

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра надійності техніки

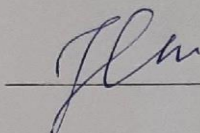


“ЗАТВЕРДЖУЮ”

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

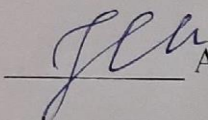
«СХВАЛЕНО»

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


Завідувач кафедри
Андрій Новицький

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП
«Технічний сервіс машин та обладнання
сільськогосподарського виробництва»


Андрій НОВИЦЬКИЙ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Надійність технічних систем

Освітня програма – «Технічний сервіс 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 технічних систем

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>	
Спеціальність	<i>133 «Галузеве машинобудування»</i>	
Освітня програма	<i>«Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва»</i>	
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 методичку 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.

Набуття компетентностей:

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.

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):

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.

СК4. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

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

Програмні результати навчання:

РН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

РН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

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

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

РН6. Відшуковувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.

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

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 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							
Змістовий модуль 2. Забезпечення надійності машин і систем														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Тема 5. Забезпечення надійності складних технічних систем резервуванням.	9-10	14	2	-	2	-	10							
Тема 6. Аналіз надійності технічних систем методом просторових станів.	11-12	14	2	-	1	-	10							
Тема 7. Аналіз надійності технічних систем методом дерева відмов.	13-14	14	2	-	1	-	10							
Тема 8. Забезпечення надійності складних машин, як технічних систем «Людина-Машина»	15	17	2	-	2	-	15							
Разом за змістовим модулем 2		59	8		6		45							
Усього годин		120	16	-	14	-	90							

4. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Сучасні проблеми забезпечення надійності машин та обладнання	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 просторових 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	Статистичне визначення показників надійності технічних систем	2
2	Визначення показників надійності складних систем при основному з'єднанні	2
3	Забезпечення надійності складних технічних систем резервуванням. Частина 1	2
4	Забезпечення надійності складних технічних систем резервуванням. Частина 2	2
5	Забезпечення надійності складних технічних систем «Людина-Машина» резервуванням	2
6	Оцінка і забезпечення надійності <u>ремонт</u> ованих систем	2
7	Оцінка надійності складних систем методом дерева відмов	2

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Статистичне визначення показників надійності обладнання технічного сервісу	15
2.	Теоретичне визначення надійності обладнання технічного сервісу.	15
3.	Системний аналіз надійності обладнання технічного сервісу як «Людина-Машина», «Людина-Машина-Середовище»	15
4.	Розрахунок надійності складної системи при резервуванні.	15
5.	Розрахунок надійності технічних систем обладнання технічного сервісу методом просторових можливих станів: Систем при накопиченні відмов; молодіючих систем.	30
Разом		90

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

1. Історичний огляд досліджень в галузі надійності сільськогосподарської техніки.
2. Історичний огляд досліджень в галузі надійності технічних систем технічного сервісу.
3. Історичний огляд досліджень в галузі надійності технічних систем.
4. Назвіть основні властивості якості машин.
5. Дайте визначення технічна система.
6. Дайте визначення технологічна система.
7. Вкажіть основні показники довговічності машин.
8. Вкажіть основні показники ремонтпридатності машин.
9. Вкажіть основні властивості збереженості технічного сервісу.
10. Вкажіть основні показники безвідмовності машин.
11. Назвіть комплексні показники надійності технічного сервісу.
12. Виберіть для представлених термінів теорії надійності технічних систем відповідні визначення: надійність, безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збереженість.
13. Назвіть основні способи резервування технічних систем.
14. Який із видів резервування полягає у використанні додаткових елементів, які не є функціонально необхідними і використовуються тільки для заміни тих, що відмовили?
15. Який вид резервування, полягає в підвищенні можливостей обладнання до сприйняття навантажень.
16. Виберіть для представлених термінів теорії надійності технічних систем відповідні визначення: система, підсистема, елемент, технологічна система.
17. Стан об'єкта при якому він відповідає всім вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської документації називається....

18. Властивість об'єкта зберігати у часі в установлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання та транспортування називається...

19. Властивість об'єкта виконувати потрібні функції до переходу у граничний стан при встановленій системі технічного обслуговування та ремонту називається...

20. Властивість об'єкта бути пристосованим до підтримання та відновлення стану, в якому він здатний виконувати потрібні функції за допомогою технічного обслуговування та ремонту називається.....

21. Виберіть для представлених термінів надійності технічних систем відповідні визначення: система, резервування, дублювання.

22. Виберіть для представлених термінів надійності технічних систем відповідні визначення: резервування інформаційне; резервування по міцності, резервування структурне.

23. Комплекс взаємозалежних і взаємодіючих між собою об'єктів, призначених для рішення єдиної задачі називається

24. Стан об'єкта, за яким його подальша експлуатація неприпустима чи недоцільна, або відновлення його працездатного стану неможливе чи недоцільне називається граничним станом.

