

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

НАЛИВАЙКО В. С.
АВДІЮНІН Р. Ю.
МИСЬКО В. О.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи
з дисципліни «Оптимізація режимів роботи
двигунів внутрішнього згоряння»

для студентів спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»
(спеціалізація «Двигуни внутрішнього згоряння»)
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано Методичною радою НУК

Миколаїв
Видавець Торубара В. В.
2017

УДК 621.431.7.001.26:629.5.03(076)

ББК 39.455.5-016я81

М54

Автори: В. С. Наливайко, к. т. н., професор;

Р. Ю. Авдюнін, викладач;

В. О. Мисько, старший викладач

Рецензент: Б. Г. Тимошевський, д. т. н., професор, завідувач кафедри
двигунів внутрішнього згоряння Національного університету
кораблебудування імені адмірала Макарова

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Оптимізація режи-
М54 мів роботи двигунів внутрішнього згоряння» для студентів спеціальності 142
«Енергетичне машинобудування» (спеціалізація «Двигуни внутрішнього згоря-
ння») денної та заочної форм навчання / В. С. Наливайко, Р. Ю. Авдюнін, В. О. Мись-
ко. — Миколаїв : видавець Торубара В. В., 2017. — 28 с.

У методичних вказівках наведено загальні відомості про дисципліну, зміст лекційних
занять з посиланнями на рекомендовану літературу, теми практичних занять, самостійну
та науково-дослідну роботу з орієнтовним переліком тематики цих робіт, контрольних пи-
тань, перелік завдань для самостійної роботи студентів, поточний і підсумковий модульний
контроль успішності, а також список рекомендованої літератури.

Призначені для студентів Херсонської філії НУК денної та заочної форм навчання, що
здобувають (другий) магістерський освітньо-професійний рівень та навчаються за спеціаль-
ністю 142 «Енергетичне машинобудування» (спеціалізація «Двигуни внутрішнього згорян-
ня»).

УДК 621.431.7.001.26:629.5.03(076)

ББК 39.455.5-016я81

© Наливайко В. С., Авдюнін Р. Ю., Мисько В. О., 2017

На вч а л ь н е в и д а н н я

НАЛИВАЙКО Василь Степанович

АВДЮНІН Роман Юрійович

МИСЬКО В'ячеслав Олександрович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни

«Оптимізація режимів роботи двигунів внутрішнього згоряння»

для студентів спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»

(спеціалізація «Двигуни внутрішнього згоряння»)

денної та заочної форм навчання

Комп'ютерне складання та верстання В. В. Торубара

Коректор О. С. Торубара

Формат 60×84^{1/16}. Умов. друк. арк. 2,3. Тираж 100 пр. Зам. № 18/17.

Видавець та виготовлювач Торубара В. В.

вул. Наваринська, 5–17, м. Миколаїв, 54001, тел.: (067) 800-70-70

Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4626 від 9.10.2013

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів — 4	Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»	Цикл професійної підготовки	
Модулів — 2	Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»	Рік підготовки	
Змістових модулів — 4		5-й	5-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: «Розробка програми оптимізації режимів роботи суднового двигуна внутрішнього згоряння у складі пропульсивної установки»	Спеціалізація: «Двигуни внутрішнього згоряння»		
Загальна кількість годин — 120		Семестри	
		9-й	10-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних — 2; самостійної роботи студента — 6	Освітньо-професійний рівень: (другий) магістерський	Лекції	
		15 годин	8 годин
		Практичні заняття	
		15 годин	6 годин
		Самостійна робота	
		90 годин	106 годин
		Види контролю	
	Залік	Залік, контрольна робота	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

- для денної форми навчання — 0,33:1;
- для заочної форми навчання — 0,132:1.

2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Мета вивчення дисципліни полягає в поглибленому вивченні теорії оптимізації основних експлуатаційних режимів роботи двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ).

2.2 Завдання вивчення дисципліни полягає у встановленні оптимальних закономірностей отримання допустимих режимів роботи двигунів при змінюванні умов експлуатації енергетичної установки.

2.3 Після оволодіння дисципліною студент повинен:

знати:

- найважливіші усталені та неусталені режими роботи ДВЗ, їх оптимізацію;
- вплив елементів гребного гвинта і вибору розрахункового режиму на швартовну характеристику;
- причини обтяжування гвинтових характеристик при плаванні судна на мілкій воді та спосіб їх побудови;
- вплив стану корпусу судна і гребного гвинта на обтяжування гвинтових характеристик і його кількісна оцінка;
- особливості роботи головних двигунів на гвинт регульованого кроку (ГРК) для багаторежимних суден;
- особливості режимів зрушення судна з місця для двигунів із жорстким з'єднанням з валопроводом і при наявності роз'єднувальної муфти, а також при виході з ладу регулятора;
- способи забезпечення однакового завантаження різних дизель-генераторів;
- проходження основних параметрів двигуна при різкому зростанні та скиданні навантаження;
- особливості проходження режимів роботи при відключенні циліндрів;
- особливості проходження режимів роботи при виході із ладу турбокомпресора в дво- й чотиритактних двигунах;
- особливості сумісної роботи двигуна у пропульсивному комплексі судна на різних режимах, що виникають під час експлуатації.

вміти:

- робити кількісну оцінку та оптимізацію коефіцієнта обтяжування в штормову погоду;

– розраховувати особливості роботи двигуна для певного діапазону статичних і неусталених режимів роботи, обирати оптимальне поле режимів роботи двигуна в залежності від характеристик споживача та особливостей експлуатації;

– виконувати розрахунок впливу штормової погоди на гвинтову характеристику;

– складати програми обробки масивів даних для проведення оптимізації;

– вводити дизель-генератори в паралельну роботу;

– визначати навантаження головних і допоміжних двигунів при відключенні циліндрів і демонтуванні деталей кривошипно-шатунного механізму.

