

**Програма підготовки магістрів у галузі знань
13 – "Механічна інженерія" зі спеціальності 135 – "Суднобудування"
спеціалізація (освітня програма) "Експлуатація випробування та
монтаж суднових енергетичних установок"**

"Випробування та експлуатація суднових енергетичних установок "

**210 год. / 7 кредитів ЕКТС
(30 год. лекцій, 30 год. практичних занять)**

Навчальний контент

Модуль 1

**Змістовий модуль 1. Вступ. Особливості вивчення дисципліни.
Види випробувань і організація їх проведення на суднобудівному заводі**

Тема 1. Вступ, загальні відомості про експлуатацію СЕУ. Літературні джерела та нормативні документи.

Тема 2. Роль інженера-механіка і суднового механіка в проектуванні, будівництві й експлуатації суден та їх СЕУ.

Тема 3. План-графік будівництва та здавання головного і серійних суден. Види, цілі й основний зміст випробувань: швартовних, ходових (здавально-приймальних).

Тема 4. Заходи щодо організації випробувань: структура відділу будівельників та здавальної команди.

Тема 5. Матеріально-технічне забезпечення випробувань

Модуль 2

Змістовий модуль 2. Методи і методики випробувань суднового енергетичного обладнання. Здавання суднового енергетичного обладнання замовникові. Експлуатація пропульсивного комплексу

Тема 6. Програма здавально-приймальних випробувань. Методики випробувань.

Тема 7. Загальна структура методики випробування. Зміст методики випробування головного малообертового двигуна (МОД).

Тема 8. Зміст методик випробувань допоміжних машин і механізмів та систем.

Тема 9. Закриття опосвідчень і підсумкових документів на енергетичне обладнання. Призначення і склад приймального акту з описом документів.

Тема 10. Відповідальність сторін під час здавально-приймальних випробувань.

Тема 11. Розрахункові гвинтові характеристики судна. Поле реальних гвинтових характеристик судна в експлуатації.

Тема 12. Експлуатаційні характеристики головних двигунів (ГД): двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), газотурбінних двигунів (ГТД). Сумісна робота ГД і гвинта фіксованого та регульованого кроків на сталих режимах роботи.

Тема 13. Взаємодія елементів пропульсивного комплексу на перехідних режимах роботи: в штормову погоду, при маневруванні судна тощо.

Тема 14. Реверс судна, його інерційні та реверсивні характеристики.

Тема 15. Тепломеханічна напруженість дизеля. Обмежувальні характеристики дизелів. Контроль параметрів при роботі дизеля.

Тема 16. Підготовка до роботи головних і допоміжних дизелів. Пускові режими дизелів.

Тема 17. Технічна експлуатація дизелів на режимах повного ходу. Контроль параметрів.

Тема 18. Робота головного двигуна (дизеля) на часткових навантаженнях, при маневруванні та при реверсуванні гребного гвинта.

Тема 19. Вплив температури заборотної води та тиску, температури й вологості повітря на роботу дизеля.

Модуль 3

Змістовий модуль 3. Експлуатація парових котлів, турбін і паротурбінних установок. Експлуатація газотурбінних двигунів і установок

Тема 20. Підготовка до дії, запуск, виведення на режим і виведення із дії паротурбінної установки (ПТУ). Особливості роботи ПТУ на часткових навантаженнях.

Тема 21. Обслуговування суднової ПТУ при характерних неполадках та аварійних ситуаціях.

Тема 22. Підготовка до дії, запуск, вихід на режим і виведення із дії газотурбінної установки (ГТУ).

Тема 23. Особливості роботи суднової ГТУ на часткових навантаженнях. Вплив зовнішніх умов на роботу ГТУ.

Змістовий модуль 4. Експлуатація холодильного обладнання і систем кондиціонування повітря

Тема 24. Підготовка до роботи, запуск, контроль робочих параметрів і зупинка парокompресорної холодильної машини.

Тема 25. Підготовка до роботи, запуск, контроль робочих параметрів і зупинка системи кондиціонування повітря (СКП).

Змістовий модуль 5. Контроль за експлуатацією СЕУ і судна в цілому

Тема 26. Фіксування параметрів роботи СЕУ в судових журналах.

Тема 27. Контрольно-вимірювальна апаратура і прилади суднової дизельної установки.

Тема 28. Теплотехнічний контроль дизелів і котлів серійних суден теплотехнічними підрозділами.

Тема 29. Теплотехнічний контроль дизелів і котлів судновою командою: основні положення, підготовка до проведення випробувань, контрольні заміри, аналіз та оформлення результатів.

