

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра надійності техніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету
конструювання та дизайну

Ружило З.В.

2021 р.



“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри
надійності техніки
протокол № 10 від « 17 » травня 2021 р.

Завідувач кафедри

Новицький А.В.

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП «Технічний сервіс машин
та обладнання сільськогосподарського
виробництва»

Новицький А.В.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Надійність технологічних систем технічного сервісу

Спеціальність	133 - Галузеве машинобудування
Освітня програма	Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва
Факультет	конструювання та дизайну
Розробив	к.т.н., доц. Новицький Андрій Валентинович <small>(осада, механізм, струмінь, вчимо машини)</small>

Київ 2021 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Надійність технологічних систем технічного сервісу

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	<i>Магістр</i>	
Напрямок підготовки		
Спеціальність	133 «Галузеве машинобудування»	
освітня програма	«Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	<i>Обов'язкова</i>	
Загальна кількість годин	<i>120</i>	
Кількість кредитів ECTS	<i>4</i>	
Кількість змістових модулів	<i>2</i>	
Курсовий проєкт (робота) (за наявності)		
Форма контролю	<i>Екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	<i>1</i>	
Семестр	<i>2</i>	
Лекційні заняття	<i>15 год.</i>	
Практичні, семінарські заняття	-	
Лабораторні заняття	<i>15 год.</i>	
Самостійна робота	<i>90 год.</i>	
Індивідуальні завдання	-	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>2 год.</i>	

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: навчити майбутніх фахівців забезпечувати експлуатаційні показники якості технологічних систем протягом встановленого часу за умови оптимальних витрат матеріальних і трудових ресурсів на їх проектування, виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування і ремонт.

Завдання:

- розкрити поняття технологічних систем, їх класифікацію;
- вивчити теоретичні основи математичних методів теорії надійності;
- засвоїти поняття про методи моделювання, оцінки та оптимізації надійності технологічних систем;
- отримати досвід з аналізу показників надійності технологічних систем.
- оволодіти методикою оптимізації кількості резервних елементів за умови раптових і поступових відмов елементів технологічних систем;
- розкрити взаємозв'язок між надійністю технологічних систем, їх параметрами та показниками ефективності їх роботи.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- показники надійності технологічних систем;
- основи теорії надійності невідновлюваних та відновлюваних виробів;
- методи аналізу характеру і причин виникнення відмов і пошкоджень технологічних систем;
- методи резервування надійності технологічних систем технічного сервісу;
- методи розробки та оптимізації вимог до надійності технологічних систем;
- моделі надійності невідновлюваних та відновлюваних виробів технологічних систем;
- методи забезпечення надійності технологічних систем при проектуванні, виробництві, експлуатації, технічному обслуговуванні, ремонті;

вміти:

- оцінювати показники надійності невідновлюваних та відновлюваних об'єктів;;
- складати структурні схеми надійності технологічних систем технічного сервісу;
- розраховувати показники надійності технологічних систем технічного сервісу;
- розраховувати показники надійності технологічних систем;
- проводити обробку статистичних даних;
- оцінювати показники надійності об'єктів за даними випробувань та експлуатаційних спостережень.

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК7. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК9. Здатність працювати в команді

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

ФК1. Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

ФК2. Критичне осмислення передових для галузевого машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язання складних задач галузевого машинобудування і забезпечення сталого розвитку.

ФК3. Здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії.

ФК4. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

ФК5. Здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (заочної) форми навчання;
- скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	ти жні	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	14	
Змістовий модуль 1. Системні методи оцінки надійності систем														
Тема 1. Сучасні проблеми забезпечення надійності обладнання технічного сервісу	1-2	2	2	-	2	-	10							
Тема 2 Обладнання технічного сервісу – складні технологічні системи. Схеми надійності	3-4	2	2	-	2	-	10							
Тема 3. Аналіз схем надійності технологічних систем технічного сервісу	5-6	2	2	-	2	-	10							
Тема 4. Забезпечення надійності технологічних систем резервуванням	7-8	2	2	-	2	-	15							
Разом за змістовим модулем 1		59	8		8		45							

Змістовий модуль 2. Забезпечення надійності машин і систем													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тема 5. Оцінка та забезпечення надійності технологічних систем методом просторових станів	9-10	2	2	-	2	-	10						
Тема 6. Оцінка та забезпечення надійності технологічних систем методом дерева відмов	11-12	2	2	-	1	-	10						
Тема 7. Оцінка та забезпечення надійності технологічних систем «Людина-машина-Середовище»	13-14	2	2	-	2	-	10						
Тема 8. Забезпечення надійності технологічних	15	2	2	-	1	-	15						