мати уяву про можливість та область застосування ДВЗ в залежності від потреб енергетичної установки і умов експлуатації транспортного об'єкта в цілому.

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Усталені режими роботи суднових ДВЗ

**Змістовий модуль 1. Режими роботи головних двигунів (ГД):
при швартовних випробуваннях судна; при буксируванні возу; у багатовальний
установці та при зміні водотоннажності судна**

Тема 1. Визначення допустимих значень частоти обертання і потужності двигуна. Вплив елементів гребного гвинта і вибору розрахункового режиму на швартовну характеристику та можливості її оптимізації.

Джерела інформації: [1, 2, 4].

Тема 2. Визначення допустимих значень частоти обертання і потужності двигуна при відключенні різної кількості гребних гвинтів. Вплив стану відключених гвинтів на роботу працюючих двигунів.

Джерела інформації: [1, 2, 6].

Тема 3. Спосіб побудови та оптимізації обтяжувальної гвинтової характеристики. Визначення допустимих значень частоти обертання і потужності двигуна при буксируванні однотипного судна.

Джерела інформації: [1, 2, 7].

Тема 4. Спосіб побудови характеристики при перевантаженні судна і при ході судна в баласті. Визначення допустимих параметрів роботи та їх оптимізація.

Джерела інформації: [1, 2, 3].

Змістовий модуль 2. Режими роботи ГД при плаванні судна на мілкій воді та в обмеженому фарватері, у складі багатомашинної установки, з часом експлуатації судна

Тема 5. Причини обтяжування гвинтових характеристик при плаванні судна на мілкій воді та спосіб їх побудови.

Джерела інформації: [1, 2, 5].

Тема 6. Вплив стану корпусу судна і гребного гвинта на обтяжування гвинтових характеристик і його кількісна оцінка.

Джерела інформації: [1, 2, 8].

Тема 7. Способи побудови обтяжувальних характеристик для працюючих двигунів при відключенні різної кількості двигунів. Визначення допустимих параметрів роботи.

Джерела інформації: [1, 2, 9].

Тема 8. Особливості роботи головних двигунів на ГРК для багаторежимних суден. Способи побудови обтяжувальних гвинтових характеристик для ГРК. Особливості оптимізації.

Джерела інформації: [1, 2, 8, 18].

Модуль 2. Неусталені та аварійні режими роботи судових ДВЗ

Змістовий модуль 3. Режим роботи ГД при зрушенні судна з місця при розгоні, при реверсуванні та при плаванні судна в штормову погоду

Тема 9. Особливості режимів зрушення судна з місця для двигунів із жорстким з'єднанням із валопроводом і при наявності роз'єднувальної муфти, а також при виході з ладу регулятора.

Джерела інформації: [1, 2, 9].

Тема 10. Змінювання основних параметрів двигуна при нормальному і екстремому розгоні судна, їх оптимізація.

Джерела інформації: [1, 2, 5].

Тема 11. Фаза процесу реверсування для двигуна і судна. Особливості реверсування для різних типів дизельних установок.

Джерела інформації: [1, 2, 8].

Тема 12. Вплив стану моря і напрямку руху судна на обтяжування гвинтових характеристик. Кількісна оцінка коефіцієнта обтяжування в штормову погоду.

Джерела інформації: [1, 2, 4].

Змістовий модуль 4. Режим роботи головних двигунів при виході судна на циркуляцію, при відключенні циліндрів, при виході з ладу турбокомпресора та при реверсуванні ГД за допомогою ГРК. Паралельна робота та перехідні режими суднових дизель-генераторів

Тема 13. Характеристика і основні параметри процесу циркуляції. Визначення умов роботи та оптимізація режиму роботи двигуна при циркуляції.

Джерела інформації: [1, 2, 7].

Тема 14. Криві дії гвинта регульованого кроку при реверсуванні. Фази реверсування, їх характеристики і шляхи оптимізації. Робота головного двигуна при реверсуванні судна з ГРК.

Джерела інформації: [1, 2, 9].

Тема 15. Способи забезпечення однакового завантаження різних дизель-генераторів. Оптимізація режимів їх сумісної роботи. Порядок підключення дизель-генератора до працюючого без їх перевантаження. Пікові та аварійні дизель-генератори.

Джерела інформації: [1, 2].

Тема 16. Зміна основних параметрів двигуна при різкому накиданні та скиданні навантаження. Шляхи покращення перехідних режимів двигунів з газотурбінним наддувом. Конструктивні рішення.

Джерела інформації: [1, 2, 3].

Тема 17. Особливості проходження режимів роботи при відключенні циліндрів унаслідок виходу із ладу елементів паливної апаратури і при демонтажі деталей кривошипно-шатунного механізму.

Джерела інформації: [1, 2].

Тема 18. Особливості проходження режимів роботи при виході із ладу турбокомпресора в двох- і чотиритактних двигунах.

Джерела інформації: [1, 2].