Тема 30. Контроль за технічним станом корпусних конструкцій і палубних механізмів.

Модуль 4. Науково-дослідна робота

Розробка методики проведення випробування та експлуатації вузла, або системи СЕУ.

**Програма підготовки магістрів у галузі знань
13 – "Механічна інженерія" зі спеціальності 135 – "Суднобудування"
спеціалізація (освітня програма) "Експлуатація випробування та
монтаж суднових енергетичних установок"**

"Випробування та експлуатація суднових енергетичних установок "

**210 год. / 7 кредитів ЕКТС
(30 год. лекцій, 30 год. практичних занять)**

Теми практичних занять

№ практичної роботи	Назва теми	Кількість годин
		Денна форма
1	Розробка планів-графіків будівництва та здавання головного і серійних суден	6
2	Методика здавально-приймальних випробувань	2
3	Поле реальних гвинтових характеристик судна в	2
4	Особливості роботи СЕУ в штормову погоду, при маневруванні судна	2
5	Обмежувальні характеристики дизелів	2
6	Підготовка до роботи головних і допоміжних	2
7	Вплив температури заборотної води та тиску, температури й вологості повітря на роботу дизеля	2
8	Підготовка до дії, запуск, виведення на режим і виведення із дії паротурбінної установки	2
9	Особливості роботи суднової ГТУ на часткових	2
10	Підготовка до роботи, запуск, контроль робочих параметрів і зупинка СКП	2
11	Контрольно-вимірювальна апаратура і прилади суднової дизельної установки	2
12	Теплотехнічний контроль дизелів	4
Разом		30

**Програма підготовки магістрів у галузі знань
13 – "Механічна інженерія" зі спеціальності 135 – "Суднобудування"
спеціалізація (освітня програма) "Експлуатація випробування та
монтаж суднових енергетичних установок"**

"Випробування та експлуатація суднових енергетичних установок "

**210 год. / 7 кредитів ЕКТС
(30 год. лекцій, 30 год. практичних занять)**

Теми практичних занять

№ практичної роботи	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ, загальні відомості про експлуатацію СЕУ. Літературні джерела та нормативні документи	4
2	Роль інженера-механіка і суднового механіка в проектуванні, будівництві й експлуатації суден та їх СЕУ	4
3	План-графік будівництва та здавання головного і серійних суден. Види, цілі й основний зміст випробувань: швартовних, ходових (здавально-приймальних)	2
4	Заходи щодо організації випробувань: структура відділу будівельників та здавальної команди	4
5	Матеріально-технічне забезпечення випробувань	4
6	Програма здавально-приймальних випробувань. Методики випробувань	2
7	Загальна структура методики випробування. Зміст методики випробування головного малообертового двигуна	2
8	Зміст методик випробувань допоміжних машин і механізмів та систем	2
9	Закриття опосвідчень і підсумкових документів на енергетичне обладнання. Призначення і склад приймального акту з описом документів	2

10	Відповідальність сторін під час здавально-приймальних випробувань	4
11	Розрахункові гвинтові характеристики судна. Поле реальних гвинтових характеристик судна в експлуатації	2
12	Експлуатаційні характеристики головних двигунів: двигунів внутрішнього згоряння, газотурбінних двигунів. Сумісна робота ГД і гвинта фіксованого та регульованого кроків на сталих режимах роботи	4
13	Взаємодія елементів пропульсивного комплексу на перехідних режимах роботи: в штормову погоду, при маневруванні судна тощо	2
14	Реверс судна, його інерційні та реверсивні характеристики	4
15	Тепломеханічна напруженість дизеля. Обмежувальні характеристики дизелів. Контроль параметрів при роботі дизеля	2
16	Підготовка до роботи головних і допоміжних дизелів. Пускові режими дизелів	2
17	Технічна експлуатація дизелів на режимах повного ходу. Контроль параметрів	2
18	Робота головного двигуна (дизеля) на часткових навантаженнях, при маневруванні та при реверсуванні гребного гвинта	2
19	Обслуговування суднової ПТУ при характерних неполадках та аварійних ситуаціях	2
20	Підготовка до дії, запуск, вихід на режим і виведення із дії газотурбінної установки	2
21	Особливості роботи суднової ГТУ на часткових навантаженнях. Вплив зовнішніх умов на роботу ГТУ	2

