



## Methodology for Design of Learning Courses in the Circs of Classroom Hours Reduction

---

Vitalii Budashko

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

November 11, 2020

УДК 629.56.064.5+620.9+629.5

## **МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ В УМОВАХ СКОРОЧЕННЯ АУДИТОРНИХ ГОДИН**

**В. В. Будашко**

## **METHODOLOGY FOR DESIGN OF LEARNING COURSES IN THE CIRCS OF CLASSROOM HOURS REDUCTION**

**V. V. Budashko**

*У даній роботі описується методологія дизайну нового курсу проектування суднового пропульсивного комплексу на основі опору руху судна та збурюючих сил, що діють на нього. Приводом для розробки нового курсу на цю тему стало перепроєктування освітньої програми підготовки бакалавра за спеціальністю «Річковий та морський транспорт», спеціалізації «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики» Національного Університету «Одеська морська академія». Зміни методики викладання полягали у тому, що нова програма була необхідна для засвоєння теоретичного матеріалу і призвела до впровадження динамічних моделей комплексу суднових рушіїв для моделювання руху судна. Інтеграція таких моделей в освітнє середовище є складним завданням. Результати проектних зусиль обговорюються в даній роботі шляхом аналізу моделей, розроблених здобувачами при першому освоєнні курсу, і отриманих від них зворотних зв'язків продовж подальшого навчання.*

*Ключові слова: освітня програма, методологія, ECTS, опір руху судна, суднові рушії, DMI-модель*

*This paper describes the methodology for designing the new course of design for the ship propulsion complex based on the resistance of the ship's movement and the driving forces acting on it. The reason for the development of the new course on this subject was the redesign of the educational program of bachelor's training in the specialty "River and Sea transport", specialization "Operation and Mounting of ship electrical equipment and automation" of the National University "Odessa Maritime Academy". Changes in teaching methodology consisted in the fact that the new program was not necessary for the assimilation of theoretical material and led to the introduction of dynamic models of the ship propulsion system for modeling the movement of the ship. Integrating such models into the educational environment is challenging. The results of the design effort are discussed in this paper by analyzing models developed by first-time course learners and feedback received from them during further training.*

*Keywords: educational program, methodology, ECTS, ship's movement resistance, propulsion, DMI-models*

## 1. Вступ.

Намагаючись допомогти здобувачам освіти отримати чіткий огляд освітньої програми, за якою вони навчаються, всі освітні програми ступеня бакалавр (*BSc*) у Національного Університету «Одеська морська академія» (НУ «ОМА») протягом останніх кількох років були перероблені, включаючи великі курси. Ідея полягає в тому, що здобувачі стають більш ефективними в успішному завершенні освітнього процесу, коли вони мають кращий огляд загальної програми, як наслідок меншої кількості курсів (предметів). Наприклад, у попередній програмі за спеціальністю «Річковий та морський транспорт», спеціалізації «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики» програми курсів (предметів), як правило, складалися із двох, трьох або чотирьох кредитів *ECTS* (*European Credit Transfer System*) – європейська система для вимірювання ваги компонентів навчальної програми. В Україні один *ECTS* становить приблизно 30 годин навчального навантаження. Кожен рік містить шістдесят кредитів *ECTS*, а в НУ «ОМА» вони поділяються на два періоди (семестри) на рік. Тому кожен період (семестр) містив приблизно  $60/2/3 = 10$  курсів (предметів) у попередній програмі. В новій програмі, з одного боку, намітився логічний шлях по збільшенню за кредитами курсів, з іншого – зменшення аудиторних (контактних) годин за рахунок збільшення терміну плавального цензу до необхідних 12 тижнів, яке призвело до зменшення тривалості періодів (семестрів). Тобто, з'явилася потреба об'єднувати курси у великі *ECTS*, які проходять протягом двох періодів, тобто, наприклад курс суднового автоматизованого електроприводу (3 *ECTS*) в один період (6 семестр) і курс автоматизованих пропульсивних електричних установок (3 *ECTS*) в наступному (7 семестр).

У рамках всеуніверситетської програми реорганізації освітніх програм бакалавра, два курси освітньої програми пропонується об'єднати в новий курс. Один з них зосереджувався на автоматизації електроприводів суднових рушіїв, а інший – на розрахунку опору руху судна згідно буксировочної потужності, розрахунку потужності приводного двигуна та удосконаленню обраної системи живлення та управління. Зміст нового курсу приблизно такий же, як і попередніх, але використовує іншу методику викладання: він більш орієнтований на проектування, ніж раніше. Це означає, що курсанти (студенти) отримують завдання (наприклад, група з чотирьох) на початку курсу, і оцінка базується на їх виконанні завдання протягом періоду навчання. Це відрізняється від «класичних» курсів, які є індивідуальними і оцінюються за допомогою іспиту в кінці курсу. Лекції, що стосуються теоретичного матеріалу, мають місце в новому, орієнтованому на проект курсі, але тепер вони забезпечують негайну підтримку завдання проекту, а не підтримку підготовки до випускного екзамену.