систем													
Разом за змістовим модулем 2	61	8		8		45							
Усього годин	120	16	-	14	-	90							

4. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Сучасні проблеми забезпечення надійності обладнання технічного сервісу	1
2	Обладнання технічного сервісу – складні технологічні системи. Схеми надійності	2
3	Аналіз схем надійності технологічних систем технічного сервісу	2
4	Забезпечення надійності технологічних систем резервуванням	1
5	Оцінка та забезпечення надійності технологічних систем методом просторових станів	2
6	Оцінка та забезпечення надійності технологічних систем методом дерева відмов	2
7	Оцінка та забезпечення надійності технологічних систем «Людина-машина-Середовище»	2
8	Забезпечення надійності технологічних систем	2

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Сучасні проблеми забезпечення надійності обладнання с.-г. виробництва	2
2	Схеми надійності технологічних систем та їх аналіз	2
3	Аналіз схем надійності технологічних систем.	2
4	Розрахунок надійності резервованих технологічних систем, які не відновлюються.	2
5	Забезпечення надійності складних технологічних систем резервуванням	2
6	Аналіз надійності технологічних систем методом просторових можливих станів	2
7	Аналіз надійності технологічних систем методом дерева	2

	відмов.	
8	Використання імітаційного моделювання для розрахунку показників надійності технологічних систем.	2

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ №1

1. Класифікація технологічних процесів технології технічного сервісу.
2. Шляхи удосконалення технологій, підприємств та обладнання технічного сервісу.
3. Визначення технологічної системи.
4. Класифікація технологічних систем.
5. Технічний рівень об'єктів технологічних систем.
6. Принцип оптимального використання підприємств та обладнання технічного сервісу.
7. Принцип оптимального варіанту.
8. Основні поняття надійності техніки.
9. Властивості та показники надійності об'єктів.
10. Комплексні показники надійності.
11. Поняття надійності технологічних систем.
12. Життєвий цикл об'єкту дослідження.
13. Методи підвищення надійності технологічного обладнання технічного сервісу.
14. Показники та можливі стани технологічних систем.
15. Структурні схеми надійності. Особливості їх побудови, види, область застосування
16. Поняття «технологічна система».
17. Матеріальні потоки технологічної системи.
18. Проблеми надійності технологічних систем.
19. Основні поняття працездатності машин.
20. Відмови машин – раптові і поступові.
- 21.
22. Нормальний закон розподілу. Параметри, якими характеризується нормальний закон розподілу.
23. Ймовірність безвідмовної роботи.
24. Гамма-відсотковий ресурс.
25. Ймовірність відмови.
26. Гамма-відсотковий ресурс як показник оцінки довговічності.
27. Показники надійності відновлюваних виробів.
28. Показники надійності невідновлюваних виробів.
29. Причини появи відмов.
30. Модель формування відмов.
31. Фізична сутність відмов технічних виробів.
- 32.
33. Системи з послідовним та паралельним з'єднанням елементів.
34. Аналіз структурної надійності ТС.

35. Поняття «відмова». Класифікація відмов.
36. Експоненціальний закон розподілу. Параметри, якими характеризується експоненціальний закон розподілу.
37. Закон розподілу Вейбулла-Гнеденко. Параметри, якими характеризується закон Вейбулла-Гнеденко.
38. Резервування технологічних систем. Класифікація резервування.
39. Структурні схеми надійності.
40. Інформаційне резервування для забезпечення надійності.
41. Структурне резервування для забезпечення надійності.
42. Резервування по міцності.

МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ №2

1. Класифікація відмов.
2. Процеси, які виникають при експлуатації технологічних систем.
3. Фізична сутність відмов технічних виробів.
4. Система показників надійності технологічної системи.
5. Нормальний закон розподілу випадкових величин. Параметри, якими характеризується закон розподілу.
6. Експоненціальний закон розподілу випадкових величин. Параметри, якими характеризується закон розподілу.
7. Закон розподілу Вейбулла-Гнеденко. Параметри, якими характеризується закон розподілу.
8. Експоненціальний закон розподілу. Параметри, якими характеризується закон розподілу.
9. Організація діагностування і оцінка технічного стану машини.
10. Показники та можливі стани технологічних систем.
11. Характеристика системи «Людина-Машина-Середовище».
12. Причини помилок, які призводять до відмов систем.
13. Основні види помилок оператора.
14. Основні види помилок машини.
15. Показники надійності технологічної системи «Людина-Машина-Середовище».
16. Критерії оцінки діяльності оператора.
17. Класифікація методів проведення технічного діагностування машин, вузлів і механізмів.
18. Фактори, що визначають інтенсивність змін технічного стану об'єктів.
19. Модель формування відмов.
20. Властивості та показники надійності об'єктів.
21. Комплексні показники надійності.
22. Методи аналізу відмов і ризиків.
23. Метод дерева відмов. Мета розробки дерева відмов.
24. Концепція дерева відмов.
25. Умови розробки дерева відмов.
26. Переваги та недоліки дерева відмов.
27. Логічні символи дерева відмов.