4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього		у тому числі		усього	усього		л	п.р.	с.р.
	л	п.р.	с.р.	л		л	п.р.			
I	2	3	4	5	6	7	8	9		
МОДУЛЬ 1. УСТАЛЕНІ РЕЖИМИ РОБОТИ СУДНОВИХ ДВЗ										
Змістовий модуль 1. Режим роботи головних двигунів (ГД): при швартовних випробуваннях судна; при буксируванні везу; у багатовапальній устанавці та при зміні водотоннавності судна										
Тема 1. Визначення допустимих значень частоти обертання і потужності двигуна. Вплив елементів гребного гвинта і вибору розрахункового режиму на швартовну характеристику та можливість її оптимізації	9	2	2	5	9	1	1	7		
Тема 2. Визначення допустимих значень частоти обертання і потужності двигуна при відключенні різної кількості гребних гвинтів. Вплив стану відключених гвинтів на роботу працюючих двигунів	5	–	–	5	5	–	–	5		
Тема 3. Спосіб побудови та оптимізації обтяжувальної гвинтової характеристики. Визначення допустимих значень частоти обертання і потужності двигуна при буксируванні однотипного судна	9	2	2	5	9	1	1	7		
Тема 4. Спосіб побудови характеристики при перевантаженні судна і при ході судна в баласті. Визначення допустимих параметрів роботи та їх оптимізація	7	–	2	5	7	–	–	1	6	
Разом за змістовим модулем I	30	4	6	20	30	2	3	25		
Змістовий модуль 2. Режим роботи ГД при плаванні судна на мілкій воді та в обмеженому фарватері, у складі багатомашинної устанавки, з часом експлуатації судна										
Тема 5. Причини обтяжування гвинтових характеристик при плаванні судна на мілкій воді та спосіб їх побудови	4	2	–	2	4	1	–	3		

Продовження таблиці

<i>1</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 6. Вплив стану корпусу судна і гребного гвинта на обтяжування гвинтових характеристик і його кількісна оцінка	3	–	–	3	3	–	–	3
Тема 7. Способи побудови обтяжувальних характеристик для працюючих двигунів при відключенні різної кількості двигунів. Визначення допустимих параметрів роботи	4	–	2	2	4	–	1	3
Тема 8. Особливості роботи головних двигунів на ГРК для багаторежимних суден. Способи побудови обтяжувальних гвинтових характеристик для ГРК. Особливості оптимізації	4	2	–	2	4	1	–	3
Разом за змістовим модулем 2	15	4	2	9	15	2	1	12
РАЗОМ ЗА МОДУЛЕМ 1	45	8	8	29	45	4	4	37
МОДУЛЬ 2. НЕУСТАЛЕНІ ТА АВАРІЙНІ РЕЖИМИ РОБОТИ СУДНОВИХ ДВЗ								
Змістовий модуль 3. Режим роботи ГД при зрушенні судна з місця, при розгоні, при реверсуванні та при плаванні судна в штормову погоду								
Тема 9. Особливості режимів зрушення судна з місця для двигунів із жорстким з'єднанням із валопроводом і при наявності роз'єднувальної муфти, а також при виході з ладу регулятора	4	2	–	2	4	1	–	3
Тема 10. Змінювання основних параметрів двигуна при нормальному і екстремальному розгоні судна, їх оптимізація	3	–	–	3	3	–	–	3
Тема 11. Фаза процесу реверсування для двигуна і судна. Особливості реверсування для різних типів дизельних установок	4	–	1	3	4	–	–	4
Тема 12. Вплив стану моря і напрямку руху судна на обтяжування гвинтових характеристик. Кількісна оцінка коефіцієнта обтяжування в штормову погоду	4	–	2	2	4	–	–	4
Разом за змістовим модулем 3	15	2	3	10	15	1	–	14

<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
Змістовий модуль 4. Режим роботи головних двигунів при виході судна на циркуляцію, при відключенні циліндрів, при виході з ладу турбокомпресора та при реверсуванні ГД за допомогою ГРК. Паралельна робота та перехідні режими суднових дизель-генераторів								
Тема 13. Характеристика і основні параметри процесу циркуляції. Визначення умов роботи та оптимізація режиму роботи двигуна при циркуляції	6	–	–	6	6	–	–	6
Тема 14. Криві дії гвинта регульованого кроку при реверсуванні. Фази реверсування, їх характеристики і шляхи оптимізації. Робота головного двигуна при реверсуванні судна з ГРК	8	–	2	6	8	–	–	8
Тема 15. Способи забезпечення однакового завантаження різних дизель-генераторів. Оптимізація режимів їх сумісної роботи. Порядок підключення дизель-генератора до працюючого без їх перевантаження. Пікові та аварійні дизель-генератори	10	3	1	6	10	2	1	7
Тема 16. Зміна основних параметрів двигуна при різкому накиданні та скиданні навантаження. Шляхи покращення перехідних режимів двигунів з газотурбінним наддувом. Конструктивні рішення	6	–	–	6	6	–	–	6
Тема 17. Особливості проходження режимів роботи при відключенні циліндрів унаслідок виходу із ладу елементів паливної апаратури і при демонтажі деталей кривошипно-шатунного механізму	9	2	1	6	9	1	1	7
Тема 18. Особливості проходження режимів роботи при виході із ладу турбокомпресора в дво- і чотиритактних двигунах	6	–	–	6	6	–	–	6
Разом за змістовим модулем 4	45	5	4	36	45	3	2	40
РАЗОМ ЗА МОДУЛЕМ 2	60	7	7	46	60	4	2	54
Науково-дослідна робота (НДР)	15	–	–	15	15	–	–	15
РАЗОМ	120	15	15	90	120	8	6	106

Примітки:

- 1) л — лекції; п.р. — практичні заняття; с.р. — самостійна робота студента;
 2) для студентів заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до вищенаведеної таблиці.