Причина того, що курс був орієнтований на проект, міститься у створенні нової навчальної програми, яка є сумішшю класичних курсів та проектно-орієнтованих курсів. Кожен період (семестр) складається з класичних лекцій *ECTS*, що присвячені методам розрахунків різноманітних суднових електроп-

риводів, класичних лекцій з фундаментальної теорії інженерії та проектно-орієнтованих. Звичайно, ці всі лекції базуються на курсах теоретичних основ електротехніки, теорії електроприводу, електричних машин. Проектно-орієнтовані лекції більш конкретизовані, ніж інші курси за той же період, і стосуються конкретних тем, наприклад, суднового пропульсивного електричного комплексу (установки). Важливо, що ці міркування не є остаточними і можуть бути змінені та доповнені.

Місце нового курсу в навчальному плані визначається тим, що суднові автоматизовані електроприводи і автоматизовані пропульсивні електричні установки добре піддаються засвоєнню у проектно-орієнтованій формі. У будь-якому випадку, той факт, що курс орієнтований на проектне рішення, вимагав нових методів навчання та нового способу оцінювання. Це відкрило шлях до впровадження нового елемента у курсі: динамічні моделі суднових пропульсивних комплексів (*DMI*-моделі), що здатні імітувати плавання суден у часовій області.

## **2. Мета і задачі дослідження.**

Метою даної роботи є опис дизайну курсу проектування суднових автоматизованих пропульсивних електричних установок з акцентом на інтеграцію *DMI*-моделі [1] в освітнє середовище. Буде показано, як *DMI*-модель дозволяє курсантам (студентам) управляти кермом судна (принаймні в цифровому форматі) від початку освоєння матеріалу і як відбувається мотивація їх під час навчання для освоєння основ і принципів роботи суднових автоматизованих електроприводів і систем управління ними, включаючи їх найважливіші компоненти.

## **3. Аналіз літературних даних та постановка проблеми.**

Більшість процесів проектування починаються із встановлення вимог до проекту, який має бути розробленим. Якщо це стосується, наприклад, суднового автоматизованого пропульсивного електричного комплексу (САПЕК), то, насамперед, це також стосується і курсу, який присвячено цьому проекту. Отже, які вимоги до проектного курсу нового САПЕК?

Все починається, з загальної точки зору, із вимог до створення дисциплін у галузі вищої освіти [2]. В НУ «ОМА» знання методології викладання та критеріїв оцінювання результатів є обов'язковим для всіх працівників, які займаються викладанням. Одним з найважливіших аспектів цього є те, що цілі навчання, методи навчання та оцінювання повинні бути узгоджені із освітніми програмами. Це основоположна вимога до навчальних дисциплін (курсів), у порівнянні із судном, ймовірно схоже на очевидну вимогу щодо його конструкції, яка стверджує, що судно повинне плавати вертикально. Вимоги щодо верифікації навчальних цілей, методів викладання та оцінки зображується у «трикутнику навчання», що відображено на рис. 1 [3]. Як обговорювалося у вступі, методика

викладання та оцінка для нового курсу відрізняються від попередніх. Відповідно до цього це також означає, що цілі навчання повинні бути переоцінені. Дизайн нового курсу з основ проектування та розрахунку САПЕК було досягнуто завдяки ретельному підходу, який включав переоцінку цілей навчання, застосування нової методики навчання, що зумовлює інтеграцію *DMI*-моделей суден та нових методів оцінки.

