажем фирмы "ADMIRALITAS"; 1 самоходное судно и 1 безэкипажная секция (с грузом) от фирмы "PANCAR"; 4 безэкипажных секции (с грузом) от фирмы "LLOYD DANUBE".

Служба морского флота Министерства транспорта *Российской Федерации* сообщила, что акционерное общество "Донречфлот" (г. Ростов-на-Дону) понесло материальный ущерб в размере 167 тыс. долларов США. Ущерб возник в результате уменьшения арендных ставок, досрочного вывода из аренды и расходов по возврату судов в базовый порт.

*Хорватские* порты понесли убытки в сумме 3,6 млн долларов США. Порт Вуковар - 1,6 млн долларов США, порт "Транзит" Осиек - 2,0 млн долларов США.

*Молдова* - АО Судоходная компания "Neptun-M" понесла материальный ущерб в сумме 9100 долларов США. Временно прерван договор аренды теплохода "Овруч" с судоходной компанией "Маяк" (г. Будапешт, Венгрия).

В этих условиях грузы, ранее перевезившиеся по Дунаю, ушли на альтернативные, конкурентные направления - железную дорогу, адриатические и северные порты Европы.

## Убытки предприятий

Предприятие	Сумма, тыс. долл. США	Краткое пояснение
Украинское Дунайское пароходство	47 400	Потери экспортных, импортных, транзитных грузов, перевозок на контейнерной линии Дунай-море от аннулирования договоров, сокращения пассажирских перевозок и снижения фрахтовых ставок на круизных дунайских линиях, простой грузовых и пассажирских судов (заблокированный флот: 96 единиц на верхнем Дунае, 700 единиц на нижнем) и др.
Укрречфлот	4 436	Приостановление перевозок внешнеторговых грузов из/в порты Югославии и транзита через участок Дуная этой страны.
Килийский судоремонтный завод	840	Приостановление ремонта судов главного заказчика ОАО "Украинское Дунайское пароходство" и строительства новых судов для немецких фирм.
Измаильский судоремонтный завод	1 550	Приостановление ремонта судов главного заказчика ОАО "Украинское Дунайское пароходство" (свыше 80 % заказов).
Ренийский морской торговый порт	1 280	Снижение объемов переработки судов, следовавших из/в порты Югославии, Венгрии, Словакии, Австрии, Германии, а также портовых сборов и услуг, которые предоставлялись портом судам, заходившим для ввоза/вывоза экспортно-импортных грузов.
Измаильский морской торговый порт	1 880	"_"
Усть-Дунайский морской торговый порт	1 110	"_"
Кривбассжелезрудком	852	Прямые потери от поставок железно-рудной продукции (железно-рудный концентрат, аглоруда), смены транспортных коридоров.
ОАО "Сухая балка"	300	"_"
Южный горно-обогатительный комбинат	1 520	"_"
Северный горно-обогатительный комбинат	1 500	"_"
Ингулецкий горно-обогатит. комбинат	614	"_"
Полтавский горно-обогатит. комбинат	6 074	"_"
Запорожский железорудный комбинат	1 200	"_"

В указанных условиях смысл существования Транспортного Кори- дора № 7 вызывает сомнение в силу следующих причин:

вследствие вышеуказанных политико-экономических глобальных изменений, военно-политической ситуации в регионе, ужесточения протекционистских мер правительств Придунайских стран на Дунае, сформировалось устойчивое положение избыточного тоннажа;

ввод в эксплуатацию канала Рейн-Майн-Дунай открыл принципи- ально новые возможности, в том числе и для дунайских судовладельцев; правовой режим перевозок на Рейне, Майне, канале Рейн-Майн- Дунай и между странами ЕС и Придунайскими странами не допускает участия судов под третьим флагом без специальных разовых разреше- ний министерств транспорта стран погрузки/выгрузки.

Жесткая конкуренция, полицейский надзор, контроль профсою- зов, ассоциаций судовладельцев и даже отдельных семейных судов- ладельцев, делают процедуру получения разрешений крайне затруд- нительной, и может рассматриваться как эпизодическая, а не сис- темная возможность.

Изложенное позволяет сделать *выводы*:

эмбарго ООН, затем война в Югославии, вначале резко снизили объемы международных перевозок по Дунаю, а затем, вследствие раз- рушения мостов, полностью их прекратили;

последствия войны в Югославии будут носить долгосрочный характер, поскольку на искоренение из сознания клиентуры репутации Дуная, как рискованного и ненадежного транспортного пути, потребуются годы;

в целом, проблема избыточности тоннажа резко возросла;

требуется радикальное решение проблемы использования заблокирован- ного на верхнем Дунае выше разрушенных мостов безработного флота.

В ходе многосторонних конференций и встреч, организованных по инициативе Украины, доминировало твердое утверждение в том, что центральное место по организации и проведению восстановительных работ должно принадлежать Дунайской Комиссии.

Главный итог сегодняшнего положения вопроса заключается в том, что принципиальное решение проблемы восстановления судоходства тесно связано с необходимостью достижения положительных резуль- татов по двум направлениям.

*Достижение политического решения о проведении работ по вос- становлению судоходства на Дунае.* В первую очередь необходимо получить четкое согласие югославской стороны на проведение таких работ, в т. ч. с участием других заинтересованных государств в рамках проекта Дунайской Комиссии “Фарватер в Югославии”.

*Финансовое обеспечение восстановительных работ.* Изыскание конкретных источников финансирования, а также разработка путей и механизмов привлечения средств для восстановительных работ.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАНИРОВАНИЯ  
ЗАГРУЗКИ КОНТЕЙНЕРОВОЗОВ

Насущность проблемы пересмотра принципов организации планирования грузовых операций продиктована как изменениями, произошедшими в сфере рынка транспортных перевозок, так и широким применением информационных технологий на уровне планирования и управления транспортировки груза. В наибольшей мере это относится к перевозкам пакетированных грузов, доля которых на современном мировом рынке перевозок является доминирующей.