28. Процес розробки дерева відмов.
29. Метод просторових станів при оцінці надійності систем.
30. Граф станів системи.
31. Диференційні рівняння Колмогорова.
32. Нормувальна умова.
33. Властивості простих потоків.
34. Ординарність простого потоку.
35. Стаціонарність простого потоку.
36. Відсутність післядії простого потоку.
37. Загальна схема розрахунку машини на надійність.
38. Критерії граничного стану деталей з'єднань складальних одиниць та механізмів обладнання.
39. Загальні принципи підвищення надійності, види резервування.
40. Вимоги до безвідмовності технологічних систем.
41. Критерії граничного стану деталей обладнання технічного сервісу.
42. Показники надійності технологічних систем.
43. Системи з послідовним та паралельним з'єднанням елементів.
44. Аналіз структурної надійності технологічної системи.
45. Показники, які характеризують загальну технічну досконалість конструкції машини.
46. Показники, які характеризують пристосованість конструкції машини до профілактичних і відновлюваних робіт.
47. Структурна надійність технологічної системи.
48. Тенденції розвитку сучасної сільськогосподарської техніки. Приклади і характеристики складної сільськогосподарської машини.
49. Поняття відновлювальних і не відновлювальних систем.
50. Область розрахунків на надійність сільськогосподарських машин, як для невідновлювальних систем?
51. Оптимізація резервувань. Критерії і границі оптимізації?
52. Резервування як основний засіб підвищення надійності систем. Види резервування?
53. Кратність резервування. Позначення. Приклади?
54. Основна структурна схема надійності механічних систем. Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи даної схеми?
55. Основні структурні побудови резервованих систем?
56. Критерії, як кількісні характеристики оцінки надійності машин?
57. Поняття відновлювальних і не відновлювальних систем.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

<i>Екзаменаційні запитання</i>	
1.	Дати визначення і приклади складних технологічних систем різного виду.
2.	Роль системного підходу в науковому дослідженні. Системний аналіз. Системний синтез.
<i>Тестові завдання різних типів</i>	

1. Системотехніка – це науковий напрямок, що охоплює:

1	проектування систем
2	створення і випробовування систем
3	проектування, створення, випробовування і експлуатацію складних технологічних

	систем
4	експлуатацію складних систем

2. Який термін пропущено в кінці речення?

Властивість об'єкта зберігати протягом певного часу в установлених межах значення усіх параметрів, що характеризують здатність функціонувати в заданих режимах та умовах називається.....	(у бланку відповідей подати одним словом)
---	---

3. Назвіть застосовувані методи структурного резервування технологічних систем:

1.	стале резервування
2.	змінне резервування,
3.	заміщувальне резервування заміщенням,
4.	загальне резервування,
5.	почасове резервування
6.	роздільне резервування.

4. Відповідно до позицій на рисунку виберіть назви представлених графіків:

	1. – полігон
	2. – графік накопиченої дослідної ймовірності
	3. – ймовірність відмови
	4. – гістограма
	5. – ймовірність безвідмовної роботи

5. Встановіть для кожного показника надійності формулу для його визначення:

Показник надійності	Формула
1. Інтенсивність відмов	А. $\lambda(t) = \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(t)\Delta t}$ Б. $T_{сер1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$; В. $P(t) = 1 - \frac{n(t)}{N_0}$; ; Г. $\omega(t) = \frac{m_{сер}(t + \Delta t) - m_{сер}(\Delta t)}{\Delta t}$;
2. Середнє напрацювання до першої відмови	
3. Параметр потоку відмов	
4. Ймовірність безвідмовної роботи	

6. Які з представлених теоретичних законів розподілу використовують для дискретних, а які для неперервних величин?