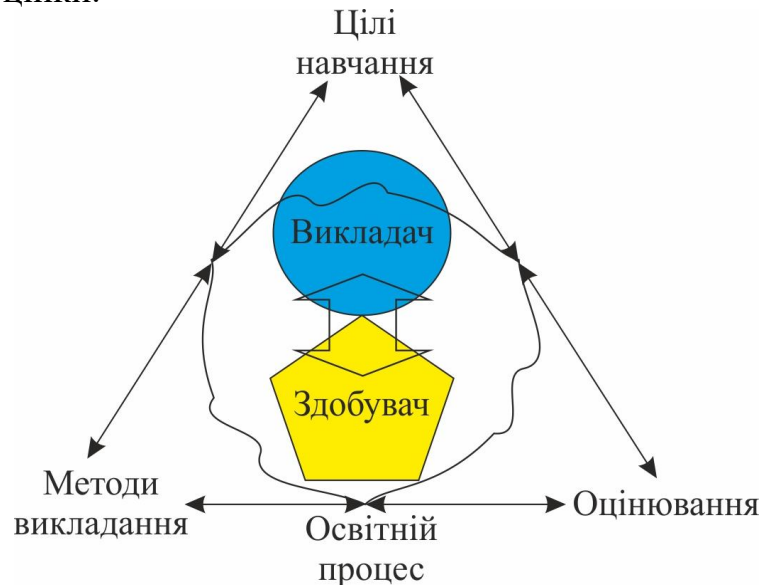


Рис. 1. Трикутник навчання

Зрозуміло, що розробка нового курсу повинна починатися із встановлення цілей навчання, адже цілями навчання насправді є вимоги викладача до здобувача вищої освіти щодо отримання ними результатів навчання наприкінці курсу. Відповідно до трикутника навчання це також означає, що цілі навчання пред'являють вимоги як до методів навчання, так і до оцінювання: оцінка є перевірочним інструментом щодо досягненням здобувачем всіх цілей навчання, а методи навчання повинні підтримувати здобувачів у досягненні зазначених цілей. Таким чином, перелік цілей навчання може бути використаний як специфікація вимог до курсу [4]. Тому перше, що було виконано при розробці нового курсу САПЕК, це визначення переліку навчальних цілей. Цілі навчання на попередніх курсах можна використовувати як відправну точку, але, оскільки новий курс заснований на іншій методології викладання, це потребує їх критичного переоцінювання. На практиці це означає, що дві нові цілі навчання було визначено і додано в новий курс в результаті включення *DMI*-моделей для розрахунку опору руху судна в основну систему розрахунків експлуатаційних режимів судової енергетичної установки (СЕУ) комбінованого пропульсивного комплексу (КПК) [5], а інші були отримані з цілей навчання на попередніх курсах.

Перелік цілей навчання для нового курсу САПЕК наведено в таблиці 1. Цілі співвідносяться з програмою курсу та по суті визначають тематику його розділів, до яких застосовуються дещо різні підходи з точки зору результатів, методики оцінювання та зворотнього зв'язку від здобувачів. Цей факт зумовлює

розглядати генерацію задач дослідження, які базуються на результатах інших досліджень по кожному окремому розділу нового курсу.

Таблиця 1.

Цілі навчання нового курсу «Суднові автоматизовані пропульсивні електричні комплекси»

Цілі навчання, в залежності від прив'язки до об'єкту	Принципи, засоби реалізації
1	2
Опис найважливіших компонентів СЕУ КПК та їх функції	Суднова документація, практичний досвід
Змістовне моделювання поведінки судна у часовій області за допомогою комп'ютерної <i>DMI</i> -моделі судна, яка описує динаміку судна і систему рушія у середовищі <i>MatLab/Simulink</i>	Практичні та лабораторні заняття
Розрахунок динамічних характеристик руху судна із застосуванням методів обчислювальної гідродинаміки [6]	Курс лекцій, практичні заняття
Імплементация визначених значень опору руху судна та динамічних характеристик у розрахункове середовище математичних моделей [7]	
Формалізація математичних на підставі (гідромеханічних) модельних експериментів з використанням розмірного аналізу та визначення методів застосування їх у випробуванні буксирування [8]	Курс лекцій, практичні заняття, фізичний експеримент
Вплив кавітаційних каверн на лопатях гребних гвинтів на їх гідродинамічні характеристики [9]	Курс лекцій, практичний досвід
Процес адаптації геометричних змін гребних гвинтів щодо діаграми відкритої води та відповідності до обраного пропульсивного комплексу [10]	Курс лекцій, практичний досвід, суднова документація
Інсталяційні та конструктивні змінні гребних гвинтів щодо узгодження із корпусом обраного двигуна пропульсивного комплексу [11]	
Пояснення характеристик на діаграмі вільної води конкретного типу гребного гвинта	Курс лекцій, практичний досвід
Визначення робочої точки гвинта на діаграмі вільної води за допомогою комп'ютерної моделі [12]	
Обґрунтування геометричних змінні двигунів внутрішнього згоряння [13]	Курс лекцій, суднова документація, практичний досвід
Параметризація характеристичних показників продуктивності судових дизельних двигунів [14]	
Характеристика лінійки судових дизельних двигунів [15]	Суднова документація, практичний досвід

Розрахунок робочого циклу дизеля та побудова індикаторної діаграми та теплового балансу за допомогою комп'ютерної моделі [16]	Курс лекцій, практичні заняття, суднова документація
Структуризація письмового звіту	
Застосування загальних навичок звітності: правильні посилання, рисунки, креслення, таблиці та текст налаштовуються один на одного тощо	
Структуризація публічної доповіді	
Використання аудіовізуальних посібників для презентації [17]	Отримані результати, курс лекцій, суднова документація