На примере контейнерных грузоперевозок, что является наиболее типичным примером для морских перевозок пакетированных грузов, можно продемонстрировать сложившуюся на сегодняшний день под влиянием жёсткой конкуренции между транспортными компаниями, а равно, и в результате применения последними новейших информационных и промышленных технологий, ситуацию. В недавнее время, принято считать, что рынок морского транспорта поразил серьёзный кризис. Особенно ощутимо его последствия сказались на непосредственных перевозчиках - линиях, работающих с генеральным и контейнерным грузом. Общемировой экономический кризис, массовая постройка "сверхбольших" контейнеровозов, накопление большого тоннажа старых малоэкономичных и экологически "грязных" судов средней вместимости, эти и множество других "локальных" - с точки зрения каждого конкретного региона - факторов привели к значительному снижению стоимости одного контейнерного слота и ужесточению конкуренции, как между конференциями, так и внутри них. Данная ситуация, естественно, приводит к снижению прибыли компании и борьба за выживание сводится к снижению себестоимости перевозки каждого контейнера, где главную роль уже играют уровень организации и планирования. Если ещё в ближайшем прошлом степень автоматизации и внедрения информационных технологий в организацию и планирование работы транспорта не являлась тем фундаментальным фактором, от которого в первую очередь зависит качество управления, то сейчас этот фактор мало у кого вызывает сомнения. По сути, применение современных информационных технологий выступило катализатором кризиса морских контейнерных перевозок, который совместно с постройкой контейнеровозов вместимостью шесть и более тысяч ДФТЕ обострил конкурентную борьбу и обусловил расслоение среди линий. Оснащенность и вычислительные возможности центров планирования стали грозным оружием в

этой борьбе. В подтверждение важности влияния информационных транспортных технологий на рынок морских грузоперевозок можно отнести даже тот самый факт постройки шеститысячников: кроме как задачей технической реализации проекта, экономическая целесообразность их постройки обуславливалась возможностью обрабатывать большие массивы информации при решении задач планирования размещения контейнеров.

Задачи оптимизации работы морского транспорта не новы для компаний, занимающихся контейнерными грузами. Многие из них в той или иной мере сталкивались с проблемой поиска наиболее выгодной для себя загрузки судна. Что же изменилось в способах реализации таких задач? Это усложнение самой структуры задач и увеличение количества накладываемых ограничений, появление новых математических моделей или новых алгоритмов решения, рост мощности вычислительных ресурсов, развитие новых информационных технологий, возникновение структуры промышленных информационных систем, в частности транспортных информационных систем. Ограничимся лишь двумя аспектами: вариант размещения задачи оптимизации загрузки контейнеровоза на более простую задачу текущей оптимизации и создание универсальной транспортной информационной системы по планированию контейнерных перевозок.

Известно, что задачей компании-перевозчика, располагающей определённым тоннажем, является максимально возможная реализация своих транспортных услуг на рынке в рамках экономической политики компании. В современных условиях рынка необходимо уделить особое внимание потерям, снижающим экономическую эффективность. Если задачу планирования условно разбить на два уровня: размещение тоннажа и грузопотоков и планирование грузовых операций в портах, - то наибольшую сложность для оптимизации будет представлять второй уровень - грузовые операции в портах. Зачастую, из-за сложности моделирования грузовые операции не рассматриваются вообще, или же их формализация чрезмерно упрощена, всё это означает одно - потери, которые можно было бы свести к минимуму.

Сложности моделирования возникают, прежде всего, из-за неоднородности структуры процесса и трудностей с описанием многочисленных правил, норм, условий, т. е. - формализацией ограничений задачи. От чего целевая функция и накладываемые ограничения более ни менее детализированной модели имеют нелинейный вид, и задача превращается в задачу условного нелинейного программирования с огромным количеством переменных, так как особенностью пакетированных грузов является их дискретная природа и наличие у каждого отдельного груза множества транспортных свойств. Всё это существенно усложняет поиск оптимального решения, поэтому важная роль отводится качеству и простоте модели оптимизационной задачи: очень важно получить решение достаточно близкое к



оптимальному, устойчивое по критическим параметрам и, в то же время, важно получить само решение, так как излишнее усложнение модели может привести к отсутствию какого-либо оптимального варианта. Судя по всему, эти проблемы удастся эффективно разрешить при помощи следующего варианта модификации масштабов модели: замещение задачи оптимизации загрузки контейнеровоза на более простую задачу - задачу текущей оптимизации.

Классический способ оптимальной загрузки контейнеровоза заключается в размещении грузов из первого порта во второй, первого в третий, в четвертый и т.д., затем из второго в третий, второго в четвертый, в пятый и т.п. Аналогично - для всех последующих портов. Многие задачи, построенные на таком варианте или производных от него, имеют существенные недостатки, один из них - груз рассматривается как однородный по многим своим характеристикам, другой - отсутствие гибкости системы: при изменении условий перевозки или количества груза найденное ранее решение может оказаться совсем "неоптимальным". Кроме того, данные модели обычно не охватывают весь комплекс таких факторов как: затраты на погрузку/выгрузку в зависимости от порта, перегрузку контейнеров, их транспортировку на площадки, хранение контейнеров на площадках, простой судна у причала, открытие крышек, крепление груза; определение соответствия количества бригад и кранов количеству бэев контейнеров, представленных к обработке, целесообразности и необходимости размещения определённого вида груза или типа контейнеров в соответствующем помещении. Большинство моделей построены таким образом, что на них не могут быть наложены все эти условия.

