

Савіга В. В., Онищенко О. А., Шуміло О. М.

РОЗВИТОК СУЧАСНИХ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ: МОДУЛЬНІ КОНЦЕПЦІЇ

Представлено критичний аналіз класичної моделі побудови існуючих морських флотів. За допомогою відкритих джерел інформації, у статті наводиться аналіз існуючих у різних військових флотах Світу різновидів модульних концепцій побудови кораблів, суден допоміжного флоту, енергетичних установок тощо, які активно використовувалися у сучасному суднобудуванні, зокрема, при реновації та конверсії суден, проектуванні, побудові та експлуатації військових кораблів та суден подвійного призначення, у тому числі - автономних. Результати аналізу свідчать, що практичне використання модульних концепцій дозволяє суттєво знизити негативні риси класичної моделі побудови флоту. Для найбільш розповсюджених типів модульних концепцій, які використовують різновиди модульних концепцій, наведена стисла ретроспектива їх появи, створення та загальної ідеології реалізації, що покладені у застосовані принципи їх концептуально-архітектурної композиції і необхідних для створення ресурсів. Обґрунтовано тезу, що на теперішній час існуючі різновиди модульних концепцій являють собою обмежений за структурою симбіоз відомих і дуже складних, рішень. На основі проведеного аналізу різновидів модульних концепцій, зокрема, їх позитивних рис, показана можливість обрання оптимальних (за заданими критеріями) їх різновидів, або поєднання різновидів, з метою формування перспективних архітектурно-композиційних обрисів кораблів та суден допоміжного флоту Військово-Морських Сил Збройних Сил України.

Ключові слова: життєвий цикл корабля, гнучкі рішення, модернізація, конверсія, *Standard Flex*, модульні системи, МЕКО, інтегровані показники якості.

1. Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В керівних документах, що стосуються сектору безпеки і оборони держави, зокрема, у “Стратегічному оборонному бюлетені України” (Указ Президента України від 17.09.2021, № 473/2021), чітко визначаються стратегічні оборонні цілі та шляхи їх досягнення. Однією із стратегічних цілей є, “Інтегровані оперативні (бойові та спеціальні) спроможності сил оборони, що забезпечують стримування, стійкість і відсіч збройної агресії проти України, протидію гібридним загрозам” [1], досягнення якої здійснюється шляхом практичної реалізації низки оперативно-тактичних завдань та заходів. Зокрема, до них відноситься “Формування військово-морських спроможностей України, достатніх для забезпечення оборони морського узбережжя та захисту національних інтересів в акваторії Чорного та Азовського морів”. В “Стратегії Військово-Морських Сил Збройних Сил України 2035” [2] (січень 2019 р.), дається чітка відповідь на питання, як це буде досягнуто. Таким чином, вирішення проблеми відновлення та найскорішого нарощування морського потенціалу України, у першу чергу її Військово-Морських Сил (ВМС) в умовах сьогодення, є вкрай актуальним.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій у вільних і загальнодоступних джерелах інформації у галузі використання модульних концепцій в суднобудуванні, зокрема, при проектуванні та будівництві військових кораблів [3-8] показує, що з метою зменшення класів кораблів із одночасним розширенням діапазону їх спроможностей модульні концепції використовуються у ВМС різних країн. Так, завдяки розумінню переваг і досвіду застосування модульних концепцій у суднобудуванні, країнами Європейського

союзу доведена здатність таких концепцій у забезпеченні зниження вартості побудови, покращанні, майже всіх етапів, життєвого циклу (ЖЦ) військових кораблів (далі – кораблів), підвищенні гнучкості у застосуванні сил флоту [4-7]. У Наказі Командування ВМС ЗС України від 05.06.2019 року № 141 “Про затвердження Тимчасового положення про класифікацію військових кораблів Військово-Морських Сил Збройних Сил України” визначено, що “Військовий корабель – це корабель (катер, судно), що належить до Військово-Морських Сил, має зовнішні розпізнавальні знаки державної належності і є під командуванням офіцера (мічмана, старшини), який перебуває на військовій службі в Збройних Силах України або є працівником Збройних Сил України.

Модульні концепції у суднобудуванні виходять, у першу чергу, із уніфікації корабельного оснащення та можливості його швидкої інтеграції із рештою корабельних систем. Наприклад, під час розробки концепції гнучких систем *Standard Flex*, спеціалістами датських ВМС була висунута вимога, яка найшла позитивну підтримку фахівців – час зміни профілю корабля (призначення, місії) повинен бути до 8, максимум до 10, годин. При цьому, з метою скорочення часу, всі технологічні процеси інтеграції повинні протікати паралельно і незалежно. Результатом реалізації такої “перебудови” є зміна призначення корабля та його можливостей виконувати певні завдання (місії).

Існуючі модульні концепції [8], як правило, відрізняються:

- ✓ системами зброї, у першу чергу артилерійської та ракетної – для виконання ударних завдань або завдань самооборони;

- ✓ спеціальними засобами, у першу чергу безкіпажними (автономними, безпілотними) апаратами – для виконання протимінних завдань або завдань протичовнової боротьби;

- ✓ допоміжним устаткуванням, таким, як кранове обладнання та обладнання для завантаження/вивантаження спеціальних засобів.

Під час розробки і реалізації сучасних проектів кораблів, використовують різновиди модульних концепцій. У суднобудуванні існує реалізація трьох основних різновидів модульних концепцій (рис. 1).



Рисунок 1 – Різновиди модульних концепцій та їх призначення [8]

Таким чином, практичне застосування модульних концепцій, зокрема, їх використання у концептуально-архітектурних композиціях корабля або судна під час проектування, спрощує визначення обрису перспективного транспортного засобу (корабля, судна, апарата) і створює умови до адаптації корабельного угруповання (флоту) в умовах швидкої зміни обстановки (у тому числі в умовах гібридних дій противника). З метою швидкого нарощування спроможностей ВМС, такий принцип дозволяє використовувати вже апробовані проектні рішення для кораблів одного класу, суттєво зменшує витрати на

проектування, надає можливість швидкої зміни кораблю відповідного завдання (місії) під час особливого періоду або воєнного стану.

Мета статті – аналіз існуючих модульних концепцій і їх різновидів у суднобудуванні, зокрема, при проектуванні і побудові суден різного типу. Подальший поглиблений розвиток і практичне використання проведеного аналізу, дозволить обирати оптимальні за різними заданими критеріями різновиди архітектурних концепцій проектування, побудови, реновації (або їх поєднання) суден при формуванні перспективних обрисів суден, зокрема – кораблів ВМС Збройних Сил України (ЗСУ).

