

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра суднового машинобудування
та енергетики

T7433



ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора
Херсонського навчально-
наукового інституту НУК
з навчальної роботи

к.т.н., професор Дудченко О.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО
ЗГОРЯННЯ**

Automatic Adjustment of Internal Combustion Engines

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

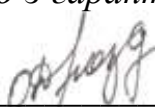
Миколаїв 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни “Автоматичне регулювання двигунів внутрішнього згоряння”, яка є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 "Електрична інженерія" спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування" освітня програма “Двигуни внутрішнього згоряння”
"26" 10 2023 року. – 32 с.

Розробники: Гогоренко О.А., к.т.н., доцент, завідувач кафедри двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації НУК; Авдюнін Р.Ю., викладач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту НУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни “Автоматичне регулювання двигунів внутрішнього згоряння” *узгоджено з гарантом освітньої програми* “Двигуни внутрішнього згоряння”

к.т.н., доцент

 О.В. Дрозд

Проект робочої програми навчальної дисципліни “Автоматичне регулювання двигунів внутрішнього згоряння” *розглянуто на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики ХННІ НУК*

Протокол № 03 від “27” 10 2023 року.

Завідувач кафедри СМЕ,
к.т.н., професор НУК

 А.А. Андреев

Робоча програма навчальної дисципліни “Автоматичне регулювання двигунів внутрішнього згоряння” *затверджена методичною радою ХННІ НУК*

Протокол № 04 від “16” 11 2023 року.

Голова МР ХННІ НУК
к.т.н., професор НУК

 О.М. Дудченко

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання	7
5. Програма навчальної дисциплін	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	18
7. Форми поточного та підсумкового контролів..	19
8. Критерії оцінювання результатів навчання	22
9. Засоби навчання	23
10. Рекомендовані джерела інформації..	23
Додаток 1. Питання до модульного контролю	28
Додаток 2. Питання до підсумкового контролю	31

ВСТУП

Анотація

Освітньою програмою “Двигуни внутрішнього згоряння” підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти передбачено набуття здобувачами вищої освіти (ЗВО) знань з аналізу та синтезу, проектування автоматичних регуляторів та систем управління стосовно двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) різних типів та призначення. Підвищення економічності, екологічності з одночасним форсуванням ДВЗ є одним із найважливіших напрямів технічного розвитку двигунобудування.

Програма навчальної дисципліни “Автоматичне регулювання двигунів внутрішнього згоряння” розрахована на ЗВО, які вивчили наступні курси: "Теорія двигунів внутрішнього згоряння", "Газова динаміка та агрегати наддува", "Конструкція та динаміка двигунів внутрішнього згоряння", "Системи двигунів внутрішнього згоряння".

Передбачається, що навички, отримані при вивченні дисципліни “Автоматичне регулювання двигунів внутрішнього згоряння”, будуть використовуватися ЗВО при виконанні курсових проектів і робіт з інших спеціальних дисциплін; проведенні ними науково-дослідних робіт і підготовці випускної бакалаврської роботи.

Ключові слова: WECS; UNIC; MPC; CCU; ECU; CAP

Annotation

The educational program "Internal combustion engines" for the training of first (bachelor's degree) level higher education students provides for the acquisition of knowledge of analysis and synthesis, design of automatic regulators and control systems for internal combustion engines of various types and purposes. Increasing efficiency and environmental friendliness with simultaneous forcing of internal combustion engines is one of the most important areas of technical development of engine construction.

The program of the academic discipline "Automatic adjustment of internal combustion engines" is designed for secondary school students who have studied the following courses: "Theory of internal combustion engines", "Gas dynamics and superchargers", "Design and dynamics of internal combustion engines", "Systems of internal combustion engines".

It is assumed that the skills acquired during the study of the discipline "Automatic regulation of internal combustion engines" will be used by higher education institutions when performing course projects and works from other special disciplines; conducting scientific research works and preparing a final bachelor's thesis.

Key words: WECS; UNIC; MPC; CCU; ECU; SAR

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань: 14 "Електрична інженерія"	Обов'язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки	
Змістових модулів – 3	спеціальність: 142 "Енергетичне машинобудування" освітня програма: "Двигуни внутрішнього згорання"	4-й (3-й)* (2-й)**	4-й (3-й)* (2-й)**
Адреса сторінки РПНД на сайті ХННІ НУК: http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/internal-combustion-engines-b.html		Семестр	
		8-й (6-й)* (4-й)**	7-й (6-й)* (4-й)**
Загальна кількість годин – 90		Лекції	
		30 годин	12 годин
		Лабораторні роботи	
		15 годин	4 годин
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної робіт ЗВО – 3		Самостійна робота	
	45 годин	74 годин	
	Вид контролю		
	освітній рівень перший (бакалаврський)	Екзамен	Екзамен, контрольна робота
		Форма контролю	
		Письмова	

Примітки:

* – для ЗВО, що навчаються за скороченим терміном навчання протягом двох років і 10 місяців (вступ на основі ОКР «фаховий молодший бакалавр»);

** – для ЗВО, що навчаються за скороченим терміном навчання протягом одного року і 10 місяців (вступ на основі ОКР «молодший спеціаліст»).

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни “Автоматичне регулювання двигунів внутрішнього згоряння” є формування у ЗВО згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України № 1136 від 19.10.2018 р., та освітньо-професійною програмою “Двигуни внутрішнього згоряння” першого (бакалаврського) рівня вищої освіти таких компетентностей.

Інтегральна компетентність:

Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми у галузі енергетичного машинобудування або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК 7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;

ЗК 8. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК 12. Навички здійснення безпечної діяльності;

ЗК 16. Здатність розуміти значимість розвитку енергетичного машинобудування для розвитку економіки;

ЗК 17. Здатність оцінювати технічну та економічну доцільність технічних рішень в галузі енергетичного машинобудування.