22	Фіксування параметрів роботи СЕУ в судових журналах	2
23	Контроль за технічним станом корпусних конструкцій і палубних механізмів	2
Наукова робота		
24	Розробка методики проведення випробування та експлуатації вузла, або системи СЕУ	30
Курсова робота		
25	Загальний опис судна та його енергетичної установки	8
26	Основні питання експлуатації дизельної енергетичної установки	8
27	Система контролю та технічної діагностики елемента судової енергетичної установки	8
28	Статичне і динамічне регулювання параметрів СЕУ (системи, устаткування)	6
Разом		150

**Програма підготовки магістрів у галузі знань
13 – "Механічна інженерія" зі спеціальності 135 – "Суднобудування"
спеціалізація (освітня програма) "Експлуатація випробування та
монтаж суднових енергетичних установок"**

"Випробування та експлуатація суднових енергетичних установок "

**210 год. / 7 кредитів ЕКТС
(30 год. лекцій, 30 год. практичних занять)**

Завдання для поточного та підсумкового контролю

Контрольні питання до 1-го модуля

1. Які бувають види випробувань та їхнє призначення?
2. Описати будову експериментального стенду для дослідження ДВЗ.
3. Які вимоги висуваються до вимірювальних приладів та якими показниками вони характеризуються?
4. Назвіть типи перетворювачів неелектричних величин в електричні та принцип їхньої дії.
5. Якими критеріями оцінюють точність вимірювання, як їх визначити?
6. Що таке відносна похибка?
7. Що таке абсолютна похибка?
8. Які виникають похибки при вимірюванні швидкозмінних параметрів?
9. Як враховують похибки при вимірюванні швидкозмінних параметрів?
10. Як позбутись похибки при вимірюванні?
11. Описати пристрої, які використовуються для навантаження двигуна при вимірюванні його потужності.
12. Дати характеристику приладам для вимірювання тиску.
13. Які типи приладів для вимірювання тиску використовують у ДВЗ?
14. Датчики вимірювання індикаторного тиску.
15. Дати характеристику приладам для вимірювання температури.
16. Типи приладів для вимірювання температури.
17. Проблема інертності при вимірюванні температури.
18. Охарактеризувати типи спаїв для термопар.
19. Засоби вимірювання витрат палива на двигуні.
20. Які існують сучасні витратоміри?
21. Засоби вимірювання витрат повітря на двигуні.

22. Як визначається рівномірність навантаження циліндрів?
23. Яка послідовність визначення фаз газорозподілення на двигуні?
24. Як виконується перевірка об'єму камери стискання та її регулювання?
25. Які фізичні методи використовуються для визначення витрат відпрацьованих газів?
26. Які види індикаторних діаграм знімаються при індиціюванні двигунів та які параметри вони дозволяють визначити?
27. Навести приклади індикаторних діаграм, що характеризують несправності двигуна.
28. Будова та принцип дії датчиків різного типу, які використовуються при індиціюванні.
29. Принцип дії, переваги та недоліки механічних, електричних і пневмо-електричних індикаторів.

Контрольні питання до 2-го змістового модуля

30. Методика визначення середнього індикаторного тиску по індикаторній діаграмі.
31. Методика визначення показників робочого процесу по розгорненій індикаторній діаграмі.
32. Як визначаються характеристики паливних насосів високого тиску?
33. Як визначають тиск у лінії високого тиску палива?
34. Яка методика визначення характеристик паливного насосу високого тиску (ПНВТ)?
35. Як здійснюється регулювання ПНВТ?
36. Як проводиться випробування ПНВТ?
37. Які характеристики форсунок визначаються та яка методика їх визначення?
38. Як визначаються характеристики розпилювання?
39. Тонкість та однорідність розпилювання.
40. Які параметри характеризують якість процесу газообміну та як вони визначаються?
41. Визначення показників компресії в циліндрі.
42. Які існують методи визначення складу відпрацьованих газів, у чому їхня сутність?
43. Навести засоби вимірювання температури деталей циліндро-поршневої групи (ЦПГ) двигунів.
44. Як установлюються термомпари в деталях ЦПГ при вимірюванні їх температури?
45. Будова струмоміримних пристроїв для з'єднання датчиків на рухомих деталях із реєструвальною апаратурою.
46. Як визначити розподіл температур, величину та напрямок теплових потоків у деталях?

