

УПРАВЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА КОРАБИТЕ

Монография

проф. д-р Благовест Белев,
Варна, Ларго Сити, 2017, 213 стр.,
ISBN 978-619-7026-18-4,
www.researchgate.net/profile/blagovest-belev/publication/

РЕЦЕНЗИЯ
от проф. д-р Юрий Дачев

Варненски свободен университет,
Архитектурен факултет,
к.к. Чайка, 9026, Варна,
e-mail: urida@abv.bg

Резюме: Проблемът за глобалното затопляне и ограничаването на парниковите газове в атмосферата стана особено актуален след приемането на Протокола от Киото през декември 1997 г. Държавите поеха ангажимент да съкратят с 5 % изхвърлянето на парникови газове за периода от 2008 г. до 2012 г. спрямо нивото от 1990 г. Конференцията в Доха през декември 2012 г. утвърди нови ангажименти на държавите за периода от 2013 г. до 2020 г. Тенденцията продължи и на Парижката конференция, проведена през ноември 2016 г. с цел удържане ръста на глобалната средна температура. Усилията на световната общност по проблема рефлектират и върху дейността на Международната морска организация (ИМО). През октомври 2016 г. в рамките на 70-ата сесия на Комитета по опазване на морската среда (МЕРС) на ИМО са приети поправки в Анекс VI на конвенцията MARPOL, с които от 1 януари 2020 г. се въвежда по-строг глобален лимит – 0,50 % m/m (тегловни проценти) вместо досегашните 3,50 % m/m, за максимално допустимо съдържание на сяра в корабните горива. Целта е да се ограничи вредното им въздействие върху човешкото здраве. Друга алтернатива е вместо модернизация на горивните системи на корабите, да им бъдат монтирани филтри за вредни емисии (скрубери). Те са сложни системи, чиито цена и

поддръжка никак не са безобидни. От една страна, това е сериозно финансово бреме за корабоприжателите, от друга – изборът на подходящ скрубер за конкретен кораб също се оказва нелека задача. Предизвикателствата пред морския бизнес обаче не се изчерпват с новия глобален лимит за сяра в корабните горива. Друга промяна в Анекс VI на MARPOL е свързана с мониторинга на емисиите на въглероден диоксид от морския транспорт. Наред с другите парникови газове (диазотни окиси, озон и др.) те са причина за глобалното затопляне на планетата. Промените са в сила от 1 март 2018 г. Въведено е ново изискване, което налага събирането и докладването на определени данни от корабите над 5000 GT с цел наблюдение на емитираните количества въглероден диоксид. Другата важна дата е 31 декември 2018 г. Тя беше краен срок за разработването на План за мониторинг на емисиите от въглероден двуокис за всеки кораб. През 2019 г. ще бъде осъществен първият мониторингов период. Събраните данни трябва да бъдат докладвани от корабните екипажи до съответните флагови администрации, които ще ги прехвърлят в база данни на Глобалната интегрирана информационна система за корабоплаването. Събраната информация в началото на 2020 г. ще бъде обобщена от ИМО и анализирана от МЕРС. Целта е да се придобие ясна и обективна представа доколко морският транспорт допринася за глобалното замърсяване на въздуха с въглеродни емисии.

Ключови думи: глобално затопляне, парникови газове, енергийна ефективност.

ВЪВЕДЕНИЕ

Монографията „Управление на енергийната ефективност на корабите” е написана от Благовест Белев. Той е професор във висшето военноморско училище „Никола Йонков Вапцаров” във Варна, България, и е един от основните преподаватели на студентите, специалност „Навигация”.

В монографията си проф. Белев е представил позицията и реакцията на ИМО по проблемите на енергийната ефективност на корабите.