Спеціальні компетентності:

ФК 1. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі енергетичного машинобудування;

ФК 2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії;

ФК 3. Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності;

ФК 4. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і технологічного обладнання;

ФК 8. Здатність визначати режими експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання та застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів;

ФК 10. Здатність забезпечувати моделювання об'єктів і процесів з використанням стандартних і спеціальних пакетів програм та засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів;

ФК 11. Здатність використовувати стандартні методики планування експериментальних досліджень, здійснювати обробку та узагальнення результатів експерименту.

ФК 14. Здатність ефективно та безпечно експлуатувати установки з двигунами внутрішнього згоряння.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є наступні дисципліни: "Теорія двигунів внутрішнього згоряння", "Газова динаміка та агрегати наддува", "Конструкція та динаміка двигунів внутрішнього згоряння", "Системи двигунів внутрішнього згоряння".

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у ЗВО таких результатів навчання:

ПР 2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях;

ПР 3. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 Енергетичне машинобудування;

ПР 4. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень;

ПР 5. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень;

ПР 6. Розробляти і проектувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють конкретні вимоги, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка

і промисловість) аспекти; обрання і застосування адекватної методології проектування;

ПР 7. Проектувати об'єкти енергетичного машинобудування, застосувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти на основі розуміння передових досягнень галузі;

ПР 8. Використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань принаймні в одному з напрямів енергетичного машинобудування;

ПР 10. Планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки;

ПР 11. Розуміння застосовуваних методик проектування і досліджень у сфері енергетичного машинобудування, а також їх обмежень;

ПР 12. Здатність використовувати і продемонструвати розуміння передових досягнень та технічних рішень при проектуванні об'єктів енергетичного машинобудування;

ПР 14. Здатність використовувати сучасний інструментарій (створення, вибір і застосування відповідних технологій, ресурсів і інженерних методик, включаючи прогнозування й моделювання) для проведення комплексної інженерної діяльності;

ПР 17. Управляти професійною діяльністю у роботі над проектами принаймні в одному з напрямів енергетичного, беручи на себе відповідальність за прийняття рішень.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. ДВЗ як регульований об'єкт та механічні регулятори

Тема 1. Загальні поняття та визначення. Поняття про елементи та системи автоматичного регулювання та керування. Двигун внутрішнього згорання як об'єкт, що регулюється. Режими роботи ДВЗ. Поняття про усталений режим, рівноважну характеристику, самовирівнювання.

Джерела інформації: [1] с. 5-12; [2] с. 3-41; [5] с. 3-8; [6] с. 208-214.

Тема 2. Функціональні схеми комбінованих ДВЗ. Необхідність встановлення на ДВЗ автоматичних регуляторів. Динамічні властивості ДВЗ, перехідні процеси та їх основні параметри.

Джерела інформації: [2] с. 69-71; [3] с. 38-55; [8] с. 57-62.

Тема 3. Автоматичні регулятори прямої дії. Класифікація, основні елементи та функціональні схеми регуляторів. Одно-, дво-, три- та всережимні регулятори, їх основні параметри та характеристики.

Джерела інформації: [3] с. 596-601; [9] с. 14, 28; [10] с. 13-15.

Тема 4. Автоматичні регулятори непрямой дії. Класифікація, основні елементи та функціональні схеми регуляторів. Автоматичні регулятори частоти обертання та навантаження. Основи статичного розрахунку регулятора. Класифікація, основні елементи та функціональні схеми регуляторів.

Джерела інформації: [1] с. 13-23; [3] с. 197-211; [9] с. 29-31.

Тема 5. Двоімпульсні регулятори. Призначення, шляхи отримання та введення другого імпульсу. Двоімпульсні регулятори, за швидкістю та прискоренням; за швидкістю та навантаженням.

Джерела інформації: [3] с. 120-238; [15] с. 404-414; 417-423.

Тема 6. Додаткові функції регуляторів. Коректори зовнішньої характеристики. Регулятори наддувального повітря в ДВЗ із газотурбінним наддувом. Автоматичне регулювання кута випередження подачі палива.

Джерела інформації: [3] с. 39-42, 196-234, 262-276.

Змістовий модуль 2. Основи теорії автоматичного регулювання

Тема 7. Поняття динамічних ланок. Математична модель, передавальна функція, частотні характеристики, типові динамічні ланки. Виведення рівняння дизеля як регульованого об'єкта, передавальна функція, частотна характеристика, коефіцієнт самовирівнювання, фактор стійкості.

Джерела інформації: [1] с. 40-64; [2] с. 51-75; [4] с. 101-125

Тема 8. Якість роботи систем автоматичного регулювання ДВЗ. Прямі методи оцінки якості шляхом побудови перехідного процесу. Непрямі методи оцінки якості. Критерій стійкості, інтегральні критерії.

Джерела інформації: [1] с. 96-101; [2] с. 241-251; [4] с. 154-176

Змістовий модуль 3. Системи автоматичного керування двигунами внутрішнього згорання

Тема 9. Системи керування дизелем як регульованим об'єктом від мікропроцесора: з паливним насосом високого тиску, плунжерним дозуванням та тради-

ційними форсунками; з паливним насосом високого тиску та з електромагнітними форсунками.

Джерела інформації: [3] с. 194-233; [20] с. 61-63, 71-99.

Тема 10. Елементна база систем упорскування палива: датчики переміщень, температур, тисків, швидкостей, прискорень, витрати повітря та палива.

Джерела інформації: [3] с. 234-256.