Существует возможность создания модели, включающей в себя весь этот комплекс основных грузовых операций, в целом расширив её структуру за счёт ограничения масштаба задачи или, скорее, изменения самой постановки проблемы: произвести текущую оптимизацию грузового плана судна на момент погрузки/выгрузки в каждом отдельном порту. Фактически это означает, что после оценки состояния загрузки судна с учётом имеющегося на борту груза в каждом конкретном порту и находящихся на тот момент времени контейнеров на площадках, будет находиться "улучшенный" план размещения и производиться текущее перераспределение контейнеров на борту судна. Этот вариант хорош как для линейных судов, так и для фидерных, а, значит, позволяет создать единую структуру планирования для линий, которые неотделимы от фидерных перевозок. В результате, будет получено решение с лучшей устойчивостью, с большим приближением к оптимальному варианту размещения; будет достигнута достаточно высокая гибкость планирования; появится возможность сведения в единое целое задач оптимизации: размещения контейнеров на линейных и фидерных судах, размещения контейнеров на площадках хране-

ния, поиска количества кранов и бригад, стояночного времени. Таким образом, модель текущей оптимизации лучше всего подходит для создания универсальной транспортной информационной системы планирования контейнерных перевозок.

Что подразумевается под универсальной транспортной информационной системой? Это совокупность трёх информационных ресурсов: универсальная или, что однозначно, легко адаптируемая модель процесса перевозки; инструменты нахождения решения - вычислительные центры и алгоритм решения; средства доступа пользователей - компьютерные сети. Как упоминалась ранее, прогресс информационных технологий позволяет уже сегодня вполне успешно решать подобные задачи. Такие системы создаются, как правило, на базе фирм, специализирующихся на промышленном и транспортном моделировании. Но не все из них можно назвать транспортной информационной системой, и лишь единицы обладают эффективной математической моделью оптимизации. На наш взгляд, на данный момент, функции универсальной транспортной информационной системы по планированию контейнерных перевозок в полной мере выполняет только ORCA Automatic Stowage Planning System. Большинство остальных транспортных информационных систем ограничиваются задачами оптимального распределением грузопотока, а не задачами оптимизации погрузки. Также, существует много разрозненных вычислительных центров, работающих для какой-то конкретной компании-перевозчика, решающие задачи оптимальной погрузки с помощью моделей разной степени эффективности и сильно зависящих от конкретной структуры компании или конфигурации судна. Закрытый характер работы таких вычислительных центров, или же, использование специально разработанных моделей, не позволяют малым компаниям оперативно и эффективно решать задачи планирования. Очевидно, что создание такой структуры, как универсальная транспортная информационная система в Украине, не только решило бы проблемы оптимизации перевозок пакетированных грузов для своих потребителей: портов и компаний-перевозчиков, - но и дало бы возможность закрепиться на мировом рынке стремительно развивающихся информационных транспортных технологий. Последнее вполне возможно благодаря принципу открытости и свободы коммерческого пространства в Интернет.

Из вышесказанного следует отметить, что в современных условиях кризиса морских контейнерных перевозок и усиления конкурентной борьбы можно достичь максимальной экономической эффективности и остаться на плаву, только играя по существующим на сегодняшний день "правилам" планирования и организации грузоперевозок. Это означает - анализ и пересмотр аспектов моделирования, построение гибкой модели планирования, применение последних достижений информационных технологий и создание универсальной транспортной информационной системы.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ WIDEBAND ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

За последнее десятилетие резко изменился характер использования глобальных и локальных вычислительных сетей, которые из сетей передачи данных превращаются в универсальные. У многих пользователей появилась потребность получать потоковую информацию, которая критична к запаздыванию или потерям пакетов и требует для передачи сетевые технологии, обеспечивающие соответствующее качество обслуживания (Quality of Service - QoS). Например, в области морского и речного транспорта, в связи с расположением предприятий и их подразделений на больших расстояниях, имело бы смысл объединить передачу данных, факсов, телефонной и, возможно, видеoinформации по единому высокоскоростному каналу связи. Подобная задача возникает не только для региональных вычислительных сетей, но и для локальных.

В связи с возросшими требованиями, технология ATM была адаптирована к локальным сетям, Ethernet достигла гигабитовых скоростей, появились различные технологии агрегирования каналов, позволяющие в 4 - 8 раз увеличить суммарную пропускную способность тракта передачи данных. Однако все подобные решения в большинстве случаев оставались на уровне магистралей, не доходя до персонального пользователя (за исключением стандарта 1000Base-T - Gigabit Ethernet для медной витой пары).

Однако для передачи данных, критичных к задержкам (видео и звук), технология Ethernet подходит мало, так как в этих сетях постоянно возникают коллизии и, как следствие, передача пакетов откладывается на некоторый случайный промежуток времени. Это ведет к непредсказуемым искажениям и реальная пропускная способность сетей снижается на 20 - 30 %.

Технология WideBand была изобретена Роджером Биллингсом в начале 90-х. Она сочетает в себе качество сервиса, присущее ATM, и низкую стоимость, характерную для Ethernet. WideBand обеспечивает суммарную полосу пропускания 1 Gbps по неэкранированной витой паре категории 5 (UTP 5). Для реализации технологии WideBand необходимы соответствующие сетевые адаптеры и концентраторы.

Для обмена данными технология WideBand, как и Gigabit Ethernet, использует все четыре пары кабеля UTP 5. Полученный канал можно представить в виде трех коммуникационных подканалов, каждый из

которых оптимизирован для определенного типа данных. Две пары (один подканал) используются для организации полнодуплексного обмена данными между рабочей станцией и сервером, обеспечивая традиционный для архитектуры клиент-сервер трафик, третья пара образует симплексный подканал (только на прием) с видеосервером, и четвертая служит для управления потоком и передачи информации в сеть. Каналы для обмена данными и потокового видео имеют пропускную способность 333 Mbps. Однако, вследствие применения схемы кодирования 8B/10B (каждый байт кодируется десятью битами, что повышает помехоустойчивость канала и позволяет использовать аппаратные средства для обнаружения ошибок), полезная информация передается со скоростью только 267 Mbps. Таким образом, суммарная скорость обмена составляет 800 Mbps.

