

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ  
КАФЕДРА МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор Інженерного навчально-наукового  
Інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ

Наталія Метеленко  
(прізвище, ім'я)

**НАДІЙНІСТЬ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ**  
(назва навчальної дисципліни)  
**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

підготовки магістра  
(назва освітнього ступеня)

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр, назва спеціальності)

спеціалізації / предметної спеціальності \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма Металургійне обладнання  
(назва)

Укладач /Укладачі: Таратуга К.В., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри  
металургійного обладнання  
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено  
на засіданні кафедри металургійного  
обладнання

Протокол № 21 від " 28 " серпня 2023 р.  
Завідувач кафедри

А.О. Власов  
(ініціали, прізвище)

Погоджено:  
Гарант ОП

А.О. Власов  
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою  
Інженерного навчально-наукового інституту  
ім.Ю.М. Потебні  
Протокол № 1 від " \_\_\_\_ " серпня\_2023 р.  
Голова науково-методичної ради

Т.А. Шарапова  
(ініціали, прізвище)

Погоджено:  
Відповідальний за секцію «Металургійний  
профіль»

О.С. Воденнікова  
(ініціали, прізвище)

2023 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
<u>Галузь знань</u> <u>13 «Механічна інженерія»</u> <i>(шифр і назва)</i>	Кількість кредитів – 4	<b>Обов'язкова</b>	
		<b>Цикл професійної підготовки спеціальності</b>	
<u>Спеціальність</u> <u>133 Галузеве</u> <u>машинобудування</u> <i>(шифр і назва)</i>	Загальна кількість годин – 120	<b>Семестр:</b>	
		1-й	1-й
<u>Спеціалізація /</u> <u>Предметна спеціальність</u>  <i>(шифр і назва)</i>	Змістових модулів – 6	<b>Лекції</b>	
		20 год.	4 год
<u>Освітньо-професійна програма</u> <u>«Металургійне обладнання»</u> <i>(назва)</i>	Змістових модулів – 6	<b>Практичні</b>	
		10 год.	4 год
Рівень вищої освіти: <b>магістерський</b>	Кількість поточних контрольних заходів – 12	<b>Лабораторні</b>	
		10 год.	4 год
		<b>Самостійна робота</b>	
		80 год.	108
		<b>Вид підсумкового семестрового контролю: екзамен</b>	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Основна **мета** дисципліни - формування у студентів знань та навичок, які роблять можливим творчий підхід до підвищення надійності обладнання при його розробці, під час налагодження, та при використанні. А також формування знань та навичок вести розрахунки деталей, та вузлів машин по коефіцієнтам надійності. Формування у студентів знань та навичок, які роблять можливим творчий підхід до підвищення можливості технічного діагностування обладнання при його розробці, під час налагодження, та при використанні. А також формування знань та навичок проводити діагностичні випробування обладнання.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни ” є теоретична та практична підготовка студентів які повинні навчитися розраховувати по статистичним показникам терміни проведення ремонтів, кількість ремонтників, імовірність безвідмовної роботи, імовірність аварійної зупинки

обладнання, коефіцієнти технічного використання. Вміти аналізувати ситуації, складати частотні характеристики, знаходити закони відказів, вести розрахунки деталей, на обмежену довговічність з використанням кривих втоми. Складати алгоритми діагностування, засвоїти методики які дозволяють прогнозувати поведінку обладнання під час експлуатації. розраховувати по статистичним показникам терміни проведення ремонтів, кількість ремонтників.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**знати:**

прогнозування надійності по статистичним показникам, терміни проведення ремонтів, кількість ремонтників, імовірність безвідмовної роботи, імовірність аварійної зупинки обладнання, коефіцієнти технічного використання, розрахунки показників надійності, розрахунки на втоми, алгоритми побудови математичних моделей обладнання, існуючі прилади для діагностування.