#### 4. Методологія розробки.

Спочатку, концептуальні вимоги, які були встановлюються для повного обсягу нового курсу, досліджуються та узагальнюються. Далі, навчальний процес організується із інтеграцією *DMI*-моделі базового суднового автоматизованого пропульсивного електричного комплексу (установки). Потім результати, отримані в процесі освоєння теоретичного матеріалу, а отже і результати проектних рішень обговорюються у трьох аспектах. Перший порівнює *DMI*-моделі для опору судна, гвинта і електричного двигуна на початку проектування і в кінці, включаючи вихідні дані субмоделей. Другий порівнює результати моделювання руху судна з початковою і кінцевою моделями, після чого у третьому обговорюється зворотний зв'язок, отриманий від здобувачів, які приступили до навчання із самого початку. І в завершенні робляться висновки про успішність проектних рішень і вводить можливі удосконалення та розширення нового курсу.

Кожна група складається з трьох/чотирьох здобувачів. Завдання, які отримують всі групи, полягає в тому, щоб збільшити точність моделі основного пропульсивного комплексу судна включенням більш точніших принципів. У них є вісім тижнів, щоб виконати завдання. Через ці вісім тижнів вони повинні скласти звіти та презентувати його для визначення наявності прогресу. Насамперед, ці звіти є проміжними, щоб здобувачі мали можливість продемонструвати частину їх підсумкового звіту. Таким чином, підсумковий звіт поступово розвивається продовж цього періоду настільки, щоб уникнути на восьмому тижні великої роботи. Таким чином визволяється час для підсумкових іспитів за класичними курсами, які здійснюються у той самий період.

На початку курсу здобувачі отримують «початкову модель» основного пропульсивного комплексу судна і опис проекту, що описує надану модель, включаючи різні призначення.

Після визначення цілей навчання для нового курсу, основна увага повинна приділятися методам навчання, які спрямовані на підтримку здобувачів щодо їх отримання. У зв'язку з тим, що впровадження методики викладання у першу чергу орієнтована на проектування, тобто здобувачі мають знайти шляхи вирішення основної задачі як сукупності допоміжних завдань.

Наприклад, для вивчення взаємозв'язку між кавітацією суднового гвинта та індукованими цим коливаннями тиску, необхідно проаналізувати роботу гвинтів з різними значеннями дискового співвідношення методами обчислювальної гідродинаміки [18]. Метод вирішення *RANS*-рівнянь (усереднених рівнянь Рейнольдса Нав'є-Стокса) для кавітаційних моделей використовується для обчислювання кавітаційного потоку гребного гвинта з узгодженням результатів із вимірюваними даними. Для цього дані моніторингу характеристик гвинта, окрім ступеню нахилу, повинні враховувати дискове співвідношення та напрямок обертання.

Розуміння того, що моделювання та аналіз поведінки нелінійного суднового електроприводу, яким є електропривод гребного гвинта, мають велике значення для концептуалізації конструкції КПК, вибору компонентів, вибору стратегії управління та налаштування системи керування рухом [19]. Концептуальні рішення проектування пропульсивного комплексу, такі як визначення кривої навантаження, вимагають відносно простої стаціонарної імітаційної моделі, у той час як для проектування та налаштування ПІД-регулятора системи управління гребними двигунами, потрібна нелінійна модель імітації часової області, яка фіксує особливості конструкції пропульсивної установки. Лінеаризація моделі стохастичної суднової системи руху призначена для аналізу поведінки комплексу гребних двигунів у хвилях та для початкового проектування та налаштування контролерів. Крім того, на цьому етапі, здобувачам необхідно здійснити ретельний аналіз умов, за яких може виникнути локальна нестабільність системи, та у подальшому, вже у лінеаризованій моделі, розширити вхідні дані і перевірити результати за допомогою порівняння з нелінійною моделлю.

Після засвоєння здобувачами відповідних методів оптимізації [20], вивчається вплив на динамічні характеристики КПК таких геометричних параметрів, як кількість лопатей, діаметр гвинта, коефіцієнт розширеної площі, геометричний крок, тощо, та робочий діапазон кожного параметра. Нарешті, запропоновано новий алгоритм для оптимального проектування гвинта з урахуванням гідродинаміки, а також проблем акустики.

Врахування експлуатаційних характеристик гвинта здійснюється для вільної води та за корпусом. Характеристики для вільної води розраховуються для сил і моментів, що діють на гребний двигун при роботі в рівномірному потоці рідини, паралельному центральній лінії валу; отже, характеристики для вільної води, за винятком похибок, зумовленими неоднорідністю потоку гвинта, за визначенням є постійним навантаженням. Характеристики за корпусом – це характеристики, що створюються гребним гвинтом при роботі в змішаному полі неспадання за корпусом [21]. Очевидно, що ці останні характеристики мають як сталі, так і несталі компоненти за самою природою середовища, в якому працює гребний гвинт. Тому, необхідно обидва типи характеристик враховувати, але розглядати окремо: спочатку зосередитися на характеристиках гребного гвинта на вільній воді, оскільки вони формують основні експлуатаційні параметри, а потім переходити до характеристик роботи гребного гвинта за корпусом.