5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Модуль 1. Усталені режими роботи суднових ДВЗ			
1	Основні конструктивні способи полегшення швартовних характеристик судна (за рахунок: ГРК; встановлення гвинтів меншого діаметру на період випробувань; часткового оголення гвинта внаслідок диферента на ніс). Джерела інформації: [1, 2, 4]	2	1
2	Розрахунок та оптимізація обтяжувальної характеристики судна з двовальною установкою, гвинти якого мають різні геометричні характеристики. Джерела інформації: [1, 2, 7]	2	1
3	Розрахунок та способи оптимізації експлуатаційних гвинтових характеристик з урахуванням терміну і напруженості експлуатації судна. Джерела інформації: [1, 2, 3]	2	1
4	Визначення допустимих параметрів роботи ДВЗ для установок з різною кількістю головних двигунів і різними обмежувальними характеристиками. Джерела інформації: [1, 2, 9]	2	1
Разом за модулем 1		8	4
Модуль 2. Неусталені та аварійні режими роботи суднових ДВЗ			
5	Побудова сумісної діаграми реверсування головного двигуна і гвинта. Джерела інформації: [1, 2, 8]	1	–
6	Методика розрахунку впливу штормової погоди на гвинтову характеристику і застосування її для вирішення різних практичних задач. Джерела інформації: [1, 2, 4]	2	–

Продовження таблиці

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
7	Побудова діаграм реверсування для судна з прямою передачею потужності на гвинт і для судна з реверс-редукторною передачею потужності на гвинт. Джерела інформації: [1, 2, 9]	2	–
8	Набуття практичних навичок із введення дизель-генераторів у паралельну роботу. Порядок підключення пікових і аварійних дизель-генераторів. Джерела інформації: [1, 2]	1	1
9	Визначення навантаження головних і допоміжних двигунів при відключенні циліндрів і демонтуванні деталей кривошипно-шатунного механізму. Джерела інформації: [1, 2]	1	1
Разом за модулем 2		7	2
Разом		15	6

6 САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота студента — це самостійна діяльність та навчання студента, яку науково-педагогічний працівник планує разом зі студентом, але виконує її студент за завданнями та під керівництвом і контролем науково-педагогічного працівника без його прямої участі. Самостійна робота студентів забезпечується навчально-методичними засобами, необхідними для вивчення дисципліни: підручниками, навчальними та методичними посібниками (для самостійної роботи), конспектами лекцій, навчально-лабораторним обладнанням, ЕОМ, тощо.

До основних форм самостійної роботи студента при вивченні даної дисципліни також відносяться:

- самостійне опрацювання окремих розділів з рекомендованої літератури;
- самостійне опрацювання лекційного матеріалу;

- підготовка до підсумкового модульного контролю;
- підготовка до виконання, оформлення та захист практичних робіт;
- науково-дослідна робота.

У таблиці наведена тематика самостійних робіт.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Модуль 1. Усталені режими роботи суднових ДВЗ			
1	Порівняння різних способів полегшення швартовних характеристик	5	7
2	Методи оцінки додаткового опору непрацюючих гвинтів	5	5
3	Вплив елементів гребного гвинта на допустиму потужність при буксируванні воза	5	7
4	Сутність «адміралтейської» формули	5	6
5	Застосування діаграм Апхутіна при плаванні судна на мілкій воді	2	3
6	Способи захисту корпусу судна від обростання	3	3
7	Вплив обмежувальної характеристики на роботу ДВЗ у двомашинній установці	2	3
8	Переваги і недоліки гвинтів регульованого кроку	2	3
Разом за модулем 1		29	37
Модуль 2. Неусталені та аварійні режими роботи суднових ДВЗ			
1	Порівняння застосування ручного керування і за допомогою регулятора при зрушенні судна з місця	2	3
2	Сутність екстреного розгону судна і його вплив на роботу ГД	3	3
3	Циркуляція судна	3	4
4	Застосування «контр-повітря» при реверсуванні ДВЗ	2	4
5	Причини обтяжування гвинтових характеристик при плаванні судна в штормову погоду	6	6
6	Особливості побудови гвинтової характеристики в умовах заданого хвилювання	6	8
7	Умови роботи двигуна при циркуляції судна	6	7
8	Сутність «пікового» дизель-генератора	6	6
9	Зміна навантаження на головний двигун при плаванні судна в штормову погоду	6	7
10	Способи покращення показників перехідного режиму двигуна з наддувом	6	6
Разом за модулем 2		46	54
Науково-дослідна робота		15	15
Разом		90	106

7 НАУКОВО-ДОСЛІДНА РОБОТА

Науково-дослідна робота студентів інтегрована у навчальний процес і є одним із найважливіших засобів формування висококваліфікованого магістра. Вона передбачає участь у роботі наукових гуртків; проблемних груп, секцій, лабораторій; проведення досліджень у межах творчої співпраці кафедр Херсонської філії НУК, факультетів; написання статей, тез, доповідей, інших публікацій; отримання наукових результатів, впровадження результатів дослідження.

Однією з форм науково-дослідних робіт є участь у студентських конференціях, що проходять у НУК та Херсонській філії НУК. Метою наукової доповіді є формування у студентів вміння пов'язувати теорію з практикою, користуватися літературою, статистичними даними, популярно викладати складні питання. Присутні студенти отримують також завдання виступити із запитаннями, коментарями до доповіді, а згодом оцінити її. Найбільш досконалі доповіді подаються на конкурси студентських робіт.

Структура науково-дослідної роботи:

- титульний аркуш;
- анотація (актуальність дослідження; науково-прикладна задача дослідження; об'єкт дослідження, предмет дослідження; мета роботи; основні задачі дослідження; методи дослідження; основні наукові результати та їхня новизна; достовірність результатів дослідження, ключові слова);
- зміст (повинен містити назви структурних елементів, заголовки із зазначенням нумерації та номери їх початкових сторінок);
- перелік умовних позначень;
- основна частина (вступ, загальна методика та методи досліджень, результати власних досліджень, узагальнення досліджень);
- висновки (у висновках викладаються здобуті найбільш важливі наукові та практичні результати, які сприяли розв'язанню наукової проблеми (завдання). У висновках необхідно наголосити на кількісних показниках одержаних результатів та обґрунтувати достовірність результатів);
- аналіз одержаних результатів та їх творче обґрунтування на предмет оформлення патентоспроможних рішень;

– список використаних джерел (згідно ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис, бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання»);

– додатки.