В нея са разгледани и анализирани приетите до сега конструктивни и оперативни мерки за подобряване на корабната енергийна ефективност. Акцентът е поставен върху оперативните мерки, тъй като те изцяло зависят от избора на капитана и от неговата професионална подготовка. Авторът си е поставил нелеката задача да изгради цялостна концепция за прилагане на конструктивни и оперативни мерки за повишаване на енергийната ефективност на корабите. За тази цел в монографията той е дал решения на няколко важни научно-изследователски задачи:

- Направил е анализ на състоянието на корабоплаването като част от световната икономика и мястото му на фона на темповете на развитие на водещите икономики във света;

- Анализирал е мерките на ИМО за ограничаване на изхвърлянето на парникови газове от корабите в експлоатация в духа на изпълнението на решенията в Протокола от Киото от 1997 г.;

- Анализирал е конструктивните и експлоатационните методи за повишаване на корабната енергийна ефективност и е определил съвместимостта на отделните решения и възможността им за прилагане на един кораб;

- Анализирал е информационните възможности на корабния мостик, необходимата информация за осигуряване на безопасността на плаване и е обосновал алгоритъм за избор на оптимален път между две точки от плана за плаване като част от оперативните мерки за повишаване на корабната енергийна ефективност.

Монографията е написана на високо професионално ниво. Адресирана е към корабоводителите и корабните механици. Тя може да послужи като източник на идеи и решения на корабни компании в стремежа им да повишат енергийната ефективност на управляваните от тях кораби. Изследването в монографията може да се приложи и в обучението на студентите от морските университети в процеса на възпитание на адекватна култура при работа на кораб.

Монографията е структурирана в три глави, заключение, приложение на примерен План за енергийна ефективност на кораб и библиография. Тя съдържа над 90 фигури, 20 таблици и 50 формули. Използваната библиография съдържа 149 източника, от които над 120 са чуждестранни.

ГЛАВА I. МЕТОДИ И СРЕДСТВА ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА КОРАБИТЕ

В първа глава авторът е направил обзор на състоянието на световното корабоплаване и перспективите за неговото развитие. Представени са данни от официални доклади на международни организации, в които са отразени промените в състава на корабите и тенденциите в нарастването на тонажа през последното десетилетие.

Авторът е извършил обзор на съдържанието на Анекс VI на Конвенция MARPOL и на кораба като енергийна система. В духа на конвенцията в него е представена идеята за енергийна ефективност на корабите и са разгледани начините за повишаването ѝ. Основното внимание в първата глава на монографията авторът е отделил на конструктивните мерки за повишаване на ефективността, онагледени със снимки и графики.

С много фигури и таблици с данни авторът показва състоянието и развитието на световния търговски флот. Към 01 януари 2016 г. той е наброявал 90 917 кораба с капацитет 1,8 милиарда тона дедуейт (DWT). Най-голям е ръстът на корабите за превоз на втечнени газове с повишение от 9,7 %, следвани от контейнеровозите със 7,0 % и фериботите с 5,5 %. Корабите за превоз на генерални товари продължават да намаляват, поддържайки трайна тенденция в това отношение. Техният относителен дял в световния търговски флот е само 4,2 %, което е намаление със 17 % в сравнение с 1980 г. Сред 35-те държави с най-голям търговски флот 18 са от Азия, 13 от Европа и 4 от Америка.

Авторът анализира и друг важен факт за околната среда – средната възраст на корабите от световния търговски флот. Към началото на 2016 г. тя е 20,3

години, което е леко покачване спрямо 2015 г. Някои държави като Германия и Гърция стимулират строежа на нови кораби, което подобрява този показател. Новите кораби замърсяват по-малко морето и въздуха, но това не е достатъчно като решение на проблема за опазване на околната среда. Отговорът на международната морска общественост на усилията на държавите в опазването на околната среда и намаляване на парниковите газове в атмосферата е подобряване на енергийната ефективност на корабите.

