

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**Кафедра Надійності техніки**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**на засіданні кафедри  
надійності технікиПротокол № 10 від “05” травня 2022 р.

Завідувач кафедри

  
доц. Новицький А.В.**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛІНИ**Надійність технічних системГалузь знань 13 «Механічна інженерія»Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»ОНП «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»Факультет Конструювання та дизайнРозробник: к.т.н., доцент Банний Олександр Олександрович*(посада, науковий ступінь, вчене звання)*

Київ – 2022 р.

до наказу від \_\_\_\_\_ 2021 р. № \_\_\_\_\_

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра \_\_\_\_\_ Надійності техніки \_\_\_\_\_

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету конструювання та дизайну

\_\_\_\_\_ (Ружило З.В.)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**“СХВАЛЕНО”**

на засіданні кафедри надійності техніки

Протокол № 10 від “ 05 ” травня 2022 р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (Новицький А.В.)

**”РОЗГЛЯНУТО ”**

Гарант ОП ««Машини та обладнання

сільськогосподарського

виробництва» \_\_\_\_\_

Гаранти ОП

\_\_\_\_\_ (Ловейкін В.С.)

\_\_\_\_\_ (Ромасевич Ю.О.)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

\_\_\_\_\_ Надійність технічних систем \_\_\_\_\_

спеціальність \_\_\_\_\_ 133 – «Галузеве машинобудування» \_\_\_\_\_

освітня програма «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»

Факультет ) \_\_\_\_\_ Конструювання та дизайн \_\_\_\_\_

Розробники: \_\_\_\_\_ доцент Банний Олександр Олександрович \_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2022 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### Надійність технічних систем

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	<i>Магістр</i>	
Напрямок підготовки		
Спеціальність	133 «Галузеве машинобудування»	
освітня програма	«Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	<i>Обов'язкова</i>	
Загальна кількість годин	<i>90</i>	
Кількість кредитів ECTS	<i>3</i>	
Кількість змістових модулів	<i>2</i>	
Курсовий проект (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>	<i>1,2</i>
Семестр	<i>2</i>	<i>2,3</i>
Лекційні заняття	<i>15 год.</i>	<i>6 год</i>
Практичні, семінарські заняття	-	
Лабораторні заняття	<i>15 год.</i>	
Самостійна робота	<i>60 год.</i>	<i>84 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;
- подати методiku 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;
- ознайомити студентів з елементами булевої алгебри та прикладним аспектом використання її апарату для розрахунку надійності технологічних систем;

- ознайомити студентів з методом простору можливих станів та його застосуванням для аналізу надійності та продуктивності технологічних систем;
- ознайомити студентів з можливостями апарату імітаційного моделювання для дослідження надійності технологічних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**знати:**

- 1) методи, засоби і технологію аналізу стану електрифікації і автоматизації технологічних процесів;
- 2) основні нормативні документи, що регламентують етапи проектування комплексної електрифікації об'єктів АПК;
- 3) методи вибору технологічного обладнання і його компоновки на планах виробничих цехів;
- 4) методи синтезу основних видів електричних схем.

**вміти:**

- 1) самостійно будувати схеми надійності технічних систем;
- 2) оптимізувати кількість резервних елементів систем;
- 3) розрахувати показники надійності технічних систем з відновлюваними та невідновлюваними елементами;
- 4) готувати необхідну інформацію для імітаційного моделювання роботи технологічних систем.

Набуття компетентностей:

**загальні компетентності (ЗК):**

- ЗК1.** Здатність застосовувати інформаційні та комунікаційні технології.
- ЗК2.** Здатність використовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3.** Здатність навчатися та оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК4.** Здатність працювати самостійно та у складі команди, мотивуючи на досягнення спільної мети.
- ЗК5.** Здатність шукати та опрацьовувати інформацію з різних джерел.
- ЗК6.** Здатність спілкуватися державною фаховою мовою як усно, так і письмово.
- ЗК7.** Здатність ухвалювати обґрунтовані рішення.
- ЗК8.** Здатність працювати з іншомовною технічною документацією та спілкуватись іноземною мовою.
- ЗК9.** Здатність абстрактно мислити, генерувати нові ідеї, аналізувати та синтезувати.

***фахові (спеціальні) компетентності (ФК):***

**ФК1.** Здатність удосконалювати аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

**ФК2.** Здатність застосовувати передові для галузевого машинобудування наукові факти, концепції, теорії, принципи.

**ФК3.** Здатність застосовувати та вдосконалювати наявні кількісні математичні, наукові й технічні методи, а також комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування.

**ФК4.** Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

**ФК5.** Здатність вирішувати перспективні завдання сучасного виробництва, спрямовані на задоволення потреб споживачів.

**ФК6.** Здатність визначати техніко-економічну ефективність машин, процесів, устаткування й організації галузевого машинобудування та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів і методів комп'ютерного моделювання.