Тема 11. Системи автоматичного регулювання та керування окремими системами, механізмами та вузлами ДВЗ: температури двигуна; тиску в паливному трубопроводі; теплового зазору в ГРМ.

Джерела інформації: [3] с. 336-343; [20] с. 103-132.

Тема 12. Сучасні систем керування і моніторингу СДВЗ: WECS (Wärtsilä Engine Control System), Wärtsilä Unified Controls (UNIC), MAN B&W electronically controlled marine engines.

Джерела інформації: [1, 4, 19, 22], інформаційні ресурси.

Тема 13. Системи автоматичного контролю, сигналізації та аварійного захисту ДВЗ.

Джерела інформації: [2] с. 609-623; [3] с. 75-76.

Тема 14. Дистанційне автоматичне керування, елементи та принцип побудови.

Джерела інформації: [3] с. 348-350.

Тема 15. Перспективи розвитку систем регулювання та керування ДВЗ.

Джерела інформації: [3] с. 11-35, 416-421.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма навчання				заочна форма навчання			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л.	лаб.	с.р.		л.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1								
Змістовий модуль 1. ДВЗ як регульований об'єкт та механічні регулятори								
Тема 1. Загальні поняття та визначення. Поняття про елементи та системи автоматичного регулювання та керування. Двигун внутрішнього згоряння як об'єкт, що регулюється. Режими роботи ДВЗ. Поняття про усталений режим, рівноважну характеристику, самовирівнювання	5	2	-	3	5	-	-	5
Тема 2. Функціональні схеми комбінованих ДВЗ. Необхідність встановлення на ДВЗ автоматичних регуляторів. Динамічні властивості ДВЗ, перехідні процеси та їх основні параметри	7	2	2	3	7	2	-	5
Тема 3. Автоматичні регулятори прямої дії. Класифікація, основні елементи та функціональні схеми регуляторів. Одно-, дво-, три- та всережимні регулятори, їх основні параметри та характеристики	8	2	3	3	8	2	1	5
Тема 4. Автоматичні регулятори непрямої дії. Класифікація, основні елементи та функціональні схеми регуляторів. Автоматичні регулятори частоти обертання та навантаження. Основи статичного розрахунку регулятора. Класифікація, основні елементи та функціональні схеми регуляторів	10	2	4	4	10	-	1	9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 5. Двоімпульсні регулятори. Призначення, шляхи отримання та введення другого імпульсу. Двоімпульсні регулятори, за швидкістю та прискоренням; за швидкістю та навантаженням	5	2	-	3	5	-	-	5
Тема 6. Додаткові функції регуляторів. Коректори зовнішньої характеристики. Регулятори наддувного повітря в ДВЗ із газотурбінним наддувом. Автоматичне регулювання кута випередження подачі палива	5	2	-	3	5	2	-	3
Разом за змістовим модулем 1	40	12	9	19	40	6	2	32
Змістовий модуль 2. Основи теорії автоматичного регулювання								
Тема 7. Поняття динамічних ланок. Математична модель, передавальна функція, частотні характеристики, типові динамічні ланки. Виведення рівняння дизеля як регульованого об'єкта, передавальна функція, частотна характеристика, коефіцієнт самовирівнювання, фактор стійкості	6	2	-	4	6	-	-	6
Тема 8. Якість роботи систем автоматичного регулювання ДВЗ. Прямі методи оцінки якості шляхом побудови перехідного процесу. Непрямі методи оцінки якості. Критерій стійкості, інтегральні критерії	9	2	2	5	9	2	1	6
Разом за змістовим модулем 2	15	4	2	9	15	2	1	12
Змістовний модуль 3. Системи автоматичного керування двигунами внутрішнього згорання								
Тема 9. Системи керування дизелем як регульованим об'єктом від мікропроцесора: з паливним насосом високого тиску, плунжерним дозуванням та традиційними форсунками; з паливним насосом високого тиску та з електромагнітними форсунками	4	2	-	2	4	-	-	4

Тема 10. Елементна база систем упорскування палива: датчики переміщень, температур, тисків, швидкостей, прискорень, витрати повітря та палива	9	2	4	3	9	2	1	6
Тема 11. Системи автоматичного регулювання та керування окремими системами, механізмами та вузлами ДВЗ: температури двигуна; тиску в паливному трубопроводі; теплового зазору в ГРМ	5	2	-	3	5	-	-	5
Тема 12. Сучасні систем керування і моніторингу СДВЗ: WECS (Wärtsilä Engine Control System), Wärtsilä Unified Controls (UNIC), MAN B&W electronically controlled marine engines	5	2	-	3	5	-	-	5
Тема 13. Системи автоматичного контролю, сигналізації та аварійного захисту ДВЗ	4	2	-	2	4	-	-	4
Тема 14. Дистанційне автоматичне керування, елементи та принцип побудови	4	2	-	2	4	2	-	2
Тема 15. Перспективи розвитку систем регулювання та керування ДВЗ	4	2	-	2	4	-	-	4
Разом за змістовим модулем 3	35	14	4	17	35	4	1	30
Усього	90	30	15	45	90	12	4	74

Примітки:

- 1) л. – лекції; лаб. – лабораторні роботи; с.р. – самостійна робота ЗВО;
- 2) для ЗВО заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до вищенаведеної таблиці.