$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -(\vec{v} \nabla) \vec{v} + \nu_w \Delta \vec{v} - \frac{1}{\rho} \nabla P_v + \vec{f}_m; \quad \nabla \cdot \vec{v} = 0, \quad (1)$$

де  $\nabla$  – оператор набла;  $\Delta$  – векторний оператор Лапласа;  $t$  – час, [с];  $\nu_w$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості,  $\times 10^{-6}$  [м<sup>2</sup>/с];  $\rho$  – щільність доквілля, [кг/м<sup>3</sup>];  $P_v$  – тиск потоку, [Па];  $\vec{v} = (v^1, \dots, v^n)$  – векторне поле швидкостей;  $\vec{f}_m$  – векторне поле масових сил.

Блок моделі, яка описує гребний гвинт, містить лінійні наближення моментів та упорів на діаграмі відкритої води через відповідні коефіцієнти:

$$\begin{aligned} T_p &= \rho \cdot D^4 \cdot K_T \cdot n \cdot |n|; \\ Q_p &= \rho \cdot D^5 \cdot K_Q \cdot n \cdot |n|; \end{aligned} \quad (2)$$

де  $T_p$  – упор гвинта, Н,  $n$  – частота обертання валу гвинта, рад/хв.,  $Q_p$  – момент на валу, Н·м;  $\rho$  – густина води кг/м<sup>3</sup>,  $D$  – діаметр гвинта, м,  $K_T$  – коефіцієнт упору гвинта,  $K_Q$  – коефіцієнт моменту.

Блок динаміки обертання валів вимагає двох визначень: необхідного крутного моменту гвинта і прикладеного крутного моменту гребного двигуна. Крутний момент двигуна трансформується з блоку обертової динаміки валу як обертаючий момент, що подається на лопаті гвинта, використовуючи коефіцієнт передачі і коефіцієнт корисної дії. Так, фактично, в реальній стартовій моделі втрати в трансмісії і на валу враховуються. Другий закон Ньютона щодо крутного моменту враховує будь-які зміни швидкості обертання гвинта, що з урахуванням коефіцієнту передач також призводить до швидкості обертання двигуна. Вони представляють два виходи блоку обертової динаміки валу: швидкість обертання гвинта і швидкість обертання двигуна. Субмодель двигуна в стартовій моделі передбачає постійну ефективність двигуна, що забезпечує спосіб прямого обчислення моменту двигуна від маси палива, що подається в циліндри. Із (2) отримаємо:

$$\begin{aligned} n &= \text{sign} \left( \frac{T_p}{\rho \cdot D^4 \cdot K_T} \right) \sqrt{\left| \frac{T_p}{\rho \cdot D^4 \cdot K_T} \right|}; \\ Q_p &= \frac{D \cdot K_Q}{K_T} \cdot T_p; \\ P_p &= \frac{\pi D \cdot K_Q \cdot T_p}{30 K_T} \text{sign} \left( \frac{T_p}{\rho \cdot D^4 \cdot K_T} \right) \sqrt{\left| \frac{T_p}{\rho \cdot D^4 \cdot K_T} \right|}. \end{aligned} \quad (3)$$

Коефіцієнти  $K_T$  і  $K_Q$  залежать від конкретного типу гвинта і можуть, в залежності від цього, корегуватися.

Метою завдання є підвищення рівня деталізації субмоделей, і тому справа належної підготовки означає визначення обертів гребного двигуна як вхід до блоку дизельного двигуна у вихідній моделі. Це також означає, що верхній рівень загальної моделі суднового пропульсивного комплексу не повинен зміню-

ватись, поки здобувачі виконують завдання під час курсу, що відповідає двом цілям:

- розуміння загальної системи від початку курсу оглядом від складного до менш складного (зверху вниз);
- можливість на чомусь зупинитися, якщо є відчуття «втрати себе» у виконанні завдання.

Перше завдання полягає у ознайомленні здобувачів з принципами роботи комбінованих пропульсивних комплексів, функцією різних компонентів та вихідною моделлю. Здобувачі мають завдання виконати ряд експериментів (моделювання руху) із вихідною моделлю та досягнути наступних результатів:

- зменшення ітерацій налаштування споживання для палива з кроком на 25% через певний проміжок часу;
- визначення відгуку моделі на раптову зміну коефіцієнтів збурення, не змінюючи налаштування паливних систем;
- збільшити коефіцієнтів корисної дії;
- налаштування паливних регуляторів повинно відповідати синусоїдальній формі;
- запропонувати експеримент власного характеру, при наявності.