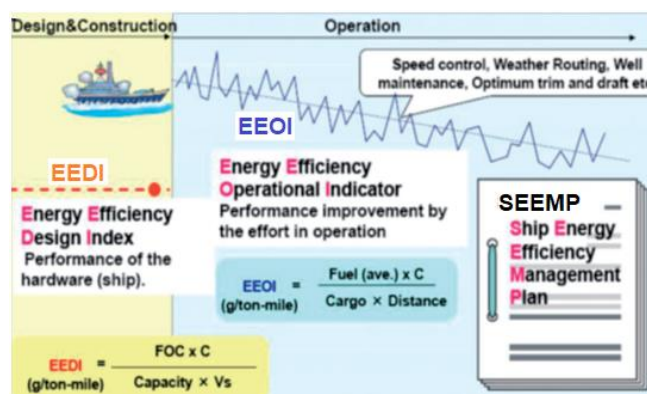
Авторът много добре е описал компонентите на стратегията на ИМО за постигане на максимална енергийна ефективност чрез оптимизиране на корабната конструкция и управлението на кораба. ИМО предлага три групи инструменти за регулиране на парниковите газове от производствената дейност на корабите:

- Технически инструменти – конструктивен индекс за енергийна ефективност EEDI (Energy Efficiency Design Index);
- Експлоатационни инструменти - експлоатационен индекс за енергийна ефективност EEOI (Energy Efficiency Operational Index) и корабен план за управление на енергийната ефективност SEEMP (Shipboard Energy Efficiency Management Plan);
- Пазарни инструменти - търговия с емисии, данъци, конкурентна среда на бункеровчиците и др.

На фиг. 1 авторът е показал компонентите на стратегията на ИМО и как те работят в синхрон за постигане на максимална енергийна ефективност чрез корабната конструкция и чрез оптимизиране на управлението.

Конструктивният индекс за енергийна ефективност (EEDI) е в сила за новостроящи се кораби след 01.01.2013 г. Индексът показва отношението между емисиите на един кораб и превозените товари в резултат от търговската му експлоатация. Чрез него се търси комплексен подход за регулиране на енергийните разходи на кораба и ползата от тях – икономическа, екологична и социална. Авторът е обърнал особено внимание на въведената от МЕРС през 2012 г. разширена формула за изчисляване на EEDI, която отразява идеята за

комплексно развитие на всички енергоемки механизми и насочването на действията на морската общественост към прилагане на иновации в отрасъла. Според автора формулата е доста сложна, но тя може да бъде разделена на части, които отразяват ефективността на главната машина, спомагателните механизми и възможностите за прилагане на нови технологии за задвижване на корабите.

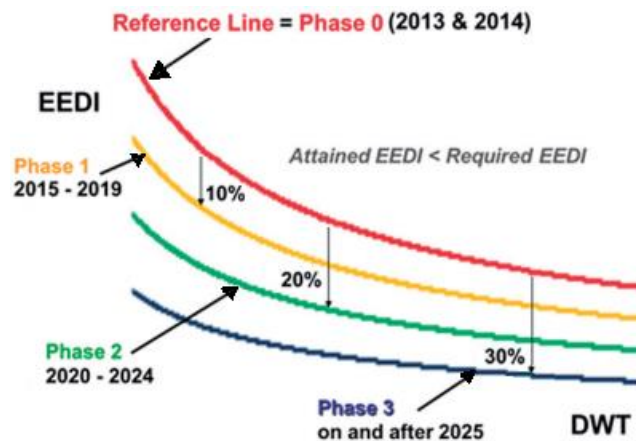


Фиг. 1. Основни компоненти на стратегията на ИМО за енергийна ефективност

Авторът подробно обяснява фазите за прилагането на индекса EEDI: Сега се изпълнява фаза 1, която продължава от 2015 до 2019 г. Фаза 2 ще се проведе от 2020 до 2024 г., а фаза 3 – от 2025 г. В монографията са показани референтните линии на EEDI за различните видове търговски кораби. По изисквания на ИМО индексът трябва да бъде понижаван с по 10% на всеки 5 години, т.е. корабите построени в периода 2015–2019 г. трябва да имат EEDI с 10% по-нисък от тези, построени в периода 2013–2015. Идеята на ИМО е корабите, построени след 2025 г. да са с 30% енергийно по-ефективни от съществуващите в момента.