Перелік тем для науково-дослідних робіт представлений у наступній таблиці.

№ з/п	Назва теми
1	Дослідження режимів роботи головних МОД на швартовах. Їх оптимізація
2	Дослідження режимів роботи головних ВОД на швартовах. Їх оптимізація
3	Розрахункове дослідження роботи головних двигунів при парціальній роботі гребних гвинтів
4	Оптимізація режимів роботи ГД при змінюванні водотоннажності судна
5	Дослідження режимів роботи ГД при плаванні судна на мілководді
6	Оптимізація режимів роботи ГД з часом експлуатації судна
7	Дослідження парціальної роботи головних двигунів у багатомашинних установках
8	Дослідження режимів роботи головних двигунів при розгоні судна
9	Дослідження оптимізації режиму роботи ГД при циркуляції судна
10	Дослідження впливу атмосферних умов на роботу ДВЗ
11	Дослідження режимів роботи ГД при зрушенні судна з місця
12	Дослідження впливу роботи ДВЗ на ГРК при усталених режимах
13	Дослідження режимів роботи головних двигунів при реверсуванні судна
14	Дослідження впливу роботи ДВЗ на ГРК при неусталених режимах
15	Дослідження режимів роботи головних двигунів при плаванні судна в штормову погоду

8 КОНТРОЛЬНА РОБОТА

Опанування навчальної дисципліни передбачає виконання контрольної роботи студентами заочної форми навчання.

Кожна контрольна робота виконується за рахунок годин самостійної роботи студентів після вивчення відповідного модуля. До кожного з них підготовлений перелік номерів запитань, побудований на підставі наданого додатку в робочій навчальній програмі. Згідно з таблицею кожен студент має відповісти на три питання із загального переліку питань до кожного модуля.

Вимоги до оформлення контрольної роботи:

- титульний лист обов’язково повинен містити назву кафедри, дисципліни, номер варіанту, П.І.Б. студента та номер групи;
- текст контрольної роботи виконується рукописним або машинописним способом;
- при вирішенні завдань треба, по-перше, переписати текст завдання та дати на нього відповідь; по-друге, кожне нове завдання починати з нової сторінки;
- відповіді на кожне теоретичне питання контрольної роботи повинні містити матеріал обсягом до 1–2 сторінки.

Контрольні запитання до першого та другого модулів:

№ варіанту	Номер запитання (з переліку запитань)					
	Модуль 1			Модуль 2		
1	1	3	5	30	3	9
2	2	4	6	10	1	29
3	10	9	8	2	27	9
4	7	11	12	21	6	11
5	20	18	16	13	28	17
6	15	14	17	8	29	13
7	19	21	23	26	5	21
8	22	24	26	6	12	23
9	29	25	27	4	25	5
10	31	28	30	17	1	22
11	30	29	17	24	3	11
12	9	6	1	7	9	23
13	23	4	7	4	30	1
14	26	24	11	22	14	8
15	15	21	5	10	24	26
16	14	21	11	15	21	5
17	3	29	15	14	21	11
18	27	24	9	3	29	15
19	30	20	6	27	24	9
20	22	9	13	30	20	6
21	21	4	7	8	29	16
22	8	30	4	16	15	18
23	5	9	3	4	13	2
24	25	27	17	18	1	11
25	4	6	10	3	9	19
26	13	18	22	12	20	17
27	21	10	1	7	14	15
28	29	6	23	16	22	2
29	17	11	24	19	30	5
30	17	3	19	3	23	13

9 МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Як методичне забезпечення використовуються підручники та методичні вказівки до виконання практичних робіт, а також матеріали лекційних занять, плакати. Крім традиційних паперових носіїв, підручники та навчальні посібники використовуються в електронному вигляді.

При вивченні дисципліни студентам рекомендується використовувати основну та додаткову літературу, конспект лекцій, а також джерела з мережі INTERNET.

Для поглибленого вивчення дисципліни рекомендується систематичне опрацювання фахових журналів та використання ресурсів INTERNET

Метою науково-дослідної роботи є підготовка магістранта як до самостійної науково-дослідної роботи, основним результатом якої є написання і успішний захист магістерської дисертації, так і до проведення наукових досліджень у складі творчого колективу.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання самостійного завдання слід проводити групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

10 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Навчальний процес вивчення дисципліни складається з двох модулів. При вивченні дисципліни проводяться поточні, проміжний та підсумковий модульні контролі, в процесі яких повинна забезпечуватись їх відкритість шляхом ознайомлення студентів на початку вивчення дисципліни з контрольними завданнями, з формами контрольних заходів і критеріями оцінювання. Оцінювання знань студентів денної та заочної форм навчання в університеті здійснюється за 100-бальною та національною шкалою («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»), та шкалою європейської кредитно-трансферної системи (European Credit Transfer System — ECTS).

10.1 Поточний контроль

Завданням поточного контролю є диференційований підхід до перевірки розуміння та засвоєння певного матеріалу, отримання навичок проведення розрахункових робіт, умінь самостійно опрацювати тексти, здатність осмислити зміст теми чи розділу.

