

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з вивчення дисципліни
«Надійність технічних систем» для студентів напряму
133 Галузеве машинобудування із навчальною програмою
«Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні ма-
шини і обладнання» усіх форм навчання

Методичні вказівки до самостійної роботи з вивчення дисципліни «Надійність технічних систем» для студентів напряму 133 Галузеве машинобудування із навчальною програмою «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання» усіх форм навчання
/ Укл.: М.І. Носенко. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2018. - 21 с.

Укладач: М.І. Носенко, доцент, к.т.н.

Рецензент: Г.П. Волков, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск: Л.М. Мартовицький, доцент, к.т.н., зав.каф. ДМ і ПТМ

Затверджено
на засіданні кафедри
«Деталі машин і ПТМ»
Протокол № ____ від _____р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Мета, завдання і місце дисципліни в навчальному процесі	5
1.1 Мета викладання дисципліни	5
1.2 Завдання вивчення дисципліни	5
1.3 Перелік дисциплін, засвоєння яких необхідне для вивчення дисципліни	6
2. Робоча програма дисципліни	6
2.1 Назва та зміст тем дисципліни, обсяг в годинах, методичні вказівки до їх вивчення	6
2.2 Лабораторно-практичне заняття, їхнє найменування, обсяг в годинах, методичні вказівки до виконання	8
2.3 Контрольні питання	8
3. Контрольні заходи з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни	14
4. Рекомендована література	19

ВСТУП

Дисципліна «Надійність технічних систем» є однією з дисциплін спеціальності «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання» напряму підготовки 133 Галузеве машинобудування, що дозволяє отримати знання для визначення, забезпечення і підвищення надійності промислових об'єктів певного призначення, з якими пов'язані рівень якості створюваних технічних систем різної складності та темпи їх розвитку.

Термін, що передбачений робочим планом на аудиторні заняття з дисципліни, не дає можливості викласти передбачений навчальний матеріал у необхідному обсягу. Тому частина робочої навчальної програми дисципліни може викладатися на аудиторних заняттях, що передбачає її самостійне вивчення. Засвоєння матеріалу, що викладається в аудиторії, також необхідно закріплювати шляхом самостійної роботи магістранта.

Згідно діючого навчального плану викладання дисципліни для магістрантів спеціальності «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання» напряму підготовки 133 Галузеве машинобудування, здійснюється у 10 семестрі загальною кількістю годин – 120 (4 кредити), в тому числі лекції – 28/6 год, лабораторно-практична робота – 14/2 год, індивідуальна самостійна робота магістранта – 78/112 год. По закінченні 10 семестра передбачено залік з дисципліни.

Мета цих методичних рекомендацій визначається наступною необхідністю:

- ознайомлення магістрантів з повним обсягом навчального матеріалу з дисципліни, який він повинен засвоїти, в тому числі і з тою частиною, яка повністю виноситься на самостійне вивчення;
- наведення необхідної навчальної літератури відповідно кожної тематики дисципліни;
- надання методичних вказівок та контрольних питань для самоперевірки отриманих знань;
- ознайомлення магістрантів з заходами контролю засвоєння навчального матеріалу в умовах кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

1. МЕТА, ЗАВДАННЯ І МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

1.1 Мета викладання дисципліни:

Метою викладання навчальної дисципліни «Надійність технічних систем» є:

- надбання магістрантом основних знань і положень теорії надійності технічних систем;
- засвоєння методів визначення і забезпечення потребуємої надійності виробів, а також використання засобів створення технічних систем підвищеної надійності;
- Застосування теоретичних знань для отримання навичок розв'язання прикладних задач щодо розрахунку надійності технічних систем та визначення спрямування наукових досліджень.

1.2 Завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення магістрантом дисципліни «Надійність технічних систем» є надбання та засвоєння основних понять, положень і принципів визначення і забезпечення надійності технічних систем, як складової частини оцінки і підвищення технічного та виробничого аспектів якості промислової продукції.