3. Основний матеріал. Починаючи з 2014 року, Уряд України та Командування ВМС ЗСУ постійно вирішує суперечну ситуацію – знаходить компроміс між можливостями держави у нарощуванні і утриманні корабельного складу ВМС та ефективністю вирішування, покладених на ВМС, завдань. Слід відзначити, що проблема практичного використання сучасних модульних концепцій є комплексною та системною. Її вирішення дозволить усвідомити, які переваги та недоліки несе “класична” модель ВМС, тобто модель флоту, що побудована на базі кораблів різних класів та підкласів, та раціонально витратити ресурси. Представлений на рис. 2 своєрідний обрис класичної “моделі флоту”, дозволяє говорити про означену проблему за двома напрямками.



Рисунок 2 – Загальні проблеми “класичної моделі” побудови флоту

Перший напрямок стосується ефективності експлуатації та застосування флоту:

– наявність різноманітних підкласів кораблів для виконання строго визначеного завдання/місії (патрулювання, пошуку і знищення підводних човнів тощо). Виключенням є наявність у складі флоту таких підкласів кораблів, як фрегат та есмінець. Але їх ціна та витрати на експлуатацію дуже великі. Наприклад, річне обслуговування лише одного фрегату типу “*Олівер Перрі*” становить майже 25 млн. доларів [9];

– темпи розвитку сучасних систем озброєння, інформаційно-телекомунікаційних і інших спеціальних систем різко зростають. Це («гонка озброєння») потребує створення відповідної сучасної виробничої бази із необхідним технологічним оснащенням і

підготовкою фахівців. Це веде до суттєвого збільшення витрат суднобудівного виробництва. Розвиток таких систем і урахування тривалого строку служби корабля, повинен передбачити відповідний резерв часу на модернізацію виробництва. Наприклад, проведення робіт із модернізації, у залежності від підкласу корабля, може займати до 30 % від його повного ЖЦ;

– у випадку прихованої агресії проти країни (так звані війни 4-го покоління у формі “гібридних” дій), обмежуються можливості різкого нарощування і використання окремих підкласів кораблів, наприклад, таких як, патрульні та кораблі протимінної оборони для забезпечення безпеки судноплавства у національній зоні відповідальності. Події навколо Азовського моря (починаючи з 2018 року і до теперішнього часу) підтверджують ці обмеження [10]. Використання у цьому випадку кораблів підкласів фрегат і есмінець значно підвищує фінансові витрати оборонного бюджету та країни у цілому.

До другого напрямку віднесена **розробка та проектування** кораблів, які пов’язані із наявним підходом до індивідуального проектування відповідного підкласу корабля. Різні погляди (суб’єктивізм, авторитарність і навіть протекціонізм) на застосування кораблів та різноманіття вимог конкретного замовника приводять до:

– неприпустимо тривалого часу проектування корабля, і як наслідок, суттєвого збільшення необхідних ресурсів, необхідних для завершення етапів аван-, ескізного та технічного проектування;

– збільшення часових та матеріальних витрат на розробку унікальних технологій побудови та технологічного оснащення для її створення. Це, у більшості випадків, одноразова і тому вкрай неефективна задача, що суттєво обтяжує судноверфі та проектні організації;

– морального старіння корабля вже на стадії проектування, внаслідок стрімкого розвитку систем озброєння, інформаційно-телекомунікаційних систем, технологій та різних допоміжних суднових систем і комплексів.

Напрямки, що дозволяють нівелювати ці негативні чинники, за баченням авторів, можуть бути наступними.

1. Абсолютна (максимальна) уніфікація не тільки обладнання та елементів кораблів, а і виробничого процесу побудови корабля. Це приводить до зменшення часу на проектування та побудову корабля, скорочення затрат на всіх етапах ЖЦ корабля і, як наслідок, приводить до найкращого співвідношення ціни та інтегрованої якості готового виробу.

2. Поєднання з Класифікаційними товариствами зусиль конструкторських бюро, проектних інститутів всіх рівнів, які спеціалізуються на розробці та створенні продукції воєнного призначення. Поява даного напрямку пов’язана із основними змінами у сучасних Світових концепціях суднобудування:

– розвиток комп’ютерно-обчислювальної техніки та технологій, у тому числі – інтелектуальних, призвели до створення та сертифікації (у відповідності до вимог Стандарту *ISO 9000:2015*) потужних науково-інженерних прикладних програмних продуктів, таких як *SolidWorks* (інженерний аналіз та підготовка виробництва будь-якої складності та призначення), *Autodesk Inventor* (автоматизоване проектування 3D обладнання, конструкцій, моделювання, візуалізації та документації), *Femap with NX Nastran* (аналіз динаміки і міцності конструкцій, машин і споруд, вирішення нестационарних нелінійних просторових задач, задач механіки композитів і композитних структур, аналіз процесів складного теплообміну, рішення задач механіки рідини і газу) та інші. Сучасні програмні продукти, крім високої вартості, потребують сертифікованих спеціалістів не тільки з відповідним фахом і досвідом проектування, а і з розвинутою креативністю. Такі складнощі призвели до комерціалізації процесів проектування суден

(зокрема, бойових кораблів) за допомогою більшості програм і програмних продуктів різних типів *CAD/CAM/CAE*;

– активне застосування аутсорсінгу під час розробки та проектування кораблів.

3. Використання концепції модульності. Модульні концепції корабля виходять, у першу чергу, із можливостей такого конкретного корабельного оснащення, яке має здатність швидко й легко замінюватись. Результатом реалізації такої заміни є зміна призначення корабля та його можливостей виконувати певні задачі.

Першим вдалим рішенням концепції модульності у військовому кораблебудуванні (з елементами першого та другого різновиду (рис. 1), є концепція *MEKO* (*MEhrzweck-Kombination* – багатоцільовий комбінований корабель), яка належить німецькій суднобудівній та інжиніринговій компанії *Blohm+Voss* [11]. Концепція *MEKO* є прикладом втілення такого різновиду модульних концепцій у проектуванні і будівництві кораблів, який знайшов найбільш широке застосування у суднобудуванні. Концепція ґрунтується на блочно-модульному агрегуванні систем корабля та їх інтеграції зі всіма компонентами, що необхідні для роботи й управління цими системами. Модулі підключаються через стандартні інтерфейси до джерел живлення, вентиляції, кондиціонування, до інших модулів, а також до мереж (внутрішніх і зовнішніх) передачі даних і керування.

