

УДК 629.5.01

ЦИФРОВІ ІННОВАЦІЇ SHIPBUILDING 4.0 В ВИРОБНИЦТВІ, НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ І НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**Король Ю.М.¹, Любицька Н.Г.²***¹кандидат технічних наук,**доцент, керівник навчально-наукового центру «Гідромеханіка»**Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова**м. Миколаїв, Україна, yuriy.korol@nuos.edu.ua**²аспірант**Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова**М. Миколаїв, Україна, natasha19930712@gmail.com*

Анотація. Виконано аналіз сучасних комп'ютеризованих систем проектування (CAD), інженерного аналізу (CAE) і виготовлення (CAM), що забезпечують безумовне підвищення якості, економічної ефективності і конкурентоспроможності підприємств суднобудівної галузі України. Визначено основні досягнення та існуючі проблеми бакалаврату і магістратури в опануванні CAD CAE і CAM системами в НУК. Сформульовано основні напрямки використання CAD CAE і CAM систем в наукових дослідженнях та виконанні дослідницьких робіт для проектних і виробничих організацій аспірантами і науковцями НУК.

Ключові слова: суднобудівна галузь, аналіз сучасних CAD CAE і CAM систем, досягнення і проблеми опанування, напрямки використання в наукових дослідженнях.

Вступ. Суднобудівна галузь складається з проектних організацій, суднобудівних підприємств і підприємств-постачальників, кількість яких досягає декількох сотень для проекту цивільного судна і кількох тисяч - для проекту корабля.

Основним напрямком відродження і розвитку суднобудівної галузі є автоматизація і роботизація виробничих процесів шляхом діджиталізації за допомогою сучасних суднобудівних і машинобудівних CAD, CAE і CAM систем, які гарантовано забезпечують підвищення якості, економічної ефективності і конкурентоспроможності.

SHIPBUILDING 4.0 – інформаційна платформа 4-го рівня фундації призначена для фіксації, планування та впровадження інноваційних технологій в суднобудівну галузь виробництва.

Метою доповіді є демонстрація ролі і можливостей цифрових інновацій SHIPBUILDING 4.0 на виробництві, в навчальному процесі і наукових дослідженнях. В доповіді розглянуто наступні задачі.

Аналіз сучасних 3D CAD CAE і CAM систем, впровадження яких безумовно забезпечить суттєве підвищення якості, економічної ефективності і конкурентоспроможності підприємств суднобудівної галузі України.

Найбільш поширеними в суднобудівній галузі сучасними інтегрованими програмно-обчислювальними комплексами (ПОК) є наступні:

AVEVA MARINE (<https://www.aveva.com>);NUPAS CADMATIK (<https://www.cadmatic.com>);FORAN (<https://www.marine.sener/foran>);CATIA (<https://www.3ds.com>);SOLID WORKS (<https://www.solidworks.com>);AUTOSHIP (<https://cadcam.autoship.com>);DEF CAR (<https://www.cintranaval.com>);NAPA (<https://www.napa.fi>);MAXSURF (<https://www.bentley.com>);FREESHIP+ (<https://hydro.ucoz.net/index.html>);

RHINOCEROS (<https://www.rhino3d.com>);
SHIPCONSTUCNOR (<https://www.ssi-corporate.com>).

Відмінною особливістю сучасних суднобудівних і машинобудівних CAD, CAE і CAM систем є перехід на 3D і 4D (симуляція руху) технології моделювання, що суттєво скорочує час на розробку проектів, підвищує їх якість і створює платформу для автоматизації як самого процесу проектування так і виробництва за допомогою верстатів з ЧПК та промислових роботів.

В якості прикладу використання CAD/CAM систем (рис. 1) розглянуто особливості проектування і виготовлення трубопроводів суднових систем. Треба підкреслити, що якість і трудомісткість виготовлення і монтажу суттєво залежить від якості створених 3D моделей як самих трубопроводів, так і 3D моделей суднового корпусу та розташування суднового обладнання і механізмів.



Рис. 1. 3D модель трубопроводів машинного відділення і трубо згінний верстат з ЧПК

Досягнення та існуючі проблеми бакалаврату і магістратури в опануванні CAD CAE і SAM системами в НУК.

Досягненнями Національного університету кораблебудування можна вважати отримання 4 офіціальних ліцензій на системи NUPAS CADMATIK, SOLID WORKS, MAXSURF, RHINOCEROS та розробку власної CAD/CAE системи FREESHIP+. Всі ці системи впроваджено в навчальний процес бакалаврату і магістратури (рис. 2).