Поточний контроль знань здійснюється за допомогою тестів або в усній формі:

- тестування як система завдань специфічної форми і відповідного змісту є інструментом оцінювання знань, умінь і навичок студентів, допомагає здійснювати індивідуальний контроль результатів навчання кожного з них, інтенсифікувати та мобільно керувати навчально-виховним процесом;

- усне опитування надає можливості для корекції знань студентів, адже таким чином момент виявлення помилки та її виправлення є короткотривалими у часі. Серед основних інструментів можна виділити декілька: наведення контрприкладів, що базуються на основі практичного досвіду та прогнозування можливих помилок. Такий підхід, у свою чергу, підвищує ефективність та якість засвоєння матеріалу з дисципліни.

Поточний контроль включає:

- оцінювання якості опрацювання лекційного матеріалу та самостійних занять;
- оцінювання якості виконання практичних робіт;
- врахування пропусків лекційних і практичних занять без поважних причин.

10.2 Підсумковий модульний контроль

Підсумковий модульний контроль проводиться після завершення вивчення усіх модулів поточного семестру. До підсумкового модульного контролю студент допускається за умови виконання усіх складових відповідних модулів та отримання не менше ніж 50 балів поточного контролю.

Якщо за результатами поточного контролю студент набрав не менше 60 балів, він може бути звільненим від складання підсумкового семестрового контролю.

Якщо студент бажає підвищити підсумкову оцінку, він має можливість виконати додаткові завдання.

Підсумковий модульний контроль складається з теоретичних і практичних питань. За відповідь на питання без помилок або відповідь з однією незначною помилкою студент отримає максимальну оцінку. За неповні відповіді або відповіді з помилками знижується кількість отриманих балів. При неправильній відповіді або при відсутності відповіді бали не нараховуються.

За всі контрольні заходи протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів.

11 РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

11.1 Бали за практичні роботи

Кількість залікових балів за виконання практичних робіт встановлюється відповідно складності й складає від 2 до 4 балів. Максимальна кількість балів відповідає виконанню практичної роботи та її захисту без помилок у встановлений термін, мінімальна — з допустимими помилками із захистом пізніше встановленого терміну.

11.2 Бали за науково-дослідну роботу

Максимальна кількість балів за науково-дослідну роботу складає 26 балів.

Критерії оцінювання студентських науково-дослідних робіт:

- 1) актуальність тематики (при виборі тематики НДР студентом самостійно);
- 2) чіткість визначення задач роботи;
- 3) ступінь новизни й оригінальність ідей, закладених в основу роботи та методів дослідження;
- 4) основні наукові результати;
- 5) практична значимість результатів та обґрунтованість їх формулювання;
- 6) повнота, коректність та структурованість подання матеріалу;
- 7) використовувана література;
- 8) ступінь самостійності виконання роботи;
- 9) відповідність до діючих стандартів та встановлених вимог до оформлення наукових робіт (див. розділ 7).

Додатково нараховуються бали при виконанні науково-дослідних робіт студентами за:

- підготовку тез доповіді для науково-практичної конференції з міжнародною участю +5 балів;
- виступ із доповіддю на студентській науковій конференції +3 бали;
- виступ із доповіддю на науково-практичній конференції з міжнародною участю +6 балів;
- публікацію статті у збірнику студентських наукових праць НУК +10 балів;

– публікацію статті у фаховому виданні, що входить до наукометричних баз

+26* балів.

* **Примітка.** На момент нарахування 26 балів студент повинен вже мати 60 балів за поточним контролем.

Оцінка знань студентів у залежності від набраної суми балів формується у відповідності до наступної шкали, в якій представлено відповідність між набраними балами, оцінкою ECTS і традиційною системою:

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка ECTS	Визначення	Сума балів	Залік
A	ВІДМІННО — відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90–100	зараховано
B	ДУЖЕ ДОБРЕ — вище середнього рівня з кількома помилками	82–89	
C	ДОБРЕ — цілком правильна робота з певною кількістю помилок	74–81	
D	ЗАДОВІЛЬНО — непогано, але зі значною кількістю недоліків	64–73	
E	ДОСТАТНЬО — виконання задовольняє мінімальним критеріям	60–63	
FX	НЕЗАДОВІЛЬНО — потрібно попрацювати перед тим, як досягти мінімального критерію	35–59	не зараховано
F	НЕЗАДОВІЛЬНО — необхідна серйозна подальша робота	1–34	

Розподіл балів, що отримують студенти денної форми навчання у 9-му семестрі

Семестр 9-й	Поточне тестування, практична, науково-дослідна та самостійна робота																	
	Модуль 1. Усталені режими роботи суднових ДВЗ									Модуль 2. Неусталені та аварійні режими роботи суднових ДВЗ								
	Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3			Змістовий модуль 4								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
Тема	1...2	1...2	1...2	1...2	1...2	1...2	1...2	1...2	2...3	2...3	2...3	2...3	2...3	2...3	2...3	2...3	2...3	2...3
Бали за поточний контроль	п.р. №1	–	п.р. №2	п.р. №3	–	–	п.р. №4	–	–	–	п.р. №5	п.р. №6	–	п.р. №7	п.р. №8	–	п.р. №9	–
Бали за захист п.р.	2...3	–	2...3	2...3	–	–	2...3	–	–	–	2...3	2...3	–	2...3	2...3	–	3...4	–
Разом	3...5	1...2	3...5	3...5	1...2	1...2	3...5	1...2	2...3	2...3	4...6	4...6	2...3	4...6	4...6	2...3	5...7	2...3
47...74 26 Разом																		

T1, T2, ..., T18 — теми змістових модулів

12 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова, за пріоритетом використання під час вивчення курсу