Первинний задум і зусилля розробників концепції *MEKO* (рис. 3) направлений на створення універсальної платформи корабля, на базі якої пропонуються різні варіанти його оснащення, що можуть змінюватись і налаштовуватись під час розробки проекту корабля відповідно до вимог замовників. Використання уніфікованих модульних елементів в концепції *MEKO* (модулі (блоки) *FES – Funktionseinheiten System*), таких як зброя і техніка, приносить значну економію виробничих витрат та дає можливість завершити системне, а головне – серійне, виготовлення і випробування модулів ще у цеху, тобто на березі.

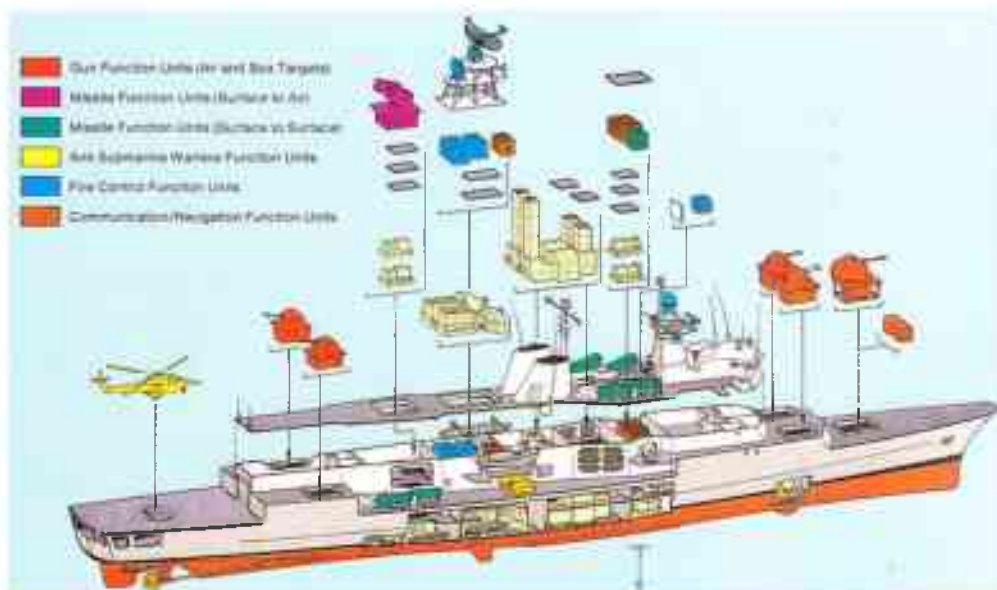


Рисунок 3 – Фрегат *MEKO 360H1 "Aradu"* (ВМС Нігерії, 1981 р.): варіанти зміни комплексу озброєння та обладнання у відповідності до місії [12].

В основу концепції *MEKO* покладені принципи:

– зменшення вартості будівництва кораблів за рахунок оптимізації виробництва на підприємствах суднобудівної галузі та інфраструктури і підприємств, які задіяні у виготовленні озброєння та комплектуючих;

– зменшення вартості будівництва кораблів за рахунок скорочення строків виконання замовлення (у тому числі – урахування ризиків інфляції), що є наслідком організації виробничих процесів, які відбуваються паралельно, з будівництвом самого носія та відповідних модулів;

– зниження витрат на підтримку корабля у готовності до виконання завдання (місії) у період експлуатаційного етапу ЖЦ, за рахунок зменшення часу на ремонт та проведення робіт з модернізації (можливість швидкої заміни модуля, який вийшов з ладу або заміни на більш сучасний зразок).

За концепцією *MEKO* було побудовано та поставлено, у різних комбінаціях, більше 60-ти багатоцільових кораблів (фрегати та корвети) для потреб ВМС різних країн [12]. Останній варіант цієї концепції є “бойовий корабель для прибережних вод” (корабель літоральної зони) – *MEKO CSL* (рис. 4), якій поєднує можливості усіх трьох основних концепцій модульності у суднобудуванні.

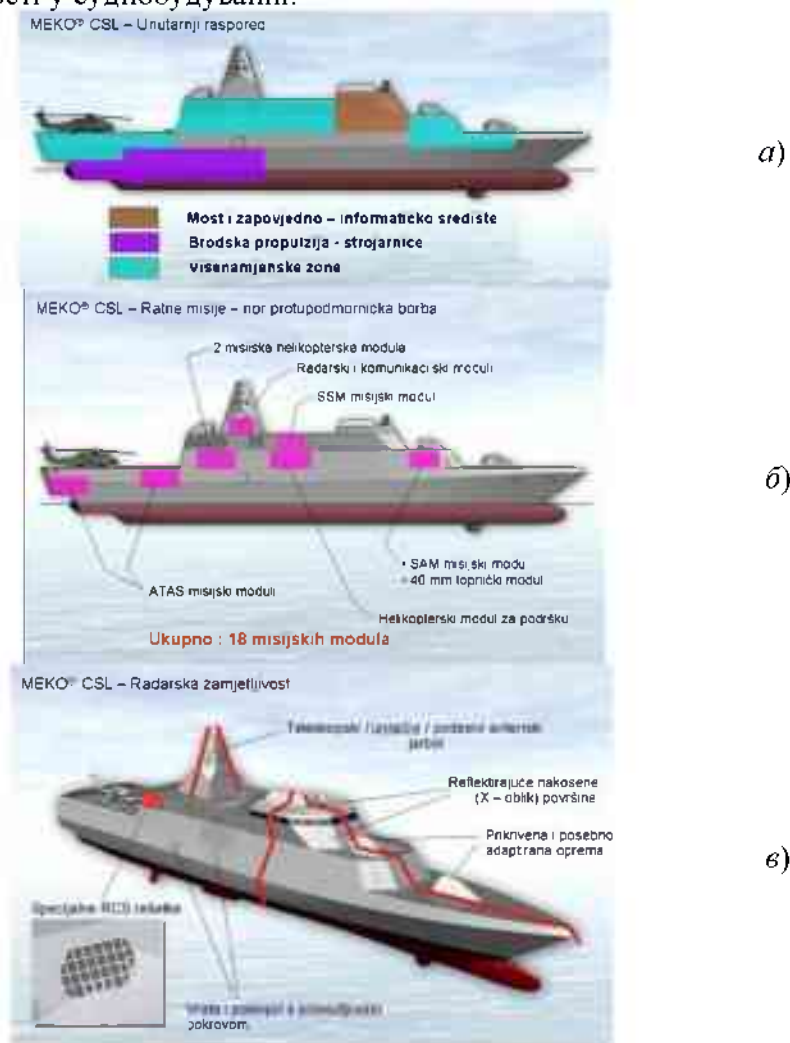


Рисунок 4 – Проект корабля літоральної зони *MEKO CSL* компанії *Thyssen Krupp Technologies AG* [13]: а), б) – варіанти використання концепцій модульності у відповідності до місії корабля; в) – приклад застосування технологій “малопомітності”.