Авторът подчертава, че референтните линии са разработени от ИМО, като е използвано голямо количество събрана и анализирана информация за съществуващи кораби. На фиг. 2 в монографията е показана графика за EEDI референтни линии на танкерите.

В първа глава е обърнато необходимото внимание и на експлоатационният индекс за енергийна ефективност (ЕЕОІ). Той е инструмент за мониторинг на управлението на кораба и ефективността на флота по време на изпълнението на предназначението си.



Фиг. 2. ЕЕОІ референтни линии за танкери

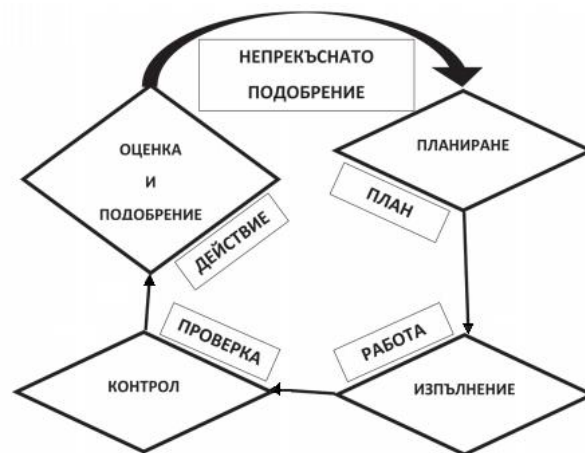
Индикаторът ЕЕОІ позволява да се измери ефективността на горивото на кораб в експлоатация и да се прецени влиянието на всякакви оперативни промени като планиране на плаването, по-често почистване на винта или въвеждането на различни технически мерки. ЕЕОІ се изчислява за всеки рейс или за определен брой преходи (рейсове) по формули, приложени в монографията.

За да определи ЕЕОІ, компанията, която оперира даден кораб, трябва да създаде процедура в Системата за управление на безопасността (SMS). Тя трябва да отчита типа на дейността на кораба и свързаните с това изчисления върху превозен товар или извършена работа, както да включва и баластните преходи. Авторът подчертава, че от изчисленията трябва да бъдат изключени дейности като участие в операция по търсене и спасяване, операции в интерес на сигурността на кораба и др.

Другият експлоатационен инструмент за регулиране на парниковите газове от производствената дейност на корабите, който подробно е разгледан в

монографията, е корабния План за управление на енергийната ефективност (SEEMP). Той се изисква за кораби с бруто тонаж над 400 GT според Правило 22 от Анекс VI на конвенция MARPOL. Планът трябва да е разработен според указанията на ИМО, дадени в Резолюция на МЕРС.213(63). Съществуващите кораби получават Международен сертификат за енергийна ефективност след проверка на кораба и плана от Администрацията на флага. Авторът много добре е показал философията на SEEMP чрез графиката на фиг. 3.

Персоналът от всички нива на отговорност трябва да е наясно с целите на SEEMP и да участва в процеса на непрекъснатото подобряване. Това е особено важно за екипажите на кораби, които ежедневно са отговорни за корабните дейности и работата на механизмите.



Фиг. 3. Концепция на SEEMP за непрекъснато подобряване на енергийната ефективност на кораба

В приложение към монографията е представен примерен План за управление на енергийната ефективност на кораб. Той е разработен от автора докато е изпълнявал задължения като навигационен суперинтендант (DPA) и ръководител на операциите на група офшорни кораби.

Обобщавайки всички методи и средства за повишаване на енергийната ефективност на корабите авторът определя кораба като система от взаимно

свързани компоненти, които влияят върху цялостния му енергиен баланс. Те подробно са анализирани в монографията:

- Главният двигател. За задвижването на кораба се изразходва най-голямо количество енергия и е оправдано вниманието на законодателните органи, на производителите и на корабните екипажи да е насочено към този компонент в стремежа за намаляване на енергийните разходи.

- Помпите. Те са корабни спомагателни механизми, които консумират значително количество енергия. Те обслужват горивната и маслената система, баластната система, санитарната система, охладителната система. Най-голям консуматор от тях са баластните помпи.

