

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра надійності техніки



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету
конструювання та дизайну
Зіновій РУЖИЛО
“ ” _____ 2023 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри надійності техніки
Протокол № 10 від 15.05.2023 р.

Завідувач кафедри
_____ Андрій НОВИЦЬКИЙ

”РОЗГЛЯНУТО ”

Гарант ОНП «Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
_____ В'ячеслав ЛОВЕЙКІН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Надійність технологічних систем

Освітньо-наукова програма – «Машин та обладнання сільськогосподарського виробництва»

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Факультет конструювання та дизайну

Розробники: доцент – Андрій НОВИЦЬКИЙ;
доцент – Олександр БАННИЙ

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Надійність технологічних систем

(назва)

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

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 технологічних систем;
- вивчити теоретичні основи забезпечення надійності технологічних систем резервуванням;
- 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.

За результатами вивчення навчальної дисципліни студент повинен оволодіти компетентностями:

Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати складні задачі і проблеми галузевого машинобудування, що передбачають дослідження та/або здійснення інновацій та характеризуються невизначеністю умов та вимог.

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.

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

СК1. 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.

СК2. 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.

СК3. Здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії.

СК5. Здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність.

Програмні результати навчання:

РН2. Знати і розуміти процеси галузевого машинобудування, мати навички їх практичного застосування.

РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

РН5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

РН7. Готувати виробництво та експлуатувати вироби галузевого машинобудування протягом життєвого циклу.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної форми навчання;
- скороченого терміну денної форми навчання.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин
	денна форма

1	тижні	усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.
2	3	4	5	6	7	8	
Змістовий модуль 1. Системні методи оцінки надійності систем							
Тема 1. Надійність технологічних систем. Властивості та показники.	1-2	14	2	-	2	-	10
Тема 2. Машини та обладнання як технологічні системи	3-4	14	2	-	2	-	10
Тема 3. Надійність технологічних систем «Людина-Машина-Середовище»	5-6	14	2	-	2	-	10
Тема 4. Оцінка надійності оператора як складової складної технологічної системи	7-8	19	2	-	2	-	15
Разом за змістовим модулем 1	61		8		8		45
Змістовий модуль 2. Забезпечення надійності машин і систем							
1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 5. Оцінка показників надійності технологічних систем «Людина-Машина-Середовище» за результатами випробувань.	9-10	14	2	-	1	-	10
Тема 6. Оцінка та моделювання надійності технологічних систем в експлуатації.	11-12	13	2	-	1	-	10
Тема 7. Визначення надійності та ризиків виконання робіт технологічних систем	13-14	13	2	-	2	-	10
Тема 8. Напрями, методи і засоби забезпечення надійності технологічних систем на протязі життєвого циклу	15	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	Надійність технологічних систем. Властивості та показники.	2
2	Машини та обладнання як технологічні системи	2

3	Надійність технологічних систем «Людина-Машина-Середовище»	2
4	Оцінка надійності оператора як складової складної технологічної системи	2
5	Оцінка показників надійності технологічних систем «Людина-Машина-Середовище» за результатами випробувань.	2
6	Оцінка та моделювання надійності технологічних систем в експлуатації.	2
7	Визначення надійності та ризиків виконання робіт технологічних систем	2
8	Напрями, методи і засоби забезпечення надійності технологічних систем на протязі життєвого циклу	2

5. Теми практичних занять

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

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення ймовірності безвідмовної роботи технологічної системи.	2
2	Розрахунок надійності та оцінка ризиків виникнення відмов сільськогосподарських машин	2
3	3.Розрахунок надійності та оцінка ризиків відмов обладнання сільськогосподарського виробництва	2
4	Визначення надійності роботи оператора технологічної системи	2
5	Розрахунок показників надійності подрібнювача за результатами випробувань.	2
6	Розрахунок показників надійності технологічної системи переробного підприємства	1
7	Розрахунок надійності вентиляційної системи підприємства технічного сервісу.	1
8	Розрахунок повного і залишкового технічного ресурсу, допустимого зносу деталей та їх з'єднань	2

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Оцінка впливу технологічних середовищ на надійність машин та обладнання	10