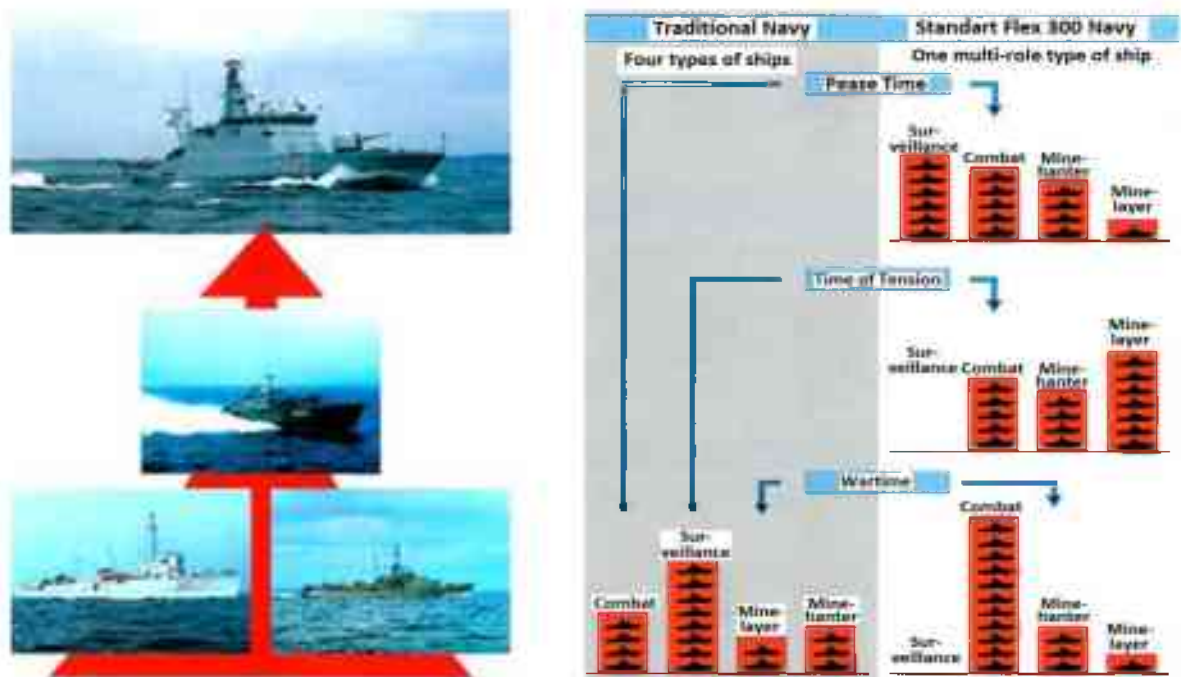
Під час розробки цього варіанту концепції *MEKO* був врахований досвід проектування та експлуатації інших типів кораблів (корветів класу *Visby*, кораблів класу *USS Freedom* проекту американської компанії *Lockheed Martin Corporation*). Це дозволило

отримати новий проект корабля, який за своїми можливостями та архітектурно-конструкторськими рішеннями є дуже привабливим для потенційних клієнтів, зокрема, завдяки урахуванню принципу «вільного простору», корабель легко адаптується для участі у тривалих та спільних міжнародних військових операціях. у тому числі, корабель здатний виконувати роль командної платформи. Завдяки уніфікації технології заміни модулів у концепції *MEKO CSL*, як і у *Standart Flex*, виконується головна вимога – час зміни місії корабля не перевищує 8...10 годин [13].

Інноваційним рішенням компанії *ThyssenKrupp Technologies AG* (Німеччина) є, також, невійськова версія корабля *MEKO Fusion*, яка призначена, насамперед, для поліцейських операцій, охорони виключних економічних зон, контролю зони рибальства, виконання митних завдань, моніторингу із дотримання екологічного законодавства тощо.

Ще одним прикладом реалізації першого різновиду модульних концепції є концепція *Standart Flex* [14] – комплектування корабля модулями у залежності від бойового завдання. Цю концепцію розроблено у 80-х роках минулого століття для заміни застарілого датського флоту й практично застосовано у ВМФ Данії. Так, на початку 80-х років ХХ століття, Королівський датський флот зіткнувся з проблемою, що до 1990 року необхідно вивести зі складу флоту 32 одиниці застарілих кораблів, з них – 10 підводних човнів, приблизно стільки ж фрегатів та інших класів кораблів. Залишені у складі флоту 22 корабля (6 – швидкохідних і 8 – патрульних, решта – тихохідні, з обмеженими морехідними якостями кораблі) були неспроможні виконувати наявні завдання. З метою створення реалістичної кораблебудівної програми, при визначених строках і ресурсах, був потрібен принципово новий підхід, який дозволяє реалізувати в одному корпусі корабля три класи кораблів – торпедні катери, міно-тральні та сторожеві (патрульні) кораблі (рис. 5).

Таку концепцію сформовано на модульній здатності конкретного обладнання вміщуватися у стандартний інтерфейс контейнера, який може бути швидко змінено на універсальній платформі. За результатами реалізації відповідної програми, ВМФ Данії отримала 14 кораблів проекту “*Standart Flex-300*” або класу “*Flyvefisken*”, які охоплювали можливості еквівалентні або більші, ніж увесь попередній корабельний склад.



а)

б)

Рисунок 5 – Концепція *Standart Flex* [14]: а) – задум концепції; б) – приклад нарахування спроможностей флоту при зміні безпекового середовища

Кораблі класу “*Flyvefisken*” (проект *Standart Flex-300*) дозволяють вирішувати завдання за декількома напрямкам, а саме [14]: *Surveillance Unit* – контроль за повітряною та надводною обстановкою в операційній зоні; *Combat Unit* – місія корабля, яка передбачає пошук та знищення надводних цілей (використання ракетної зброї); *Minelayer Unit* – корабель здатний виконувати завдання з постановки морських мін (до 60 мін); *Anti Submarine Warfare Unit* – завдання виявлення та знешкодження підводних човнів; *MCM Unit* – пошуку, розпізнавання та знешкодження мін; *Anti Pollution Unit* – дозволяє кораблю вирішувати завдання боротьби з забрудненням морських акваторій та захисту навколишнього середовища. Водночас проект *Standart Flex-300* (рис. 6) використовує концепцію модульності з метою забезпечення підвищеного рівня спроможностей корабельного складу флоту зі зменшенням числа класів кораблів за видами зброї.