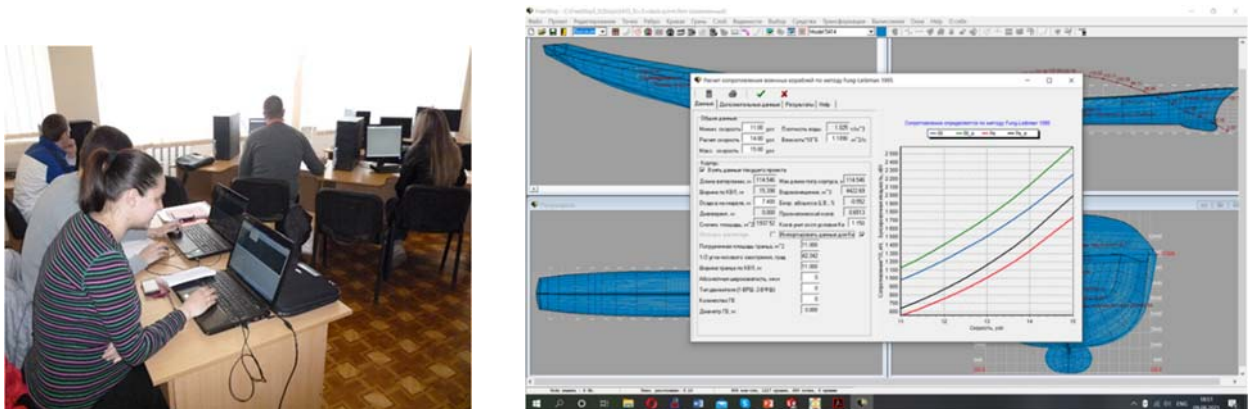


Рис. 2. Комп'ютеризована аудиторія і інтерфейс FREESHIP+

Практикою їх використання розкрито наступні проблеми:

1) сучасні CAD, CAE і SAM системи потребують для свого ефективного використання обчислювальної техніки підвищеної потужності, наприклад, artline w35 v02 з монітором dell 210 в кількості 100 комплектів (2,7 мільйонів грн);

2) потрібні кошти на придбання 5 ліцензій дуже популярної і поширеної CAD/CAE системи ANSYS, яка використовується для чисельного розв'язування задач гідро-газо і термодинаміки та міцності (вартість ліцензії на одне робоче місце складає 720000грн);

3) для виконання актуальних наукових досліджень потрібних для розвитку підприємств галузі необхідні кошти для придбання 5 робочих станцій Power Up Desktop #38 (вартість однієї станції 150000грн).

Основні напрямки використання CAD CAE і CAM систем в наукових дослідженнях та виконанні дослідницьких робіт для проектних і виробничих організацій аспірантами і науковцями НУК.

В доповіді наведено приклади такого підходу і, зокрема, елементи початкової стадії проектування waves piercing туристичного катамарана для Миколаївського пароплавства. В результаті концептуального аналізу даних з інтернет-ресурсів [1] і [2] отримано в першому наближенні довжина, ширина корпусу, кліренс та осадка для проекту катамарана на 40 пасажирів з швидкістю руху 30 вузлів. При розробці теоретичного креслення і побудові 3D моделі судна використовувалася методика і програмне забезпечення автора доповіді [3] з урахуванням вимог до технологічності виготовлення і зниження будівельної вартості проекту. 3D модель судна, що представлена на рис. 4 використовується для визначення опору руху в модулі Flow Simulation CAE системи Solid Works.