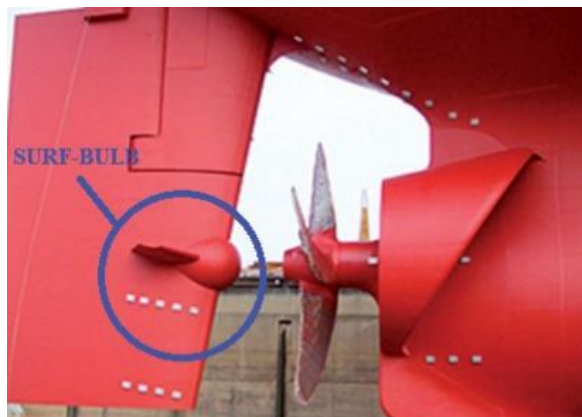
- Носовите и кърмовите движители, осигуряващи маневрирането на кораба в пристанището.

- Охладителната и хладилната системи.
- Корабният котел.
- Системата за преработване на баластните води.
- Битовите консуматори – жилищни помещения, кухня и др.

Авторът прави важният извод, че за изследване на възможностите за подобряване на енергийната ефективност на кораба като система от взаимно свързани компоненти, трябва да се прилага комплексен подход. Той предлага пътища за оптимизиране на параметрите на работа на корабния главен двигател и на спомагателното оборудване.

Голям интерес представляват предложенията на автора за оптимизиране на дизайна на корабния корпус и на винто-рулевата група. Те са изследвани съвместно с негови дипломанти, които са действащи капитани от практиката:

- SURF-BULB (Swept-back Up-thrusting Rudder Fin with BULB). Представлява булб, инсталиран на перото на руля (фиг. 4). Той превръща ротационната енергия зад винта в опорна сила, както и частично “изправя” завихряната в спирала струя. Така се намалява енергията за поддържане на оборотите на винта. Изпитанията на булба на танкери VLCC показват икономии на гориво от 3 до 5 %, което е около 700 тона за година.



Фиг. 4. Кораб с монтиран SURF-BULB на перото на руля

- Super Steam Duct (SSD). Устройство за предварително завихряне на потока пред винта. С него се намаляват ротационните загуби в струята зад винта. (фиг. 5) Експериментите със SSD на танкери VLCC показват икономия на мощност до 7,1 %.

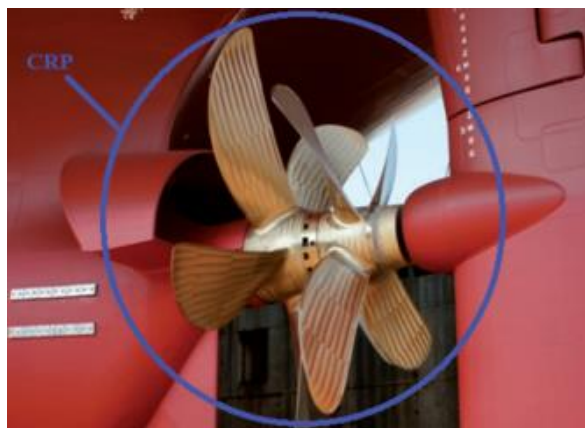
- Contra Rotating Propellers (CRP). Противовъртящи се винтове. (фиг. 6) Представява система от два коаксиално инсталирани един зад друг винта, въртящи се в противоположна посока. Системата CRP работи в комбинация със SSD. Тя изпраща хомогенизирана струя вода към перото на руля, водеща до подобряване на управляемостта му и икономия на енергия до 10 %.

- Ruder-Bulb. Интегрирана винто-рулева система. Принципът на работа е сходен с този на SURF-BULB.



Фиг. 5. Устройство за предварително завихряне на потока пред винта (SSD)

- Low Viscous Resistance Fins (LVRF). Крила за изправяне на потока вода към винта. Имат за цел да изправят завихряната струя вода, която попада към винта.



