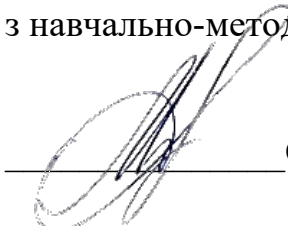


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ФАКУЛЬТЕТ СУДНОВОДІННЯ**  
**КАФЕДРА СУДНОВОДІННЯ**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор

з навчально-методичної роботи

  
Олена ДЯГИЛЕВА

**РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

<i>Освітнього компоненту</i>	<i>Енергоресурсозабезпечення на морському та річковому транспорті</i>
<i>Факультет</i>	<i>суднової енергетики</i>
<i>Ступінь вищої освіти</i>	<i>доктор філософії</i>
<i>Галузь знань</i>	<i>27 Транспорт</i>
<i>Спеціальність</i>	<i>271 Морський та внутрішній водний транспорт</i>
<i>Освітньо-наукова програма</i>	<i>Управління судновими технічними системами і комплексами</i>
<i>Курс</i>	<i>II</i>
<i>Форма навчання</i>	<i>очна/заочна</i>

**Херсон – 2024**

Робочу навчальну програму освітнього компоненту «Енергоресурсозабезпечення на морському та річковому транспорті» розробив у відповідності з навчальним планом та освітньо-науковою програмою підготовки доктора філософії, галузь знань 27 «Транспорт», спеціальність 271 «Морський та внутрішній водний транспорт», к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій і судноремонту В.П. Савчук, 13 с., мова навчання українська.

Програму розглянуто та ухвалено на засіданні кафедри судноводіння  
28 серпня 2024 р. протокол № 1

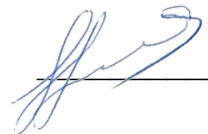
Завідувач кафедри

 Дмитро МАКАРЧУК

Гарант освітньо-наукової програми

 Володимир САВЧУК

Завідувач аспірантурою і  
докторантурою

 Едуард АППАЗОВ

Завідувач навчально-методичного  
відділу

 Валентина ЧЕРНЕНКО

Рада із забезпечення якості освітньої діяльності та якості освіти ХДМА

Протокол від 19 вересня 2024 року № 1

### **Позначення та скорочення:**

**ІМО** – міжнародна морська організація (The International Maritime Organization);

**ПДНВ** – Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року із поправками;

**СДУ** – суднові дизельні установки;

**СДВЗ** – суднові двигуни внутрішнього згоряння;

**ГФК** – гвинт фіксованого кроку;

**ГРК** – гвинт регульованого кроку;

**ГД** – головний двигун;

**ДД** – допоміжний двигун;

**МОД** – малообертовий двигун;

**СОД** – середньообертовий двигун;

**EEDI** – проєктний індекс енергоефективності (The Energy Efficiency Design Index)

**ЄКТС** – європейська кредитно-трансферна система;

**Л** – лекція;

**ПЗ** – практичне заняття;

**СР** – самостійна робота;

**ОНП** – освітньо-наукова програма;

**Р** – реферат.

## 1. Мета і завдання освітньої компоненти

Освітній компонент «Енергоресурсозабезпечення на морському та річковому транспорті» належить до циклу природничо-наукової та професійної підготовки.

**Метою освітнього компоненту** «Енергоресурсозабезпечення на морському та річковому транспорті» є ознайомлення аспірантів сучасних тенденцій та методів забезпечення максимальної енергоефективності енергетичних установок засобів водного транспорту в змінних економічних умовах та умовах обмеження емісії шкідливих речовин із випускними газами судових дизельних установок.

**Завдання освітнього компоненту** – набуття знань, умінь та навичок з управління енергоефективністю судових енергетичних установок та суден вцілому, розроблення та впровадження заходів з підвищення їх енергоефективності. У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен:

*знати:*

- методи вибору оптимальних режимів експлуатації судової енергетичної установки, до якої відносяться головні та допоміжні судові двигуни системи і механізми, що їх обслуговують, допоміжні і утилізаційні котли, судові турбомашини, допоміжні механізми, загальносуднові системи, спеціальні пристрої;
- вплив умов експлуатації на зміну режимів роботи судових двигунів внутрішнього згоряння та допоміжних систем;
- вплив експлуатаційних факторів на пропульсивні характеристики судна;
- вплив експлуатаційних факторів на паливну економічність СДВЗ;
- вплив швидкості судна на ефективність судових перевезень;
- методи підвищення показників економічності суден;
- шляхи підвищення ефективності та екологічних показників сучасних СДВЗ та енергетичних установок судна;

*вміти:*

- визначати можливі напрямки щодо підвищення економічності елементів СЕУ;
- призначати оптимальні режими роботи головної енергетичної установки та її систем за показниками енергоефективності;
- визначати параметри енергоефективності судна;
- здійснювати вибір оптимальних режимів роботи ГД, ДД та допоміжних систем із урахуванням кліматичних умов, зовнішніх факторів, вимог до паливної економічності та екологічних показників енергетичної установки судна;

*отримати навички:*

- вибору оптимальних режимів роботи головного двигуна та допоміжних систем за критеріями паливної економічності, енергоефективності судна.
- вибору оптимальних специфікаційних показників головної енергетичної установки із МОД;
- розрахунку оптимальної продуктивності допоміжних систем енергетичної установки судна.