**вміти:**

аналізувати ситуації, складати частотні характеристики, знаходити закони відказів, вести розрахунки деталей, на обмежену довговічність з використанням кривих втоми, використовувати існуючі прилади для діагностування.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.	Лекційний курс та практичні заняття
ЗК3. Здатність планувати та управляти часом. ЗК7. Здатність демонструвати творчий і новаторський потенціал у проєктних розробках та системний підхід для розв'язування інженерних завдань	Лекційний курс та лабораторні і практичні заняття
СК6. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання	Лекційний курс та лабораторні і практичні заняття
РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення	Лекційний

складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні. PH5 Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи PH7 Готувати виробництво та експлуатувати вироби галузевого машинобудування протягом життєвого циклу PH8. Вміння системно аналізувати інженерні об'єкти, процеси і методи в металургійній та суміжних галузях виробництва	курс, практичні заняття та модульний контроль
---	--

### **Міждисциплінарні зв'язки.**

Для вивчення дисципліни необхідне знання основного змісту суспільних, загальноосвітніх, загально технічних та спеціальних дисциплін, що передбачені навчальним планом і базується на знаннях, отриманих при вивченні дисципліни Стандарти якості та сертифікація продукції та дисциплінах бакалаврського рівня підготовки: - інженерна графіка; теоретична механіка; опір матеріалів; теорія механізмів та машин; деталі машин; підйомно – транспортні машини; організація та планування ремонтних робіт, механічне обладнання металургійних заводів.

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **Змістовний модуль 1. Основи надійності обладнання.**

Тема 1. Основні визначення теорії надійності.

*Стан обладнання, що характеризує надійність. Визначення надійності та її основні властивості.*

Тема 2. Основні показники надійності.

*Класифікація показників надійності. Визначення показників безвідмовності. Визначення показників довговічності. Визначення показників ремонтпридатності. Визначення показників збереженості. Визначення комплексних показників.*

### **Змістовний модуль 2. Довговічність обладнання.**

Тема3. Закони розподілу випадкових величин.

*Експоненційний закон. Закон Вейбула. Нормальний закон.*

### **Змістовний модуль 3. Відмови обладнання.**

Тема 4 Класифікація відмов та втрати міцності.

*Класифікація відмов. Втрата міцності. Загальна характеристика видів корозії.*

Тема. 5. Знос обладнання.

*Характеристика процесу зносу. Методи визначення зносу. Вибір зносостійких матеріалів.*

*Оцінка матеріаломіцності машин. Вибір методу відновлення та зміцнення.*

### **Змістовний модуль 4. Надійність технологічних систем**

Тема6. Структурний аналіз надійності систем.

*Загальні закономірності надійності. Порядок розрахунку структурної схеми надійності.*

Тема 7. Надійність технологічних систем.

Загальні визначення та терміни надійності технологічних систем. Відмови технологічних систем. Порядок розрахунку надійності технологічних систем.

### Змістовний модуль 5. Надійність деталей машин

Тема 8. Розрахунки надійності деталей машин

Надійність різьбових з'єднань. Надійність з'єднань з натягом. Надійність зубчастих передач. Надійність підшипників кочення.

Тема. 9. Забезпечення надійності на різних етапах функціонування обладнання.

Програма забезпечення надійності. Методи забезпечення надійності. Випробування на надійність.

### Змістовний модуль 6. Економічне обґрунтування при визначенні надійності обладнання.

Тема 10. Техніко-економічна ефективність надійності.

Системні показники оцінки економічної ефективності.

## 4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Практичні /Лабораторні заняття, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ./лабораторні зав-ня, к-ть балів	Усього балів
		о/д ф.	з/д іст ф.	о/д ф.	з/д іст ф.	о/д ф.	з/д іст ф.	о/д ф.	з/д іст ф.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	15	7	2	3	2	3	3	9	13	5	5	10
2	15	7	2	3	1	3	3	9	13	5	5	10
3	15	7	2	3	1	3	2	9	13	5	5	10
4	15	7	2	3		3		9	13	5	5	10
5	15	7	2	4		3		9	13	5	5	10
6	15	5	2	4		5		5	13	5	5	10
Усього за змістові модулі	90	40	12	20	4	20	8	50	78	30	30	60
Підсумковий семестровий контроль екзамен	30											40
Загалом		120								100		

### 5. Теми лекційних занять

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1.	Основні визначення теорії надійності	3	2
2.	Основні показники надійності.	3	1
3.	Закони розподілу випадкових величин	3	1
4.	Класифікація відмов та втрати міцності	3	-
5.	Знос обладнання	3	-
6.	Структурний аналіз надійності систем	3	-
7.	Надійність технологічних систем	3	-
8.	Розрахунки надійності деталей машин	3	-
9.	Забезпечення надійності на різних етапах функціонування обладнання.	4	
10.	Техніко-економічна ефективність надійності	4	
Разом		20	4