1. **Наливайко В. С.** Режимы работы судовых ДВЗ : навчальний посібник / В. С. Наливайко, С. Г. Ткаченко. — Миколаїв : НУК, 2011. — 100 с.
2. **Наливайко В. С.** Суднові двигуни внутрішнього згоряння : підруч. для студентів ВНЗ / В. С. Наливайко, Б. Г. Тимошевський, С. Г. Ткаченко. — Миколаїв : Торубара В. В. [вид.], 2015. — 331 с.
3. **Брук М. А.** Режимы работы судовых дизелей : учебное пособие / М. А. Брук, А. А. Рихтер. — Л. : Судпром, 1963. — 484 с.
4. **Ржепецкий К. Л.** Дизель в судовом пропульсивном комплексе / К. Л. Ржепецкий, А. А. Рихтер. — Л. : Судостроение, 1978. — 254 с.
5. **Эпельман Т. Е.** Режимы работы главных судовых ДВС : учебное пособие / Т. Е. Эпельман, В. С. Наливайко. — Николаев, 1984. — 40 с.
6. **Шквар А. Я.** Режимы работы судовых дизелей : учебное пособие / А. Я. Шквар, В. С. Наливайко. — Николаев, 1992. — 68 с.
7. **Степанов А. М.** Ходкость судов и режимы работы главных судовых дизелей : учебное пособие / А. М. Степанов, Т. Е. Эпельман. — Николаев, 1970. — 148 с.
8. **Овсянников М. К.** Дизели в пропульсивном комплексе морских судов / М. К. Овсянников, В. А. Петухов. — Л. : Судостроение, 1987. — 254 с.
9. **Ваншейдт В. А.** Судовые установки с двигателями внутреннего сгорания / В. А. Ваншейдт, П. А. Гордеев и др. — Л. : Судостроение, 1978. — 368 с.

Допоміжна, за пріоритетом використання під час вивчення курсу

10. **Суворов П. С.** Управление режимами работы главных судовых дизелей / П. С. Суворов. — Одесса : ЛАТСТАР, 2000. — 238 с.
11. **Суворов П. С.** Рабочие процессы и режимы судовых двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие / П. С. Суворов. — Одесса : ОНМА, 2007. — 192 с.
12. **Небеснов В. И.** Оптимальные режимы работы судовых комплексов : учебное пособие / В. И. Небеснов. — М. : Транспорт, 1974. — 200 с.
13. **Петровский Н. В.** Режимы работы судовых двигателей / Н. В. Петровский. — М.—Л. : Морской транспорт, 1953. — 152 с.
14. **Чурбанов Б. М.** Работа пропульсивного комплекса при различных типах главных дизельных установок : учебное пособие / Б. М. Чурбанов. — Ленинград : ЛКИ, 1982. — 94 с.

15. **Малиновский М.А.** Краткий справочник судового механика / М.А. Малиновский, А.А. Фока и др. — Одесса : Маяк, 1987. — 168 с.
16. **Брук М.А.** Инженерные основы эксплуатации корабельных дизелей / М.А. Брук. — М. : Военное издательство Министерства обороны, 1968. — 480 с.
17. **Камкин С.В., Возницкий И.В., Шмелев В.П.** Эксплуатация судовых дизелей : учебник / С.В. Камкин, И.В. Возницкий, В.П. Шмелев. — М. : Транспорт, 1990. — 344 с.
18. **Лучанский И.В.** ВРШ на вашем судне / И.В. Лучанский. — М. : Транспорт, 1970. — 121 с.
19. **Пахомов Ю.А.** Судовые энергетические установки с двигателями внутреннего сгорания / Ю.А. Пахомов. — М. : ТрансЛит, 2007. — 527 с.
20. **Наливайко В.С.** Характеристики двигунів внутрішнього згорання та споживачів : навчальний посібник / В.С. Наливайко, С.Г. Ткаченко, В.С. Хоменко. — Миколаїв : НУК, 2011. — 96 с.
21. **Шароглазов Б.А.** Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов : учебник / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев. — Челябинск : изд. ЮУрГУ, 2004. — 344 с.
22. **Фока А.А.** Судовой механик: серия справочников в 3 томах. Т. 1. Судовой механик / под ред. А.А. Фока, доктора технических наук, судового старшего механика. — Одеса : Феникс, 2008. — 1036 с.
23. **Ковылов Ю.Л.** Теория рабочих процессов и моделирование процессов ДВС : учебник / Ю.Л. Ковылов. — Самара : изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. — 416 с.
24. Двигатели внутреннего сгорания. Т. IV-14 / Л.В. Грехов, Н.А. Ивашенко, В.А. Марков и др. ; под общ. ред. А.А. Александрова, Н.А. Ивашенко. — 2013. — 784 с.
25. **Патрахальцев Н.Н.** Характеристики двигателей внутреннего сгорания : учебное пособие / Н.Н. Патрахальцев. — М. : изд-во РУДН, 2007. — 100 с.
26. **Румб В.К.** Судовая пропульсивная установка с двигателем внутреннего сгорания: учебное пособие / В.К. Румб. — СПб. : СПбГМТУ, 2012. — 316 с.
27. **Голиков А.А.** Режимы работы дизельных установок в составе судовых пропульсивных комплексов / А.А. Голиков, А.А. Завьялов. — Одесса : ОНМА, 2009. — 96 с.