47. Визначення теплових втрат у відпрацьовані гази та охолоджуючу рідину.
48. Визначення теплових втрат у систему змащення.
49. Як визначаються деформація та напружений стан деталей за допомогою тензодатчиків?
50. Навести приклади способів розміщення тензодатчиків на деталях при дослідженні їх напруженого стану.
51. Особливості визначення деформацій та напружень при динамічному навантаженні та при підвищених температурах.
52. Як визначаються переміщення голки форсунки?
53. Як визначають переміщення штоків клапанів?
54. Як визначаються зазори між поршнем і втулкою циліндра?
55. Як визначити зазори в підшипниках ковзання?
56. Як визначити величину масляного клину?
57. Як визначаються шум і вібрація двигуна та його елементів?
58. Описати методику оцінювання зношування за допомогою обмірювання деталі, зняття профілограм і методу штучних баз.
59. Описати методику оцінювання зношування шляхом визначення концентрації металевих домішок у маслі та радіоактивних методів.
60. Описати методику визначення механічного ККД шляхом прокрутки двигуна стороннім джерелом енергії та аналізу кривих змін частоти обертання колінчастого валу.
61. Описати методику визначення механічного ККД шляхом аналізу кривої годинної витрати палива та почергового відключення подачі палива до циліндрів.
62. Складові частини механічних втрат у двигуні та методика їхнього визначення.
63. Статті зовнішнього теплового балансу двигуна та методика їхнього визначення.
64. Як визначаються втрати теплоти крізь деталі ЦПГ при їх охолодженні?
65. Навести методику дослідження впливу окремих параметрів двигуна на статті теплового балансу.
66. Порядок визначення навантажувальної та гвинтової характеристик двигуна.
67. Порядок визначення зовнішньої та обмежувальної характеристик двигуна.
68. Методика проведення та вимоги до типових і контрольних випробувань.
69. Методика проведення досліджень з метою вибору раціональних регулювальних параметрів.
70. У чому полягає сутність метода електричного моделювання для визначення теплового стану деталей ЦПГ?
71. У чому полягає сутність фізичного моделювання - метода теорії подібності та метода аналізу розмірностей?

72. Особливості стендових випробувань ДВЗ.
73. Режими стендових випробувань та обкатки на стенді.
74. Охарактеризувати методику швартовних випробувань суднових ДВЗ?
75. Особливості режимів навантаження суднових ДВЗ на швартовних випробуваннях.
76. За якої максимальної потужності головного двигуна можливо проводити випробування?
77. Способи проведення швартовних випробувань.
78. Ходові випробування суднових ДВЗ.
79. Режими ходових випробувань суднових головних двигунів.
80. Особливості імітаційних випробувань суднових ДВЗ.
81. Випробування суднових дизель-генераторів.

Контрольні питання до 3-го змістового модуля

82. Які умови сталої роботи парової турбіни?
83. З яких основних частин складається система регулювання теплового двигуна?
84. Як визначається ступінь нерівномірності регулювання тиску?
85. Чим відрізняються пряме і непряме регулювання?
86. Який принцип дії регуляторів швидкості?
87. Які конструкції регуляторів швидкості застосовують в парових турбінах?
88. Який принцип дії регулятора тиску?
89. Як відбувається регулювання роботи ПТУ?
90. Як працює парова турбіна при схемі прямого регулювання?
91. Як виглядає схема непрямого регулювання парової турбіни?
92. Які особливості схеми регулювання тиску в ПТУ?
93. Як виглядає схема соплового регулювання тиску парових турбін?
94. Як працює схема регулювання частоти обертання турбіни з гідравлічною передачею?
95. Коли використовується схема обвідного регулювання парової турбіни?
96. Який принцип дії пристроїв захисту парових турбін?
97. Які конструкції запобіжних вимикачів використовують в парових турбінах?
98. Як працює спрощена схема регулювання газотурбінної установки?
99. Які особливості регулювання двигунів внутрішнього згорання?
100. Яка будова системи змащування парових турбін?

101. Які насоси для подачі мастила використовують в парових турбінах?
102. Яка конструкція охолоджувача мастила парової турбіни?
103. Яка конструкція парового реле використовується в парових турбінах?
104. Які вимоги правильної експлуатації парової турбіни?
105. Які основні процеси включає експлуатація турбінної установки?
106. Які операції необхідно виконати при пуску парової турбіни?
107. Як виконується синхронізація роботи турбіни?
108. Які особливості обслуговування парової турбіни при її роботі?
109. Від чого залежить надійність роботи системи змащування і регулювання парової турбіни?
110. Як виконується контроль стану турбіни на ходу?
111. Які операції виконуються при зупинці парової турбіни?
112. Як використовується крива вибігу турбоагрегату?
113. Що необхідно зробити після зупинки парової турбіни?
114. Які причини аварій турбінних установок?
115. Які спостерігаються види вібрації турбін та їх причини?
116. З яких причин виникає загроза появи водяного удару?
117. Які причини виникнення аварій в підшипниках валопроводу?
118. Чим пояснюються випадки поломки валів парових турбін, черв'ячних і зубчастих передач?
119. Які причини поломок лопатевого апарату турбоустановок?
120. Як здійснюється промивка парових турбін від накипу?
121. Чим загрожує потрапляння сторонніх твердих тіл в парову турбіну?