В результаті вивчення навчальної дисципліни магістрант повинен

знати:

- основні поняття і показники теорії надійності;
- ймовірнісні закони розподілу випадкових величин при визначенні надійності;
- методи оцінки показників надійності при випробуванні технічних систем і контролю надійності виробів;

вміти:

- оцінювати за методом структурних схем склад технічних систем для визначення надійності;
- розраховувати основні показники надійності технічних систем;
- аналізувати надійність сучасних технічних систем.

1.3 Перелік дисциплін, засвоєння яких необхідне для вивчення дисципліни

Для глибокого та всебічного розуміння основ вирішення питань створення сучасної техніки визначеної надійності необхідно вивчення та знання таких дисциплін:

- вища математика;
- математична статистика та теорія ймовірностей;
- технологія металів;
- матеріалознавство;
- теоретична механіка;
- опір матеріалів;
- теорія механізмів і машин;
- теорія технічних систем;
- деталі машин;
- ПТМ, МБТ, металоконструкції ПТМ, ремонт і експлуатація, економіка підприємства.

2. РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

По кожній тематиці вказані години на лекційні заняття. Години на самостійну роботу магістранта при вивченні кожної теми надано у розділі 3 (таблиця 1).

2.1 Назва та зміст тем дисципліни, обсяг в годинах, методичні вказівки до їх вивчення.

2.1.1 Надійність технічних систем – як комплексна оцінка якості продукції – 1 год/ [1, 2, 6].

Питання до самоперевірки

1. Предмет і особливості науки про надійність технічних систем.
2. Основні поняття і показники надійності.

2.1.2 Випадкові величини в розрахунках надійності технічних систем – 4 год/ 2 год [2, 3, 5, 7].

Питання до самоперевірки

1. Функція та щільність розподілу випадкової величини.
2. Чисельність характеристики неперервних випадкових величин.
3. Показники надійності невідновлювальних і відновлювальних виробів.

2.1.3 Статистичні моделі надійності виробів – 8 год/ 2 год [1, 2, 4, 6, 8].

Питання до самоперевірки

1. Показники надійності при основному з'єднанні елементів технічних систем.
2. Надійність резервованих систем. Способи резервування.
3. Сполучення паралельного і послідовного з'єднання елементів системи.
4. Надійність систем роздільного і загального постійного резервування.
5. Надійність систем при резерзуванні елементів заміщення із невантаженим резервом.
6. Розрахунок показників надійності невідновлювальних резервованих систем.

2.1.4 Оцінка показників надійності за результатами випробувань – 12 год/ 2 год [2-6, 8, 16].

Питання до самоперевірки

1. Основні положення вибіркового випробування на надійність. Види і плани випробувань. Методи оцінки.
2. Визначення виду і параметрів закону розподілу наробки до відмови.
3. Оцінювання параметрів різних законів розподілу наробки до відмови.

2.1.5 Статистичний приймальний контроль надійності – 3 год/ [2, 6-8].

Питання до самоперевірки

1. Методи контролю надійності (однократної вибірки, послідовного контролю числа дефектних виробів і за наробкою).
2. Забезпечення надійності технічних систем при проектуванні.
3. Етапи контролю надійності технічних систем.
4. Засоби створення надійності технічних систем.

2.2 Лабораторно-практичні заняття

Тема: Характеристики надійності виробів [17].

2.2.1 Лабораторно-практична робота № 1 – обсяг 2 год / 2 год.

«Визначення кількісних показників надійності виробів за статистичними даними про виникнення відмов».

2.2.2 Лабораторно-практична робота № 2 – обсяг 2 год/ 0.

«Аналітичний розрахунок кількісних показників надійності виробів при використанні законів ймовірності розподілу випадкових величин».

Тема: З'єднання елементів технічних систем [18].