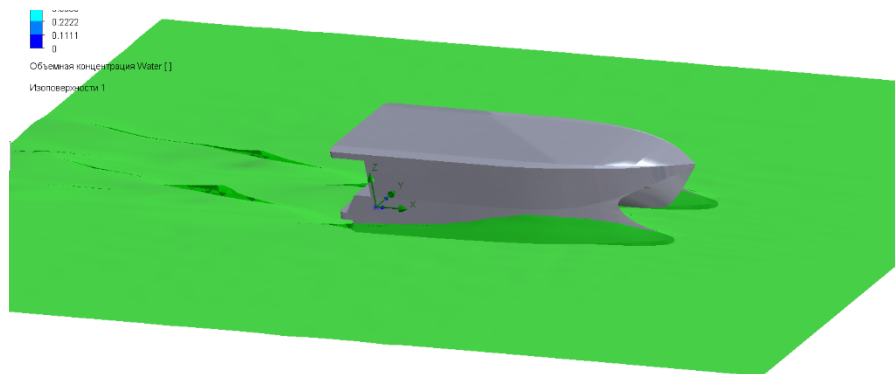


Рис. 4. CFD моделювання процесу обтікання судна

Висновки і рекомендації. Впровадження сучасних CAD CAE і CAM систем безумовно забезпечить підвищення якості, економічної ефективності і конкурентоспроможності підприємств суднобудівної галузі України, тому залучення коштів для придбання цих систем, комп'ютерної техніки, верстатів з ЧПК і промислових роботизованих комплексів є пріоритетною умовою відродження усіх підприємств галузі.

Важливою складовою успішності впровадження сучасних CAD CAE і CAM систем є підготовка в навчальних закладах України відповідних фахівців, які володіють технологією їх використання, що безумовно потребує додаткового фінансування для придбання комп'ютерної техніки і програмного забезпечення.

Використання сучасних CAD CAE і CAM систем в наукових дослідженнях суттєво скорочує обсяг фізичного експериментування, підвищує якість і інформативність отриманих результатів, а при наявності потужної обчислювальної техніки і якісного програмного забезпечення сприяє поглибленню досліджень і оперативності отримання результатів.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www.zdship.ru/products/shipbuilding/speed-shipbuilding/>
2. <https://pdf.nauticexpo.com/pdf/nautic-africa-69044.html>
3. Король Ю.М. Принципы, методы и средства построения 3D моделей судовой поверхности и твердых тел. Материалы ВНТК, Николаев, НУК, 2020, с.37-42

Numerical innovations shipbuilding 4.0 in production, educational process and research

YU. Korol, N. Lyubitskaia

Abstract. The analysis of modern computerized systems of design (CAD), engineering analysis (CAE) and manufacturing (CAM) is provided, which provides unconditional increase of quality, economic efficiency and competitiveness of enterprises of shipbuilding industry of Ukraine. The main achievements and existing problems of the bachelor's and master's degree in mastering CAD CAE and CAM systems in NUS are determined. The main directions of use of CAD CAE and CAM systems in scientific researches and performance of research works for design and production organizations by post - graduate students and scientists of NUS are formulated.

Key words: shipbuilding industry, analysis of modern CAD CAE and CAM systems, achievements and problems of mastering, directions of use in scientific researches.

УДК 621.43.016

**РОЗВИТОК НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ОСНОВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
І КОМПАКТНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК
ІНТЕНСИФІКАЦІЮ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В ЇХ ЕЛЕМЕНТАХ****Кузнецов В.В.***кандидат технічних наук,**докторант кафедри Системотехніки морської інфраструктури та енергетичного менеджменту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,**м. Миколаїв, Україна**valeriy.kuznetsov@nuos.edu.ua*

Анотація. Представлені результати роботи по підвищенню ефективності і компактності енергетичних установок шляхом інтенсифікації теплопередачі в їх елементах. Сформульовані проблема, мета, цілі, предмет та об'єкт дослідження. Представлені основні наукові положення та результати.

Ключові слова: енергетична установка, ефективність, елемент, інтенсифікація, теплообмінний апарат.

Підвищення ефективності транспортних та стаціонарних енергетичних установок здійснюється за рахунок вдосконалення процесів перетворення теплоти в їх елементах. Ці процеси визначаються законами термодинаміки і тепломасообміну і впливають на показники установок – ефективний ККД, рівень теплових та шкідливих викидів, ресурс, компактність. Важливу роль при цьому відіграють теплообмінні апарати.

Зростання масогабаритних показників цих апаратів при вдосконаленні суднових енергетичних установок та обмеження їх ефективності у зв'язку з цим визначило **запит практики** – розробку і впровадження науково-технічних рішень підвищення ефективності процесів переносу теплоти і маси в теплообмінних апаратах цих установок для комплексного поліпшення їх економічних, екологічних, ресурсних і масогабаритних характеристик і забезпечення зменшення споживання палива та емісії шкідливих речовин.

Розглянувши сучасний стан підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів та зменшення теплових і шкідливих викидів відпрацьованих газів в судновій енергетиці, можна зробити висновок про актуальність вдосконалення енергетичних установок шляхом інтенсифікації процесів переносу теплоти і маси в їх теплообмінних апаратах та створення