Фиг. 6. Противовъртящи се винтове (CRP)

- Air Cavity Systems (ACS). Система за въздушна смазка. Тя подава въздух през дюзи в носовата част на дъното на кораба, като по този начин се образува пласт от въздушни мехурчета между дъното на кораба и водата. Така триенето между корпуса и водата значително намалява, като предполагаемата икономия на мощност на главната машина се предвижда да е около 5 %.

- Low Wind Resistance Accommodations (LWRA). Надстройка с намалено въздушно съпротивление. Целта е да се намали челното въздушно съпротивление при плаване на кораба.

- Ax-Bow. Корабен нос тип „брадва“.

- Anti-Rolling Tanks. Система за успокояване на клатенето.

Освен предложенията на автора за оптимизиране на параметрите на работа на корабния главен двигател, спомагателното оборудване, корабния корпус и винто-рулевата група, вниманието на читателите е насочено и към алтернативните източници на енергия с техните положителни и отрицателни страни:

- втечен природен газ (LNG);

- атомна енергия;

- слънчева и вятърна енергия;
- биогорива.

В края на първа глава авторът прави важни за енергийната ефективност на корабите изводи:

1. Световният търговски флот запазва тенденцията за увеличаване на тонажа си, което води до увеличаване на енергийните разходи. Във връзка с това изискванията на Анекс VI на MARPOL остават актуални.

2. Предлаганите конструктивни мерки, свързани с изменения на корабния корпус, са приложими за кораби с голям коефициент на пълнота. Малка част от тях оказват влияние върху енергийния разход на по-малките кораби.

3. Съчетаването на конструктивните мерки в един кораб трябва да се прилага внимателно, за да не се постигне обратен ефект - влошено управление и затруднено движение.

4. Алтернативните способи за задвижване на корабите все още не са доказали своята ефективност по отношение на разходите и ползите. Повечето от тях все още са на фазата на изследване и проучване. Необходими са законови мерки, които да обвързват ограничаването на парниковите емисии и замаяната на традиционните горива с алтернативни източници на енергия.

5. Прилагането на системният подход при решаване на проблема за енергийната ефективност на кораба е най-точният начин за постигане на цялостен и траен ефект.

ГЛАВА II. ЕКСПЛОАТАЦИОННИ МЕРКИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА КОРАБА

В тази глава авторът представя и анализира експлоатационните мерки за подобряване на енергийната ефективност на кораба. Той проучва навигационните фактори, определящи плаването на кораба по различни маршрути.

Авторът използва методът на сравнителния анализ за формулиране на оперативни мерки за икономия на енергия. Той детайлно е описал потенциалните

източници на такава икономия, както и отделните етапи на плаването на кораба, където може да се търсят резерви. Акцентът е поставен върху плана за преход като най-реален източник за съкращаване на енергийните разходи на кораба.

Авторът е направил много добра класификация на условията и районите на плаване при различни хидро-метеорологични и навигационни условия. На тази база в монографията е предложена схема за влиянието на навигационните и хидро-метеорологични фактори при изготвянето на план за конкретен преход и навигационно осигуряване на корабоводенето през различните етапи на плаването.

Съставянето на план за прехода е дейност, в която се обединяват усилията, знанията и опита на офицерите от навигационния екипаж на кораба. Екипната работа е система от съвместни дейности и единственото ефективно средство за недопускане на съществени човешки грешки. В това отношение авторът напомня за няколко много важни момента:

- Отговорност за изготвянето и изпълнението на плана за прехода носи капитанът на кораба.
- Да се извърши осигуряване на кораба с необходимите електронни и хартиени карти и публикации за района на плаване.
- Да се направи оценка на информацията, касаеща района на плаване.
- Екипажът да е запознат с техническото състояние на кораба.

На базата на цялата събрана информация капитанът трябва да направи обща оценка на плаването с отчитане на дистанциите между пристанищата, разхода на гориво, резервните маршрути при лоши метеорологични условия и най-важното - да направи избор на най-изгоден път, който не винаги е най-късия. Изготвянето на плана за прехода се извършва най-често от навигационния офицер след инструктаж от капитана.