2.2.3 Лабораторно-практична робота № 2 – обсяг 3 год/ 0.

«Розрахунок надійності систем при основному (послідовному) з'єднанні елементів».

2.2.4 Лабораторно-практична робота № 4 – обсяг 2 год/ 0.

«Розрахунок надійності систем при постійному з'єднанні (паралельне з'єднання) елементів».

Тема: Резервування елементів технічних систем [19].

2.2.5 Лабораторно-практична робота № 5 – обсяг 3 год/ 0.

«Визначення надійності системи при резервуванні заміщенням в режимі полегшеного та ненавантаженого резерву».

2.2.6 Лабораторно-практична робота № 6 – обсяг 2 год/ 0.

«Розрахунок надійності системи із поелементним резервуванням».

2.3 Контрольні питання

При підготовці до поточного та остаточного контролю знань – заліку з дисципліни студент може перевірити свою готовність, відповідаючи на нижченаведені питання, які охоплюють вузлові положення дисципліни «Надійність технічних систем».

1. Взаємозв'язок якості і надійності продукції. Предмет і особливості науки про надійність технічних систем.
2. Визначення поняття надійності та узагальнені об'єкти. Вироб. Елемент. Система.
3. Визначення поняття надійності та основні характеристики. Роботоздатність. Справність. Несправність.
4. Визначення поняття надійності та основні характеристики. Довговічність. Ремонтопридатність. Збережуваність.
5. Визначення поняття надійності та основні характеристики. Відмова. Безвідмовність. Наробка.
6. Поняття випадкової величини, особливості і визначення закону розподілу випадкових величин.
7. Поняття випадкової величини. Інтегральна функція розподілу (функція ймовірності) випадкової величини.
8. Поняття випадкової величини. Диференціальна функція розподілу (щільність розподілу) неперервної випадкової величини.
9. Поняття випадкової величини. Зв'язок ймовірності та щільності розподілу (щільність ймовірності) неперервної випадкової величини.
10. Чисельні характеристики неперервних випадкових величин. Математичне сподівання та оцінка середнього значення.
11. Чисельні характеристики неперервних випадкових величин. Квантиль. Мода. Медіана.
12. Чисельні характеристики неперервних випадкових величин. Показники розсіювання. Дисперсія і оцінка (середнє значення) дисперсії.
13. Чисельні характеристики неперервних випадкових величин. Показники розсіювання. Середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації.
14. Чисельні характеристики неперервних випадкових величин. Моменти розподілу при статистичній обробці результатів випробувань.
15. Показники надійності невідновлюваних виробів. Ймовірність безвідмовної роботи.
16. Показники надійності невідновлюваних виробів. Ймовірність відмов.
17. Показники надійності невідновлювальних виробів. Щільність розподілу наробки до відмови (частота відмов).

18. Показники надійності невідновлювальних виробів. Інтенсивність відмов.

19. Показники надійності невідновлювальних виробів. Середня наробка до першої відмови.

20. Показники надійності відновлювальних виробів. Параметр потоку відмов.

21. Показники надійності відновлювальних виробів. Наробка на відмову.

22. Показники надійності відновлювальних виробів. Коефіцієнт готовності.

23. Показники надійності відновлювальних виробів. Ймовірність готовності справного стану системи.

24. Основне з'єднання елементів технічних систем (визначення та структурна схема). Ймовірність безвідмовної роботи системи у загальному вигляді.

25. Основне з'єднання елементів технічних систем (визначення та структурна схема). Ймовірність безвідмовної роботи системи при експоненційному законі розподілу.

26. Основне з'єднання елементів технічних систем (визначення та структурна схема). Інтенсивність відмов системи при експоненційному законі розподілу.

27. Основне з'єднання елементів технічних систем (визначення та структурна схема). Щільність розподілу безвідмовної роботи при експоненційному законі розподілу.

28. Основне з'єднання елементів технічних систем (визначення та структурна схема). Середня наробка до першої відмови при експоненційному законі розподілу.