Подобно Ethernet, WideBand имеет топологию "звезда". Пакет Ethernet при передаче в сеть инкапсулируется драйвером вывода в пакет WideBand. При приеме дополнительная информация (заголовки и хвостовик) удаляется, и операционная система рабочей станции или сервера получает пакет в стандартном формате Ethernet. Однако основная особенность заключается в том, что управление доступом к среде не использует механизм CSMA/CD (Carrier Sense, Multiple Access with Collision Detection), что позволяет избежать коллизий в сети.

В целом работа концентраторов WideBand по смыслу близка к коммутаторам Ethernet. Однако в них была введена важная инновация - каждый входной канал снабжен буфером памяти с механизмом FIFO (First In, First Out). Если передачу ведет только одна станция, данные сразу поступают в широковещательный канал. Если же данные приходят от двух или более пользователей в одно и то же время, то пакет одного из них немедленно передается в сеть, а остальные буферизируются в FIFO-памяти. Как только пакет первого пользователя передан, концентратор начинает трансляцию пакета второго пользователя. В результате данные заполняют канал с высокой плотностью и в то же время не конфликтуют между собой.

Технология WideBand реализует механизм приоритетов, устанавливая идентификатор класса обслуживания в заголовках пакетов. Качество обслуживания обеспечивается посредством отделения чувствительного к задержкам трафика и направления его в отдельный потоковый канал. Этот канал разделен на 65 тыс. подканалов, каждый из которых может быть отдан в распоряжение только одного пользователя или нести многоадресный трафик, доставляя видео и аудио многим клиентам. По каналу WideCast можно передавать до 170 видеопотоков в формате MPEG-1. Обычно информация в канал WideCast поступает от одного или нескольких видеосерверов. Каждый концентратор име-

ет специальный входной порт, через который потоковые данные включаются в систему.

В связи с тем, что структура пакетов Ethernet полностью сохраняется, переход к сетям WideBand не представляет затруднений, тем более что технология обеспечивает возможность постепенной инсталляции. Первым шагом при замене существующего сегмента Ethernet на сегмент WideBand является установка концентратора WideBand с портом Ethernet (WideBand/Ethernet Accelerator). Такой концентратор может затем каскадно подключаться к сегменту Ethernet. Включение сегмента WideBand в сеть Ethernet обладает двумя достоинствами. Во-первых, получается бесколлизийный сегмент, а во-вторых, WideBand/Ethernet Accelerator имеет порт, к которому может быть подсоединен пул серверов.

Единственным "недостатком" данной технологии являются высокие требования, накладываемые на электрические характеристики кабельной системы (чтобы обеспечить скорость передачи 333 Mbps, необходима частота 167 MHz), которую нужно либо протестировать, либо переустановить.

Существующая версия WideBand является стартовой. Сейчас ведутся разработки WideBand 2, которая обеспечит суммарную скорость передачи 3,2 Gbps, однако потребует для своей реализации витую пару категории 7, официальный стандарт на которую пока не принят.

Применение новой технологии позволит заметно увеличить скорость передачи данных различных типов в вычислительных сетях, позволит использовать недоступные ранее новые возможности практически без увеличения затрат.

На кафедре теории автоматического управления и вычислительной техники ОГМА совместно с кафедрой компьютерных интеллектуальных систем и сетей ОГПУ проводится научная работа в области моделирования вычислительных сетей различных типов и создана система моделирования, позволяющая по указанным пользователем начальным условиям и параметрам выбрать конфигурацию сети и коммуникационное оборудование в зависимости от сложности решаемых сетью задач. Данный программный комплекс постоянно модернизируется и может использоваться как при оптимизации существующих сетей, так и при создании новых.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОПЛИВО- И МАСЛОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СУДОХОДНОЙ КОМПАНИИ

В 1952 г. в Советском Дунайском пароходстве в составе механико-судовой службы был создан сектор теплотехники, перед которым была поставлена задача - организовать теплотехническую работу на имевшемся старом флоте, оставшемся после войны. Предстояла большая и трудная работа, т.к. все необходимо было начинать с нуля и не было, у кого учиться и перенимать опыт. Первыми решаемыми проблемами стали - разработка норм расходования топлива и масла на судах и поиск новых методов вождения составов судов.

В 1954 г. в Дунайском пароходстве впервые в практике на реке Дунай работниками теплотехники был испытан и внедрен новый метод движения составов - метод толкания, вместо буксировки. Испытания проводили буксиром «Орел» с баржами типа «900». При толкании скорость движения состава увеличилась на 2 км/час по сравнению с буксировкой.

Вождение составов толканием на всех участках Дуная дало увеличение скорости движения состава, снижение расхода топлива и увеличение провозной способности грузов.

Новый метод вождения составов толканием потребовал дальнейших испытаний для выработки рекомендаций по оптимальным составам и коэффициентам счалов для разных типов барж и разных типов судов. Теплотехнические и динамометрические испытания судов с разными составами позволили определить приведенное сопротивление барж всех типов.

Разработано и внедрено более 100 коэффициентов счалов и составов со всеми типами барж, секций и лихтеров для вождения составов толканием. Для СЭРФ разработана и внедрена « Инструкция по расчету нормативного ходового времени рейса толкачей и буксиров пароходства », которая действует и в настоящее время с ежегодными корректировками приведенных сопротивлений несамоходных единиц.

Разработаны и внедрены нормы расхода ГСМ, заданные мощности, скорости и режимы нагружения ССУ для всех судов пароходства.

Проводились испытания морских и речных судов, разработана и внедрена « Инструкция по работе судов на экономичных скоростях ».

Начавшийся в 1973 г. мировой энергетический кризис, который способствовал росту цен на нефть и нефтепродукты, потребовал использовать более дешевые сорта топлив. Однако еще до начала энергетического кризиса, в 1970 г. работники теплотехники начали внедрение моторного топлива ДТ по ГОСТ1667-68, которое было дешев-

ле дизельного на 12 руб. Поэтому к переходу на дешевые сорта топлива пароходство было практически готово.