Авторът обръща внимание на спазването на Анекс 23 на конвенция СОЛАС, изискващ плана за прехода да се изготвя от кей до кей. Това налага планът да се разделя и планира на етапи, с отчитане на характерните особености:

- Планиране на океанското плаване.

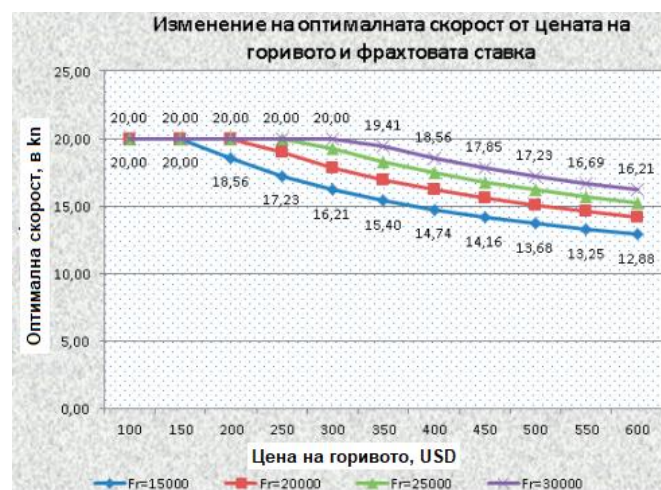
- Планиране на плаването в крайбрежни води.
- Планиране на плаването с пилот на борда.

Утвърденият от капитана план за преход се изпълнява без компромиси и условности.

В монографията авторът е приложил реален план за плаване на кораб от Лос Анджелис до Тауранга, Нова Зеландия.

Авторът умело свързва планирането и изпълнението на плана за плаване с оперативните методи за енергийна ефективност на кораба. Той ги систематизира в няколко групи:

- Чрез оптимизиране на скоростта. Приложени са примери от практиката и реални резултати. Авторът посочва, че на магистралните маршрути скоростта на движение на световния контейнерен флот през 2011 г. се е понижила с 13% и продължава да намалява от 24-25 възла до 21 възла (понижена скорост), до 18 възла (силно понижена скорост) и до 15 възла (свръх силно понижена скорост). Това е довело до икономии на гориво от 3 до 5%. Авторът е приложил таблици и графици с оптималните скорости в зависимост от фрахта (Fr) и цената на горивото. Графиката на фиг. 7 обобщава всички изследвания и резултати.



Фиг. 7. Зависимост на оптималната скорост от цената на горивото и фрахтовата ставка

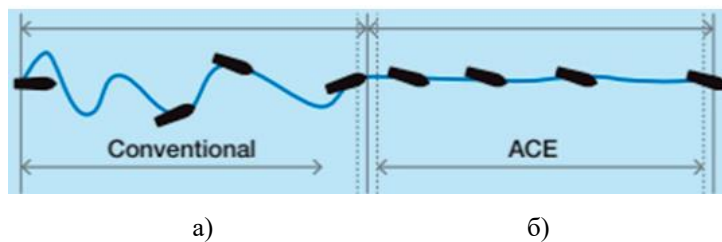
- Чрез избягване на лоши метеорологични условия. Авторът акцентира на софтуерните продукти за планиране на пътя на кораба в съответствие с актуалните метеорологични условия, каквито предлагат компании от типа „Ocean Route”.

Ползите от планиране на прехода с отчитане на метеорологичните условия и избягването на неблагоприятните условия на плаване са обобщени в монографията така:

- повишена безопасност на екипажа;
- икономия на време;
- икономия на гориво и средства за ремонти по корпуса вследствие на щети от неблагоприятните метеорологични условия.

- Чрез ефективно използване на системите за управление. Авторът прави анализ на ръчното управление на кораба и управлението на кораба с интегрирана навигационна система. В монографията са описани най-новите системи за автоматично управление на курса.