25. Використання додаткових засобів і можливостей для збереження роботоздатності машини при відмові одного або декількох елементів називається резервуванням.

26. Об'єкти які відновлюються та не відновлюються при втраті працездатності технічного сервісу.

27. Опишіть об'єкти які ремонтуються та не ремонтуються при втраті працездатності технічного сервісу.

28. Структурна схема надійності технічної системи.

29. Характеристика та графічні залежності закону нормального розподілу.

30. Характеристика та графічні залежності закону розподілу Вейбулла-Гнеденко.

31. Характеристика та графічні залежності експоненціального закону розподілу.

32. Характеристика та графічні залежності закону розподілу Релея.

33. Характеристика функції Лапласа.

34. Логіко-ймовірнісна модель виникнення відмов системи «Людина-Машина».

35. Граф станів технічної системи «Людина-Машина».

36. Дерево відмов механізмів (підсистем) технічної системи засіб для приготування і роздавання кормів.

37. Структурна схема надійності ходової системи легкового автомобіля.

38. Структурна схема надійності ходової системи вантажного автомобіля.

39. Структурна схема надійності машини для подрібнення відходів деревини.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

Екзаменаційні запитання

1. Об'єкт, предмет і задачі дисципліни надійність технічних систем?
2. Розрахунок надійності технічної системи побудовою 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	Функціональне резервування
2	Енергетичне резервування
3	Інформаційне резервування
4	Резервування по міцності
5	Структурне резервування

2. Який термін пропущено в кінці речення?

Потік вважається, якщо на однаковому наробітку Δt імовірність відмов залежить лише від величини (тривалості) цього наробітку і не залежить від початку його відліку.	<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	Довговічність
2	Безвідмовність
3	Стаціонарність
4	Справність
5	Без наслідків
6	Ординарність

5. Яка з представлених залежностей використовується для визначення показника безвідмовності - параметру потоку відмов ?

1	$\mu_i = \frac{1}{t_{Bi}}$
2	$\omega(t) = \frac{m_{cep}(t + \Delta t) - m_{cep}(\Delta t)}{\Delta t}$
3	$P_c(t) = \sum_{i=1}^k P_i(t)$
4	$\lambda_i = \sum_{j=1}^n \lambda_{ij}$

6. Яке слово пропущено в кінці речення?

Властивість виробу зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами для технічного обслуговування і ремонтів називається	<i>(у бланку відповідей подати одним словом)</i>
--	--

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

	1. – полігон
	2. – гістограма

	3. – ймовірність відмови
	4. – графік накопиченої дослідної ймовірності
	5. – ймовірність безвідмовної роботи

8. Вкажіть, який вид резервування представлений на схемі:

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

9. Яка з представлених формул використовується для визначення ймовірності безвідмовної роботи резервованої системи:

1	$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n \lambda_{ji} \cdot P_j}{\sum_{j=1}^n \lambda_{ij}}$
2	$P_c(t) = \prod_{i=1}^n \left\{ 1 - [1 - P_i(t)]^{m_i+1} \right\}$
3	$P_c(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t)$
4	$\sum_{i=1}^r N_i \lambda_i = \lambda_c$
5	$P_i = e^{-\lambda_i t}$

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

Термін	Визначення
А. Несправний стан	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. Стан об'єкта при якому він не відповідає хоча б одній із вимог нормативно-технічної і (або) документації
С. Відмова	4. Подія, яка полягає у порушенні працездатного стану об'єкта

10. 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 (плакати, макети, моделі).

11. Форми контролю.

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

12. 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
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): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$.

13. Методичне забезпечення

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

14. Рекомендована література

- основна

1. Теорія технічних систем / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.: ЦП „КОМПРИНТ”, 2017. 291 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. Сухенко Ю.Г., Паламарчук І.П., Журавель Д.П. та ін. Надійність обладнання харчової галузі. Навчальний посібник. К. ЦП «КомпрІнт», 2019. 370 с.
4. 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.
5. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
6. ДСТУ 2863-94. Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги. Держстандарт України. Київ.
7. Dhillon, B.S. (2017). Engineering Systems Reliability, Safety, and Maintenance: An Integrated Approach (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315160535>

- допоміжна

1. Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Мельник В. І., Новицький А. В., Ружило З. В. Кваліметрія: навчальний посібник. Київ : Прінтеко, 2022. 201 с.
2. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. 221 с.
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. Сідашенка, 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: Видавничо поліграфічний центр «Люкс», 2021. 157 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Довідники.

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

1. Відео матеріал "Забезпечення працездатності складної технічної системи (СТС)" <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/url/view.php?id=412237>.

2. Відео матеріал «Забезпечення надійності технічної системи» - <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/url/view.php?id=412484>.

7. Відео матеріал "Забезпечення надійності системи при ремонті" - <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/url/view.php?id=412488> .