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Змістовий модуль 1. ДВЗ як регульований об'єкт та механічні регулятори			
1	Вивчення принципу дії та конструкції регуляторів прямої дії. <i>Джерела інформації:</i> [15] с. 404-423; [4, 20, 22], інформаційні ресурси	2	-
2	Вивчення принципу дії та конструкції гідравлічного регулятора частоти обертання серії UG фірми «Woodward» суднових ДВЗ. <i>Джерела інформації:</i> [29], інформаційні ресурси	3	1
3	Вивчення принципу дії та конструкції регулятора тиску палива у системі паливоподачі дизеля. <i>Джерела інформації:</i> [3] с. 118, 189	4	1
Змістовий модуль 2. Основи теорії автоматичного регулювання			
4	Визначення статичної регуляторної характеристики регулятора двигуна ЯМЗ-238 на стенді. <i>Джерела інформації:</i> [15] с. 410-414	2	1
Змістовий модуль 3. Системи автоматичного керування двигунами внутрішнього згорання			
5	Вивчення принципу дії та конструкції регуляторів непрямої дії. <i>Джерела інформації:</i> [15] с. 404-423; [4, 20, 22], інформаційні ресурси	4	1
Усього		15	4

Самостійна робота

До основних форм самостійної роботи ЗВО при вивченні даної дисципліни відносяться:

- самостійне опрацювання окремих розділів дисципліни за допомогою рекомендованої літератури;
- самостійне опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до виконання, оформлення та захисту лабораторних робіт;
- виконання контрольних робіт (для ЗВО заочної форми навчання);
- підготовка до поточного модульного контролю;
- підготовка до підсумкового модульного контролю (екзамену).

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	денна форма навчання	заочна форма навчання
1	Підготовка до лекційних занять	до 1 години на 1 лекцію	15	6
2	Підготовка до лабораторних робіт	до 1 години на 1 роботу	5	4
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – до 15 годин на 1 захід	7	-
4	Підготовка до екзамену		8	15
5	Самостійне опрацювання окремих тем	до 3 годин на 1 тему	10	34
6	Виконання контрольної роботи	до 30 годин на 1 роботу	-	15
Разом			45	74

На самостійну роботу виносяться поглиблене вивчення наступних питань.

№ з/п	Завдання для самостійної роботи	Джерела інформації
1	2	3
Змістовий модуль 1. ДВЗ як регульований об'єкт та механічні регулятори		
1	Двигун як об'єкт керування та регулювання. Поняття про елементи і системи автоматичного регулювання та керування. Функціональні схеми елементів і систем автоматичного регулювання та керування та їх класифікація. Визначення режимів роботи ДВЗ. Поняття усталених та неусталених режимів роботи ДВЗ	[1] с. 5-12; [2] с. 3-41; [3] с. 3-7; [5] с. 3-8; [6] с. 208-214
2	Обґрунтування необхідності автоматичного регулювання двигунів різних типів. Функціональні схеми комбінованих ДВЗ різного призначення. Перехідні процеси ДВЗ та їх побудова	[2] с. 69-71; [3] с. 38-55; [8] с. 57-62
3	Автоматичні регулятори прямої дії: механічні, пневматичні, гідравлічні, температури. Регулятори частоти обертання прямої дії. Класифікація, основні елементи та функціональні схеми регуляторів	[3] с. 596-601; [9] с. 14, 28; [10] с. 13-15

1	2	3
4	Класифікація регуляторів непрямої дії. Автоматичний регулятор непрямої дії без зворотного зв'язку. Автоматичні регулятори непрямої дії зі зворотнім зв'язком. Гідравлічні підсилювачі регуляторів непрямої дії. Автоматичні регулятори частоти обертання. Автоматичні регулятори частоти обертання та навантаження. Основи статичного розрахунку регулятора. Класифікація, основні елементи та функціональні схеми регуляторів	[1] с. 13-23; [3] с. 197-211; [9] с. 29-31; [11] с. 7; [15] с. 404-423
5	Сутність принципу Ползунова-Уатта. Двоімпульсні регулятори за швидкістю та прискоренням. Двоімпульсні регулятори за швидкістю та навантаженням	[3] с. 120-238; [15] с. 404-414; 417-423
6	Забезпечення пускової подачі палива. Коригування зовнішньої швидкісної характеристики. Автоматичне налаштування кута випередження впорскування палива. Автоматичний контроль тиску масла в системі мащення двигуна. Коригування подачі повітря або палива за тиском наддуву	[3] с. 39-42, 196-234, 262-276
Змістовий модуль 2. Основи теорії автоматичного регулювання		
7	Поняття динамічних ланок. Математична модель, передавальна функція, частотні характеристики, типові динамічні ланки. Виведення рівняння дизеля як регульованого об'єкта, передавальна функція, частотна характеристика, коефіцієнт самовирівнювання, фактор стійкості	[1] с. 40-64; [2] с. 51-75; [4] с. 101-125; [5] с. 3-13
8	Якість роботи систем автоматичного регулювання ДВЗ. Прямі методи оцінки якості шляхом побудови перехідного процесу. Непрямі методи оцінки якості. Критерій стійкості, інтегральні критерії	[1] с. 96-101; [2] с. 241-251; [4] с. 154-176
Змістовий модуль 3. Системи автоматичного керування двигунами внутрішнього згоряння		
9	Системи керування дизелем як регульованим об'єктом від мікропроцесора: з паливним насосом високого тиску, плунжерним дозуванням та традиційними форсунками; з паливним насосом високого тиску та з електромагнітними форсунками	[3] с. 194-233; [20] с. 61-63, 71-99