Головна ідея концепції корабля проекту *Standart Flex-300* – можливість встановлювати відповідне озброєння та обладнання в уніфіковані контейнери (модулі *Stanflex*, див. рис. 7), з наступним їх розміщення у чотирьох “комірках” кормової частині корабля класу “*Flyvefisken*”. Саме таким чином змінюється цільове призначення і місія корабля.

Кожен модуль розміщений у контейнері із нержавіючої сталі розміром 3 × 3,5 × 2,5 м.



Рисунок 6 – Корабель проекту *Standart Flex-300* [6, 15]: приклад встановлення модулів *Stanflex* у відповідності до місії корабля

Прецизійне оброблення фланців гарантує якість ущільнення та комутацію із з'єднаннями для живлення, вентиляції, кондиціонування, зв'язку, подачі технічних речовин та передачі даних. При цьому виключений недолік, якій був притаманний на початковому етапі використання модулів *FES* в концепції *MEKO*, а саме, проблема ущільнення модуля з корабельними конструкціями. Зброя, або система, монтується на даху модуля, тоді як пристрої, електроніка та допоміжне обладнання розміщуються усередині. Модулі, як правило, встановлюються та замінюються 15-тонним автокраном. Загалом, було побудовано близько 100 різних модулів. Будь-який модуль можна замінити протягом 30 хвилин, а після завершення тестування системи, корабель готовий до розгортання і виконання місії протягом декількох годин. У бойовому інформаційному центрі

встановлюються стандартизовані консолі, роль яких визначається встановленим програмним забезпеченням, яке швидко замінюється. Легкість встановлення та використання справедливо порівнюється військово-морськими спеціалістами з іншим датським продуктом – конструктором *Lego*.

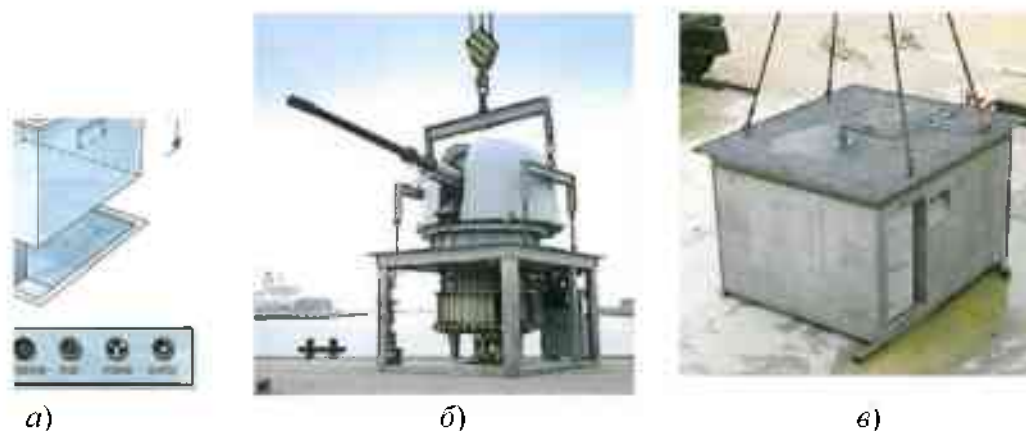


Рисунок 7 – Модулі типу *Stanflex* [14]: а) – габаритні розміри та підключення комунікацій; б) – приклад модуля з артилерійської установкою; в) – зовнішній вигляд контейнеру з розміщеним у ньому спеціальним обладнанням

Наступним інноваційним рішенням під час проектування та будівництва кораблів проекту *Standart Flex-300* є те, що корпус корабля виконаний за технологією “сендвіч-конструкції” із немагнітних матеріалів. Тим самим забезпечуються вимоги щодо фізичних полів корабля (початкове електромагнітне та електричне поле), зменшення ваги корпусних конструкцій та зниження експлуатаційних витрат на обслуговування та ремонт корпусу та корпусних конструкцій.

До переваг концепції – модульні контейнери (див. рис. 1), можна віднести: зручність технічного обслуговування та ремонту модулів; умови зберігання згідно інструкції з експлуатації (у тому числі в захищених від впливу навколишнього середовища приміщеннях); відсутність необхідності виводити корабель з компанії для технічного обслуговування модуля (озброєння та обладнання, що входять до його складу). При виведенні корабля з бойового складу ВМС, модулі можуть використовуватися іншими кораблями даного або іншого класу. Наприклад, модулі типу *Stanflex* з проекту корабля *Standart Flex-300* були адаптовані для використання на кораблях інших класів (типу *Absalon*), це значно збільшує гнучкість корабельного складу ВМС та зменшує витрати на утримання. Також, до переваг слід віднести комерційну привабливість кораблів, що будуються для іноземного замовника, тому що модулі вже виготовлені.

До недоліків віднесемо: витрати на виготовлення надлишкового числа модулів, витрати на технічне обслуговування під час зберігання, необхідність мати додаткові площі для зберігання модулів, утримувати персонал, що обслуговує їх та мати відповідні технічні засоби для здійснення демонтажних та монтажних робіт при заміні модулів.

Другою генерацією (*Second Generation 2000*) концепції *Standart Flex* прийнято рахувати їх адаптацію до використання на кораблях типу *Absalon* та патрульних кораблів типу *Knud Rasmussen* (рис. 8).

Використання одночасно концепції “модульний контейнер та модульний потенціал вільного простору”, дозволив у проекті корабля типу *Absalon* реалізувати п’ять “комірок” для різних модулів. Багатоцільова палуба (площею 900 м²) з кормовою рампою для горизонтальної вантажної обробки дозволяє створювати простір для похідного штабу (місія

корабля управління), плавучу ремонтну базу для проведення робіт з технічного обслуговування та ремонту корабельного устаткування (чисельність технічного персоналу до 70 осіб), розгортати мобільний госпіталь, який розрахований на надання допомоги 40 пацієнтам у добу або до 10 великих хірургічних операцій у випадку виникнення надзвичайних ситуацій [16].