Первые испытания моторного топлива ДТ по ГОСТ 1667-68 были проведены на главном двигателе (ГД) Зульцер ТАД-56 на теплоходе «Н. Донбас». Они позволили предложить внедрение этого топлива на всех судах этой серии и судах типа «А. Довженко», «Фряново» и «Рени».

Вторым этапом внедрения моторного топлива на судах пароходства было дооборудование топливных систем для работы ГД на смеси дизельного и моторного топлив на морских судах типа «Кишинев» (12 единиц) с ГД 8ДР30/50 и типа «Тарту» (6 единиц) с ГД ЛАНГ-ЛД315РФ, а также - на речных судах типа «Рига-Иваново» (35 единиц) с ГД 8НВД48АУ.

Внедрение моторного топлива на судах пароходства дало возможность снизить расходы на топливо. Динамика использования моторного топлива на судах пароходства за 1970 - 1983 годы и снижение расходов на топливо выглядят следующим образом: в 1970 г. использовано 67 тонн и сэкономлено 800 руб.; в 1974 г. - соответственно 20 тыс. т и 240 тыс. руб.; в 1976 г. - 32 тыс. т и 385 тыс. руб.; в 1983 г. - 83 тыс. т и 1,0 млн. руб.

Мероприятия по снижению расходов на топлива и масла проводились в трех направлениях: организационные; профилактические и технические.

*Организационные мероприятия* включали:

- вождение составов на участке судоходного Дуная методом толкания;
- работу морских и речных судов на экономичных скоростях;
- применение оптимальных толкаемых составов;
- использование оптимальных счалов толкаемых составов;
- утилизацию тепла отходящих газов двигателей для подогрева тяжелых топлив;

- использование тепла охлаждающей воды двигателей для обогрева жилых и бытовых помещений;

- работу лихтеровозов «Т. Самуели» и «Ю. Фучик» с дифферентом на нос, что давало увеличение скорости на 1 миллю/час;

- установку на судах комплексных лабораторий СКЛАМТ-1, СКЛАВ и ЭЛВК-5.

*Профилактические мероприятия* предусматривали:

- очистку от обрастания подводной части корпусов судов на плаву без вывода из эксплуатации;

- покраску судов противообрастающей самополирующей краской СПС;
- применение сульфаминовой кислоты и других химических препаратов для очистки поверхностей теплообменных аппаратов;

- использование присадок для высоковязких топлив на судах типа «Измаил»;

- применение дисульфидмолибденовых смазок во вспомогательных механизмах;

использование химического препарата «Чистра-2» и аналогов для очистки газовоздушного тракта двигателей;  
применение нитритно-щелочных присадок к охлаждающей воде двигателей.

*Технические мероприятия* заключались в:

установке на морских судах самоочищающихся топливных фильтров «Скаматик» и топливных сепараторов «МАРХ-207»;

корректировке гребных винтов на морских судах путем уменьшения диаметров винтов;

установке эмульгаторов на морских судах для работы ГД на водотопливной эмульсии;

установке диспергаторов на речных судах типа «Рига - Иваново» для работы ГД на смеси топлив ДТ и Л.

Пароходство сотрудничало с научно-исследовательскими организациями и учебными заведениями:

совместно с МАХАРТ (Венгрия) проводились испытания по совершенствованию смешанных толкаемых составов на р. Дунай;

совместно с ЦНИИМФ проводилось исследование по идентификации режимов работы судов типа «К. Антипов», «В. Куриленко» и «Запорожье». Также внедрялись присадки к моторным топливам ЛЗ-ЦНИИМФ-6 и ЛЗ-ЦНИИМФ -6/29;

вместе с ОГМА вырабатывались мероприятия по улучшению смазки цилиндрических втулок на судах типа «Ю. Партизан», а также обосновывались оптимальные режимы работы ГД судов типа «В. Куриленко».

В настоящее время продолжается работа по снижению расходов средств на ГСМ, рациональному расходованию их и экономии.

С июня 1999 г. на речных судах внедряется комплексная компьютерная программа «Дунай», которая прошла успешные испытания на теплотехническом катере «Орлан» и на судах типа «Рига- Иваново».

Данная программа рекомендует состав вала для достижения оптимальной скорости состава на всех участках Дуная, что снижает расход топлива и обеспечивает контроль его использования.

При движении состава вверх автоматически рассчитываются: оптимальный состав вала и счал; количество килат на каждом участке Дуная с различными составами барж; расход и остатки топлива; нагрузка ГД; техническое состояние ЦПГ и винто-рулевого комплекса.

Программа «Дунай» автоматически формирует экранную и печатную формы «Анализа расхода топлива судна» за любой период времени рейса с учетом скорости на каждом участке Дуная, определяет расход и остатки топлива на судне, нагрузку ГД. Это дает возможность планировать дальнейшую работу судна и бункеровку топливом в портах. Также появляется возможность контролировать и, при необходимости, давать рекомендации по выбору режимов работы ГД.



## СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРЕБНЫХ УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОХОДОВ

Трудности в поисках наилучших решений при проектировании и эксплуатации силовых установок (СУ) электроходов обусловлены многовариантностью возможных конструктивных исполнений силовых элементов СУ, тесной взаимосвязью (особенно на переходных режимах) протекающих в них физических процессов, существенным влиянием движения судна на поведение каждого элемента гребной установки.

Сложность решения экстремальных задач возрастает, если в основу разработки комплексных критериев оценки качества работы заложен системный принцип, предусматривающий такое построение силовой установки, которое будет наилучшим образом отвечать критериям судна, для обеспечения движения которого СУ предназначена. Объектом исследований в этом случае становится весь пропульсивный комплекс.