1	2	3
10	Датчики електронних систем керування двигуном. Система зміни фаз газорозподілу. Система зміни геометрії впускного колектора. Сучасна система терморегулювання. Каталітичні нейтралізатори. Система керування циліндрами АСТ на двигуні TSI. Система регулювання висоти підйому клапанів Audi valve lift system на двигуні FSI. Перспективні системи змінного ступеня стискування та відключення циліндрів	[3] с. 234-256
11	Системи автоматичного регулювання та керування окремими системами, механізмами та вузлами ДВЗ: температури двигуна; тиску в паливному трубопроводі; теплового зазору в ГРМ	[3] с. 336-343; [20] с. 103-132
12	Концепція «Інтелектуального двигуна». Електрогідравлічна система керування для приводу: паливних насосів, блоків керування подачею палива, випускних клапанів та насосів подачі циліндрового масла. Визначення абсолютного положення кута повороту колінчастого валу системою WECS. Система UNIC, як логічний розвиток WECS. Функції контролерів MPC, CCU, ECU системи керування двигуном MAN B&W. Вимоги, що висуваються до систем управління і моніторингу СДВЗ класифікаційними товариствами	[5] с. 10-12; 58-60; 64-70; 132-134; [1, 4, 19, 22], інформаційні ресурси
13	Системи автоматичного контролю, сигналізації та аварійного захисту ДВЗ	[2] с. 609-623; [3] с. 75-76
14	Дистанційне автоматичне керування, елементи та принцип побудови	[3] с. 348-350
15	Перспективи розвитку систем регулювання та керування ДВЗ	[3] с. 11-35, 416-421

Контрольна робота

Опанування навчальної дисципліни ЗВО заочної форми навчання передбачає виконання ними контрольної роботи.

Контрольна робота виконується у години самостійної роботи ЗВО після вивчення відповідного блоку змістових модулів.

Контрольна робота складається з відповідей на три питання, перелік яких наведений у Додатку 1. Нижче надається таблиця з переліком питань для ЗВО відповідно до його номеру у академічній групі.

Питання контрольної роботи

Номер ЗВО у групі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Номер питання контрольної роботи															
Змістовий модуль 1	15	6	1	20	3	11	2	4	13	12	14	17	9	18	5
Змістовий модуль 2	4	13	5	14	7	9	8	12	15	6	1	10	10	11	2
Змістовий модуль 3	12	15	6	1	10	3	21	2	4	13	5	14	7	9	18

Номер ЗВО у групі	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Номер питання контрольної роботи															
Змістовий модуль 1	7	9	8	12	15	6	1	10	3	11	2	4	14	5	13
Змістовий модуль 2	13	15	14	7	9	8	12	15	6	11	10	3	16	2	4
Змістовий модуль 3	6	3	22	13	11	2	1	4	5	17	12	19	8	15	7

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання – способи, якими забезпечується набуття здобувачами відповідних компетенцій через засвоєння програмного матеріалу та активізацію навчального процесу, а саме:

для всіх видів занять:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок;
- пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;
- дискусія - обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;
- демонстрування - наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді;

для лекційних занять:

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- бесіда - питально-відповідний метод, завдання якого – спонукати здобувачів до актуалізації відомих і засвоєння нових знань шляхом самостійних роздумів, висновків і узагальнень;

для лабораторних занять:

- лабораторна робота - вивчення в спеціальних умовах явищ природи за допомогою спеціального обладнання;

методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;

- контрольні роботи.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- виконання та захист практичних і лабораторних робіт;

- поточний модульний контроль;

- виконання та захист контрольної роботи (для ЗВО заочної форми навчання);

- підсумковий контроль (екзамен).

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення ЗВО оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному та лабораторному заняттях і за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки ЗВО із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання модульних контрольних робіт (МКР). Максимальна кількість балів поточного контролю складає **60 балів**. Його результати (поточна успішність) є основною інформацією для проведення екзамену.

Підсумковий контроль з дисципліни проводиться відповідно до навчального плану у вигляді заліку в терміни, встановлені графіком навчального процесу, та в обсязі навчального матеріалу, визначеному даною робочою програмою навчальної дисципліни

Максимальна кількість балів заключного заліку в загальній системі оцінок - **40 балів**.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих робочою програмою навчальної дисципліни, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти та їх оцінювання

Лабораторна робота

Кількість балів	Критерії оцінювання за одну роботу
6	Робота виконана самостійно у встановлений термін. ЗВО виконав завдання у повному обсязі, без помилок. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. Правильно сформульовані висновки. Звіт відповідає встановленим вимогам
5	Робота виконана у встановлений термін. ЗВО виконує лабораторну роботу згідно з методикою, іноді після консультації НПП; в цілому правильно складає звіт і робить висновки
3	Робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. ЗВО виконує роботу згідно з методикою, іноді після консультації з НПП. Звіт відповідає встановленим вимогам
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. ЗВО виконує роботу під керівництвом НПП. Звіт містить неточності та помилки
0	Робота не виконувалася

Контрольна робота (для заочної форми навчання)

Кількість балів	Критерії оцінювання
36	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Використані не тільки рекомендовані джерела інформації, а й новітні, самостійно знайдені у періодичних виданнях і в інтернет-ресурсах. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи ЗВО вільно орієнтується в матеріалах
27	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи ЗВО орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності
18	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Висновки сформульовані формально, або не зв'язані з матеріалами роботи. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під

	час захисту роботи ЗВО в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності
9	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи ЗВО слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки
0	Роботу не виконано

Поточний модульний контроль

Однією з форм поточного контролю з даної дисципліни є проведення трьох модульних контрольних робіт (МКР) у формі письмової відповіді (перелік контрольних питань наведений у Додатку 1). Кожна робота включає два питання, які оцінюють за критеріями, що наведені нижче у таблиці

Письмова відповідь

Бал	Критерії оцінювання одного питання
5	Відповідь правильна, повна, логічна. ЗВО на високому рівні розкриває зміст питання, використовує міжпредметні зв'язки, робить аргументовані висновки
4	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
2	Відповідь має суттєві помилки, аргументи не сформульовані, використовуються невірна термінологія
1	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована
0	ЗВО не дає відповіді

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Виконання практичних робіт	5 робіт × 6 балів = 30 балів	4 роботи × 6 балів = 24 бали
Поточний модульний контроль	3 МКР × 10 балів = 30 балів	-
Виконання контрольних робіт	-	1 робота × 36 балів = 36 балів
Усього	60	60

Підсумковий контроль у формі екзамену

Підсумковий контроль складається з письмових відповідей на 4 контрольні питання. Перелік контрольних питань наведений у Додатку 2.