Посочени са резултатите от изследванията през 2016 г. на японската фирма „Mitsui O.S.K Lines“. Тя прави изпитания на свои кораби в експлоатация на система за автоматично управление на курса, разработена от друга японска фирма, „Токуо Кеики“, наречена „Иновативно екологично управление“ (АСЕ). Системата оценява въздействието на вятъра и вълнението върху корабния корпус и отклоненията от курса. Тя изработва оптимални управляващи въздействия към рулевото устройство така, че перото на руля да се отклонява минимално от диаметралната равнина. (фиг. 8) Резултатите от прилагането на АСЕ са проследени от системата за контрол на разхода на гориво “Fleet Monitoring”, която е отчела икономии от порядъка на 1,5%.



а) Конвенционален режим на управление; б) Прилагане на системата ACE.

Фиг. 8. Ефект върху управлението на кораба от прилагането на системата ACE за контрол на курса

- Чрез оптимизиране на диферента на кораба по време на плаване. Авторът прави описания на системи за предварително изчисление на оптималния диферент на кораба за дадено товарно състояние и планирана скорост за прехода. Приложени са изследвания показващи, че един VLCC танкер, който плава с оптимален диферент, може да спести 3 % – 5 % гориво, а оттам да намали и емисиите си от вредни газове.

- Чрез оптимизиране плана на прехода. В монографията са представени резултати от реални изпитания, проведени от дипломант по указания на автора.

В заключение към втора глава авторът е твърдо убеден и препоръчва теорията за енергийно ефективно плаване да залегне в обучението на бъдещите вахтени офицери и капитани и да се превърне в култура на поведение на борда на кораба.

ГЛАВА III. МАТЕМАТИЧЕСКИ МОДЕЛИ ЗА ОПТИМИЗИРАНЕ НА ПЛАНА ЗА ПРЕХОД

Като дългогодишен вахтен помощник-капитан и капитан на кораб с богат опит от практиката, авторът представя изследователски решения, насочени към оптимизиране на плана за преход на кораба. В монографията той обосновава модел за управление на информационните потоци към корабния мостик.

Корабът е представен последователно като проста и сложна система. Анализирани са информационните му връзки с навигационните опасности.

Авторът разглежда информационните възможности на корабния навигационен комплекс в интерес на навигационната безопасност на кораба и повишаването на енергийната му ефективност. Той представя алгоритъм за оптимизиране на плана за преход по критерий „най-кратко безопасно разстояние“.

Чрез направените в трета глава изследвания авторът постига няколко важни резултата:

- анализира се информацията, която постъпва на корабния мостик според нейното количество и нейната полезност за конкретна ситуация;
- обосновано е количеството информация, необходимо за представяне на системата „кораб-навигационна опасност“ според условията на плаване и разположението на навигационните опасности;
- извършен е обзор на познатите методи за оптимизиране на плана за преход и като допълнение е предложен методът на линейното програмиране;
- предложен е пример за използване на линейното програмиране в изчисляването на оптималния път на кораба за плаване между две точки с навигационна опасност между тях.

Въз основа на получените резултати в трета глава авторът прави важни изводи:

1. На корабния мостик постъпва голямо количество информация за навигационната и хидрографската обстановка в района на плаване. Подборът на необходимата информация все още се извършва на базата на опита на вахтения офицер и на капитана.
2. Липсва алгоритъм, който да подбира информацията според конкретната опасност за кораба и да предлага решение за осигуряване на навигационната безопасност.
3. Методът на линейното програмиране дава добър резултат за оптимизиране на пътя на кораба според фактора „време“. Необходимо е той да се

изследва комплексно при наличие и на други критерии за оптималност – метеорологична обстановка, минимален разход на гориво и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемът за намаляване на парниковите газове в атмосферата, причинени от Световния търговски флот, продължава да търси своето решение. Активността на ИМО е осезаема и мерките за ограничаване на парниковите емисии вече дават добри резултати.

Монографията на проф. Благовест Белев обобщава всички конструктивни и оперативни мерки, които днес се използват за повишаване на енергийната ефективност на корабите.

Въпреки получените добри резултати авторът и неговия екип от докторанти и асистенти продължават изследванията в търсене на нови още по-ефективни решения за енергийна ефективност на корабите.