Вивчення освітньої компоненти потребує достатніх знань з таких ОК, як:

- Суднові допоміжні установки і системи;
- Суднові турбінні установки.
- Суднові котельні установки;
- Суднові двигуни внутрішнього згоряння;
- Оптимізація режимів роботи суднових енергетичних установок.

Вивчення освітньої компоненти «Енергоресурсозабезпечення на морському та річковому транспорті» направлено на формування наступних професійних компетентностей відповідно до ОНП:

**ПК2.** Здатність генерувати нові ідеї та підходи, оцінювати і виявляти перспективи подальших наукових досліджень у професійній сфері

**ПК9.** Здатність діяти на основі етичних принципів, норм права і вимог міжнародних академічних стандартів при плануванні і проведенні досліджень, обробці і оприлюдненні отриманих даних.

Освітня компонента «Енергоресурсозабезпечення на морському та річковому транспорті» забезпечує формування наступних програмних результатів навчання:

**ПРН21.** Вирішувати задачі інноваційного характеру за допомогою сучасних програмних та технічних засобів.

**ПРН27.** Визначати напрямки (складові) підвищення ефективності керування організаційно-технічними системами, визначати компоненти складових ефективності функціонування організаційно-технічних систем та їх критерії оцінювання.

**ПРН32.** Застосувати знання й практичні навички щодо техніко-економічного обґрунтування вибору сировини, устаткування технологічних об'єктів та оптимізації параметрів їх функціонування.

## 2. Опис освітнього компоненту

Опис початкової дисципліни «Енергоресурсозабезпечення на морському та річковому транспорті»

Таблиця – 2.1 – Опис освітнього компоненту

Термін вивчення дисципліни		Обсяг дисципліни		Розподіл академічних годин за видами занять					Контроль знань		
Курс	Семестр	Всього академічних годин	Кредити ECTS	Аудиторні заняття				Самостійна робота	Вид індивідуального завдання	Залік	Іспит
				Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Семінарські заняття				
Денна форма навчання											
II	3	120	4	28	28	–	–	64	–	+	-
Заочна форма навчання											
II	3	120	4	6	6			108	-	+	-

### 3. Структура освітнього компоненту

Таблиця 3 – Зміст та опис освітнього компоненту

№ з/п	Назва розділів та тем	Обсяг годин					
		Денна форма навчання			Заочна форма навчання		
		Лекція	ПЗ	СР	Лекція	ПЗ	СР
1	Сучасні методи підвищення енергоефективності суден та їх енергетичних установок	4		4	1		7
2	Сучасні екологічні обмеження емісії NOx судових двигунів внутрішнього згоряння та їх вплив на економічність	4		4	1		7
3	Характеристики судових малообертових двигунів та їх узгодження із пропульсивним комплексом судна	4		4	2		6
4	Конструкція та режими роботи систем перепуску відпрацьованих газів (EGR)	2		4	1		5
5	Системи рекуперації відпрацьованого тепла (WHRS) з судових енергетичних установок	4		4	1		5
6	Оптимізація режимів роботи допоміжних систем судових енергетичних установок	4		2			6
7	Забезпечення ефективної експлуатації пропульсивного комплексу суден із гвинтом регульованого кроку	4		4			8
8	Методи оцінки енергоефективності суден	2		4			6
9	Методи оптимізації режимів роботи малообертових двигунів виробництва фірми WinGD		2	4			6
10	Методи оптимізації режимів роботи малообертових двигунів виробництва фірми MAN B&W		2	4			6
11	Методи оптимізації режимів роботи МОД, обладнаних системою EGR		2	4			6
12	Метод зниження значень номінальних експлуатаційних показників судових малообертових двигунів		4	4		2	6
13	Розрахунок робочих параметрів систем малообертового двигуна		2	4			6
14	Побудова паспортної характеристики судна із гвинтом фіксованого кроку		4	4		2	6
15	Оптимізація експлуатаційної швидкості судна		4	2			6
16	Нормування витрати палива судовою енергетичною установкою		2	2			4
17	Визначення оптимального режиму роботи насосів системи охолодження енергетичної установки		2	2			4
18	Розрахунок показників енергоефективності судна		4	4		2	6
<b>Всього</b>		<b>28</b>	<b>28</b>	<b>64</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>108</b>