### 6. Теми практичних (семінарських/лабораторних) занять

#### Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість год.	
		д.ф.	з.ф.
1	Розрахунки надійності металургійного обладнання	3	2
2	Використання законів відмов при обслуговуванні та ремонті обладнання	3	
3	Математично-статистична обробка результатів експерименту. Кореляційний та регресивний аналізи	4	2
Разом		10	4

#### Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість год.	
		д.ф.	з.ф.
1	Одержання розподілу ймовірності випадкової величі табличним і графічним способами	3	2
2	Визначення закону напрацювання на відмову за даними статичної вибірки	3	
3	Визначення показників надійності металургійного обладнання	4	2
Разом		10	4

### 7. Види і зміст поточних контрольних заходів

В ході виконання завдань модулів студенту пропонується:

- вивчити теоретичний матеріал модуля;

- виконати та захистити індивідуальні варіанти лабораторних робіт;
- виконати індивідуальні варіанти практичних робіт;
- здійснити перевірку отриманих знань шляхом відповідей на екзаменаційні питання.

Передбачено, що для всіх модулів значення максимальної рейтингової оцінки складає 30 балів.

Передбачено проведення екзамену у формі підсумкового тесту після другого (першого для з.ф.н.) семестру, максимальне значення якого складає 40 балів.

Сумарний рейтинговий бал за період вивчення дисципліни «Механічне обладнання металургійних заводів. Частина 2. Обладнання для виробництва металів і сплавів» складає 100 балів.

№ змістового модуля	Вид поточного контроль-ного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Проміжний контроль №1	Питання для підготовки: Стан обладнання, що характеризує надійність. Визначення надійності та її основні властивості. Класифікація показників надійності. Визначення показників безвідмовності. Визначення показників довговічності. Визначення показників ремонтпридатності. Визначення показників збереженості. Визначення комплексних показників.	Загальна кількість - 3 спроби. - правильна відповідь – максимум балів, відведених на це запитання тестового контролю; - не правильна відповідь – 0 балів.	5

	Практична робота №1	Викладено у методичних вказівках (Система дистанційного навчання Moodle.)	Оцінюється правильне виконання роботи у 5 балів.	5
<b>Усього за ЗМ 1 контр. заходів</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10</b>
2	Проміжний контроль №2	Питання для підготовки: Експоненційний закон. Закон Вейбула. Нормальний закон.	Загальна кількість - 3 спроби. - правильна відповідь – максимум балів, відведених на це запитання тестового контролю; - не правильна відповідь – 0 балів.	5
	Лабораторна робота №1	Викладено у методичних вказівках (Система дистанційного навчання Moodle.)	Оцінюється правильне виконання роботи у 5 балів.	5
<b>Усього за ЗМ 2 контр. заходів</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10</b>
3	Проміжний контроль №3	Питання для підготовки: Класифікація відмов. Втрата міцності. Загальна характеристика видів корозії. Характеристика процесу зносу. Методи визначення зносу. Вибір зносостійких матеріалів. Оцінка матеріаломісткос	Загальна кількість - 3 спроби. - правильна відповідь – максимум балів, відведених на це запитання тестового контролю; - не правильна відповідь – 0 балів.	5



		ті машин. Вибір методу відновлення та зміцнення.		
	Практична робота №2	Викладено у методичних вказівках (Система дистанційного навчання Moodle.)	Оцінюється правильне виконання роботи у 5 балів.	5
<b>Усього за ЗМ 3 контр. заходів</b>	<b>2</b>			<b>10</b>
4	Проміжний контроль №4	Питання для підготовки: Загальні закономірності надійності. Порядок розрахунку структурної схеми надійності. Загальні визначення та терміни надійності технологічних систем. Відмови технологічних систем. Порядок розрахунку надійності технологічних систем.	Загальна кількість - 3 спроби. - правильна відповідь – максимум балів, відведених на це запитання тестового контролю; - не правильна відповідь – 0 балів.	5
	Лабораторна робота №2	Викладено у методичних вказівках (Система дистанційного навчання Moodle.)	Оцінюється правильне виконання роботи у 5 балів.	5
<b>Усього за ЗМ 4 контр. заходів</b>	<b>2</b>	-	-	<b>10</b>