Письмова відповідь (1 питання - 10 балів)

Бал	Критерії оцінювання
10	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки
8	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
6	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована
4	Відповідь має суттєві помилки, аргументи несформульовані, використовуються невірна термінологія
2	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована
0	ЗВО не дає відповіді

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Номер змістового модуля	Номер теми	Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	-	-	-	-
	T2	Лабораторна робота № 1	0...6	-	-
	T3	Лабораторна робота № 2	0...6	Лабораторна робота № 2	0...6
	T4	Лабораторна робота № 3	0...6	Лабораторна робота № 3	0...6
	T5	-	-	-	-
	T6	-	-	-	-
Поточний контроль		МКР № 1	0...10	-	-
ЗМ 2	T7	-	-	-	-
	T8	Лабораторна робота № 4	0...6	Лабораторна робота № 4	0...6
Поточний контроль		МКР № 2	0...10	-	-
ЗМ3	T9	-	-	-	-
	T10	Лабораторна робота № 5	0...6	Лабораторна робота № 5	0...6
	T11	-	-	-	-
	T12	-	-	-	-
	T13	-	-	-	-
	T14	-	-	-	-
	T15	-	-	-	-

Поточний контроль	МКР № 3	0...10	-	-
-	-	-	Контрольна робота	0...36
Підсумковий контроль	Екзамен	0...40	Екзамен	0...40
Сума		0...100	-	0...100

9. Засоби навчання

При вивченні даної дисципліни використовуються такі засоби навчання:

- технічні засоби (мультимедіа-, відео- і звуковідтворююча, проекційна апаратура);
- графічні засоби (схеми, плакати);
- програмне забезпечення відкритого доступу (CAD/CAM - системи автоматизованого проектування/системи автоматизованого виробництва; програмні рішення відкритого доступу; MatLab з пакетом Simulink/SciLab з пакетом SciCos та ін.);
- бібліотечні фонди (зокрема ресурси віддаленого доступу наукової бібліотеки Національного університету кораблебудування до електронної бібліотечної системи та наукових, науково-метричних баз даних).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. **Гуров, А. П.** Теорія автоматичного керування : навчальний посібник у 2 ч. Ч. 1 / А. П. Гуров, С. І. Ольшевський, О. О. Черно, Л. І. Бугрім. - Миколаїв: НУК, 2018. - 111 с.
2. **Попович, М.Г.** Теорія автоматичного керування : підручник / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : Либідь, 2007. — 656 с.
3. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.3. Комп'ютерні системи керування ДВЗ / За редакцією А.П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова. – Харків: Видавн. центр НТУ "ХПІ", 2004. - 429 с.
4. **Абраменко, І.Г.** Теорія автоматичного керування : конспект лекцій / І.Г. Абраменко, Д.І. Абраменко. - Харків : ХНАМГ, 2008. - 178 с.
5. **Alexander A. Stotsky** Automotive Engines: Control, Estimation, Statistical Detection. — Springer, 2009. - 227

Допоміжна література

6. **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.
7. **Наливайко, В.С.** Режими роботи суднових ДВЗ : навчальний посібник / В.С. Наливайко, С.Г. Ткаченко. – Миколаїв: НУК, 2011. – 100 с.
8. **Пиндус, Ю.І.** Електронне та мікропроцесорне обладнання автомобілів: навч. посіб. / Ю.І. Пиндус, Р.Р. Заверуха. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 209 с.
9. **Гавриляк, М.С.** Основи автоматики та систем управління : навчальний посібник / М.С. Гавриляк- Чернівці: Чернівец. нац. ун-тет, 2022. – 211 с.
10. **Власюк, Г.Г.** Автоматика та електропривод техніки реєстрації інформації: навчальний посібник / Г.Г. Власюк, В.М. Співак, К.О. Трапезон, В.Б. Швайченко - К.: Освіта України, 2010. - 159 с.
11. **Корпань Я. В.** Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного управління» для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології денної форми навчання / [Упорядник Я. В. Корпань]; М-во освіти і науки України, Черкас, держ. технол. ун-т. - Черкаси: ЧДТУ, 2019. - 124 с.
12. **Сорока, К.О.** Теорія автоматичного керування : навч. посібник / К.О. Сорока. - Харків : ХНАМГ, 2006. - 187 с.
13. **Сорока, К.О.** Теорія автоматичного керування і комп'ютерне моделювання (неперервні лінійні системи). Частина перша. Основи теорії систем автоматичного керування. : навч. посібник / К.О. Сорока. - Харків : ФОП Тімченко, 2010. - 218 с.
14. **Сорока, К.О.** Теорія автоматичного керування і комп'ютерне моделювання (неперервні лінійні системи). Частина друга. Аналіз систем автоматичного керування засобами комп'ютерного моделювання : навч. посібник. - Харків : ФОП Тімченко, 2010. - 156 с.
15. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. / За редакцією А.П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова. – Харків: Видавн. центр НТУ “ХПІ”, 2004. - 492 с.
16. **Клименко, Л. П.** Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами : навч. посібник / Л. П. Клименко, О. Ф. Прищепов, В. І. Андреев, В. Ю. Голдун. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2013. – 132 с.
17. **Долганов, К.Є.** Автоматичне регулювання двигунів внутрішнього згоряння: навч. посібник / К.Є. Долганов, А.А. Лісовал – К.: НТУ, 2003. – 138 с.
18. **Колесник, О.А.** Базові машини : методичні вказівки / О.А. Колесник, О.П. Рижий. – Рівне: НУВГП, 2019. – 31 с.
19. **Шеховцов, А.Ф.** Комп'ютерні системи керування ДВЗ: навч. посібник / А.Ф. Шеховцов. – Харків: ХДПУ, 1995. – 256 с.