Перший експеримент імітує оператора, який змінює подачу палива (впливає на регулятор) через часові інтервали, щоб змінити швидкість руху судна. Цей експеримент розроблений для того, щоб здобувачі співвідносили результати абстрактної моделі суднового пропульсивного комплексу з реальним об'єктом. В експерименті використовується власний досвід і спонукає здобувача з'ясувати, що насправді відбувається, коли вони змінюють положення регулятора обертів. Результати цього моделювання з вихідною моделлю з'являються протягом декількох секунд (оскільки модель дуже швидка), і є можливість негайно оцінити свій особистий досвід до результатів.

Другий експеримент імітує раптове збільшення опору руху судна через, наприклад, погіршення стану довкілля. Експеримент також покликаний співвідносити результати моделі з реальним об'єктом. Здобувачі повинні мати можливість зрозуміти що станеться, якщо положення регуляторів обертів не змінюється, а підвищений опір призводить до зниження швидкості судна.

Третій експеримент насправді є першою спробою, щоб змусити здобувачів усвідомити, що точність стартової моделі потрібно підвищити. У вихідній моделі можна безмежно збільшувати навантаження, що також означає, що неможливо досягти максимальної швидкості судна. Оскільки справжнє судно має ці обмеження, всі здобувачі повинні усвідомити, що результатам вихідної моделі не можна сліпо довіряти. Експеримент змушує учнів задуматися про залежність максимальної швидкості судна від потужності гребних двигунів.

Четвертий експеримент покликаний допомогти здобувачам перетнути потенційний бар'єр для початку роботи з *Simulink*. Після перших трьох експериментів здобувачі повинні почати розуміти принципи роботи вихідної моделі в *Simulink*; наступним кроком є внесення змін до цієї моделі (СЕУ КПК). Тому четвертий експеримент навчає лише навичкам програмування в *Simulink*.

П'ятий експеримент, нарешті, – це можливість добре вмотивованих учнів показати своє розуміння та осмислення вихідної моделі та запропонувати її вдосконалення.

Результатом першого завдання є розділ курсового проекту, що містить опис вихідної моделі, результати п'яти експериментів та обговорення цих результатів. Цей розділ необхідно скласти з викладачем через два тижні після початку курсу. Якщо група здобувачів не зможе засвоїти основи роботи СЕУ КПК протягом перших двох тижнів, решту курсу їм буде важко зрозуміти. Ось чому розділ курсового проекту, яку здобувачі подають наприкінці другого тижня, обговорюється з кожною групою окремо. Це дає лектору можливість впливати на здобувачів, які відстають, щоб збільшити зусилля. Здобувачам, які успішно працюють, вказують, що вони на правильному шляху, але ж розумно показати їм можливість вдосконалення, щоб уникнути втрати мотивації.

Такий же підхід застосовується для виконання наступних розділів курсового проекту з урахуванням отриманих здобувачами результатів.

## **5. Оцінювання результатів.**

Як вимірювати якість освітнього процесу? Відповідь не лежить на поверхні, але принаймні її можна отримати у відповідях здобувачів на запитання по курсу. Очевидно, що як викладач Ви отримуєте багато відповідей від здобувачів під час курсу, але в НУ «ОМА» також пропонують заповнити анонімну анкету після курсу, даючи здобувачам можливість «вільно говорити». Загалом позитивні відповіді, отримані від здобувачів під час курсу, повинні бути підтверджені у відповіді на анкету. Курс в цілому здобувачі оцінювали за шкалою від 1 до 10. Результати повного анкетування наведені в таблиці 2. Більшість балів вище 7,5, що є досить високим порівняно з оцінками, які зазвичай даються здобувачами для інших курсів в анкеті. Зауважимо, що анкети заповнюють лише 25% здобувачів, які закінчили курс, у зв'язку із індивідуальними графіком і траєкторією навчання, тому з результатів не можна зробити жодних важливих висновків.

Найнижчі бали були отримані за те, наскільки добре навчальний курс слідує за попередніми знаннями та оцінками. Останнє викликано невдачею індивідуального опитування в кінці курсу. Щоб переконатися, що всі здобувачі засвоюють всі розділи курсу, підсумкову модель потрібно відтворити під час екзамену на комп'ютері. Місце проведення цього опитування пов'язане з комп'ютерними класами, де *Matlab/Simulink* присутній, а також справжнім рівнем підготовки здобувачів за цим програмним продуктом. Звідси низький бал оцінювання. Ця проблема має вирішуватися поступово під час наступних курсів. Труднощі з подальшим засвоюванням полягають у тому, що здобувачі не мають жодних попередніх знань про СЕУ КПК.

Таблиця 2.