#### 4. Рейтингова система для оцінювання успішності

Таблиця 4.1 – Бальні оцінки для елементів контролю для денної форми навчання

Елементи навчальної дисципліни	Кількість занять	Максимальний бал за вид роботи	Всього за семестр, бали
Аудиторна робота			
Активність роботи на лекціях.	14	0,5	7
Виконання практичних робіт та захист їх звітів	14	3	42
Самостійна робота			
Проходження тесту на платформі LMS MOODLE	4	5	20
Виконання розрахункових самостійних робіт	10	2	20
<b>Всього за семестр</b>	<b>100</b>		
Заохочувальні бали (наукова, позапланова робота, підготовка презентації)			До 10

Таблиця 4.2 – Бальні оцінки для елементів контролю для заочної форми навчання

Елементи навчальної дисципліни	Кількість занять	Максимальний бал за вид роботи	Всього за семестр, бали
Аудиторна робота			
Активність роботи на лекціях.	3	1,6	5
Виконання практичних робіт та захист їх звітів	3	10	30
Самостійна робота			
Проходження тесту на платформі LMS MOODLE	2	20	40
Виконання розрахункових самостійних робіт	5	5	25
<b>Всього за семестр</b>	<b>100</b>		
Заохочувальні бали (наукова, позапланова робота, підготовка презентації)			До 10

Таблиця 4.3 – Шкала національної системи оцінювання знань ЗВО та ЄКТС (ECTS)

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
<b>90-100</b>	Відмінно	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
<b>82-89</b>	Добре	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
<b>74-81</b>		C	Добре (в цілому правильне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
<b>64-73</b>	Задовільно	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
<b>60-63</b>		E	Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
<b>35-59</b>	Незадовільно	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)



Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
1-34		F	Незадовільно (з обов'язковим повторним курсом)

Таблиця 4.4 – Критерії оцінювання навчальних досягнень ЗВО у кредитно-трансферній системі організації освітнього процесу та ЄКТС (ECTS)

За шкалою ЄКТС (ECTS)	Рівень компетентності	Критерії оцінювання
<b>A</b>	<b>Високий</b> (творчий)	ЗВО виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить джерела інформації, використовує набуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розвиває власні обдарування і нахили.
<b>B</b>	<b>Достатній</b> (конструктивно-варіативний)	ЗВО вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує вправи і задачі в стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна.
<b>C</b>		ЗВО вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати її на практиці, контролювати власну діяльність, виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи на підтвердження певних думок.
<b>D</b>	<b>Середній</b> (репродуктивний)	ЗВО відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
<b>E</b>		ЗВО володіє матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на продуктивному рівні.
<b>FX</b>	<b>Низький</b> (рецептивно-продуктивний)	ЗВО володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.
<b>F</b>		ЗВО володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнання і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів.

## **5. Засоби діагностики та питання для проведення підсумкового контролю знань**

### **5.1 Засоби діагностики**

При організації навчання за кредитно-модульною системою для визначення рівня знань застосовується процедура формування підсумкової оцінки з освітньої компоненти за двома складовими – результатами аудиторної та самостійної роботи аспіранта. Освітня діяльність передбачає послідовне і систематичне накопичення балів за виконання всіх запланованих видів робіт, зазначених у робочій навчальній програмі.

Система контролю успішності аспірантів денної форми навчання включає наступні різновиди: поточний та семестровий контроль. Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку і визначення рівня підготовленості аспіранта до виконання конкретної роботи. Формою проведення поточного контролю під час навчальних занять є захист практичних робіт та виконання тестових завдань. Повний і остаточний підсумок вивчення аспірантами навчальної дисципліни здійснюється під час семестрового (академічного) контролю.

Загальна підсумкова оцінка з навчальної дисципліни виводиться із суми балів за аудиторну та самостійну роботу.

### **5.2 Питання для проведення підсумкового контролю знань**

1. Шляхи підвищення економічності сучасних МОД.
2. Шляхи підвищення економічності сучасних СОД.
3. Методи підвищення пропульсивного ККД судна.
4. Методи підвищення енергоефективності судна.
5. Застосування турбокомпаундних систем в СЕУ.
6. Вплив режиму роботи СДВЗ на часткових режимах навантаження на умови протікання робочого процесу.
7. Гвинтові характеристики.
8. Вплив експлуатаційних чинників на гвинтову характеристику.
9. Економічний режим роботи ГД.
10. Регуляторні характеристики СДВЗ.