Контрольні питання до 4-го змістового модуля

122. Основні схеми суднових холодильних установок (СХУ), їх особливості.
123. Холодильні агенти і холодоносії. Їх властивості.
124. Експлуатація суднових холодильних установок, її цілі та основні завдання.
125. Експлуатаційні особливості централізованих систем холодопостачання.
126. Загальні вимоги до обслуговування СХУ
127. Обслуговування поршневих компресорів, особливості їх запуску.

128. Обслуговування ротаційних і гвинтових компресорів, особливості їх запуску.
129. Порядок запуску і зупинки холодильної машини.
130. Змащення холодильних компресорів. Обслуговування масляної системи компресорів.
131. Обслуговування випарників і повітроохолоджувачів.
132. Обслуговування конденсаторів СХУ, особливості обслуговування кожухотрубчастих конденсаторів в суднових умовах.
133. Видалення повітря і вологи із холодильного контуру.
134. Заправка холодильної машини холодильним агентом.
135. Забезпечення умов герметичності систем СХУ. Способи виявлення місць витоку холодильного агента. Основні причини витоку холодильного агента.
136. Основні прилади для діагностики роботи холодильної машини.
137. Обслуговування лінійного і циркуляційного ресиверів, проміжних посудин.
138. Профілактичне технічне обслуговування малих холодильних машин.
139. Основні причини відхилення роботи СХУ від нормальної, їх виявлення та усунення.
140. Обслуговування СХУ з проміжним холодоносієм.
141. Обслуговування фільтрів, брудовідділювачів, масловідділювачів і маслосбірників.
142. Основні поняття теорії надійності СХУ.
143. Зношення обладнання та його основні види.
144. Основні методи визначення зношення.
145. Ремонт СХУ, способи і методи ремонту.
146. Дефектування елементів СХУ та методи контролю.
147. Технологічний процес ремонту компресорів СХУ.
148. Ремонт поршневих компресорів СХУ. Основні види та причини поломок поршневих компресорів.
149. Ремонт гвинтових і ротаційних компресорів СХУ. Основні види та причини поломок гвинтових і ротаційних компресорів.
150. Випробування компресора СХУ після ремонту.
151. Класифікація випробувань СХУ.
152. Загальні умови проведення випробувань СХУ.
153. Технологія ремонту теплообмінних апаратів СХУ.
154. Ремонт арматури і трубопроводів СХУ.
155. Ремонт насосів і вентиляторів.

156. Перша допомога при отруєнні парами холодильного агента та аміаку.
157. Засоби захисту від хімічного забруднення повітря парами холодильних агентів.
158. Індивідуальні засоби захисту від ураження струмом.
159. Дії обслуговуючого СХУ персоналу в аварійних ситуаціях.

Контрольні питання до 5-го змістового модуля

160. Види відмов, їхнє дослідження й опис.
161. Відмови систем та їхніх елементів.
162. Попередження відмов.
163. Класифікація відмов.
164. Вивчення відмов.
165. Відмови складних систем.
166. Людський фактор у випадках відмов устаткування.
167. Експлуатаційні відмови.
168. Втома матеріалу, її діагностування.
169. Залишкова деформація, її діагностування.
170. Зношування, його діагностування.
171. Корозія, її діагностування.
172. Утворення нагару.
173. Відкладення в системах охолодження.
174. Відмови через недосконалість проектування, виробництва і монтажу устаткування.
175. Урахування специфіки проведення діагностування на борту судна.
176. Технологія діагностування суднових машин і механізмів.
177. Область застосування технічної діагностики.
178. Послідовність проведення технічного діагностування.
179. Опис стану об'єкта, який діагностується.
180. Обробка діагностичних сигналів.
181. Корекція нелінійності та динамічних переключень.
182. Спектральний і кореляційний аналізи.
183. Тренд-аналіз. Розрахунок параметрів.
184. Система діагностування й обчислювальна техніка.
185. Математична модель зняття, реєстрації та обробки вхідних даних.
186. Поетапна, послідовно-паралельна обробка даних.
187. Схема втрати працездатності елементів СЕУ.
188. Поняття якості, працездатності, відмови.
189. Види деформації деталей.