2.	Аналітичне визначення показників надійності технологічних систем	10
3.	Загальна схема формування відмов технологічних систем. Модель формування поступової відмови. Модель формування раптової відмови виробу	10
4.	Оцінка та забезпечення надійності технологічних систем на протязі життєвих циклів: проектування; виробництво; експлуатація; технічне обслуговування та ремонт	15
5.	Оцінка показників надійності технологічних систем «Людина-Машина-Тварина», «Людина-Машина-Верстат», «Людина-Машина-Рослина»	10
6.	Надійність технологічних систем і техногенний ризик	10
7.	Економічні показники надійності технологічних систем	10
8.	Підвищення параметрів надійності технологічних систем	15
Разом		90

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

МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ №1

1. Визначення технологічної системи.
2. Класифікація технологічних систем.
3. Класифікація технологічних систем.
4. Шляхи удосконалення технологій, підприємств та обладнання.
5. Технічний рівень об'єктів технологічних систем.
6. Принцип оптимального використання підприємств та обладнання.
7. Основні терміни та поняття надійності техніки.
8. Властивості та показники надійності об'єктів та обладнання.
9. Комплексні показники надійності.
10. Одиничні показники надійності
11. Життєвий цикл об'єкту дослідження.
12. Методи підвищення надійності технологічного обладнання
13. Показники та можливі стани технологічних систем.
14. Надійність технологічної системи «Людина-Машина-Середовище».
15. Надійність технологічної системи «Людина-Машина-Тварина».
16. Надійність технологічної системи «Людина-Машина-Верстат».
17. Надійність технологічної системи «Людина-Машина-Діагностичне обладнання».
18. Матеріальні потоки технологічної системи.
19. Основні поняття працездатності машин.
20. Відмови машин – раптові і поступові.
21. Нормальний закон розподілу. Параметри, якими характеризується нормальний закон розподілу.

22. Експоненціальний закон розподілу. Параметри, якими характеризується експоненціальний закон розподілу.
23. Закон розподілу Вейбулла-Гнеденко. Параметри, якими характеризується закон розподілу Вейбулла-Гнеденко.
24. Показники надійності відновлюваних виробів.
25. Показники надійності невідновлюваних виробів.
26. Фізична сутність відмов технічних виробів.
27. Системи з послідовним та паралельним з'єднанням елементів.
28. Аналіз структурної надійності ТС.
29. Поняття «відмова». Класифікація відмов технологічних систем.
30. Критерії оцінки діяльності людини-оператора.
31. Показники надійності людини-оператора як складової системи «Людина-Машина-Середовище».
32. Показники надійності людини-оператора як складової системи «Людина-Машина-Верстат».
33. Класифікація методів проведення технічного діагностування машин, вузлів і механізмів.
34. Фактори, що визначають інтенсивність змін технічного стану об'єктів.
35. Методи аналізу відмов і ризиків.
36. Метод дерева відмов технологічних систем.
37. Переваги та недоліки дерева відмов.
38. Логічні символи дерева відмов.
39. Метод просторових станів при оцінці надійності систем.
40. Загальна схема розрахунку машини на надійність.
41. Критерії граничного стану деталей з'єднань складальних одиниць та механізмів обладнання.
42. Загальні принципи підвищення надійності технологічних систем.
43. Вимоги до показників безвідмовності технологічних систем.
44. Вимоги до показників довговічності технологічних систем.
45. Вимоги до показників ремонтпридатності технологічних систем.
46. Вимоги до показників збереженості технологічних систем.
47. Критерії граничного стану деталей обладнання.
48. Діагностування обладнання технічного сервісу системи «Людина-Машина-Верстат».
49. Тенденції розвитку сучасної сільськогосподарської техніки. Приклади і характеристики складної сільськогосподарської машини.
50. Показники надійності технологічних систем.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

<i>Екзаменаційні запитання</i>	
1.	Дати визначення і приклади складних технологічних систем різного виду.
2.	Оцінка надійності оператора як складової складної технологічної системи
<i>Тестові завдання різних типів</i>	

1. З представленого переліку виберіть комплексні показники надійності:

1	коефіцієнт готовності
2	напрацювання на відмову
3	коефіцієнт технічного використання

4	середній час відновлення працездатності об'єкту дослідження
5	питомі витрати на зберігання