Целевые функции, построенные на комплексных критериях, оказываются (как показали проведенные исследования) многоэкстремальными с неизвестным числом локальных минимумов. Они имеют сложную топографию с многочисленными хребтами и явно выраженными вытянутыми оврагами. Характер целевых функций таков, что поиск их производных бесперспективен, а многочисленные защиты и ограничения, обеспечивающие нормальное функционирование силовой установки, еще в большей степени затрудняют поиски экстремумов.

Объективность принятия оптимальных решений в первую очередь определяется выбором методов минимизации. Универсальных алгоритмов, обеспечивающих быстрое и корректное движение к оптимуму при проектировании реальных сложных многоэлементных систем, не существует. Необходимы специальные процедуры, учитывающие характер оптимизируемых целевых функций и специфику решения конкретных задач. Один из возможных методов решения экстремальных задач предлагается ниже.

По своей постановке рассматриваемые задачи относятся к области нелинейного программирования и заключаются в отыскании экстремумов мультимодальных целевых функции  $f(x)$  при заданных ограничениях  $g_j(x)$  в виде неравенств

$$\left. \begin{array}{l} f(x), \quad x \in E^n; \\ g(x) \geq 0, \quad j = 1, \dots, p, \end{array} \right\} \quad (1)$$

где  $E^n$  - допустимая область  $n$ -мерного пространства.

Оптимальным решением будет являться пара  $\mathbf{x}^*$  и  $f(\mathbf{x}^*)$ , состоящая из оптимальной точки  $\mathbf{x}^* = [x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*]$  и соответствующего ей значения целевой функции  $f(\mathbf{x}^*)$

$$\left. \begin{array}{l} \mathbf{x}^* = [x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*] \\ f_* = f(\mathbf{x}^*). \end{array} \right\} \quad (2)$$

В основу разработанного алгоритма глобальной оптимизации заложен метод глобального случайного поиска - случайный мульти-старт. Для предотвращения повторных спусков к точкам локальных минимумов в алгоритм глобальной оптимизации введена комбинация одного из пассивных методов покрытий - метода случайной сетки - с модифицированным методом туннельного алгоритма [1]. Суть разработанной процедуры в следующем.

После отыскания точек промежуточных локальных минимумов  $\mathbf{x}_{\text{лок.3}}^{(k)}$ ,  $f_{\text{опт.лок.3}}^{(k)}(\mathbf{x}_{\text{лок.3}}^{(k)})$  (процедура их поиска изложена ниже), допустимая область значений оптимизируемых параметров  $E^n$  покрывается сеткой из  $N$  независимых реализаций равномерно распределенного в  $E^n$  случайного вектора  $\mathbf{x}$ . Выбор числа точек  $N$  определяется видом целевой функции, получаемыми в ходе оптимизации результатами и требуемой точностью.

Для каждой точки выполняется расчет целевой функции  $f^{(k)}_j(\mathbf{x}_j)$ ,  $k < j \leq N$  и значение  $f^{(k)}_j(\mathbf{x}_j)$  сравнивается с  $f_{\text{опт.лок.3}}^{(k)}(\mathbf{x}_{\text{лок.3}}^{(k)})$ . Если  $f^{(k)}_j > f_{\text{опт.лок.3}}^{(k)}(\mathbf{x}_{\text{лок.3}}^{(k)})$ , то  $j$ -я точка отбрасывается как худшая. При обратном соотношении -  $f^{(k)}_j \leq f_{\text{опт.лок.3}}^{(k)}(\mathbf{x}_{\text{лок.3}}^{(k)})$  - осуществляется очередной поиск нового промежуточного локального минимума, теперь уже на базе  $f^{(k)}_j(\mathbf{x}_j)$ . Процедура поиска оптимального решения заканчивается по окончании выборки  $N$ .

Информационная блок-схема поиска глобального оптимума показана на рис. 1.

Алгоритм поиска промежуточных локальных минимумов (внутренних процедур глобальной оптимизации) создавался на базе комбинации методов локальных спусков и способов овражного поиска. Суть этого алгоритма в следующем.

