

до наказу від \_\_\_\_\_ 2021 р. № \_\_\_\_\_  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

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

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету конструювання та дизайну  
(Ружило З.В.)

“17” \_\_\_\_\_ 2022 р.



**“СХВАЛЕНО”**

на засіданні кафедри надійності техніки

Протокол № 10 від “ 5 ” травня 2022 р.

Завідувач кафедри

(Новицький А.В.)

**”РОЗГЛЯНУТО”**

Гарант ОПП «Технічний сервіс  
машин та обладнання  
сільськогосподарського  
виробництва»

Гарант ОПП

(Новицький А.В.)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Надійність технічних систем

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

освітня програма «Технічний сервіс машин та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»

Факультет ) Конструювання та дизайн

Розробники: к.т.н., доцент Новицький Андрій Валентинович

*(посада, науковий ступінь, вчене звання)*

к.т.н., доцент Банний Олександр Олександрович

*(посада, науковий ступінь, вчене звання)*

## 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	«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 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>	
Семестр	<i>2</i>	
Лекційні заняття	<i>15 год.</i>	
Практичні, семінарські заняття	<i>-</i>	
Лабораторні заняття	<i>15 год.</i>	
Самостійна робота	<i>90 год.</i>	
Індивідуальні завдання	<i>-</i>	
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 методику 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 використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

**ЗК2.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

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

**ЗК7.** Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

**ЗК8.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.

***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	
<b>Змістовий модуль 1. Системні методи оцінки надійності систем</b>														
Тема 1. Сучасні проблеми забезпечення надійності обладнання с.-г. виробництва	1-2	14	2	-	2	-	10							
Тема 2. Схеми надійності технічних систем та їх аналіз	3-4	14	2	-	2	-	10							
Тема 3. Аналіз схем надійності технічних систем.	5-6	14	2	-	2	-	10							
Тема 4. Розрахунок надійності резервованих систем, які не відновлюються.	7-8	19	2	-	2	-	15							
Разом за змістовим модулем 1		61	8		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.	2	14	2	-	2	-	10						
Тема 6. Аналіз	2	13	2	-	1	-	10						

надійності технічних систем методом простору можливих станів.													
Тема 7. Аналіз надійності технічних систем методом дерева відмов.	2	13	2	-	1	-	10						
Тема 8. Забезпечення надійності складних машин, як технічних систем	2	19	2	-	2	-	15						
Разом за змістовим модулем 2	59		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 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	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.	1
7	Аналіз надійності технічних систем методом дерева відмов.	1
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

<i>Екзаменаційні запитання</i>	
1.	Дати визначення і приклади складних 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 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:**

	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.	$f(t) = \frac{1}{S_t \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(t-m_t)^2}{2S_t^2}}$
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. $T_{срc} = \int_0^{\infty} P_c(t) dt = \frac{(n-1)!}{\lambda(m+1)} \sum_{i=0}^m \frac{1}{v_i(v_i+1)\dots(v_i+n-1)}$
	4. $\lambda_c = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_n = \sum_{i=1}^n \lambda_i = n \cdot \lambda_i$
	5. $\omega(t) = \frac{m_{сep}(t + \Delta t) - m_{сep}(\Delta t)}{\Delta t}$

**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 - ...	(у бланку відповідей подати одним словом)
---	---

**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	$D_n(t) = 1 - \left[ 1 - \prod_{j=1}^n D_j(t) \right]^{m+1}$
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, висувуючи 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 (плакати, моделі, макети, розрізи деталей).

## **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)

<b>Рейтинг студента, бали</b>	<b>Оцінка національна за результати складання</b>
-----------------------------------	---

	<b>екзаменів</b>	<b>заліків</b>
<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. Теорія технічних систем / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.: ЦП „КОМПРИНТ”, 2017. 291 с.
2. Сідашенко О.І. Ремонт машин і обладнання: підручник / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, Т.С. Скобло та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. К.: Аграр Медіа Груп, 2018. 632 с.
3. Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Мельник В. І., Новицький А. В., Ружило З. В. Кваліметрія: навчальний посібник. Київ : Прінтеко, 2022. 201 с.
4. Болтянська Н.І. Надійність технологічних систем: посібник-практикум. Мелітополь: Люкс, 2019. 162 с.

#### **- допоміжна**

1. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. 221 с.
2. Надійність сільськогосподарської техніки: Підручник. / М.І. Черновол, В.Ю. Черкун, В.В. Аулін та ін.; За заг. ред. М.І. Черновола. Кіровоград: ТОВ «КОД», 2010. 320с.
3. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1 : Навчальний посібник / [Сідашенко О. І., Тіхонов О. В., Скобло Т. С., Мартиненко О. Д., Гончаренко О. О., Сайчук О. В., Аветісян В. К., Автухов А. К., Рибалко І. М., Сиромятніков П. С., Бантковський В. А., Маніло В. Л.] /За ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 416 с.
4. Технічний сервіс в АПК: навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів / Ю. Г. Сорваніді, Д. П. Журавель, А. М. Бондар, О. Ю. Новік. Мелітополь: Видавничополіграфічний центр «Люкс», 2021. 157 с.
5. Надійність технологічних систем : курс лекцій / Г. О. Іванов, В. І. Гавриш, П. М. Полянський, О. В. Гольдшмідт. Миколаїв : МНАУ, 2015. 40 с.

### **13. Інформаційні ресурси**

1. Довідники.
2. Атласи.

3. Інтернет-бібліотеки.
4. Журнали.