29. Основне з'єднання елементів технічних систем (визначення та структурна схема). Наближене визначення кількісних характеристик надійності високонадійних систем ($\lambda_c \cdot t \ll 1$).

30. Поняття резервування елементів технічних систем. Методи і кратність резервування.

31. Поняття резервування елементів технічних систем. Способи резервування.

32. Правило теорії ймовірностей для двох незалежних подій в розрахунках надійності системи. Ймовірність безвідмовної роботи з'єднання двох елементів.

33. Правило теорії ймовірностей для двох сумісних подій в розрахунках надійності системи. Ймовірність відмов одного або обох елементів з'єднання.

34. Правило теорії ймовірностей для двох несумісних подій в розрахунках надійності системи. Ймовірність безвідмовної роботи одного або обох елементів з'єднання.

35. Правило теорії ймовірностей для двох протилежних подій в розрахунках надійності системи. Ймовірність відмов обох елементів з'єднання.

36. Правило теорії ймовірностей для трьох подій в розрахунках надійності системи. Ймовірність безвідмовної роботи хоча б одного елементу з'єднання при постійному резервуванні.

37. Розрахунок надійності ($Q_{c(t)}$, $P_{c(t)}$) паралельно з'єднаних елементів (через відмови) при постійному резервуванні.

38. Розрахунок надійності ($P_{c(t)}$, $T_{cp.c}$) двох паралельно з'єднаних елементів при постійному резервуванні.

39. Розрахунок надійності ($P_{c(t)}$, $T_{cp.c}$) трьох паралельно з'єднаних елементів при постійному резервуванні.

40. Розрахунок надійності ($P_{c(t)}$, $T_{cp.c}$) n -однакових паралельно з'єднаних елементів при постійному резервуванні. Розклад біному.

41. Структурна схема послідовно-паралельного з'єднання. Розрахунок ненадійності та надійності послідовного з'єднання еквівалентних елементів системи.

42. Структурна схема паралельно-послідовного з'єднання. Розрахунок ненадійності та надійності паралельного з'єднання еквівалентних елементів системи.

43. Структурна схема і визначення ймовірності безвідмовної роботи системи роздільного (поелементного) резервування.

44. Структурна схема і визначення ймовірності безвідмовної роботи системи загального постійного резервування.

45. Структурна схема і розрахунок надійності ($P_{c(t)}$, $T_{cp.c}$) системи резервування елементів заміщенням із ненавантаженим резервом.

46. Структурна схема і розрахунок надійності ($P_{c(t)}$, $T_{cp.c}$) системи загального резервування елементів із постійно ввімкнутим резервом і цілою кратністю.

47. Структурна схема і розрахунок надійності ($P_{c(t)}$, $T_{cp.c}$) системи роздільного резервування елементів із постійно ввімкнутим резервом і цілою кратністю.

48. Структурна схема і розрахунок надійності ($P_{c(t)}$, $T_{cp.c}$) системи загального резервування елементів заміщенням із ненавантаженим резервом і цілою кратністю.

49. Структурна схема і розрахунок надійності ($P_{c(t)}$, $T_{cp.c}$) системи загального резервування елементів заміщенням із навантаженим резервом і цілою кратністю.

50. Структурна схема і визначення ймовірності безвідмовної роботи системи роздільного резервування елементів заміщенням із ненавантаженим і недовантаженим резервом і цілою кратністю.

51. Структурна схема і розрахунок надійності ($P_{c(t)}$, $T_{cp.c}$) системи загального резервування елементів із постійно ввімкнутим резервом і дрібною кратністю.

52. Структурна схема і розрахунок надійності ($P_{c(t)}$, $T_{cp.c}$) системи роздільного (ковзаючого) резервування елементів заміщення із дрібною кратністю.

53. Визначення надійності складних комбінованих систем. Формула Байєса.