11. Основні експлуатаційно-технічні якості суден
12. Переваги застосування МОД із ГФК.
13. Переваги застосування ГРК.
14. Опір корпусу судна.
15. Пропульсивні характеристики гвинтів.
16. ККД гвинта.
17. Взаємодія гребного гвинта із двигуном.
18. Діаграма вибору навантажень головного малообертового двигуна.
19. Енергетичні показники СДУ.
20. Показники економічності СДВЗ.
21. Оптимальні режими роботи елементів системи охолодження.
22. Температурний режим в системі охолодження.
23. Вибір режиму охолодження СДВЗ.
24. Оптимальні режими роботи системи паливopідготовки.
25. Вибір оптимальної питомої подачі циліндрових масел.
26. Утилізація теплоти випускних газів.
27. Тепловий баланс СДВЗ.
28. Методи підвищення паливної економічності СДВЗ при роботі на часткових режимах навантаження.
29. Методи зниження викидів шкідливих речовин із випускними газами.
30. Методи боротьби із шкідливими викидами СДВЗ.
31. Фактори, що впливають на умови утворення сполук NOx.
32. Індекс енергоефективності судна EEDI.
33. Вплив зовнішніх (метеорологічних) умов на ефективність роботи СДВЗ.
34. Вплив регулювання СДВЗ на їх експлуатаційні показники.
35. Геометричні та гідродинамічні характеристики гребного гвинта.
36. Вплив зовнішніх факторів на роботу пропульсивного комплексу.
37. ККД енергетичної установки.
38. ККД пропульсивного комплексу
39. Методи підвищення ККД пропульсивного комплексу.
40. Утилізація теплових втрат головних та допоміжних дизелів.
41. Шляхові експлуатаційні витрати судна.
42. Вимоги до якості морських палив. Стандарт ISO 8217:2017.
43. Вибір режиму роботи ГД.

## 6. Рекомендована література

### Основна

1. Energy Efficiency Technologies for Ships Inventory and technology transfer. Final Report By: Rob Winkel, Arno van den Bos & Ulf Weddige Date: June 5th, 2015
2. Ievgen Bilousov Modern Marine Internal Combustion Engines / Ievgen Bilousov, Mykola Bulgakov, Volodymyr Savchuk. – Springer Series on Naval Architecture, Marine Engineering, Shipbuilding and Shipping, 2020. – 385 p.
3. MARPOL - International Convention for the Prevention of Pollution from Ships/ Lloyd's Register Rulefinder 2005 – Version 9.4
4. MEPC.1/Circ.684 – Guidelines for Voluntary Use of the Ship Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI).
5. Mollenhauer Klaus, Tschoeke Helmut. Handbook of Diesel Engines. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. — 634 p. — ISBN:978-3-540-89082-9
6. Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines / Eighth edition, Edited by Doug Woodyard, 2004. – 884 p.
7. Ship Energy Efficiency Measures Advisory / ABS
8. Thermo Efficiency System for Reduction of Fuel Consumption and CO<sub>2</sub> Emission / MAN Diesel & Turbo, Copenhagen SV, Denmark
9. Xin Qianfan. Diesel Engine System Design. Woodhead Publishing in Mechanical Engineering . – 1087 p.
10. Горбов В.М. Оцінка енергоефективності морського судна: методичні рекомендації до виконання розділу випускної кваліфікаційної роботи / В.М. Горбов, В.С. Мітенкова, Є.В. Білоусов, В.П. Савчук. Херсон: ХДМА, 2019. — 68 с.
11. Суворов П.С. Режимы работы судовых дизелей, - Одесса: ОНМЛ, 2007. - 384 с.

### Додаткова

12. Adverse Weather Condition functionality and minimum propulsion power / MAN Energy Solution
13. Basic principles of ship propulsion / MAN Energy Solution
14. Economiser energy control for increased service steam production / MAN Energy Solution
15. Improved efficiency propulsion plants / MAN Energy Solution
16. LNGC-optimized designs of ME-GI engines and fuel gas supply systems / MAN Energy Solution
17. MAN B&W two-stroke engine operating on ammonia / MAN Energy Solution
18. Propulsion trends in bulk carriers / MAN Energy Solution
19. Propulsion trends in container vessels / MAN Energy Solution
20. Propulsion trends in tankers / MAN Energy Solution
21. Shaft generators for low speed main engines / MAN Energy Solution

## **Инфоресурси**

1. <http://www.shipregister.ua/>
2. <https://powerplants.man-es.com/>
3. <https://www.wartsila.com/>
4. <https://www.wingd.com/en/engines/>
5. <https://www.dnvgl.com/maritime/index.html>
6. <https://www.cimac.com/cms/>
7. <https://www.man-es.com/marine/products/planning-tools-and-downloads/ceas-engine-calculations>
8. <https://www.alfalaval.com/industries/marine-transportation/marine/>
9. <https://www.gea.com/en/marine/index.jsp>
10. <https://world-ships.com/>
11. <https://www.classnk.or.jp/hp/en/activities/statutory/eedi/index.html>