5	Проміжний контроль №5	Питання для підготовки: Надійність різьбових з'єднань. Надійність з'єднань з натягом. Надійність зубчастих передач. Надійність підшипників кочення. Програма забезпечення надійності. Методи забезпечення надійності. Випробування на надійність.	Загальна кількість - 3 спроби. - правильна відповідь – максимум балів, відведених на це запитання тестового контролю; - не правильна відповідь – 0 балів.	5
	Практична робота №3	Викладено у методичних вказівках (Система дистанційного навчання Moodle.)	Оцінюється правильне виконання роботи у 5 балів.	5
<b>Усього за ЗМ 5 контр. заходів</b>		-	-	<b>10</b>
6	Проміжний контроль №6	Питання для підготовки: Системні показники оцінки економічної ефективності.	Загальна кількість - 3 спроби. - правильна відповідь – максимум балів, відведених на це запитання тестового контролю; - не правильна відповідь – 0 балів.	5
	Лабораторна робота №3	Викладено у методичних вказівках (Система дистанційного	Оцінюється правильне виконання роботи у 5 балів.	5

		навчання Moodle.)		
<b>Усього за ЗМ 6 контр. заходів</b>	<b>2</b>			<b>10</b>
<b>Усього за змістові модулі контр. заходів</b>	<b>6</b>			<b>60</b>

### 8. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Екзамен	Теоретичне завдання	<p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основні показники надійності.</li> <li>2. Закони розподілу випадкової величі</li> <li>3. Розрахунки надійності металургійного обладнання</li> <li>4. Керування надійністю обладнання під час експлуатації</li> <li>5. Використання законів відмов при обслуговуванні та ремонті обладнання.</li> <li>6. Дослідження процесів та механізму втоми, крива втоми в напівлогарифмічних, та логарифмічних координатах.</li> <li>7. Математично-статистична обробка</li> </ol>	<p>Відповідь на запитання викладача з курсу потребує повної аналітичної і змістовної відповіді (оцінюється від 0 до 20 балів):</p> <p>20 балів – студент правильно відповів на всі поставлені теоретичні питання;</p> <p>11-19 балів – студент дав не повну відповідь без суттєвих помилок, або з незначними помилками;</p> <p>5-10 балів – студент отримує у випадку, якщо він відповідає не менше, ніж на 30</p>	20

		<p>результатів експерименту.</p> <p>8. Кореляційний та регресивний аналізи</p> <p>9. Розрахунки запасів міцності та довговічності при симетричних циклах навантаження.</p> <p>10. Розрахунки на обмежену довговічність при асиметричних та симетричних навантаженнях.</p> <p>11. Розрахунки надійності елементів.</p> <p>12. Типи систем, надійність систем.</p> <p>13. Системи з послідовним з'єднанням елементів, та їх розрахунки.</p> <p>14. Системи з паралельним з'єднанням, та їх розрахунки.</p> <p>15. Системи з змішаним з'єднанням елементів.</p> <p>16. Системи, що не підлягають ремонту</p> <p>17. Надійність систем, що підлягають ремонту.</p> <p>18. Резервування елементів та систем.</p> <p>19. Надійність систем з плановим технічним обслуговуванням.</p> <p>20. Розрахунки надійності в залежності від розподілу міцності та навантаження.</p> <p>21. Надійність систем, що підлягають ремонту.</p> <p>22. Резервування елементів та систем.</p>	<p>% питання, зокрема знає тільки визначення понять та в загальних рисах може відповісти на поставлене запитання;</p> <p>1-4 бали – студент отримує у випадку, якщо він знає тільки визначення понять;</p> <p>0 балів – студент не відповів на питання або дав не правильну відповідь.</p>	
--	--	--	--	--