54. Основні положення вибіркового випробування на надійність. Види і плани випробувань.

55. Методи точкової оцінки показників надійності при випробуванні. Графічний метод.

56. Методи точкової оцінки показників надійності при випробуванні. Метод найменших квадратів.

57. Методи точкової оцінки показників надійності при випробуванні. Метод максимальної правдоподібності.

58. Методи точкової оцінки показників надійності при випробуванні. Метод моментів. Метод квантилів.

59. Інтервальні оцінки показників надійності при випробуванні. Довірча ймовірність. Рівень значимості.
60. Визначення виду і параметрів закону розподілу часу наробки до відмови графічним способом.
61. Визначення виду і параметрів закону розподілу часу наробки до відмови аналітичним способом.
62. Вираз кількісних показників надійності виробів при експоненційному законі розподілу часу наробки до відмови.
63. Вираз кількісних показників надійності виробів при зрізаному нормальному законі розподілу часу наробки до відмови.
64. Вираз кількісних показників надійності виробів при логарифмічно-нормальному законі розподілу часу наробки до відмови.
65. Вираз кількісних показників надійності виробів при законі розподілу Вейбула часу наробки до відмови.
66. Вираз кількісних показників надійності виробів при законі Гама – розподілу часу наробки до відмови.
67. Вираз кількісних показників надійності виробів при законі розподілу Релея часу наробки до відмови.
68. Перевірка закону розподілу відмов. Критерії згоди χ^2 Пірсона (χ^2 - квадрат) і Колмогорова.
69. Аналітичне оцінювання параметрів експоненційного закону розподілу наробки до відмови. Критерій згоди Бартлера.
70. Графічне оцінювання параметрів експоненційного закону розподілу наробки до відмови.
71. Аналітичне оцінювання параметрів зрізаного нормального закону розподілу наробки до відмови.
72. Графічне оцінювання параметрів зрізаного нормального закону розподілу наробки до відмови.
73. Аналітичне оцінювання параметрів закону розподілу Вейбула наробки до відмови.
74. Графічне оцінювання параметрів закону розподілу Вейбула наробки до відмови.
75. Довірчі границі параметрів закону розподілу Вейбула наробки до відмови.
76. Аналітичне оцінювання параметрів логарифмічно-нормального закону розподілу наробки до відмови.

77. Графічне оцінювання параметрів логарифмічно-нормального закону розподілу наробки до відмови.

78. Аналітичне оцінювання параметрів закону Гама-розподілу наробки до відмови.

79. Статистичний приймальний контроль надійності виробів. Метод однократної вибірки.

80. Статистичний приймальний контроль надійності виробів. Метод послідовного контролю числа дефектних виробів.

81. Статистичний приймальний контроль надійності виробів. Метод послідовного контролю за наробкою.

82. Забезпечення надійності технічних систем при проектуванні. Етапи контролю надійності.

83. Засоби створення надійних технічних систем.

3. КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ З ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ

На підставі робочої програми дисципліни та вимог кредитно-модульної системи організації навчального процесу кафедрою «ДМ і ПТМ» розроблено контрольні заходи з перевірки якості засвоєння магістрантом навчального матеріалу дисципліни.

Контрольні заходи з дисципліни «Надійність технічних систем» передбачають наступні кваліфікаційні завдання:

- опитування за окремими темами лекційного курсу;
- поточне виконання та захист лабораторно-практичних робіт;
- проведення I-го підсумкового рубіжного (модульного) контролю (7 тиждень);
- проведення II-го підсумкового рубіжного (модульного) контролю (14 тиждень);
- складання заліку у 10 семестрі.