## Оцінювання «зворотнього зв'язку» від здобувачів.

Опис оцінки	Оцінка за десятибальною шкалою
Курс загалом	7,32
Складність та цікавість теми	8,01
Актуальність курсу для всієї освітньої програми	8,44
Здатність до командної роботи	7,87
Дотримання структурно-логічної схеми навчання за попередніми курсами	6,68
Методичне забезпечення курсу	7,84
Матеріально-технічне обладнання	6,7
Наявність матеріалів у системі дистанційного доступу	8,25
Загальна організація курсу	7,7
Характеристика викладачів (організованість, розумілість викладання, захопленість, зворотній зв'язок, взаємодія)	8,33
Здобувачі-тренери	6,19
Чіткість мети, що очікується	7,57
Оцінка	6,21
Кількість часу, витраченого на курс у кредитах ECTS	7

**6. Висновки.**

Передача знань та розуміння основ і принципів роботи СЕУ КПК, гребних двигунів з різноманітними джерелами енергії та взаємодії між ними є складною метою та актуальною проблемою сьогодення. Первинні моделі середньої складності підтримують досягнення цієї мети, змушуючи здобувачів замислюватися над законами гідродинаміки, суднової енергетики та електротехніки, які регулюють роботу СЕУ КПК. Незважаючи на те, що багато можливостей для вдосконалення та розширення курсу все ще існують, і він знаходиться у стадії вдосконалення, тепер робиться висновок, що на основі спостережень за ходом навчання здобувачів та за їх відгуками, проектні зусилля були успішними.

В майбутньому курс планується розширити, щоб включити більше типів СЕУ КПК. Також можливі вдосконалення в організації, які вже будуть впроваджені наступного разу, коли курс розпочнеться, виходячи зі збільшення кількості зацікавлених здобувачів за спеціальністю «Річковий та морський транспорт».

**Література**

1. Spelitz, S. Automatic geometry, metrology, and visualization techniques for 3D scanned vessels [Text] / S. Spelitz, V. Moitinho de Almeida, C. Lang-Auinger

// Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage. – 2019. – e00105. ISSN 2212-0548. Doi: [10.1016/j.daach.2019.e00105](https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00105).

2. Шляхи реалізації кредитно-модульної системи організації навчального процесу і тестових форм контролю знань студентів: Матеріали метод. Семінару [Текст] / Під ред. О. М. Цабієва. – Вип. 2. – Одеса: Наука і техніка, 2008. – 128 с.

3. Friesen, N. Tact and the pedagogical triangle: The authenticity of teachers in relation [Text] / N. Friesen, R. Osguthorpe // Teaching and Teacher Education. – 2018. – V. 70. – P. 255-264. ISSN 0742-051X. Doi: [10.1016/j.tate.2017.11.023](https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.11.023).

4. Chaudy, Y. Specification and evaluation of an assessment engine for educational games: Empowering educators with an assessment editor and a learning analytics dashboard [Text] / Y. Chaudy, T. Connolly // Entertainment Computing. – 2008. – V. 27. – P. 209-224. ISSN 1875-9521. Doi: [10.1016/j.entcom.2018.07.003](https://doi.org/10.1016/j.entcom.2018.07.003).

5. Budashko, V. Decision support system's concept for design of combined propulsion complexes [Text] / V. Budashko, V. Nikolskyi, O. Onishchenko, S. Khniunin / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – V. 3. – № 8(81). – P. 10 – 21. Doi: [10.15587/1729-4061.2016.72543](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.72543).

6. Budashko, V. Formalization of design for physical model of the azimuth thruster with two degrees of freedom by computational fluid dynamics methods [Text] / V. Budashko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – V. 3. – № 7(87). – P. 40–49. Doi: [10.15587/1729-4061.2017.101298](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.101298).

7. Budashko, V.V. Implementation approaches during simulation of energy processes for a dynamically positioned ship [Text] / V. V. Budashko // ELECTRICAL ENGINEERING & ELECTROMECHANICS. – 2015. – V. 6. – P. 14-19. ISSN 2074–272X. Doi: [10.20998/2074-272X.2015.6.02/50764](https://doi.org/10.20998/2074-272X.2015.6.02/50764).

8. Budashko, V. Physical model of degradation effect by interaction azimuthal flow with hull of ship [Text] / V. Budashko, V. Nikolskyi, O. Onishchenko, S. Khniunin // Proceeding Book of International Conference on Engine Room Simulators (ICERS12). – Istanbul: Istanbul Technical University, Maritime Faculty, 2015. – P. 49–53. ISBN 978–605–01–0782–1.

9. Feng, X. Effects of balanced skew and biased skew on the cavitation characteristics and pressure fluctuations of the marine propeller [Text] / X. Feng, J. Lu // Ocean Engineering. – 2019. – V. 184. – P. 184-192. ISSN 0029-8018. Doi: [10.1016/j.oceaneng.2019.05.031](https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.05.031).