**ФК7.** Здатність демонструвати творчий і новаторський потенціал у проектних розробках.

**ФК8.** Здатність використовувати знання на засадах комерційної та економічної діяльності.

**ФК9.** Здатність розробляти плани й проекти, спрямовані на досягнення поставленої мети і зорієнтовані на наявні ресурси, розпізнавати та керувати чинниками, що впливають на витрати у планах і проектах.

**ФК10.** Здатність застосовувати норми галузевих стандартів.

**ФК11.** Здатність використовувати знання в розв'язуванні завдань підвищення якості продукції та її контролювання.

**ФК12.** Здатність демонструвати розуміння, у яких царинах можна використовувати інженерні знання.

**ФК13.** Здатність застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних завдань.

**ФК14.** Здатність керувати проектами та оцінювати їхні результати.

**ФК15.** Здатність демонструвати розуміння вимог до інженерної діяльності щодо забезпечування сталого розвитку.

**ФК16.** Здатність створювати і вміти захищати інтелектуальну власність.

### 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	
<b>Змістовий модуль 1. Системні методи оцінки надійності систем</b>														
Тема 1. Сучасні проблеми забезпечення надійності обладнання с.-г. виробництва	1	13	1	-	2	-	10							
Тема 2. Схеми надійності технічних систем та їх аналіз	3	19	2	-	2	-	15							
Тема 3. Аналіз схем надійності технічних систем.	5	14	2	-	2	-	10							
Тема 4. Розрахунок надійності резервованих систем, які не відновлюються.	7	13	1	-	2	-	10							
Разом за змістовим модулем 1		59	6		8		45							
<b>Змістовий модуль 2. Забезпечення надійності машин і систем</b>														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Тема 5. Забезпечення надійності складних технічних систем резервуванням.	9	14	2	-	2	-	10							
Тема 6. Аналіз надійності технічних систем методом простору можливих станів.	11	19	2	-	2	-	15							
Тема 7. Аналіз надійності технічних систем методом дерева відмов.	13	14	2	-	2	-	10							
Тема 8. Забезпечення надійності складних машин, як технічних систем	15	14	2	-	2	-	10							
Разом за змістовим модулем 2		61	8		8		45							
Усього годин		120	14	-	16	-	90							

#### 4. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Сучасні проблеми забезпечення надійності обладнання с.-г. виробництва	1
2	Схеми надійності технічних систем та їх аналіз	2
3	Аналіз схем надійності технічних систем.	2
4	Розрахунок надійності резервованих систем, які не відновлюються.	1
5	Забезпечення надійності складних технічних систем резервуванням.	2
6	Аналіз надійності технічних систем методом простору можливих станів.	2
7	Аналіз надійності технічних систем методом дерева відмов.	2
8	Забезпечення надійності складних машин, як технічних 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 технічних систем та їх аналіз	2
3	Аналіз схем надійності технічних систем.	2
4	Розрахунок надійності резервованих систем, які не відновлюються.	2
5	Забезпечення надійності складних технічних систем резервуванням	2
6	Аналіз надійності технічних систем методом простору можливих станів.	2
7	Аналіз надійності технічних систем методом дерева відмов.	2
8	Використання імітаційного моделювання для розрахунку показників надійності технічних систем.	2

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

1. Структурні схеми надійності. Особливості їх побудови, види, область застосування?
2. Тенденції розвитку сучасної сільськогосподарської техніки. Приклади і характеристики складної сільськогосподарської машини.
3. Поняття відновлювальних і не відновлювальних систем. Область розрахунків на надійність сільськогосподарських машин, як для невідновлювальних систем?
4. Роль надійності у забезпеченні працездатності сучасних машин і їх комплексів.
5. Оптимізація резервувань. Критерії і границі оптимізації?
6. Поняття інтенсивності відмов. Її роль у характеристиці надійності. Розмірності, визначення та застосування?
7. Методи розрахунків на надійність при неможливості побудови структурної схеми надійності?
8. Резервування як основний засіб підвищення надійності систем. Види резервування?
9. Кратність резервування. Позначення. Приклади?
10. Основна структурна схема надійності механічних систем. Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи даної схеми?
11. Основні структурні побудови резервованих систем?
12. Критерії, як кількісні характеристики оцінки надійності машин?
13. Закони розподілу випадкових величин. Експериментальний закон надійності?
14. Поняття відновлювальних і не відновлювальних систем. Область розрахунків на надійність сільськогосподарських машин, як для невідновлювальних систем?



## ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

### Екзаменаційні запитання

1. Дати визначення і приклади складних систем різного виду.
2. Роль системного підходу в науковому дослідженні. Системний аналіз. Системний синтез.