а)

б)

Рисунок 8 – Приклад *second generation 2000* концепції *Standart Flex* [17]: а) – корабель типу *Absalon*, б) – патрульний корабель типу *Knud Rasmussen*

Інший корабель, що відноситься до *Second Generation 2000* є патрульний корабель типу *Knud Rasmussen* [17], які призначений для виконання місії в арктичних умовах експлуатації. Завдяки передбаченню під час проектування можливості використання модульної концепції (модульних контейнерів), корабель може виконувати завдання, щодо пошуку та порятунку, інспектування та захисту зон рибальства, виконувати проводку кораблів та суден в умовах льодової обстановки, виконувати функції корабля берегової охорони та інші. У випадку зміни безпекового середовища, завдяки швидкому встановленні необхідних модулів, корабель може отримати 76-мм артилерійську установку, ракети *Evolved Sea Sparrow* або протичовнові торпеди.

Аналіз досвіду використання кораблів (концепції *MEKO* та *Standart Flex*), дозволив науковцям та конструкторам створити нову концепцію типу *MOPCO (Modular Platform Concept)* [18], що підвищує безпеку кораблів протимінної оборони під час тралення. Ідея концепції (рис. 9) полягає у ретельному опрацюванні модульного обладнання, що досягається в уніфікації з'єднань та інтерфейсів для різних модулів (контейнерів) та обладнання місії, наприклад вантажних пристроїв (лебідки, крани тощо).



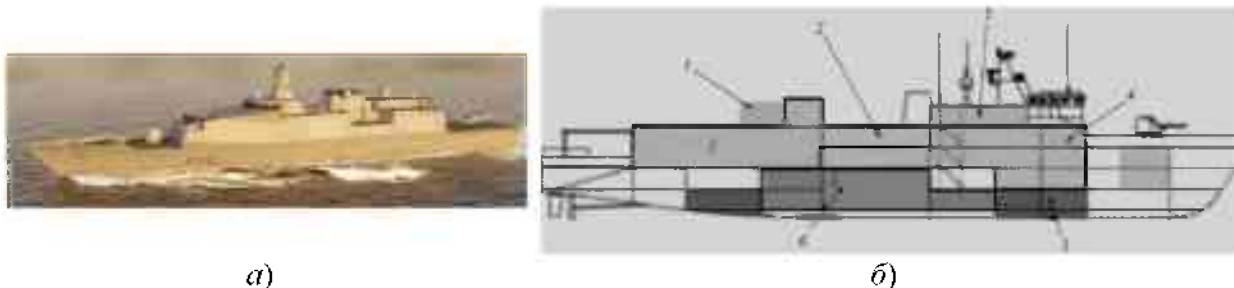
Рисунок 9 – Приклад реалізації концепції типу *МОРСО* [18]

Проектне бюро судноверфі *Abeking & Rasmussen* (Німеччина) та компанія *Lürssen Werft* в рамках програми *MJ2000 I (Minenjagd 2000 – полювання на міни 2000)*, яка проводилась в інтересах німецьких ВМС, створили платформу *SWATH* (рис. 10), яка використовує модулі, розраховані на вплив ударної хвилі (вибух морської міни). Ця платформа оптимізована за такими чинниками, як висока ударостійкість, низький рівень магнітного поля, низька вібро-акустична шумність механізмів тощо. Надбудова і рубка об'єднуються в "цільовий модуль", який жорстко встановлюється фронтально, тим самим поєднуючи два корпуси. Конструктивно у "цільовому модулі" розташоване усе основне та допоміжне енергетичне обладнання, яке забезпечує функціонування додаткових модулів, що визначають місію корабля. У залежності від встановлених додаткових модулів, корабель вирішує завдання протимінного забезпечення, розміщення та постановка мін, запуску підводних апаратів тощо. Зміна місії корабля у цьому випадку досягається за рахунок повної заміни модуля протимінного забезпечення базової платформи будь-яким іншим. Передбачено встановлення до трьох додаткових модулів, що забезпечують розміщення систем озброєння, обладнання для гідрографічних робіт, заходи охорони навколишнього середовища, підтримку роботи водолазів або операції протимінного забезпечення [19].

Наступна концепція "*Venator*", розробка (рис. 11) британського проектного центру *BMT Defence Services* [20]. Вона є результатом широкої програми досліджень, щодо опрацювання нових архітектурно-конструкторських і технологічних рішень стосовно корпусу та корпусних конструкцій, створення уніфікованої платформи, яка здатна вирішувати значну кількість завдань кораблів, удосконалення і розвитку існуючих різновидів модульних концепцій у суднобудуванні військових кораблів. Проект фрегата типу *VENATOR-110* включає інноваційні рішення щодо побудови внутрішнього простору корабля з використанням модульної концепції – модульний потенціал простору. Ідеологія проекту *VENATOR-110* полягає у поєднанні потужних керованих та адаптованих спроможностей в межах оптимізації співвідношення між тактико-технічними характеристиками "легкого" фрегату та обмеження його вартості. На відміну від концепції *Standart Flex*, в якій за короткий час змінюється озброєння та обладнання, що розміщено в модулі (контейнері), концепція "*Venator*" базується на використанні модульного потенціалу простору корабельних приміщень. Це співпадає з філософією дизайну/проекування, що має назву "*Middle Out*" і дозволяє знаходити компроміс [21] між постійно зростаючими вимогами до військових кораблів та їх спроможностями. Завдяки цьому можна уникнути ризику безперервного зростання вартості проектування та побудови корабля.



Рисунок 10 – Платформа типу *SWATH* [19]: а) – патрульний катер типу *Skrunda*; б) – пояснення, щодо “цільового модуля”; в) – приклад встановлення модуля з обладнанням для виконання завдань оборони



а)

б)

Рисунок 11 – Проект фрегату типу *VENATOR-110* [8, 20]: а) – проект фрегату; б) – концепція “*Venator*” компанії *BMT Defence Services*, де 1 – телескопічний ангар; 2 – модульний простір місії задач; 3 – простір бойового управління; 4 – житлові та службові приміщення; 5 – носові й кормові цистерни запасів; 6 – простір для машинних відділень та електростанцій; 7 – простір для безпілотних апаратів та засобів

Приміщення реконфігуруються (налаштовуються) під відповідні місії (завдання). Концепція передбачає наявність достатнього вільного простору (у тому числі, телескопічного ангару), яке пристосовано для реконфігурації під відповідне завдання, зокрема, розміщення безпілотних морських апаратів, технічних засобів, безпілотних літальних апаратів. Кормове приміщення, що пристосоване для реконфігурації простору, закінчується кормовою рампою, яка забезпечує можливість запуску безпілотних морських, у тому числі – підводних, плавальних апаратів, інших надводних технічних засобів. Для виконання таких завдань, як пошук, розпізнання та знищення морських мін, використовуються морські автономні апарати (це може бути як надводний, так і підводний безпілотний плавальний апарат), які розміщені та готуються до використання за призначенням у передбаченому корабельному приміщенні. Керування такими технічними засобами може здійснюватися, як з мобільного посту управління, так і із контейнеру (звичайного 20-ті футового), що розміщений у телескопічному ангарі на верхній палубі. Використання безпілотних автономних технічних засобів дозволяє вирішувати завдання протимінного забезпечення на достатній відстані від корабля, що створює безпечні умови для проведення такої операції. З іншого боку, це дає можливість проектантам корабля мінімізувати вимоги до нього з питань ударостійкості та рівня фізичних полів, що у підсумку знижує вартість корабля.