13 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Підручники
2. Навчальні посібники
3. Наукометричні бази (Web of Science, Scopus, elibrary, Index Copernicus)
4. Сайт Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова:
<http://www.nuos.edu.ua/>
5. Сайт конференцій НУК: <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/>
6. Сайт ХФ НУК: <http://kb.nuos.edu.ua/>
7. Сайт НТУ ХПІ: <http://www.kpi.kharkov.ua/>
8. DIESEL-RK is an engine simulation tool: <http://www.diesel-rk.bmstu.ru/Rus/>
9. General Technical Data is an engine simulation tool:
<https://www.wingd.com/en/media/general-technical-data/>
10. Сайт MAN Diesel: <http://dieselturbo.man.eu/>
11. Сайт Wartsila: <http://www.wartsila.com/en/Home>
12. Сайт Caterpillar: <http://www.caterpillar.com/ru.html>
13. Сайт Mitsubishi: <http://www.mhi.co.jp/>
14. Сайт Akasaka Diesels Ltd: <http://www.akasaka-diesel.jp/en/>
15. Сайт Daihatsu Diesel: <http://www.dhtd.co.jp/ja/index.html>
16. Сайт Niigata: <http://www.niigata-power.com/english/index.html>
17. Сайт Hyundai: <http://www.hyundai-engine.com/>

ПИТАННЯ ДЛЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

Контрольні питання до 1-го модуля

1. Коли в експлуатації судна зустрічається режим, близький до швартовного?
2. Які способи полегшення гвинтової характеристики на швартовах?
3. Що таке потоконаправляюча камера?
4. Що означає парціальна робота гребних гвинтів?
5. Як визначити додатковий опір, що створюють застопорені чи вільнообертові гвинти?
6. Як впливають елементи гребного гвинта на допустимі параметри роботи при відключенні декількох гвинтів?
7. На скільки змінюється опір буксира при буксируванні однотипного судна?
8. Як впливає тип двигуна на допустимі параметри при буксируванні однотипного судна?
9. Що таке «адміралтейська» формула потужності?
10. Як визначити допустимий режим роботи під час ходу судна в баласті?
11. Які причини обтяжування гвинтових характеристик при плаванні судна на мілкій воді?
12. Що таке діаграми Апухтіна і коли вони застосовуються?
13. Від чого залежить обростання корпусу судна з часом експлуатації судна?
14. Що таке коефіцієнт напруженості експлуатації й як він впливає на обтяжування гвинтових характеристик?
15. Для чого виключається частина двигунів у багатомашинній установці?
16. Як впливає тип обмежувальної характеристики на допустимі режим роботи працюючих двигунів при відключенні інших?
17. Коли треба застосовувати гвинти регульованого кроку?
18. Що таке «тяговий» і «швидкісний» гребний гвинт?
19. Як побудувати обтяжувальну характеристику для гвинта регульованого кроку?
20. Що таке економічна характеристика двигуна?
21. У чому особливість економічної характеристики для дизель-генераторів змінного струму?
22. Який спосіб отримання стендової гвинтової характеристики?

23. У чому сутність імітації умови роботи на гребний гвинт?
24. Особливості визначення експериментальним шляхом регуляторної характеристики.
25. Призначення граничних і всережимно-граничних регуляторів для суднових ДВЗ.
26. Особливості впливу кута випередження запалення на регульовані характеристики ДВЗ.
27. Особливості впливу кута випередження подачі палива на регульовані характеристики ДВЗ.
28. Що таке режим холостого ходу двигуна?
29. Як знімається характеристика режиму холостого ходу ДВЗ?
30. Як визначити потужність механічних втрат на різних швидкісних режимах?

Контрольні питання до 2-го модуля

1. Які умови треба виконати для гарантованого забезпечення процесу зрушення судна з місця?
2. Чим не задовольняє ручне керування двигуном при зрушенні судна з місця?
3. Які умови треба виконати, щоб без перевантаження двигуна розігнати судно від швидкості V_1 до швидкості V_2 ?
4. Коли використовують екстрений розгон і яка небезпека для двигуна виникає за таких умов?
5. Чим характеризується процес реверса для двигуна і для судна?
6. Які основні фази процесу реверса двигуна?
7. Що таке вибіг судна при реверсуванні і як його визначити?
8. Як скоротити процес реверса?
9. Які особливості процесу реверса з допомогою реверсивного редуктора чи муфти?
10. Які причини обтяжування гвинтових характеристик при плаванні судна в штормову погоду?
11. Які навантаження витримує двигун при ручному керуванні та за допомогою регулятора в штормову погоду?
12. Що треба врахувати для кількісної оцінки впливу штормової погоди?
13. Які основні параметри процесу циркуляції?
14. Який двигун більше навантажується в двовальній установці при циркуляції вправо?
15. Які основні фази процесу реверсування за допомогою ГРК?
16. Як треба розвертати лопаті ГРК при реверсуванні, щоб не перевантажити головний двигун?
17. Як впливає ступінь нерівномірності регулятора на завантаження паралельно працюючих дизель-генераторів?

18. Як впливає зона нечутливості регулятора на завантаження паралельно працюючих дизель-генераторів?
19. Що таке піковий дизель-генератор і які особливості його підключення?
20. Які основні показники перехідного режиму дизель-генератора?
21. У чому труднощі застосування двигунів з наддувом для дизель-генераторів?
22. Як покращити показники перехідного режиму двигуна з газотурбінним наддувом?
23. Як визначити допустимі параметри роботи допоміжного двигуна при відключенні одного чи декількох циліндрів?
24. У чому особливість роботи головного двигуна при відключенні циліндрів?
25. Як впливає демонтаж деталей кривошипно-шатунного механізму (КШМ) на нерівномірність обертання, зрівноваженість і крутильні коливання двигуна?
26. Які додаткові заходи треба виконати для нормальної роботи двигуна після демонтажу деталей КШМ?
27. Який вплив чинить вихід із ладу турбокомпресора на роботу чотиритактного двигуна?
28. Як визначити допустимий режим роботи головного чотиритактного двигуна при виході із ладу турбокомпресора?
29. Які особливості роботи двотактного двигуна при виході із ладу одного чи декількох турбокомпресорів?
30. Які переваги і недоліки гвинтів регульованого кроку?