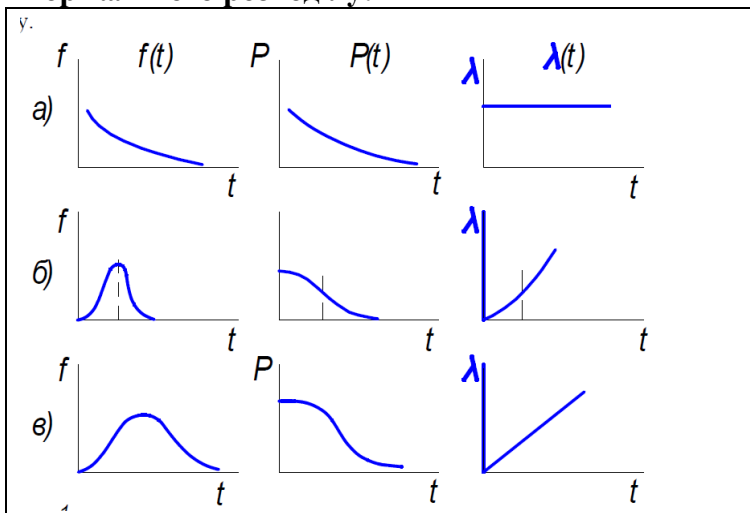
2. Який термін (словосполучення) пропущено в кінці речення?

Сукупність функціонально пов'язаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва та виконавців для виконання в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів і операцій називається	(у бланку відповідей подати словосполученням)
--	---

3. З представленого переліку виберіть одиничні показники безвідмовності технологічних систем:

1.	напрацювання на відмову
2.	ресурс
3.	гамма відсотковий ресурс
4.	параметр потоку відмов
5.	середній час відновлення працездатності

4. Відповідно до позицій на рисунку виберіть ті графіки, які описують закон нормального розподілу:



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

Показник надійності	Формула
1. Інтенсивність відмов	А. $\lambda(t) = \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(t)\Delta t}$
2. Середнє напрацювання до першої відмови	Б. $T_{\text{сеп1}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$;
3. Параметр потоку відмов	В. $P(t) = 1 - \frac{n(t)}{N_0}$; ;
4. Ймовірність безвідмовної роботи	Г. $\omega(t) = \frac{m_{\text{сеп}}(t + \Delta t) - m_{\text{сеп}}(\Delta t)}{\Delta t}$;

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.	$P_i = e^{-\lambda_i t}$
2.	$\omega(t) = \frac{m_{cep}(t + \Delta t) - m_{cep}(\Delta t)}{\Delta t}$
3.	$f(t) = \frac{1}{S_t \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(t-m_t)^2}{2S_t^2}}$
4.	$f(t) = \frac{b}{a} \left(\frac{t}{a}\right)^{b-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{a}\right)^b\right]$

9. З представленого переліку виберіть методи, які використовуються для розрахунку надійності технологічних систем

1	дерево відмов
2	структурна схема надійності
3	граф станів
4	логіко-імітаційна модель
5	логіко-ймовірнісна модель

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

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

9. 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).

10. Форми контролю.

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

11. 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

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	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): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

12. Методичне забезпечення

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

13. Рекомендована література

- основна

1. Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Мельник В. І., Новицький А. В., Ружи́ло З. В. Кваліметрія: навчальний посібник. Київ : Прінтеко, 2022. 201 с.
2. Болтянська Н. І. Надійність технологічних систем. Курс лекцій. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 168 с.
3. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. Посібник. Харків: ХНТУСГ, 2017. 361с.
4. Болтянська Н.І. Надійність технологічних систем: посібник-практикум. Мелітополь: Люкс, 2019. 162 с.
5. ДСТУ 2470-94. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення
6. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.

- допоміжна

1. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружи́ло 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. 320 с.
3. Стандартизація та сертифікація обладнання лісового комплексу: Новицький А.В., Дев'ятко О.С., Адамчук О.В., Онищенко В.Б., Ревенко Ю.І., Денисенко М.І., Мельник В.І. навчальний посібник. Київ: НУБіП. 300 с.
4. Надійність технологічних систем : курс лекцій / Г. О. Іванов, В. І. Гавриш, П. М. Полянський, О. В. Гольдшмідт. Миколаїв : МНАУ, 2015. 40 с.
5. Методичні вказівки до проведення практичних занять студентів з дисципліни «Надійність технічних систем і техногенний ризик» (для студентів курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.170202 – Охорона праці) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: В.Е. Абракітов, С. А. Грязнова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 83 с.

14 . Інформаційні ресурси

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