10. Stapersma, D. Linearization of a ship propulsion system model [Text] / D. Stapersma, A. Vrijdag // Ocean Engineering. – 2017. – V. 142. – P. 441-457. ISSN 0029-8018. Doi: [10.1016/j.oceaneng.2017.07.014](https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2017.07.014).

11. Ebrahimi, A. A comprehensive study on noise reduction methods of marine propellers and design procedures [Text] / A. Ebrahimi, A.H. Razaghian, M.S. Seif, F. Zahedi, A. Nouri-Borujerdi // Applied Acoustics. – 2019. – V. 150. – P. 55-69. ISSN 0003-682X. Doi: [10.1016/j.apacoust.2018.12.004](https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2018.12.004).

12. Carlton, J. S. Marine Propellers and Propulsion (Fourth Edition). Chapter 6 – Propeller Performance Characteristics [Text] / Ed. J. S. Carlton: Butterworth-

Heinemann. – 2019. – P. 81-140. ISBN 9780081003664. Doi: [10.1016/B978-0-08-100366-4.00006-7](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100366-4.00006-7).

13. Rodrigues de Souza, G. Study of intake manifolds of an internal combustion engine: A new geometry based on experimental results and numerical simulations [Text] / G. Rodrigues de Souza, C. de Castro Pellegrini, S. Lucas Ferreira, F. Soto Pau, O. Armas // Thermal Science and Engineering Progress. – 2019. – V. 9. – P. 248-258. ISSN 2451-9049. Doi: [10.1016/j.tsep.2018.12.003](https://doi.org/10.1016/j.tsep.2018.12.003).

14. Zhang, W. Experimental study on spray and evaporation characteristics of diesel-fueled marine engine conditions based on optical diagnostic technology [Text] / W. Zhang, X. Li, L. Huang, M. Feng // Fuel. – 2019. – V. 246. – P. 454-465. ISSN 0016-2361. Doi: [10.1016/j.fuel.2019.02.065](https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.02.065).

15. Nikzadfar, K. Investigating a new model-based calibration procedure for optimizing the emissions and performance of a turbocharged diesel engine [Text] / K. Nikzadfar, A. H. Shamekhi // Fuel. – 2019. – V. 242. – P. 455-469. ISSN 0016-2361. Doi: [10.1016/j.fuel.2019.01.072](https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.01.072).

16. Baldi, F. Development of a combined mean value-zero dimensional model and application for a large marine four-stroke Diesel engine simulation [Text] / F. Baldi, G. Theotokatos, K. Andersson // Applied Energy. – 2015. – V. 154. – P. 402-415. ISSN 0306-2619. Doi: [10.1016/j.apenergy.2015.05.024](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.05.024).

17. Rasul, S. A study to analyze the effectiveness of audio visual aids in teaching learning process at university level [Text] / S. Rasul, Q. Bukhsh, S. Batool // Procedia - Social and Behavioral Sciences. – 2011. – V. 28. – P. 78-81. ISSN 1877-0428. Doi: [10.1016/j.sbspro.2011.11.016](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.11.016).

18. Elkafas, A. G. Numerical study on the hydrodynamic drag force of a container ship model [Text] / A. G. Elkafas, M. M. Elgohary, A. E. Zeid // Alexandria Engineering Journal. – 2019. – V. 6. – P. 1-11. ISSN 1110-0168. Doi: [10.1016/j.aej.2019.07.004](https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.07.004).

19. Rong, B. Dynamics analysis and wave compensation control design of ship's seaborne supply by discrete time transfer matrix method of multibody system [Text] / B. Rong, X. Rui, K. Lu, L. Tao, G. Wang, F. Yang // Mechanical Systems and Signal Processing. – 2019. – V. 128. – P. 50-68. ISSN 0888-3270. Doi: [10.1016/j.ymsp.2019.03.006](https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2019.03.006).

20. Zhu, M. Optimized support vector regression algorithm-based modeling of ship dynamics [Text] / M. Zhu, A. Hahn, Y.-Q. Wen, W.-Q. Sun // Applied Ocean Research. – 2019. – V. 90. – Art. 101842. ISSN 0141-1187. Doi: [10.1016/j.apor.2019.05.027](https://doi.org/10.1016/j.apor.2019.05.027).

21. Carlton, J. S. Marine Propellers and Propulsion (Fourth Edition). Chapter 11 - Propeller, Ship, and Rudder Interaction [Text] / Ed. J. S. Carlton: Butterworth-Heinemann. – 2019. – P. 281-312. ISBN 9780081003664. Doi: [10.1016/B978-0-08-100366-4.00011-0](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100366-4.00011-0).