Таким чином, спираючись на накопичений багатий досвід розробки та проектування військових кораблів, компанія *BMT Defence Services*, створила проект *VENATOR-110* – надзвичайно гнучкого та легко адаптованого до різних місій сучасного військового корабля [20]. Корабель цього проекту, являє собою платформу, здатну забезпечити широкий спектр завдань (місій) за оптимальною інтегрованою якістю [22].

Висновки. Проведений аналіз різновидів модульних концепцій, які впроваджені або плануються до використання під час проектування військових кораблів та суден свідчить про наступне.

1. Концепції *MEKO* та *Standart Flex* у свій час були проривними рішеннями для військових флотів окремих країн Світу. Надлишковість обладнання та необхідність в додаткових силах та засобах їх реалізації, призводять до суттєвих фінансових витрат при реалізації, утриманні і практичному використанні. Саме ці чинники доводять необхідність відмови від таких концепцій.

2. Концепції *МОРСО* та *Venator* залишились "на папері", внаслідок складності конструкторських рішень та необхідності у додаткових силах, додаткових технологіях та засобах реалізації.

3. Стрімкий розвиток інформаційних технологій, ідеології побудови "інтелектуального" озброєння (зокрема, на нових фізичних принципах), активна інтеграція військових та комерційних конструкторських установ у проектуванні, побудові і утриманні військових кораблів, розвиток теорій ведення бойових дій (теорія роя та інших) та практичного застосування морських та літальних безпілотних апаратів, які керуються за допомогою штучного інтелекту, змусили науковців та проектувальників розглядати військовий корабель як складну, модульну, синергетичну систему, що інтегрується у дії флоту. В умовах сьогодення найбільш вживаним різновидом модульної концепції є модульний потенціал простору.

4. Використання різновидів модульних концепцій під час проектування перспективних кораблів ВМС ЗС України або модернізації (реновації) наявних, слід вести з погляду:

– передбачення штатних місць на кораблі для кріплення додаткового устаткування, що дозволить використовувати безпілотні системи;

– можливості зміни конфігурації приміщень, які за короткий проміжок часу дозволять перетворити корабель або катер в командну платформу для керування морським роєм або інтегруватися в єдину систему висвітлення надводної обстановки та ін.

5. Поєднання позитивних чинників модульних концепцій дозволить:

– по-перше, забезпечити оптимізацію витрат, як під час побудови кораблів так і протягом їх життєвого циклу (завдяки універсальності носія та уніфікації процесів технічного обслуговування і ремонту);

– по-друге, знайти компромісне рішення між забезпеченням спроможностей країни у розвитку ВМС та утримання сил та засобів для рішення безпекових завдань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 серпня 2021 року "Про Стратегічний оборонний бюлетень України". Указ президента України від 17 вересня 2021 року №473/2021 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.president.gov.ua/documents/4732021-40121>.

2. Стратегія Військово-Морських Сил Збройних Сил України 2035 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://navy.mil.gov.ua/strategiya-vijskovo-morskyh-syl-zbrojnyh-syl-ukrayiny-2035>.

3. Erikstad S. O. Modularisation in Shipbuilding and Modular Production. – Trondheim (Norwegian University of Science and Technology), Norway, 2009. – 56 p.

4. Babcock team 3. Next-generation frigate for Royal Navy [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://odensemairitime.com/cases/case1>.

5. Doerry N, Koenig P. Modularity and Adaptability in Future U.S. Navy Ship Designs [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<http://doerry.org/norbert/papers/20171010%20Doerry-Koenig%20Modularity%20distro%20A.pdf>.

6. Volker Bertram. Modularization of Ships. Report within the Framework of Project "Intermodul" s/03/G IntermareC [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://pdfcoffee.com/modularization-of-ships-pdf-free.html/>

7. Голиков В. В., Мазур О. Н., Онищенко О. А. Особенности проектирования многоцелевого судна двойного назначения ледового класса. Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" зб. наук. пр. сер.: Нові рішення в сучасних технологіях. – 2016. – № 42 (1214). – С. 29-37.
8. Киричук О. М. Оцінка можливостей модульних технологій кораблебудування в інтересах ВМС Збройних Сил України / Озброєння і військова техніка. – Київ: НУ Оборони України, 2014. – Вип. 3. – С.44-48
9. США запропонували Україні два фрегати типу Oliver Perry [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://milnavigator.tv/ssha-zaproponuvaly-ukrayini-dva-fregaty-typu-oliver-perry-video>.
10. Клименко А. Блокування портів Маріуполя та Бердянська силами РФ: статистика та тенденції. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.mfaua.org/uk/publications/blokuvannia-portiv-mariupolia-ta-berdianska-sylamy-rf-statystyka-ta-tendentsii>.
11. Press release Company Thyssenkrupp AG. Blohm + Voss on the exhibition Pacific 2004 in Sydney [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.thyssenkrupp.com/en/newsroom/press-releases/blohm---voss-on-the-exhibition-pacific-2004--in-sydney--australien---german-pavilion-2751.html>.
12. Aradu A. Multi-role frigate [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://www.military-today.com/navy/aradu.htm>.
13. МЕКО CSL: нјемачки пројект корвете за приобални роја [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hrvatski-vojniki.hr/meko-csl-njemacki-projekt-korvete-za-priobalni-pojas>.
14. Standard Flex 300 the true multi-role ship. – DanYard, Frederikshavn – Denmark. 1992 – 16 p.
15. Данія готова продати кораблі Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://mil.in.ua/uk/daniya-hotova-prodaty-korabli-ukrayini>.
16. Absalon Class Combat / Flexible Support Ship [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.naval-technology.com/projects/absalon>.
17. Ships And Platforms / Standard flex concept. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://navalteam.dk/ships-and-platforms>.
18. Douglas C Deans. Warships Cost Reductions and Longevity / C Deans Douglas // Indian Defence Review. – 2011. – Vol 26.2, pp. 37-44.
19. Skrunđa SWATN@A&R patrol boat. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.abeking.com/en/ship/skrunda>.
20. BMT VENATOR-110 Frigate. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://mil.in.ua/uk/daniya-hotova-prodaty-korabli-ukrayini>.
21. Волянська Я., Обнявко Г., Волянський С., Онищенко О. Методика підтримки прийняття "компромісних рішень" при синтезі складних систем різного призначення. Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. пр. – 2018. – № 3(67). – С. 5-15.
22. Обнявко Г. С., Онищенко О. А. Визначення ефективності тендерних проєктів у військовій економіці методами економетрики. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія "Економічні науки", № 9, Ч. 2, 2014. – С. 212-218.