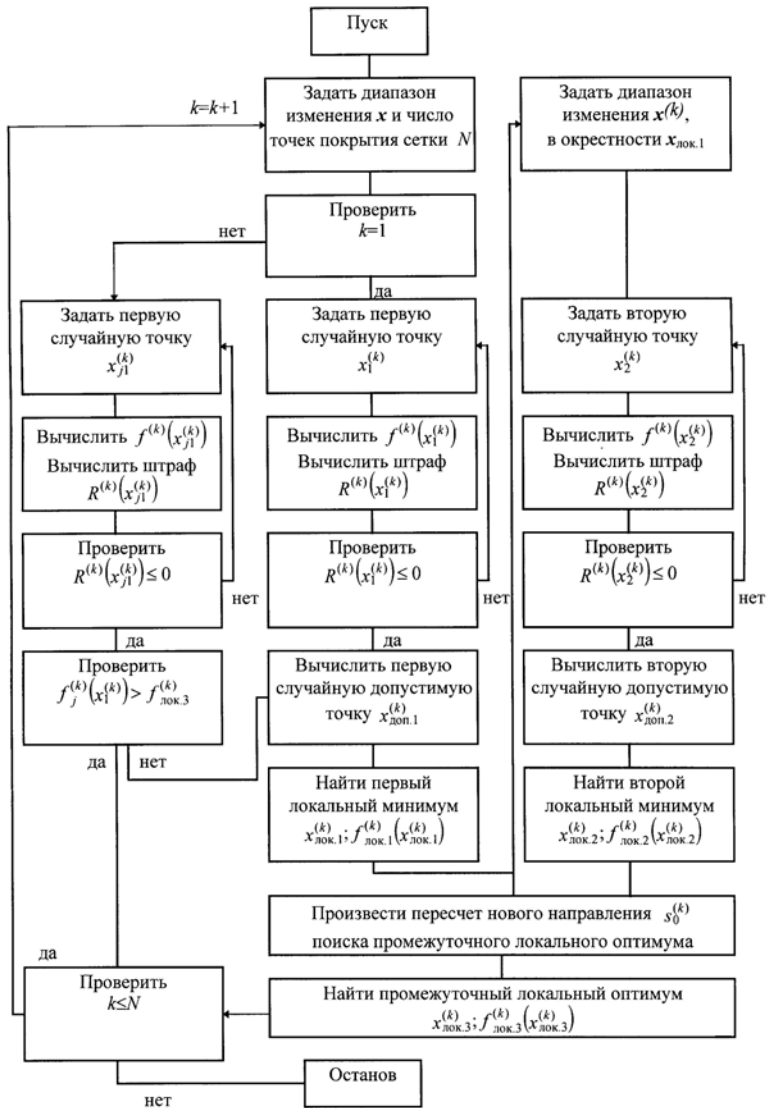


Рис. 1. Информационная блок-схема алгоритма поиска глобального оптимума

После отыскания первого локального минимума  $\mathbf{x}_{\text{лок.1}}^{(k)}$ ,  $f_{\text{опт.лок.1}}^{(k)}(\mathbf{x}_{\text{лок.1}}^{(k)})$  находится вторая случайная допустимая точка  $\mathbf{x}_{\text{лок.2}}^{(k)}$  вблизи  $\mathbf{x}_{\text{лок.1}}^{(k)}$  так, чтобы  $|\mathbf{x}_{\text{лок.1}}^{(k)} - \mathbf{x}_{\text{лок.2}}^{(k)}| \leq D$  ( $D$  - изменяемый параметр). Величина  $D$  зависит от характера целевых функций и допустимой области  $E^n$ . Она должна обеспечивать принадлежность точек  $\mathbf{x}_{\text{лок.1}}^{(k)}$  и  $\mathbf{x}_{\text{лок.2}}^{(k)}$  к области одного промежуточного локального минимума и подбирается экспериментально. Из точки  $\mathbf{x}_{\text{лок.2}}^{(k)}$  осуществляется второй спуск, в результате которого отыскивается второй локальный минимум  $\mathbf{x}_{\text{лок.2}}^{(k)}$ ,  $f_{\text{опт.лок.2}}^{(k)}(\mathbf{x}_{\text{лок.2}}^{(k)})$ .

Поскольку целевая функция имеет вид вытянутого оврага, производится пересчет нового направления движения  $s_0^{(k)}$ , построенного вдоль оврага от точки  $\mathbf{x}_{\text{лок.1}}^{(k)}$  к  $\mathbf{x}_{\text{лок.2}}^{(k)}$  (или наоборот, в зависимости от соотношения между  $f_{\text{опт.лок.1}}^{(k)}(\mathbf{x}_{\text{лок.1}}^{(k)})$  и  $f_{\text{опт.лок.2}}^{(k)}(\mathbf{x}_{\text{лок.2}}^{(k)})$ . Вдоль этого направления ищется минимум целевой функции  $f_{\text{опт.лок.3}}^{(k)}(\mathbf{x}_{\text{лок.3}}^{(k)})$ , который и является промежуточным локальным оптимумом.

Для поиска локальных минимумов следует применять методы, не использующие производных. Эффективными для решения рассматриваемого класса задач оказались методы Пауэлла и Нелдера-Мида. При оптимизации по методу Нелдера-Мида целесообразно воспользоваться одной из известных его модификаций. В соответствии с ней, точку шага сжатия следует выбирать не по прямой, соединяющей две худшие точки из имеющихся (как в оригинале), а ближе к лучшей вершине многогранника. Как показали расчеты, такое изменение процедуры сжатия позволяет уменьшить количество вычислений целевой функции почти на порядок.

Для решения задач минимизации целевых функций (1) с ограничениями в виде неравенств используемые методы сочетались с методом штрафных функций, что позволяет свести задачу нелинейного программирования с ограничениями к эквивалентной последовательности задач без ограничений. Для решения рассматриваемого класса задач эффективно работают штрафные функции

$$\begin{aligned}\Phi(\mathbf{x}, c_r) &= f(\mathbf{x}) + R(\mathbf{x}, c_r); \\ R(\mathbf{x}, c_r) &= c_r g(\mathbf{x}) + A,\end{aligned}$$

где  $R(\mathbf{x}, c_r)$  - штраф;  $c_r$  - параметр штрафа;  $A$  - постоянная составляющая.

Разработанные методы оптимизации оказались весьма эффективными при решении задач оптимального проектирования электроэнергетических установок (ЭЭУ) пропульсивных комплексов электроходов и при поиске оптимальных законов управления гребными установками на маневрах.

В работе [2] приведены результаты параметрической оптимизации ЭЭУ по многокритериальным целевым функциям

$$f(x) = \sum_i m_i J_i$$

с изменяющимися значениями весовых коэффициентов  $m_i$ , входящих в  $f(x)$  критериев  $J_i$ . Эффективность оптимизации высока, что подтверждает целесообразность использования разработанных алгоритмов.

Более подробно рассмотрим процесс поиска оптимальных законов управления гребными электроустановками на маневрах, а именно - при реверсе судна.

У перспективных электроходов с асинхронными частотно-управляемыми гребными электродвигателями система управления формирует два независимых сигнала управления - по частоте и по напряжению.

Относительная частота

$$\alpha = \alpha_{\text{уст}} (1 - e^{-kT})$$

зависит от положения рукоятки поста управления (параметр  $\alpha_{\text{уст}}$ ) и интенсивности изменения  $\alpha$  (коэффициент  $k$ ).

Закон изменения относительного напряжения  $\gamma = \gamma(\alpha)$  должен обеспечить оптимальный режим работы комплекса в соответствии с выбранной целевой функцией.

Существующие классические законы управления не в состоянии обеспечить предъявляемые к гребным электроустановкам требования. Попытаемся отыскать оптимальные законы  $\gamma = \gamma(\alpha)$  в виде

$$\gamma = K_1 \alpha + K_2 \alpha^2 + K_3 \alpha^3 = K_1 \alpha + K_2 \alpha^2 + (1 - K_1 - K_2) \alpha^3,$$

с функцией цели  $f(x) = W$ , где  $W$  - относительные затраты топлива на выполнение маневра.