20. **Steve V. Hatch** Computerized engine controls 9-th ed. — Delmar, Cengage Learning, USA, 2012. – 720 p.
21. **Таланін, Д.С.** Електронні системи автоматичного керування паливоподачою дизеля: практичний досвід синтезу та імплементації : монографія / Д.С. Таланін, А.О. Прохоренко, С.С. Кравченко. – LAMBERT Academic Publishing, 2022. – 113 с.
22. **Галай, М.В.** Теорія автоматичного керування: неперервні та дискретні системи: навчальний посібник / М.В. Галай. – Полтава: ПНТУ, 2002. – 454 с.
23. **Ладанюк, А.П.** Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навч. посіб. / Ладанюк А.П., Архангельська К.С., Власенко Л.О. - К.: НУХТ, 2014.-274 с.
24. **Гоголюк, П.Ф.** Теорія автоматичного керування: навч. посіб. / П.Ф. Гоголюк, Т.М. Гречин. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009.- 280 с.
25. ГОСТ 10511-83 Системы автоматического регулирования частоты вращения (САРЧ) судовых, тепловозных и промышленных дизелей. Общие технические требования

Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека Національного університету кораблебудування <http://lib.nuos.edu.ua/> (інструкції з доступу):
 - 1.1 Підручники, навчальні посібники:
 - видавництво «Олді+» <http://ebooks.oldiplus.ua/> (за IP-адресами НУК, ХФ НУК)
 - видавництво Bentham Science на платформі Edanz: <https://www.edanz.com/>
 - 1.2 Міжнародні наукові, та науково-метричні бази:
 - Access Global NewsBank 2021: <https://infoweb.newsbank.com/apps/news/easy-search?p=AWGLNB>
 - Elsevier: <https://www.elsevier.com/>
 - Web of Science: <http://webofknowledge.com>
 - EBSCOhost: <http://search.ebscohost.com>
 - Springer: <https://link.springer.com/>
2. WorldScientificOpen is in full compliance with the latest open access mandates so authors can ensure their research is freely available online, freely redistributed and reused: <http://www.worldscientific.com/>
3. Сайт Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова: <http://www.nuos.edu.ua/>
4. Репозиторій НУК: <http://eir.nuos.edu.ua/xmlui/>
5. Конференції НУК: <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/>
6. Сайт ХННІ НУК: <http://kb.nuos.edu.ua/>
7. Сайт НТУ ХПІ: <http://www.kpi.kharkov.ua/>

8. Наукова бібліотека НУВГП – м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75:
<http://ep3.nuwm.edu.ua>
9. Бібліотека СТО «КОВШ»: <https://kovsh.com/library>
10. Open-source software for numerical computation: <https://www.scilab.org/>
- Морські класифікаційні товариства:**
11. Класифікаційне товариство Регістр судноплавства України (каталог видань):
<http://shipregister.ua/books/index.html>
12. Lloyds Register of Shipping: <http://www.lr.org/en/>
13. China Classification Society: <http://www.ccs.org.cn/ccswz/>
14. Germanischer Lloyd: <https://www.dnvgl.de/>
15. Polski Rejestr Statkow - Polish Register of Shipping: <https://www.prs.pl/>
16. Міжнародна морська організація (International Maritime Organization):
<http://www.imo.org/en/Pages/Default.aspx>
17. National Marine Manufacturers Association (NMMA): <https://www.nmma.org/>
- Провідні двигунобудівні фірми та виробники автоматики ДВЗ:**
18. Society of Automotive Engineers (SAE): <http://www.sae.org/>
19. Сайт Wartsila: <https://www.wartsila.com/>
20. Wärtsilä Encyclopedia of Marine Technology:
<https://www.wartsila.com/encyclopedia>
21. Сайт MAN Diesel: <https://www.man-es.com/>
22. MAN Two-stroke project guides:
<https://www.man-es.com/marine/products/planning-tools-and-downloads/project-guides/two-stroke>
23. Сайт Caterpillar: <http://www.caterpillar.com/ru.html>
24. Сайт Mitsubishi: <http://www.mhi.co.jp/>
25. Сайт Akasaka Diesels Ltd: <http://www.akasaka-diesel.jp/en/>
26. Сайт Daihatsu Diesel: <http://www.dhtd.co.jp/ja/index.html>
27. Сайт Niigata: <http://www.niigata-power.com/english/index.html>
28. Сайт Hyundai: <http://www.hyundai-engine.com/>
29. Сайт Woodward: <https://www.woodward.com/home>

Розробники:

к.т.н., доцент

викладач кафедри СМЕ



О.А. Гогоренко



Р.Ю. Авдюнін

Питання до модульного контролю

Питання до модульної контрольної роботи №1

1. Що таке усталені та неусталені режими роботи ДВЗ?
2. Що таке перехідний процес?
3. У чому особливості автоматичних регуляторів Ползунова і Уатта?
4. Якою є умова рівноваги динамічної системи «двигун-навантаження»?
5. Чим характеризується стійкість режиму роботи ДВЗ?
6. У чому полягає особливість стійкості роботи дизеля у режимі мінімального холостого ходу?
7. Що називається системою автоматичного регулювання (САР)?
8. У чому основна задача САР частоти обертання?
9. Які елементи входять до складу САР частоти обертання?
10. У чому полягають особливості роботи САР частоти обертання?
11. Назвіть принципи регулювання.
12. Що таке регулятор прямої та непрямої дії?
13. Чим відрізняються однорежимний, дворежимний та всережимний регулятори?
14. Поясніть принцип дії граничного регулятора.
15. Поясніть принцип однорежимного регулятора.
16. Поясніть принцип дії дворежимного регулятора.
17. Поясніть принцип дії всережимного регулятора зі змінною затяжкою пружини.
18. Поясніть принцип дії всережимного регулятора із постійною затяжкою пружини.
19. Поясніть принцип дії пневматичного регулятора частоти обертання.
20. Поясніть принцип дії гідравлічного регулятора частоти обертання.