Склад і обсяги виконання змістових модулів, на які підрозділяється робоча програма дисципліни, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Склад і обсяг виконання змістових модулів

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Надійність технічних систем – як комплексна оцінка якості продукції												
Тема 1. Вступ до дисципліни. Предмет і особливості науки про надійність технічних систем. Основні поняття і показники надійності	3	1				2	3					3
Разом за змістовим модулем 1	3	1				2	3					3
Змістовий модуль 2. Випадкові величини в розрахунках надійності технічних систем												
Тема 2. Функція та щільність розподілу випадкової величини. Чисельні характеристики неперервних випадкових величин.	9	2		2		5	9	1		2		6
Тема 3. Показники надійності невідновлюваних і відновлюваних виробів.	10	2		2		6	10	1				9

Разом за змістовим модулем 2	19	4		4		11	19	2		2		15
Змістовий модуль 3. Статистичні моделі надійності виробів.												
Тема 4. Показники надійності при основному з'єднанні елементів технічних систем.	7	1		3		3	7					7
Тема 5. Надійність резервованих систем. Способи резервування. Основи теорії резервування.	10	2		2		6	10	1				9
Тема 6. Сполучення паралельного і послідовного з'єднання елементів системи.	4	1				3	4					4
Тема 7. Надійність систем роздільного і загального постійного резервування.	4	1				3	4					4
Тема 8. Надійність систем при резервуванні елементів заміщення із невантаженим резервом.	7	1		3		3	7					7

Тема 9. Розрахунок показників надійності невідновлювальних резервованих систем.	10	2		2		6	10	1				9
Разом за змістовим модулем 3	42		8		10		24	42	2			40
Змістовий модуль 4. Оцінка показників надійності за результатами випробувань.												
Тема 10. Основні положення вибіркового випробування на надійність. Види і плани випробувань. Методи оцінки.	8	2				6	8					8
Тема 11. Визначення виду і параметрів закону розподілу наробки до відмови.	6	2				4	6					6
Тема 12. Оцінювання параметрів різних законів розподілу наробки до відмови.	30	8				22	30	2				28
Разом за змістовим модулем 4	44	12				32	44	2				42

Змістовий модуль 5. Статистичний приймальний контроль надійності.										
Тема 13. Методи контролю надійності (однократної вибірки, послідовного контролю числа дефектних виробів і за наробкою)	8	2				6	8			8
Тема 14. Забезпечення надійності технічних систем при проектуванні. Етапи контролю надійності. Засоби створення надійних технічних систем.	4	1				3	4			4
Разом за змістовим модулем 5	12	3				9	12			12
Усього годин	120	28		14		78	120	6	2	112

Для закріплення поточних знань на протязі семестру, до проведення підсумкового модульного контролю, проводяться контрольні заходи (письмове опитування магістрантів за матеріалами лекцій, що були прочитані), на підставі яких магістр отримує загальну оцінку. Слід зазначити, що всі заплановані заходи повинні бути складені позитивно. Негативна оцінка з будь-якого контрольного заходу свідчить про незавершення магістрантом навчального матеріалу.

Магістрант, який одержав за результатами модульного контролю позитивну оцінку, виконав всі завдання, що передбачені робочим навчальним планом дисципліни, отримує залік.

Магістрант, який отримав на модульному контролі незадовільну оцінку або не з'явився на нього, має можливість повторного складання протягом одного тижня.

4. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Надається частковий перелік навчальної та довідкової літератури, що рекомендується при вивченні дисципліни «Надійність технічних систем». Слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використовані, не обмежуються тільки цим переліком.

4.1 Основна література

1. Базовский Н. Надежность. Теория и практика. – М.: Мир, 1965. – 373 с.
2. Канарчук В.Є., Полянський С.К., Дмитрієв М.М. Надійність машин: Підручник. – К.: Либідь, 2003. – 424 с.
3. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. – М.: Мир, 1980. – 604 с.
4. Кубарев А.И. Надежность в машиностроении. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 224 с.
5. Надежность изделий машиностроения. Теория и практика. Учебник для вузов / В.М. Труханов. – М.: Машиностроение, 2006. – 336 с.
6. Надежность машин: Учебное пособие для машиностроения специальных вузов / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев; Под ред. Д.Н. Решетова. – М.: Высш. Школа, 1988. – 238 с.
7. Рыжкин А.А., Слюсарь Б.Н., Шучев К.Г. Основы теории надежности: Учеб. пособие. – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2002.
8. Труханов В.М. Методы обеспечения надежности изделий машиностроения. – М.: Машиностроение, 1995. – 304 с.