1. On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated August 20, 2021 "On the Strategic Defense Bulletin of Ukraine". Decree of the President of Ukraine dated September 17, 2021 No. 473/2021 [Electronic resource]. - Access mode:
<https://www.president.gov.ua/documents/4732021-40121>.
2. Strategy of the Naval Forces of the Armed Forces of Ukraine 2035 [Electronic resource]. – Access mode:
<https://navy.mil.gov.ua/strategiya-vijskovo-morskyh-syl-zbrojnyh-syl-ukrayiny-2035>.

3. Erikstad S. O. Modularisation in Shipbuilding and Modular Production. – Trondheim (Norwegian University of Science and Technology), Norway, 2009. – 56 p.
4. Babcock team 3. Next-generation frigate for Royal Navy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://odensemarmaritime.com/cases/case1>.
5. Doerry N, Koenig P. Modularity and Adaptability in Future U.S. Navy Ship Designs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://doerry.org/norbert/papers/20171010%20Doerry-Koenig%20Modularity%20distro%20A.pdf>.
6. Volker Bertram. Modularization of Ships. Report within the Framework of Project “Intermodul” s/03/G IntermareC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pdfcoffee.com/modularization-of-ships-pdf-free.html/>
7. Golikov V. V., Mazur O. N., Onishchenko O. A. Features of the design of a multi-purpose ice-class dual-purpose vessel. Bulletin of the National technical University “KhPI” Coll. of science pap. Ser.: New solutions in modern technologies. – 2016. – № 42 (1214), pp. 29-37.
8. Kyryzyuk O. M. Evaluation of the capabilities of modular shipbuilding technologies in the interests of the Navy of the Armed Forces of Ukraine. Armament and military equipment. – Kyiv: National University of Defense of Ukraine, 2014. – Vol. 3, pp. 44-48
9. The USA offered Ukraine two frigates of the Oliver Perry type [Electronic resource]. - Access mode: <https://milnavigator.tv/ssha-zaproponuvaly-ukrayini-dva-fregaty-typu-oliver-perry-video>.
10. Klymenko A. Blocking the ports of Mariupol and Berdyansk by the forces of the Russian Federation: Statistics and Trends. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.mfa.ua/uk/publications/blokuvannia-portiv-mariupolia-ta-berdianska-sylamy-rf-statystyka-ta-tendentsii>.
11. Press release Company Thyssenkrupp AG. Blohm + Voss on the exhibition Pacific 2004 in Sydney [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.thyssenkrupp.com/en/newsroom/press-releases/blohm---voss-on-the-exhibition-pacific-2004--in-sydney--australien---german-pavilion-2751.html>.
12. Aradu A. Multi-role frigate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.military-today.com/navy/aradu.htm>.
13. MEKO CSL: njemački projekt korvete za priobalni poja [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hrvatski-vojniki.hr/meko-csl-njemacki-projekt-korvete-za-priobalni-pojas>.
14. Standard Flex 300 the true multi-role ship. – DanYard, Frederikshavn – Denmark. 1992, 16 p.
15. Denmark is ready to sell ships to Ukraine [Electronic resource]. – Access mode: <https://mil.in.ua/uk/daniya-hotova-prodaty-korabli-ukrayini>.
16. Absalon Class Combat / Flexible Support Ship [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.naval-technology.com/projects/absalon>.
17. Ships And Platforms / Standard flex concept. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://navalteam.dk/ships-and-platforms>.
18. Douglas C Deans. Warships Cost Reductions and Longevity. Indian Defence Review. – 2011. – Vol. 26.2, pp. 37-44.
19. Skrunda SWATH@A&R patrol boat. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.abeking.com/en/ship/skrunda>.
20. BMT VENATOR-110 Frigate. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mil.in.ua/uk/daniya-hotova-prodaty-korabli-ukrayini>.
21. Volyanskaya Ya., Obnyavko T., Volyanskiy S., Onishchenko O. Techniques for supporting the adoption of "compromise decisions" in the synthesis of complex systems of various purposes. Project management and production development: Coll. of science pap. – 2018. – № 3(67), pp. 5-15.

22. Obnyavko T. S., Onishchenko O. A. Determining the effectiveness of tender projects in the military economy using econometric methods. Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences", № 9, Part 2, 2014, pp. 212-218.

Sapiha V. V., Onishchenko O. A., Shumylo O. M.

DEVELOPMENT OF THE MODERN MILITARY AND NAVAL FORCES OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE: MODULAR CONCEPTS

A critical analysis of the classic model of building existing naval fleets is presented. With the help of open sources of information, the article provides an analysis of the types of modular concepts existing in various military fleets of the world. These are the concepts of building ships, vessels of the auxiliary fleet, power plants, etc. Such concepts are actively used in modern shipbuilding. In particular, in the renovation and conversion of ships, design, construction and operation of warships and dual-purpose ships, including autonomous ones. The results of the analysis show that the practical use of modular concepts allows to significantly reduce the negative features of the classic model of fleet construction. For the most widespread types of modular concepts, which use varieties of modular concepts, a brief retrospective of their appearance, the ideology of implementation, the principles of their conceptual and architectural composition and the resources necessary for their creation is given. The thesis that currently existing varieties of modular concepts represent a structurally limited symbiosis of well-known and very complex solutions is substantiated. Based on the analysis of the varieties of modular concepts, in particular, their positive features, the possibility of choosing the optimal (according to the given criteria) their varieties, or a combination of varieties, with the aim of forming promising architectural and compositional outlines of ships and vessels of the auxiliary fleet of the Naval Forces of the Armed Forces of Ukraine is shown.

Keywords: life cycle of the ship, flexible solutions, modernization, conversion, Standard Flex, modular systems, MEKO, integrated quality indicators.