Назва теоретичного закону розподілу	Відрізняльна особливість(використовують для дискретних, а які для неперервних величин)
А. Експоненціальний закон Б. Закон нормального розподілу В. Закон Пуассона Г. Закон Вейбулла-Гнеденко	1. Використовують для опису неперервних величин 2. Використовують для опису дискретних величин

7. Вкажіть одне слово, пропущене в кінці речення:

Величини, які приймають лише кінцеві значення (кількість відмов, кількість ремонтів, кількість відновлень) називаються	у бланку відповідей пропущене слово в кінці речення
--	---

8. Яка з нижче наведених залежностей являє розподіл Вейбулла-Гнеденка?

1.	$f(t) = \frac{1}{S_i \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(t-m_i)^2}{2S_i^2}}$
2.	$f(t) = \frac{b}{a} \left(\frac{t}{a}\right)^{b-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{a}\right)^b\right]$
3.	$P_i = e^{-\lambda_i t}$

9. Міцнісне резервування в механічних системах полягає в:

1	Збільшенні запасу міцності
2	Збільшенні функціональних параметрів
3	Використовуванні кращих матеріалів
4	Введення запасу потужності
5	Збільшенні площі перерізу деталей

10. Параметри потоків відмов (А) та відновлень (Б), виходячи з експоненціального закону розподілу, можуть бути визначені згідно відомих рівнянь

А - параметр потоку відмов	1. $\omega_i = \frac{1}{t_{Oi}}$
Б – параметр потоку відновлень	2. $\mu_i = \frac{1}{t_{Bi}}$
	3. $T_{cpc} = \int_0^{\infty} P_c(t) dt = \frac{(n-1)!}{\lambda(m+1)} \sum_{i=0}^m \frac{1}{v_i(v_i+1)\dots(v_i+n-1)}$
	4. $\lambda_c = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_n = \sum_{i=1}^n \lambda_i = n \cdot \lambda_i$
	5. $\omega(t) = \frac{m_{cep}(t + \Delta t) - m_{cep}(\Delta t)}{\Delta t}$

8. Методи навчання.

Метод навчання — це взаємопов'язана діяльність викладача та студентів, спрямована на засвоєння системи знань, набуття умінь і навичок, їх виховання і загальний розвиток.

У вузькому значенні методи навчання використовуються наступні: 1) *пояснювально-ілюстративний* - викладач організує сприймання та усвідомлення студентами інформації, а вони в свою чергу здійснюють сприймання, осмислення і запам'ятовування її; 2) *репродуктивний* - викладач дає завдання, у процесі виконання якого учні здобувають уміння застосовувати знання за зразком; 3) *проблемного виконання* - викладач формулює проблему і вирішує її, тим часом студенти стежать за ходом творчого пошуку; 4) *частково-пошуковий* - викладач формулює проблему, поетапне вирішення якої здійснюють студенти під його керівництвом (при цьому відбувається поєднання репродуктивної та творчої

діяльності); 5) *дослідницький* - викладач ставить перед студентами проблему, і ті вирішують її самостійно, висуваючи ідеї.

Лекція — інформативно-доказовий виклад великого за обсягом, складного за логічною побудовою навчального матеріалу.

Метод лекції передбачає ознайомлення студентів з її планом, що допомагає стежити за послідовністю викладу матеріалу. Важливо навчити студентів конспектувати зміст лекції, виділяючи в ній головне. Це розвиває пам'ять, сприйняття, волю, вміння слухати, увагу, культуру мови.

До методів навчання належать: ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження.

Метод ілюстрування — оснащення ілюстраціями статичної наочності, плакатів, малюнків, картин, карт, схем та ін.

Метод демонстрування — показ рухомих засобів наочності, приладів, дослідів, технічних установок тощо. У різних випадках студентам показують різноманітні об'єкти — реальних предметів (безпосередня наочність) та їх зображень. Використовують для безпосереднього пізнання дійсності, поглиблення знань, формування вмінь і навичок. До них належать: вправи, лабораторні, практичні, графічні й дослідні роботи.

Ефективність використання методів навчання в сучасному ВНЗ значною мірою обумовлене наявністю матеріально-технічних засобів.

Технічні засоби навчання — обладнання й апаратура, що застосовуються в навчальному процесі з метою підвищення його ефективності (транспаранти, діапозитиви, діафільми, дидактичні матеріали для епіпроекції).

9. Форми контролю.

- контрольна робота;
- модульна контрольна робота;
- залік;
- екзамен.

10. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

<i>Політика щодо дедлайнів та перескладання:</i>	Студент повинен здавати роботи в визначені викладачем терміни. Роботи, що здаються з порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за
---	---

	наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т. ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо <u>відвідування</u>:	Студент зобов'язаний щодня відвідувати заняття всіх видів відповідно до встановленого розкладу, не запізнюватися, мати відповідний зовнішній вигляд. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

11. Методичне забезпечення

- підручники та посібники;
- методичні вказівки для виконання лабораторних робіт;
- стенди, плакати;
- обладнання та різні пристосування.