4.2 Додаткова література

9. Автономов В.Н. Создание современной техники: основы теории и практики. – М.: Машиностроение, 1991. – 303 с.

10. Бочков А.П., Гасюк Д.П., Филлюстин А.Е. Модели и методы управление развитием технических систем. – СПб.: Союз, 2003. – 288 с.
11. Гліненко Л.К., Сухонос О.Г. Основи моделювання технічних систем. – Львів: «Бескиз Біт», 2003. – 176 с.
12. Дабатян А.В. Проектирование технических систем. – М.: Машиностроение, 1986. – 251 с.
13. Кузнецов Ю.М., Луців Ы.В., Дубняк С.А. Теорія технічних систем. – К.: Тернополь, 1988. – 312 с.
14. Орлов П.Н. Основы конструирования: справ.-метод. пособие. – М.: Машиностроение, 1998.
15. Ризкин И.Х. Машинный анализ и проектирование технических систем. – М.: Наука, 19885. – 161 с.
16. Судаков Р.С. Испытания технических систем: Выбор объемов и продолжительности. – М.: Машиностроение. – 271 с.

4.3 Навчально-методична література

17. Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять з дисципліни «Надійність технічних систем» на тему «Характеристики надійності виробів» для студентів напряму 133 Галузеве машинобудування із навчальною програмою «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання» / Укл.: М.І. Носенко, Н.О. Задоя. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2018. – 45 с.
18. Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять з дисципліни «Надійність технічних систем» на тему «З'єднання елементів технічних систем» для студентів напряму 133 Галузеве машинобудування із навчальною програмою «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання» / Укл.: М.І. Носенко, Н.О. Задоя. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2018. – 34 с.
19. Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять з дисципліни «Надійність технічних систем» на тему «Резервування елементів технічних систем» для студентів напряму 133 Галузеве машинобудування із навчальною програмою «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання» / Укл.: М.І. Носенко, Н.О. Задоя. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2018. – 31 с.

20. Положення про кредитно-модульну систему організації навчального процесу в ЗНТУ / Укл. В.С. Кабак, О.В. Климов, О.Ф. Бічевий. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2006. – 27 с.

4.4 Інформаційні ресурси

21. ДСТУ 2860-94 (ГОСТ 27.002-89). Надійність техніки. Терміни та визначення:

http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/dstu_2860_94_nadijnist_tekhniki_termini_ta_viznachennja/5-1-0-1209

22. ДСТУ 3433-96 (ГОСТ 27.005-97). Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення:

http://gost-snip.su/download/gost_27005_97_nadejnost_v_tehnike_modeli_otkazov_osnovnie_polojeniya

23. ДСТУ 2861-94. Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення: 01911.com.ua/.../ДСТУ-2861-94-Надійність-техніки.-Аналіз-надійності.-Основні-..

24. ДСТУ 3004-95. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними:

<http://metrology.com.ua/download/dstu-gost-gost-r/60-dstu/437-dstu-3004-95>

25. ДСТУ. Надійність техніки. Оцінювання та прогнозування надійності за результатами випробувань і (або) експлуатації в умовах малої статистики відмов:

http://www.immsp.kiev.ua/activity/Napriam%208_Standarty/Standart_Statystyka_vidmov.pdf

26. Надежность. Научно-технический журнал:

<http://www.dependability.ru/jour>

27. Надежность и качество сложных систем:

<https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1269956>

28. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований: <https://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=6178>

29. Международный журнал экспериментального образования:

<https://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=3727>