		23. Надійність систем з плановим технічним обслуговуванням. 24. Розрахунки надійності в залежності від розподілу міцності та навантаження		
	Практичне завдання	Вимоги до виконання та оформлення: - розрахунки проводяться відповідно до алгоритмів, розглянутих протягом навчального семестру. - завдання оформлюється у формі документу MS Word чи на аркушах паперу формату А4.	Робота оцінюється викладачем від 0 до 20 балів в залежності від повноти розкриття поставленої задачі: - всі поставлені завдання виконані повністю – 20 балів; - неповне виконання або помилки – 10 бали; - невиконана робота або виконана повністю невірно – 0 балів.	20
<b>Усього за підсумковий семестровий контроль</b>				<b>40</b>

## 9. Рекомендована література

### Основна:

1. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення: ДСТУ 2470-94. - К.: Держстандарт України, 1995. – 28 с.
2. Седуш В.Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин : Підручник. – 4-е вид., перероб. і доп. – Донецьк: ТОВ «Юго – Восток, Лтд», 2008. – 379 с.
3. Проблеми надійності металургійних машин [Електронний ресурс] :

- метод. вказівки до лаборатор. робіт для студентів ЗДІА на пряму підготовки 133 "Галузеве машинобудування" всіх форм навчання / К. В. Таратута, Ю. Г. Кобрін, О. Ю. Шанько ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2017. - 48 с.
4. Надійність металургійного обладнання: Методичні вказівки до виконання контрольної розрахунково-практичної роботи з використанням ПЕОМ : Для студ. ЗДІА спец. 7.090218, 8.090218 "МО" / Г. П. Малишев, В. Н. Хімін ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2005. - 27 с.
  5. Технічна діагностика. Контроль та прогнозування. Монографія / А.Я.Жук, Г.П. Малишев, Н. К. Желябіна, О.М. Клевцов; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2008. - 499 с.: іл. - ISBN 978-966-8462-01-6.

#### **Додаткова:**

1. Конспект лекцій з дисципліни "Надійність технологічних систем" для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" за освітньою програмою "Металорізальні верстати та системи" /Укл. В.В. Солоха. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - с. 84
2. Конспект лекцій з навчальної дисципліни "Надійність та довговічність обладнання" для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування за за освітньо-професійною програмою Галузеве машинобудування / укл. Бельмас І.В., Кам'янське: ДДТУ, 2017-. 138.
3. Таратута К. В., Шанько О. Ю. Вибір та обґрунтування номенклатури показників теоретичної надійності металургійного обладнання. Збірник наукових праць "Металургія". 2015. № 2(34). С. 109-113. Режим доступу URL: [https://old-zdia.znu.edu.ua/gazeta/EnglishMetallurgy\\_34\\_22.pdf](https://old-zdia.znu.edu.ua/gazeta/EnglishMetallurgy_34_22.pdf)
4. Канарчук В.С., Полянський С.К., Дмитрієв М.М. Надійність машин: Підручник. – Либідь, 2003 – 424 с.
5. Кравченко В. М., Сидоров В. А., Седуш В.Я. Технічне діагностування механічного обладнання: Підручник. - : ТОВ «Юго – Восток, Лтд», 2007. – 447 с.
6. Барнік М. А., Афтаназів І. С., Сівак Ш. О. Технологічні методи забезпечення надійності деталей машин. Київ : КИ, 2004. 148 с.
7. International Electrotechnical Commission (IEC). TC 56 Dependability. Dependability Standards and Supporting Standards. Режим доступу URL: <https://tc56.iec.ch/dependability-standards/#management>
8. International Electrotechnical Commission (IEC). TC 56 Dependability structure. Режим доступу URL: <https://tc56.iec.ch/structure/>

#### **Інформаційні ресурси:**

1. База пошуку патентів європейських країн Режим доступу URL: <http://worldwide.espacenet.com>
2. Відділ обслуговування інженерного інституту наукової бібліотеки

ЗНУ. Режим доступу URL: <https://libvo.znu.edu.ua/ukr/index.php>

3. Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничо-металургійного комплексу України. Режим доступу URL: <http://cgntb.dp.ua>

4. Запорізька обласна універсальна наукова бібліотека. Режим доступу URL: <http://zounb.zp.ua>

5. Бази даних та інформаційно-довідкові системи Укрпатент. Режим доступу URL: <https://ukrpatent.org/uk/articles/bases2>

6. База пошуку патентів США. Режим доступу URL: <http://www.uspto.gov>