### Тестові завдання різних типів

#### 1. Системотехніка – це науковий напрямок, що охоплює:

1	проектування систем
2	створення і випробовування систем
3	проектування, створення, випробовування і експлуатацію складних 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 технічних 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:

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. – полігон</li> <li>2. – графік накопиченої дослідної ймовірності</li> <li>3. – ймовірність відмови</li> <li>4. – гістограма</li> <li>5. – ймовірність безвідмовної роботи</li> </ol>
--	--

#### 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. $T_{\text{сеп1}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$ ; В. $P(t) = 1 - \frac{n(t)}{N_0}$ ;; Г. $\omega(t) = \frac{m_{\text{сеп}}(t + \Delta t) - m_{\text{сеп}}(\Delta t)}{\Delta t}$ ;
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.	$f(t) = \frac{1}{S_t \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(t-m_t)^2}{2S_t^2}}$
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. $\omega(t) = \frac{m_{cep}(t + \Delta t) - m_{cep}(\Delta t)}{\Delta t}$

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 2**

*Екзаменаційні запитання*

1. Резервування як основний засіб підвищення надійності систем. Види резервування?
2. Методи розрахунків на надійність при неможливості побудови структурної схеми надійності?

*Тестові завдання різних типів*

**1. Який із видів резервування полягає у використанні додаткових елементів, які не є функціонально необхідними і використовуються тільки для заміни тих, що відмовили?**

1	Структурне резервування
2	Енергетичне резервування
3	Інформаційне резервування
4	Функціональне резервування
5	Резервування по міцності

**2. Який термін пропущено в кінці речення?**

Комплекс взаємозалежних і взаємодіючих між собою підсистем (елементів), призначених для рішення єдиної задачі називається - ...	<i>(у бланку відповідей подати одним словом)</i>
---	--

**3. Вкажіть, який вид резервування представлений на схемі**

	1. Послідовне
	2. Функціональне
	3. Надлишкове
	4. Ковзаюче
	5. Паралельне

**4. Назвіть основні властивості, якими характеризується найпростіший (стаціонарний пуассонівський потік):**

1	Ординарність
2	Безвідмовність
3	Стаціонарність
4	Справність
5	Без наслідків
6	Довговічність

**5. Яка з представлених залежностей використовується для визначення ймовірності безвідмовної роботи системи при загальному резервуванні ?**

1	$P_c(t) = \prod_{i=1}^n \{1 - [1 - P_i(t)]^{m_i+1}\}$
2	$T_{cpc} = \int_0^{\infty} P_c(t) dt = \frac{(n-1)!}{\lambda(m+1)} \sum_{i=0}^m \frac{1}{v_i(v_i+1) \dots (v_i+n-1)}$
3	$D_n(t) = 1 - \left[ 1 - \prod_{i=1}^n D_i(t) \right]^{m+1}$
4	$\lambda_i = \sum_{j=1}^n \lambda_{ij}$
5	$P_c(t) = \sum_{i=1}^k P_i(t)$

**6. 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

**7. Яке слово пропущене в кінці речення?**

Резервування, яке полягає в підвищенні можливостей машини до сприйняття навантажень називається резервуванням .....	(у бланку відповідей подати одним словом)
---	---

**8. Яка з представлених формул використовується для визначення ймовірності безвідмовної роботи системи при послідовному з'єднанні елементів:**

1	$P_i = e^{-\lambda_i t}$
2	$\lambda_c = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_n = \sum_{i=1}^n \lambda_i = n \cdot \lambda_i$
3	$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n \lambda_{ji} \cdot P_j}{\sum_{j=1}^n \lambda_{ij}}$
4	$\sum_{i=1}^r N_i \lambda_i = \lambda_c$
5	$P_c(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t)$

**9. Виберіть для представлених термінів теорії надійності технологічних систем відповідні визначення:**

Термін	Визначення
А. Відмова	1. Це подія, яка полягає у порушенні справного стану при збереженні працездатного стану
Б. Пошкодження	2. Подія, яка полягає у порушенні справного стану об'єкта
В. Дефект	3. Подія, яка полягає у порушенні працездатного стану об'єкта
С. Несправний стан	4. Стан об'єкта при якому він не відповідає хоча б одній із вимог нормативно-технічної і (або) документації

**10. Вкажіть, який вид резервування представлений на схемі:**

	1. Паралельне
	2. Постійно включене
	3. Надлишкове
	4. Активне
	5. Ковзаюче

## 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)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
<b>90-100</b>	<b>Відмінно</b>	<b>Зараховано</b>
<b>74-89</b>	<b>Добре</b>	
<b>60-73</b>	<b>Задовільно</b>	
<b>0-59</b>	<b>Незадовільно</b>	<b>Не зараховано</b>

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. Голинкевич Т.А. Прикладная теория надежности. – М.: Высшая школа, 1985. – 168 с.
2. Ермолов Н.С., Кряжков В.М., Черкун В.Е. Основы надежности сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1982. – 271 с.
3. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем/ Под ред. И.А.Ушакова. – М.: Мир, 1980. – 598 с.
4. Кряжков В.М. Надежность и качество сельскохозяйственной техники. – М.: Агропромиздат, 1989. – 335 с.
5. 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.

6. Надежность оборудования предприятий по хранению и переработке зерна/ А.А. Вайнберг. – К.: Вища школа, 1986. – 408 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. Надёжность 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.
15. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення. ДСТУ 2470-94. - [Чинний від 01.01.95] – К.: Держспоживстандарт України. 1994.

**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.Авдуевский (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](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>