

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Кафедра «Підйомно-транспортні машини та інжиніринг портового
технологічного обладнання»**

НАДІЙНІСТЬ МАШИН

**Завдання, методичні вказівки до виконання
контрольної роботи
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
заочної форми навчання
спеціальності
G11 «Машинобудування»
спеціалізації
G11.05 «Транспортні засоби портової інфраструктури»**

Надійність машин. Завдання, методичні вказівки до виконання контрольної роботи для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня заочної форми навчання спеціальності G11 «Машинобудування» спеціалізації G11.05 «Транспортні засоби портової інфраструктури» – Одеса: Одеський національний морський університет, 2025. – 9 с.

Укладачі: Стрельбіцький В.В. – доцент кафедри «Підйомно-транспортних машин та інжиніринг портового технологічного обладнання» Одеського національного морського університету. Методичні вказівки схвалено кафедрою «Підйомно-транспортних машин та інжиніринг портового технологічного обладнання» (протокол № 2 від 21.08. 2025 р).

Рецензент: Семенов П.А, к.т.н., доц. кафедри ПТМтаПТО

ЗМІСТ

Вступ	3
1. Завдання	4
Додатки	9
Додаток 1- Зразок титульного листа	9

ВСТУП

Метою навчальної дисципліни «Надійність машин» є ознайомити студентів спеціальності G11 «Машинобудування» з джерелами та причинами зміни початкових параметрів машин та видами ушкоджень їх деталей; з видами відмов механізмів і систем; з характеристиками надійності машин; з випадковими розмірами та їх характеристиками; з фізикою відмов; з оцінкою показників надійності машин; з методами дослідження та виміру зносу машин; з економічними критеріями надійності.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Надійність машин» є: освоєння математичного апарату для оцінки рівня надійності, оволодіння методами розрахунку показників основних складових надійності – безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності, збереженості; вміння зробити аналіз причин несправності, відмов машин і розробити рекомендації по підвищенню їх надійності.

Виконана контрольна робота оформляється відповідно до діючих в університеті (на кафедрі) вимог і з урахуванням основних положень ДСТУ по оформленню технічної документації. Титульний лист завдання оформлюється за зразком (Додаток 1).

Розрахункова записка повинна бути написана від руки чітким почерком або набрана на комп'ютері шрифтом 14 на листах формату А4, забезпечена нумерацією сторінок і зброшурована (зшита). Кожен новий розділ записки починається з нового аркуша. Всі необхідні розрахункові схеми виконуються олівцем (кульковою ручкою) під лінійку у відносному масштабі, або за допомогою комп'ютерних програм, і з позначеннями основних частин і параметрів.

1. ЗАВДАННЯ

1.1. Вихідні дані

Контрольна робота починається з титульного листка (наведено в додатку 1). Складається з теоретичної – відповіді на чотири питання (див. таблицю 1) та практичної частини – розв’язку задачі (див. таблицю 2.)

1.2 Теоретична частина

Завдання до контрольної роботи студент вибирає за порядковим номером у списку групи.

Відповіді на питання можна знайти у підручниках [1-4].

Таблиця 1 – Варіанти контрольних завдань

№ варіанта	Питання	№ варіанта	Питання
1	1, 15, 21	6	6, 16, 26
2	2, 13, 22	7	7, 17, 27
3	3, 14, 23	8	8, 18, 28
4	4, 11, 24	9	9, 19, 29
5	5, 12, 25	10	10, 20, 30

Перелік питань

1. Основні терміни й визначення надійності машин.
2. Відмови перевантажувальних машин.
3. Забезпечення надійності машин.
4. Методи збору і обробка первинної інформації про надійність машин.
5. Експоненціальний (показовий) закон надійності машин.
6. Нормальний закон надійності машин.
7. Гамма-розподіл надійності машин.
8. Законом Вейбулла-Гнеденко надійності машин.
9. Методи збору і обробка первинної інформації про надійність машин.
10. Плани проведення спостережень.
11. Оцінка надійності невідновлювальних елементів: інтенсивність відмов, середній наробіток до відмови.
12. Оцінка надійності невідновлювальних елементів: середній час залишкового наробітку.
13. Розрахунок показників надійності швидко відновлювальних елементів: середнє число відмов (відновлень) за наробіток, функція відновлень.
14. Розрахунок показників надійності швидко відновлювальних елементів: дисперсія числа відмов, середній час безвідмовної роботи відновлювального об'єкта, щільністю відновлення.
15. Коефіцієнт готовності.
16. Показники надійності елементів з тривалим часом відновлення: розподілу наробітку на відмову, розподілу часу відновлення, моменти відновлень.

17. Показники надійності елементів з тривалим часом відновлення: час працездатних станів елемента, розподіл сумарного часу відновлень, розподіл стаціонарного залишкового часу працездатності елемента.
18. Показники надійності при паралельному з'єднанні елементів.
19. Показники надійності при послідовному з'єднанні елементів .
20. Надійність систем з комбінованим з'єднанням елементів.
21. Показники безвідмовності, довговічності
22. Розрахунок показників надійності не відновлювальної системи з навантаженим резервом – перший випадок.
23. Розрахунок показників надійності не відновлювальної системи з навантаженим резервом – другий випадок.
24. Розрахунок показників надійності не відновлювальної системи з не навантаженим резервом.
25. Надійність системи з навантаженим резервом.
26. Надійність системи з ненавантаженим резервом.
27. Система послідовного з'єднання з миттєвим відновленням.
28. Система послідовного з'єднання із тривалим відновленням .
29. Показники збереженості. Показники ремонтопридатності.
30. Комплексні показники надійності..