Относительные затраты топлива можно вычислить с помощью приведенной в работе [2] математической модели переходных режимов работы тепловых двигателей в составе пропульсивных комплексов электроходов.

Серии расчетов, выполненные с помощью предложенных в данной работе методов, позволили найти оптимальные законы управления, обеспечивающие минимум затрат топлива на выполнение маневра.

Оптимальные решения при различных значениях наиболее существенных (по влиянию на  $f(x) = W$ ) параметров комплекса приведены в табл. 1.

Таблица 1

Оптимальные решения для  $f(x)=W$ 

Вариант сочетания параметров (номер кривой)	Значения существенных параметров			$W_{\text{класс.}}$ (классический закон управления)	Оптимальные решения		
	$\alpha_{\text{УСТ}}$	$C_{G7}$	$C_{M20}$		$K_1^*$	$K_2^*$	$W_{\text{min}}^*$
1	0,5	1,68	0,6	18,719	1,8	-0,075	11,095
2	0,8	1,68	0,6	39,071	1,075	-2,5	38,78
3	0,5	1,72	0,6	18,618	1,825	-0,075	10,910
4	0,8	1,72	0,6	38,526	3,284	-4,23	37,81
5	0,5	1,76	0,6	18,493	1,85	0	10,50
6	0,8	1,76	0,6	37,539	1,0	-2,475	37,53
7	0,5	1,68	0,75	15,031	2,35	-0,10	6,82
8	0,8	1,68	0,75	34,050	3,20	-7,25	32,93
9	0,5	1,72	0,75	15,020	3,830	-4,46	6,64
10	0,8	1,72	0,75	33,583	3,20	-7,20	32,49
11	0,5	1,76	0,75	15,063	2,40	-0,075	6,61
12	0,8	1,76	0,75	32,863	3,620	-8,095	31,771
13	0,5	1,68	0,9	12,638	2,325	-0,075	5,51
14	0,8	1,68	0,9	28,683	1,17	-2,52	27,18
15	0,5	1,72	0,9	12,349	2,35	-0,075	5,456
16	0,8	1,72	0,9	28,386	1,144	-2,48	26,856
17	0,5	1,76	0,9	12,683	2,375	-0,05	5,385
18	0,8	1,76	0,9	27,929	0,975	-1,975	26,26

Параметры  $C_{G7}$  и  $C_{M20}$  вычисляются по формулам

$$C_{G7} = \frac{E_{0G0}}{E_{G0}}; \quad C_{M20} = \frac{\omega_{M0}}{\omega_{1MN}},$$

где  $E_{0G0}$  и  $E_{G0}$  - ЭДС намагничивания и продольная составляющая результирующей ЭДС генератора в номинальном режиме;  $\omega_{M0}$  и  $\omega_{1MN}$  - угловая скорость вращения ротора и магнитного поля статора при  $\alpha=1$ .

Полученные оптимальные законы управления, обеспечивающие минимум относительных затрат топлива, показаны на рис. 2.

Как видно из табл. 1, эффективность оптимизации существенно зависит от  $\alpha_{\text{УСТ}}$ . При средней интенсивности торможения оптимизация законов управления может дать выигрыш в относительных затратах топлива до 50 %. При увеличении  $\alpha_{\text{УСТ}}$ , т.е. при попытке увеличить интенсивность торможения судна за счет большей переключки рукоятки поста управления, имеет место резкое снижение относительного напряжения  $\gamma$  (кривые 2, 6, 8, 10, 12, 14, 16 на рис. 2). Это связано с

тем, что в режиме оптимального управления система автоматического регулирования интенсивно снижает (чтобы предотвратить выход режимных показателей за допустимые пределы) напряжение питания двигателей. В результате - затраты топлива (и продолжительность торможения) в несколько раз превышают соответствующие показатели при средних положениях рукоятки ПУ, т.е., эффективность торможения, вопреки ожиданиям, падает.

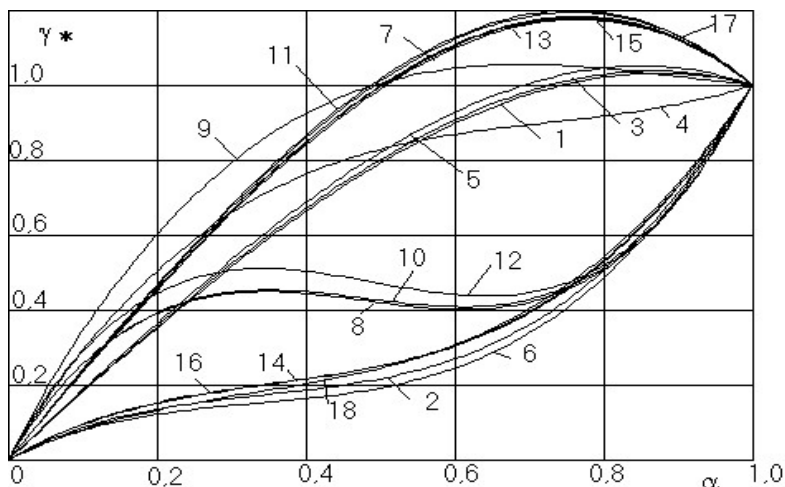


Рис. 2. Оптимальные законы управления при торможении судна

Рассмотренные примеры наглядно иллюстрируют возможности разработанных методов решения экстремальных задач применительно к судовым пропульсивным комплексам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жиглявский А.А. Жилинскас А.Г. Методы поиска глобального экстремума. – М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., - 1991. – 248 с.
2. Яровенко В.А. Расчет и оптимизация переходных режимов пропульсивных комплексов электроходов. - Одесса: Маяк, - 1999. - 188 с.