Питання до модульної контрольної роботи №2

1. Як скласти характеристичне рівняння системи диференціальних рівнянь?
2. Чим визначається аперіодичний чи коливальний характер перехідного процесу?
3. Сформулюйте критерій Рауса-Гурвіца стійкості динамічної системи.
4. Складіть визначники для системи п'ятого порядку.
5. Як досліджувати стійкість системи при зміні одного з її параметрів?

6. Що таке діаграма Вишнеградського? Які зони є визначальними?
7. Як впливає зміна часу в'язкого тертя на стійкість САР?
8. Як впливає зміна ступеня нерівномірності на стійкість САР?
9. Сформулюйте загальні умови стійкості САР.
10. Який вигляд має необхідна умова стійкості? Дайте її обґрунтування.
11. Перерахуйте відомі критерії стійкості, поясніть їх сутність та вкажіть їх застосування.
12. Як побудувати розрахункову ділянку стійкості користуючись критерієм Гурвіца, критерієм Михайлова?
13. Як визначити запаси стійкості за логарифмічними частотними характеристиками?
14. Перерахуйте та поясніть основні показники якості керування у динамічних режимах. Що мають на увазі під прямими та непрямыми оцінками якості управління?
15. Рівняння дизеля як регульованого об'єкта
16. У яких документах визначено нормативні показники щодо якості регулювання частоти обертання судових двигунів внутрішнього згоряння?

Питання до модульної контрольної роботи №3

1. Для чого потрібна система дистанційного керування дизелем?
2. Назвіть основні елементи системи дистанційного керування дизелів
3. Для чого необхідні терморегулюючі вентилялі?
4. Назвіть основні елементи терморегулювальних вентилів?
5. Призначення та принцип роботи електронної системи управління упорскуванням палива дизеля.
6. Вимоги до блоку управління.
7. Влаштування блоку управління.
8. Що таке мікроконтролер?
9. Датчик температури рідини, що охолоджує. Пристрій та принцип дії.
10. Датчик температури повітря. Пристрій та принцип дії.
11. Датчик температури двигуна. Пристрій та принцип дії.
12. Датчик температури палива. Пристрій та принцип дії.
13. Датчик температури відпрацьованих газів. Пристрій та принцип дії.
14. Мікромеханічні датчики тиску. Пристрій та принцип дії.
15. Датчик тиску у впускному трубопроводі. Пристрій та принцип дії.
16. Датчик тиску доквілля. Пристрій та принцип дії.
17. Датчики тиску масла та палива. Пристрій та принцип дії.

18. Датчик тиску із вакуумною порожниною з боку вимірювального елемента. Пристрій та принцип дії.
19. Датчик тиску із окремою вакуумною камерою. Пристрій та принцип дії.
20. Датчики тиску палива Common Rail. Пристрій та принцип дії.
21. Назвіть способи регулювання моменту початку впорскування.
22. Як здійснюється регулювання за допомогою датчика ходу голки розпилювача форсунки?

Питання до підсумкового контролю

1. З яких конструктивних частин складається пружинно-важільний чутливий елемент?
2. З яких конструктивних частин складається пружинно-кульовий чутливий елемент?
3. Що називається підтримуючою силою чутливого елемента?
4. Що називається відновлюючою силою чутливого елемента?
5. Що таке статична характеристика регулятора?
6. Що таке зона нерівномірності регулятора?
7. Що таке зона нечутливості регулятора?
8. Перерахуйте основні вимоги до САР.
9. Які завдання динаміки САР?
10. Якими параметрами оцінюється якість перехідного процесу?
11. Перерахуйте основні вимоги до САР.
12. Дайте визначення: ступеня нерівномірності САР; закидання кутової швидкості; ступеня нестабільності.
13. Назвіть основні ознаки класифікації регуляторів частоти обертання непрямої дії.
14. Назвіть типи зворотного зв'язку в регуляторах непрямої дії
15. Чим відрізняється ізодромний зворотний зв'язок від силового?
16. У чому полягає комбінований зворотний зв'язок регулятора?
17. Які типи гідравлічних підсилювачів використовуються у регуляторах непрямої дії?
18. Напишіть принцип дії диференціального гідравлічного підсилювача.
19. У чому полягає відмінність гідравлічного підсилювача подвійної дії від диференціальної?
20. Дайте визначення параметру працездатності регулятора.
21. Чим визначається порядок САР?
22. Назвіть додаткові пристрої для автоматичних регуляторів.
23. Навіщо призначений позитивний коректор?
24. Навіщо призначений негативний коректор?
25. Опишіть принцип дії муфти зміни випередження кута подачі палива.
26. Яке призначення об'єднаного регулятора частоти обертання та навантаження?
27. Що таке працездатність регулятора частоти обертання?
28. Назвати основні функції регулятора частоти обертання.
29. Назвати параметри налаштування пропорційного регулятора.
30. Назвати параметри настроювання пропорційно-інтегрального регулятора.

31. Назвати параметри настроювання пропорційно-інтегрально-диференціального регулятора.
32. Назвати основну відмінність "жорсткого" зворотного зв'язку від "гнучким".