1.3 Практична частина

Завдання 1. Машина складається з 100 елементів, що з'єднані послідовно. Середня інтенсивність відмов елементів дорівнює $\lambda_{\text{ср}}$, 1/год. Справедливий експоненціальний закон надійності. Необхідно визначити ймовірність безвідмовної роботи машини $P_c(t)$, ймовірність відмови $Q_c(t)$, частоту $f_c(t)$ та інтенсивність відмов $\lambda_c(t)$ за час t , годин, а також середній час безвідмовної роботи машини m_{tc} . Вихідні дані наведені у таблиці 2.

Завдання 2. Машина складається з трьох блоків, що з'єднані послідовно. Середній час безвідмовної роботи першого блоку дорівнює m_{t1} годин; другого – m_{t2} годин; третього – m_{t3} годин. Справедливий експоненціальний закон надійності. Необхідно розрахувати середній час безвідмовної роботи машини. Вихідні дані наведені у таблиці 3.

Завдання 3

Визначити середній час напрацювання до відмови та ймовірність безвідмовної роботи машини. Якщо відомо – закон розподілу Експоненціальний, а також інтенсивність відмов λ_0 та час роботи t (дивись табл. 4)

Таблиця 2 – Вихідні дані для розрахунку завдання 1

№ вар.	λ_{cp} , 1/год	t
1	$1,5 \cdot 10^{-6}$	1000
2	$2,1 \cdot 10^{-6}$	1200
3	$1,6 \cdot 10^{-6}$	1300
4	$1,9 \cdot 10^{-6}$	1400
5	$1,8 \cdot 10^{-6}$	1600
6	$2,5 \cdot 10^{-6}$	1500
7	$2,2 \cdot 10^{-6}$	2000
8	$2,3 \cdot 10^{-6}$	1900
9	$2,4 \cdot 10^{-6}$	1700
10	$1,7 \cdot 10^{-6}$	1800

Таблиця 3 – Вихідні дані до завдання 2

№ вар.	m_{t1} , годин	m_{t2} , годин	m_{t3} , годин
1	1500	2500	2000
2	1600	2600	1900
3	1700	2700	2100
4	1500	2900	2200
5	1800	2800	1900
6	1900	3000	2100
7	2000	3100	2200
8	2100	2900	2000
9	1500	2800	1900
10	1600	1700	2100

Таблиця 4 – Вихідні дані для розрахунку завдання 3

№ вар.	λ_{cp} , 1/год	t
1	$1,5 \cdot 10^{-6}$	1000
2	$2,1 \cdot 10^{-6}$	1200
3	$1,6 \cdot 10^{-6}$	1300
4	$1,9 \cdot 10^{-6}$	1400
5	$1,8 \cdot 10^{-6}$	1600
6	$2,5 \cdot 10^{-6}$	1500
7	$2,2 \cdot 10^{-6}$	2000
8	$2,3 \cdot 10^{-6}$	1900
9	$2,4 \cdot 10^{-6}$	1700
10	$1,7 \cdot 10^{-6}$	1800

Методика розв'язку

Завдання 1

Розрахунки ведуть у наступній послідовності:

1) Розраховуємо інтенсивність відмов

$$\lambda_c(t) = \sum_{i=1}^N \lambda_i = \lambda_c \quad (1)$$

2) Визначаємо ймовірність безвідмовної роботи машини

$$P_c(t) = \exp(-\lambda_c t) \quad (2)$$

3) Визначаємо ймовірність відмов

$$Q_c(t) = 1 - \exp(-\lambda_c t) \quad (3)$$

4) Частота відмов

$$f_c(t) = \lambda_c \exp(-\lambda_c t) \quad (4)$$

5) Розрахунковий середній час безвідмовної роботи

$$m_{tc} = 1 / \lambda_c \quad (5)$$

Завдання 2

Розрахунки ведуть у наступній послідовності:

1) Розраховуємо інтенсивність відмов для кожного блока

$$\lambda_1 = 1/m_{t1} \quad ; \quad \lambda_2 = 1/m_{t2} \quad ; \quad \lambda_3 = 1/m_{t3} \quad (7)$$

2) Розраховуємо інтенсивність відмов середню

$$\lambda_c(t) = \sum_{i=1}^N \lambda_i$$

3) Розрахунковий середній час безвідмовної роботи

$$m_{tc} = 1 / \lambda_c$$

Завдання 3

Розрахунки ведуть у наступній послідовності:

1) Середній час напрацювання до відмови

$$T_{\text{ср}} = \frac{1}{\lambda_0} \quad (8)$$

2) Ймовірність безвідмовної роботи

$$P_c(t) = \exp(-\lambda_0 t) \quad (9)$$

або за спрощеною формулою

$$P_c(t) = 1 - \lambda_0 t \quad (10)$$

2. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Канарчук В. Є. Надійність машин : підручник / В. Є. Канарчук, С. К. Полянський, М. М. Дмитрієв. – Київ: Либідь, 2003. 424 с
2. Запара Є.С. Надійність машин і комплексів. Підручник. Дніпро: Дніпровська політехніка, 2021. 101 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1- Зразок титульного листа

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра «Підйомно-транспортні машини та інжиніринг портового
технологічного обладнання»

Контрольна робота з дисципліни
«Надійність машин»

Варіант № *

(* – номер прізвища студента за списком групи)

Виконав магістр. ____ групи ____ курсу ННМІТІ

(П.І.Б. студента)

Прийняв

(П.І.Б. викладача)

Одеса – 202__