12. Рекомендована література

основна:

1. Надійність сільськогосподарської техніки/ В.В. Аулін, С.Г.Гранкін, М.І.Черновол, В.Ю.Черкун; За ред. М.І.Черновол. – К.: Урожай, 2010. – 242 с.
2. Голинкевич Т.А. Прикладная теория надежности. – М.: Высшая школа, 1985. – 168 с.
3. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення. ДСТУ 2470-94. - [Чинний від 01.01.95] – К.: Держспоживстандарт України. 1994.
4. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем/ Под ред. И.А.Ушакова. – М.: Мир, 1980. – 598 с.
5. Кряжков В.М. Надежность и качество сельскохозяйственной техники. – М.: Агропромиздат, 1989. – 335 с.
6. Надійність сільськогосподарської техніки/ С.Г.Гранкін, В.С. Малахов, М.І.Черновол, В.Ю.Черкун; За ред. В.Ю.Черкуна. – К.: Урожай, 1988. – 208 с.
7. Пронников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
8. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.

9. Прейсман В.И. Основы надежности сельскохозяйственной техники. – К.: Вища школа, 1988. – 247 с.
10. Райншке К., Ушаков И.А. Оценка надежности систем с использованием графов/ Под ред. И.А.Ушакова. – М.: Радио и связь, 1988. – 208 с.
11. Сковородин В.Я., Тишкин Л.В. Справочная книга по надежности сельскохозяйственной техники. – Л.: Лениздат, 1985. – 204 с.
12. Ветошкин А.Г., Марунин В.И. Надежность и безопасность технических систем/ А.Г. Ветошкин, В.И. Марунин. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2002. – 129 с.
13. Червоный А.А., Лукьященко В.И., Котин Л.В. Надежность сложных систем. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
14. Эндрени Дж. Моделирование при расчетах надежности в электроэнергетических системах/ Под ред. Ю.Н. Руденко, 1983. – 336 с.

допоміжна:

1. Нечипоренко В.И. Структурный анализ систем. – М.: Советское радио, 1977. – 216 с.
2. Хенли Х. Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска / Под ред. В.С. Сыромятникова. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.
3. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
4. Лозинский О.Ю., Марущак Я.Ю., Костробій П.П. Розрахунок надійності електроприводів: Підручник. – Львів, видавництво ДУ “Львівська політехніка”, 1996. – 234 с.
5. Михлин В.М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1984. – 335 с.
6. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 томах/ Ред. совет: В.С.Авдугевский (предс) и др. – М.: Машиностроение, 1986, 1987.
7. Пронников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
8. Селиванов А.И., Артемьев Ю.Н. Теоретические основы ремонта и надежности сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1978. – 248 с.
9. Черкесов Г.Н. Надежность технических систем с временной избыточностью/ Под ред. А.М.Половко. – М.: Советское радио, 1974. – 296 с.

13. Інформаційні ресурси

1. Довідники.
2. Атласи.
3. Інтернет-бібліотеки.

4. Журнали.

1. Інформаційний сайт [Електронний ресурс]: LIB.LNTU.INFO. – Режим доступу: <http://lib.lntu.info/book/fbd/pcb/2012/12-53/page5.html>
2. Інформаційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ua-referat.com>
3. Інформаційний сайт [Електронний ресурс]: BOOKWU.NET. – Режим доступу: http://bookwu.net/book_ekspluataciya-ta-obslugovuvannya-mashin_1037/18_5-obrobka-statistichno-informaci-pro-nadijnist.
4. Інформаційний сайт [Електронний ресурс]: STUDOPEDIA.INFO. – Режим доступу: <http://studopedia.info/1-59846.html>.
5. Інформаційний сайт [Електронний ресурс]: LIB.LNTU.INFO. – Режим доступу: <http://lib.lntu.info/book/fbd/pcb/2012/12-53/page5.html>
6. Відео матеріал "Забезпечення працездатності складної технічної системи (СТС)" <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/url/view.php?id=412237>.
7. Відео матеріал "Резервування технічної системи по елементне" <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/url/view.php?id=412266>.
8. Відео матеріал «Забезпечення надійності технічної системи» - <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/url/view.php?id=412484>.
9. Відео матеріал "Забезпечення надійності системи при ремонті" - <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/url/view.php?id=412488>.